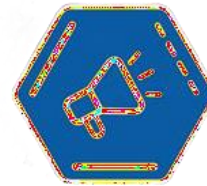


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА»



**ИНСТИТУТ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ  
КАФЕДРА ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ГЕОЛОГИИ И  
ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ,  
СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ИНСТИТУТА  
АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ**

## **СБОРНИК ТРУДОВ**

Всероссийской молодежной научной конференции с  
международным участием IX Вильямсовские чтения  
(27-28 ноября 2024 года)

Москва, 2024

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

---

---

## **СБОРНИК ТРУДОВ**

**Всероссийской молодежной научной конференции с  
международным участием IX Вильямсовские чтения  
(27-28 ноября 2024 года)**

Москва, 2024

УДК 929 : 001.891 : 631.4  
ББК 72.6 : 40.3

*Главный редактор: д.б.н., профессор Наумов В.Д.  
Редактор: ассистент Шмакова К.А.*

**Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием IX Вильямсовские чтения (27-28 ноября 2024 года)/ Под. ред. В.Д. Наумова. – М., 2024. – 628 с.**

© РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ.....</b>	<b>15</b>
МАМОНТОВ В.Г., КАМЕННЫХ Н.Л. К 100 - ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ГЕОЛОГИИ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА АКАДЕМИКА ПАНОВА НИКОЛАЯ ПЕТРОВИЧА.....	15
ВИЛЬЯМС М.В., СТРЕБЕЛЕВА Ю.В. ПОЧВЕННО-АГРОНОМИЧЕСКОМУ МУЗЕЮ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА – 90 ЛЕТ .....	19
<b>АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ .....</b>	<b>25</b>
АНДРАЩУК Н.А., КОЗЕЛЬСКИЙ И.К. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АЗОТНОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ И ПЕРЛИТА НА СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ (CU) В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ СЕЯНЫХ ГАЗОНОВ НА АГРОГЕННО ИЗМЕНЁННОМ ОТКОСЕ .....	25
АНДРИЯНЦЕВА А.П., БЕЛОВ К.М. ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	29
БИКЛИБАЕВА А.Р., СУХИН Д.В., ЯЧМЕНЬ Л.П., ГИЛЕВ А.М. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНЫХ СМЕСЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИСТОВОГО САЛАТА В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ .....	33
БЕРДНИКОВА Л.А., ВИЛЬХОВОЙ В.Е., ПОВАРНИЦЫНА А.В. ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ АМАРАНТА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ .....	38
БОЙЦОВА А.Ю. ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЯНЫХ ТРАВСТОЕВ ПРИ ДОЛГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ .....	41
ВУСЫК А.Д. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ МИКРОБНЫХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В СМЯГЧЕНИИ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ .....	45
ГЛУШАНОВСКИЙ И.М. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОПОСЕВЕ И ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ .....	48
ГОЛЬЦ М.Е., ЧЕРПАК А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ .....	52
ГОРЯЧЕВ П.С., БЕЛОВ К.М. ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ СОСТАВА ПОЧВЕННОГО ПОГЛОТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОТ ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ ПОЧВЫ .....	56
ГОРЯЧЕВ П.С., ЗОТОВ Е.Д., ДЕМЕНЬШИН Р.А. АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ТЕРСКОГО РАЙОНА Р. КАБАРДИНО-БАЛКАРИЯ .....	58
ДИКАРЕВА С.А., КУРЕНКОВА Е.М. ФОРМИРОВАНИЕ ТРАВСТОЕВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ ( <i>MEDICAGO VARIA</i> MARTYN) СОРТОВ АГНИЯ И ТАИСИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ .....	62
ДМИТРИЕВА А.В., СТРИЖКОВА А.Б. ВЛИЯНИЕ КАПСУЛИРОВАННОГО NPS-УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЛЮБАВА .....	65
ЕФРЕМОВ М.А. ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ( <i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.) В КАЧЕСТВЕ ПЕРЕСЕВНОЙ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ООО «ДЕМЕТРА» ТОЦКОГО РАЙОНА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ.....	68



ЗАЙЦЕВ Ф.И., ГАВРИКОВ В.Р. ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА МОРФО-БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ОЦЕНКЕ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ» ....	71
ЗУБЕХИНА А.А., ЖИЛЯЕВА А.Н. ВЛИЯНИЕ БЕССМЕННОГО ПАРА И ЗАЛЕЖИ НА АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО .....	75
ИВАНОВ И.А., ПЕТИНА А.Н., ЕФРЕМОВА В.А. ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОУДОБРЕНИЙ ZN И NI В ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГОРОХА ПОСЕВНОГО СОРТА НЕМЧИНОВСКИЙ 50.....	79
ИСАЕВА К.А. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ КУНГУРСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА ПЕРМСКОГО КРАЯ.....	82
КАЛЬЧЕНКО В.А., АПЕНКО Т.С., СМИРНОВА А.Д. КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ БИОУГЛЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	85
КАПЛЕНКО А.Н. , ГЛУХОВИЧЕНКО А.Ф. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО. ....	88
КАЮМОВ А.М. ВЛИЯНИЕ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО - ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ .....	93
КЛИМОВА М.Е., ЗАЙКО М.А., ЛЕШКОВА Э.Я. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ БАКТЕРИЙ РОДА AZOTOBACTER.....	97
КОННОВА Е.С. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ В ЗЕРНЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-СЛАБОПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ.....	100
КОРНЕВ И.А. ВАРИАТИВНОСТЬ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ .....	103
КУПРИЯНОВ А.Н. ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ НА РАЗНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУППАХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....	106
КУРМАЛИЕВ И.Р., ТАРАСЬЕВА А.В., БАТАЕВА А.Д. АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ БАКТЕРИЙ РОДА AZOTOBACTER В ПОЧВАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВЫХ ВИДОВ.....	111
КУТЫРЕВА Д.Е., КОЗЛОВА А.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ЛИНЕЙКИ АГРОМАГ В КАЧЕСТВЕ МЕЛИОРАНТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ.....	115
ЛАММАС М.Е. ИММУНОМОДУЛЯЦИЯ В ДЕЙСТВИИ: ВЛИЯНИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ.....	118
ЛЕБЕДЕВА А.А. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (TRITICUM AESTIVUM L.).....	123
МАКАРОВА М.П., ПТИЦИНА К.Р., ТОМИЛОВА Т.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБЕССАХАРЕННОЙ МЕЛАССЫ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ .....	126

МАЛЮТИНА Е.А. БИРЮКОВ Я.А., ХАБАРОВА А.С. РАЗРАБОТКА РЕЦЕРТУРЫ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА И ДЕРЕВООБРАБОТКИ, ОЦЕНКА ИХ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР	130
МЕРЕНКОВ К.Э., ЛЮКОВА П.А. РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ КАДМИЕМ.....	135
МИРОШНИЧЕНКО Е.Ю. РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ.....	138
МИШИНА А.С., ДЖУССОЕВ Д.А. КОМПЛЕКСНОЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩЕЕ УДОБРЕНИЕ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЭКОКАЛИЙ.....	142
МОРОЗОВ Ф.В., КОЛЕСНИК А.Н., БЕРЕЗКА А.Э. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЫПАХАННОСТИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	145
НАСИРОВ Ф.И. ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС И ДРУГИЕ ВИДЫ КОРМОВ В УСЛОВИЯХ ООО «ОКА МОЛОКО СЕВЕР» ПИТЕЛЕНСКОГО РАЙОНА РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	149
НГИЕМ В.Ч. КОРМОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЮЦЕРНЫ В МИРОВОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ.....	153
ПАЛЯЗОВА Я.З., ЕМИНОВА М.Ч., ДОСЧАНОВА Ф.Б. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВАХ..	157
ПАНЬКОВА А.А., ЧАЩИН А.Н., ФОМИН Д.С. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ СВОЙСТВ ПОЧВ ОПЫТНОГО АГРОПОЛИГОНА ПЕРМСКОГО НИИСХ - ФИЛИАЛА ПФИЦ УРО РАН.....	160
ПОЛЯКОВ Н.В. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕСТРОТЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПРИМЕРЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	163
ПОНОМАРЕНКО А.К., РАХИМОВА К.Р. ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И РЕЖИМА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ.....	167
ПРОНИН А.М., ЗУБКОВА А.А. ВЛИЯНИЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО.....	170
ПРОХОРОВ А.А., ГОРЯЧЕВ П.С., ГОРЯЧЕВ К.С. ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ЗОНАЛЬНОГО РЯДА.....	174
САВИН З.Д. ДИНАМИКА МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КАПСУЛИРОВАННОЙ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ.....	177
САФРОНОВА А.В. УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН, НОВОШЕШМИНСКИЙ РАЙОН.....	180
СВЕТИКОВ В.А., СЮНДЮКОВ Н.В. ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СОИ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	183

СМИРНОВА Е.А., ТУПИЦЫНА Е.М. ВЛИЯНИЕ ЭКСТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ И СВОЙСТВА АГРЕГАТОВ РАЗНОГО РАЗМЕРА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО КУРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	187
СТОРОЖЕВ К.С. ВЛИЯНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО УДОБРЕНИЯ КВАНТИС И КОМПЛЕКСНОГО МИКРОУДОБРЕНИЯ АКВАМИКС НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ .....	191
СУХАНОВ А.С. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕСТРОТЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС В УСЛОВИЯХ НИЖНЕКАМСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН .....	194
ТЮТЬКОВ Т.Д. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ АО «АГРОСЕРВИС» ЛОПАТИНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	198
ФРОЛОВА Е.В., МИШИНА Л.С. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА» .....	202
ЧЕРНЯТЬЕВА Е.А., ДАВЫДОВА Д.С. ВЛИЯНИЕ ТЕПЛО ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА УРОЖАЙ ЯРОВОГО РАПСА В НИЖНЕКАМСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН .....	207
ШУНЕВИЧ И.А. АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗНЫХ ОКРУГОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ .....	212
NEGASSI V.T. SOYBEAN - MULTISPECIES INTERCROPPING AND WEED MANAGEMENT .....	215
BAHRAN KNFE YAKOV, GINS M.S. SOIL APPLICATION OF ALBIT <sup>BR</sup> BIOSTIMULANT ON FLOWER PRODUCTION OF TOMATO PLANTS .....	219
<b>ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ .....</b>	<b>222</b>
АБЗАПАРОВА Е.К., АБЗАПАРОВА Б.К. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И СВОЙСТВ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА .....	222
АГЕЕНКО Е.И., ВОЛКОВ В.А., БОРОДИНА К.С. ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ СКЛОНОВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: АНАЛИЗ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ .....	225
АРГЕТКИНА С.А. ОЦЕНКА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ХВОЙНЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ 4 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА .....	228
АФОНИНА И.К. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД РАЗЛИЧНЫМ ДРЕВОСТОЕМ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА .....	233
БЕРДНИКОВА Л.А. ОТ ПОЧВЫ К УРБОПОЧВЕ: ОБЗОР ПОДХОДОВ К КЛАССИФИКАЦИИ И ИЗУЧЕНИЮ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ .....	238
ВОЛДЫРЕВА Н.М. ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВ КУРОРТА «КЛЮЧИ» .....	241
ЖУКОВА Е.М., СЕЛЯНИНА А.М. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ КАЛУЖСКОГО БОРА .....	246

КРАВЧЕНКО Е.Д. ОБЗОР РОЛИ <i>SPALAX MICROPHTHALMUS</i> В ГЕНЕЗИСЕ ПОЧВ .....	251
КУЗАКОВА М.А., КУЗНЕЦОВА Г.А., ДМИТРИЕВСКАЯ П.А., КУЛИКОВА К.А. КЛАССИФИКАЦИОННАЯ И МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ КОЛЛЕКЦИИ ПОЧВЕННО-АГРОНОМИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА .....	254
КУЗАКОВА М.А., КУЛИКОВА К.А., АРКАТОВА М.А., КАРАНДЕЕВ И.С. КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННОГО ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ПРОВИНЦИИ ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА РАЗНЫХ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОДАХ .....	259
КУЛАКОВ А.П. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ .....	262
МАРТЫНОВА П.Н. СОСТАВ И СВОЙСТВА ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДРЕВОСТОЯМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА .....	267
ПОНОМАРЕВА П.Г. ОЦЕНКА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ЛИСТВЕННЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ 8 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА .....	273
ТЯКИН А.М. ЦЕННЫЕ ПОЧВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ ПАМЯТНИКА АРХЕОЛОГИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ ГОРЫ «ГОРОДИЩЕ» .....	278
ФАХРЕТДИНОВ А.В. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МЕРЗЛЫХ БУГРИСТЫХ БОЛОТ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО» (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ).....	283
SHIMENDI G.O., BERHANE T.N. INNOVATIVE FORMULATION OF PLANT GROWTH REGULATOR AND SPRING WHEAT VARIETIES EFFECT: ON WEEDS, AND QUALITY PRODUCTIVITY .....	287
<b>МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ .....</b>	<b>293</b>
БАБИЧЕВА Л.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОЭКСТРАКЦИИ КАДМИЯ РУККОЛОЙ ИЗ ПОЧВЫ .....	293
ЕГОРОВА А.Е. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА АКТИВНОСТЬ В ПОЧВЕ БАКТЕРИЙ РОДА AZOTOVASTER .....	298
ЗАЙКО М.А. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И СПОСОБЫ ЕЁ ОЧИСТКИ.....	303
КОТЮН Д.Н. ПОЧВЫ ПОЛЕЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЛЬГОВСКОГО САХАРНОГО ЗАВОДА.....	306
КРОХИНА А.В., СЕНЧИХИНА О.Д. НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ.....	311
СЕНЬКО О.В., ГАРАНКИНА В.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСОРЦИУМА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИММОБИЛИЗОВАННОГО ИНОКУЛЯТА <i>CHLORELLA VULGARIS</i> , В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ.....	315

СМИРНОВА Е.С. ВЛИЯНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЛАБОПОЛУГИДРОМОРФНЫХ И ПЛАКОРНЫХ ПОЧВАХ В НИЖНЕКАМСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН..... 319

ТАРАСЕНКО Д.А., ЕГОРОВА М.Н. ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ГЕЛЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ..... 322

ПОВЕТКИН А.В., БЫЧКОВА М.В., ШМАКОВА К.А. ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ «ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ» РГАУ МСХА ИМ. К.А.ТИМИРЯЗЕВА ..... 326

ЧЕБЫКИНА Е.Ю. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУБАКВАЛЬНЫХ ПОЧВ ПОБЕРЕЖЬЯ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА ..... 331

HEINRICH RAKUASA, PHILIA C.L. THE IMPACT OF LAND RECLAMATION ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES IN INDONESIA ..... 336

### **ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ХИМИЯ ПОЧВ.....340**

АПАЛЬКОВ В.А., ЕФИМОВА С.А., МЕРКУШЕВ Д.А. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПАШНИ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРЕДКАВКАЗСКОЙ ПРОВИНЦИИ .... 340

АХМЕТЖАНОВ Д.М. ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ДОЗ ЦИНКА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ..... 342

АСЛАХАНОВА К.Е., БУДАГОВА Ю.В., ЗАЙЦЕВА Л.Я. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ ЗОНАЛЬНОГО РЯДА ..... 344

БОРОДИНА К.С., МИНАЕВ Н.В. ДИНАМИКА ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПРИ ВОЗВРАТЕ ЗАЛЕЖИ В ПАШНЮ349

ГУРЬЕВ Н.Е., АНДРЕЕНКО П.А., ЛЯПИНА П.Е. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВОГРУНТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА ТЮМЕНЬ..... 353

ЗАБНЕНКОВА С.О. СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЕНА В ПОЧВЕ ..... 357

КОЗЮЛИНА А.А., АХМАД Р. ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПО КАТЕНЕ В УСЛОВИЯХ ПАШНИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ..... 360

КАЗЮЛИН Л.Ф. ДИНАМИКА УГЛЕРОДА МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ..... 363

КАШИРСКАЯ М.А. ЛАБИЛЬНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО – ИНДИКАТОР ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ..... 367

КАЩЕНКО Г.А., ВАСИЛЕНКОВА В.Е. РОДОДЕНДРОН ЖЁЛТЫЙ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ФИТОИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ПОЧВ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА ..... 371

КУЧЕРОВА А.Д., РОГОЗИН Р.В., МЕРЕНКОВ К.Э. ВЛИЯНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАСТЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ..... 373

ЛИСЕЕНКОВА А.А. СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И СТЕПЕНЬ ВЫПАХАННОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ И СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ГЛЕЕВОЙ ПОЧВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	380
ЛОСЕВ А.И. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДОВ С РАЗНЫМ ХАРАКТЕРОМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ.....	384
МАСАЛКИНА Е.А., ТАРАСЕНКО Д.А., ЕГОРОВА М.Н. СТРУКТУРА ГУМАТОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ.....	388
МАРЧЕНКОВА Е.Ю., ЧАДИНА В.В. СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ С РАЗЛИЧНЫМ ХАРАКТЕРОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ .....	392
МОРОЗОВ Ф.В., БЕРЕЗКА А.Э., МИЛЬКИНА А.А. ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОСТАГРОГЕННЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ.....	395
ОСИПОВА А.М. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО КАЛИЯ В ПОЧВАХ СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ПРОВИНЦИИ.....	400
СВИНАРЕВ Д.П. ВАЛОВЫЙ СОСТАВ ГОРИЗОНТА А <sub>1</sub> ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД СМЕШАННЫМ ЛЕСОМ И БЕРЕЗНЯКОМ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ЛОД....	403
СЕРЕБРЯКОВА А.С. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	411
СЕРЕП А.Б. РЕАКЦИИ РОСТА НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА ЛЮПИНА БЕЛОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	414
СТАРОВОЙТОВА В.Д., КРАВЦОВА Т.В. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	419
СУХАРЕВ А.И., ТАРАСЕНКО Д.А. ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ИОННОЙ СИЛЫ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ .....	424
ФАЛАЛЕЕВА Д.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛИФОСАТА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ.....	427
ФЕДОСЕЕВ А.С. К ВОПРОСУ О ПОТЕНЦИАЛЬНО ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ В ЧЕРНОЗЕМАХ.....	430
ФИРSOVA И.М. ПОЖАР КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВ.....	436
ХАБАРОВА А.С., МАЛЮТИНА Е.А. БИРЮКОВ Я.А. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СУСПЕНЗИОННОГО ЭФФЕКТА ПОЧВ НА ТОЧНОСТЬ ДАННЫХ И РАСЧЕТ ДОЗ ИЗВЕСТИ.....	440
ШАХМУРЗАЕВА К.Э. ЛАБИЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ.....	443
TUMUZGHI TESFAY, ELSAYED S.M. SOIL ORGANIC CARBON MODELLING WITH MULTI-TYPE ENVIRONMENTAL VARIABLES USING MACHINE LEARNING .....	447
<b>ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....</b>	<b>453</b>

БРАУЛОВ П.А., ШИЛОВ П.М. ОТКРЫТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПОЧВЫ КАК ИСТОЧНИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЦИФРОВОМ ПОЧВЕННОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ.....	453
ЗАВАРИН Д.А., КАНЖИНА Ю.А. GPS-ТРЕКЕРЫ: НОВАЯ ЭРА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	457
МАКАРОВА Ю.Н., ЛЕГА К.В., ПОПОВА С.Н. ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	461
ПРОКОФЬЕВА К.Д., ИЛЬИН П.С., ГОРБУНОВА Д.А. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОЧВЕННО-ЛАНДШАФТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ПРИМЕРЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЗЕРНОГРАДСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	465
САМОЙЛЕНКО Е.А., КРЮЧКОВ М.А., ШИВЦОВА А.В. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ.....	468
ТКАЧЕНКО М.А., ЦЫМБАРОВИЧ П.Р., ДОБРОХОТОВ А.В., ФОМИН Д.С. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРЕДОСТАВЛЕНИЮ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	472
УШАКОВА Ю.В., РОЖКОВА Г.Г. МОДЕЛЬ СТРАХОВАНИЯ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ: ПРЕДПОСЫЛКИ, МЕТОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	475
ЧЕРКАСОВ Д.А. ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ АГРАРНОГО ЦЕНТРА.....	478
ШЛАПАК С.Е. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.....	481
<b>ИСТОРИЯ ПОЧВЕННОЙ НАУКИ.....</b>	<b>486</b>
АБУЗОВ Д.И., КОРОТЕВСКИЙ Е.А., КУРНИКОВ Ф.Е. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЧЕРНОЗЁМОВ.....	486
КОЛЕСНИК А.Н., ГОРБУЛЬКО В.А. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ....	490
КРЫЛОВА П.С., АРТЕМОВ Н.А., СТРЕКАЛКИН А.А. ЗАРОЖДЕНИЕ ЗНАНИЙ О ПОЧВАХ.....	495
ЛЕПАЕВА М.Е., ВЕРИГА М.С. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИТОЛИТОВ ПОЧВ.....	498
ПРОХОРОВ А.А. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НАУК О ЗЕМЛЕ НА ПРИМЕРЕ ЖУРНАЛА БЮЛЛЕТЕНЬ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА.....	502
<b>ГЕОЛОГИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>507</b>
АЙМАЛЕТДИНОВА А.С., ВОРОБЬЕВА М.С., ДУБРОВСКАЯ В.А. ЛИТОГЕННАЯ ОСНОВА КАК ФАКТОР ЛАНДШАФТНОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ВОРОБЬЕВЫХ ГОР .....	507

ВЕЛИКОЦКАЯ О.С., ПОПОВА Е.К., ЧЕЛПАНОВА Е.С. ВЛИЯНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРРИТОРИИ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ.....	511
ГАЙФУЛЛИНА Л.К., ТУРИЩЕВА Д.А. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ, ОСНОВАННЫХ НА ЭЛЕМЕНТАХ КИТАЙСКОГО САДА .....	516
ДЯТЛОВА Е.В., МАТВИЕВСКАЯ Д.А. ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТНОСТИ НА ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ.....	520
ГОРДЕЕВА С.А., ЛАНДИК В.Р., ЛЫСАКОВА М.В. ЛИТОГЕННАЯ ОСНОВА ЛАНДШАФТА, ЕЁ СВОЙСТВА И ЗНАЧЕНИЕ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА .....	523
ГОМЕЛЬСКАЯ Д.А., САВИНОВА О.А., СУВИД Е.И. ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА НА ПОДБОР АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ.....	526
ЖИДКОВА Ю.А., КИСЛОВА А.В., ТРЕФИЛОВА В.А. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	530
ЖУКОВА Е.М., РАХИМОВ А.Ф., КАШИРСКАЯ М.А. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ.....	533
ИВЧЕНКО А.С., ИВЛЕВА А.А., КУЧЕРЕНКО М.М. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ....	536
ИОВЛЕВА А.С., ЛАЧЕВА А.М., ХАЛАЕВА М.М. АНАЛИЗ СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР ГОРОДА ЭЛИСТА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ПРЕДПРОЕКТНОМ ЛАНДШАФТНОМ АНАЛИЗЕ ТЕРРИТОРИИ .....	541
КИРЕЕВ К.И., БУЛЫГИНА В.Д., КАВКАЕВА А. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ.....	545
КАЩЕНКО Г.А. BERGAUERIA. КАК НЕОДНОРОДНОСТЬ ИХНОСТРУКТУР ПРИВОДИТ К ОШИБКАМ ПРИ ИХ ИДЕНТИФИКАЦИИ.....	549
КАЩЕНКО Г.А., КРЮЧКОВ М.А., ВАСИЛЕНКОВА В.Е. МЕТОДИКА ОТБОРА И СОХРАНЕНИЯ ФОССИЛИЙ ТЕМНОЦВЕТНЫХ ГЛИН ВОЛЖСКОГО ЯРУСА .....	550
КИРЮШИН М.П. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В СКВЕРЕ БАТЮШКОВА Г. ЧЕРЕПОВЦА .....	553
КОРНЕЕВА А.А., ПАРЕНКИНА Ю.П., ГУЖКОВА С.М. ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТА НА ВЫБОР АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ.....	558
ЛАЗОВСКИЙ А.Ю. ЛЕСА КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЛАНДШАФТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ .....	563
ЛИСИН В.В., РЯБИНИНА А.А. ПОЧВЕННЫЙ ГОРИЗОНТ КАК ГЕОХИМИЧЕСКИЙ БАРЬЕР НАКОПЛЕНИЯ УРАНА НА ПРИМЕРЕ КИНГИСЕПСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	566
ЛУЗАН М.П. ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.....	570



НИКОЛАЕВА К.П. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА .....	573
САВИН З.Д. ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК НА ЛАНДШАФТ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ (ПОСЕЛОК ЧУПА).....	576
СЕДЫХ Н.П. ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ЛАНДШАФТ .....	578
ФЕДОРОВА А.А., СОЛТАН К.А., БРАУН А.А. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРОЕКТНОГО АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЕ АРХИТЕКТУРЫ .....	580
ТКАЧЕВА Д.А., ЛАБЗИН И.А., ЕРМИЛОВА И.И. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ .....	584
ЧАЙКО Е.В., ИВАННИКОВ Н.Г., ИВИН М.Д. ЛАНДШАФТНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	589
ЧИСТЯКОВ А.С., КОРОЛЕВА А.С., ТРУХАЧЕВА В.С. ЛАНДШАФТНЫЕ СВЯЗИ ЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ.....	592
<b>ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ «ЮНЫЙ ПОЧВОВЕД» .....</b>	<b>597</b>
ЕФИМОВА К.И. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ПОЧВЫ В ПАРКОВОЙ ЗОНЕ ШКОЛЫ.....	597
КАЛАШНИКОВ Р., КАЛАШНИКОВ К., КОЛПАЦИКОВА К. ВЫРАЩИВАНИЕ СВЕКЛЫ СОРТА «БОРДО- 237» И МОРКОВИ СОРТА «ДЕТСКАЯ СЛАДОСТЬ» НА СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ .....	599
КЛИМЕНТЬЕВА Е.Г., КЛИМЕНТЬЕВ А.Г., СИЛАКОВ М.С., КРАСНОРУЖЕНКО Р.Р. ОБНАРУЖЕНИЕ АЗОТОФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВОПОДОБНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ О. ЯГРЫ.....	600
КОЛТОВИЧ Н., БУНКОВА Д., КОЛПАЦИКОВА К. ВЫРАЩИВАНИЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ НА УЧЕБНО - ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ .....	605
МАСЛОВА А.Е., СЕНЬКО А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ БИОПЛЕНКИ ЧАЙНОГО ГРИБА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВ.....	607
МОТИНА С.В. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «МЕЩЁРА» .....	611
ПОВЕТКИН А.В., БЫЧКОВА М.В., КОЧКИН С.С. МОНИТОРИНГ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИНКА В УСЛОВИЯХ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА ГОРОДА МОСКВЫ.....	615
САЛЕЕВ Р.Ю. УМНАЯ ТЕПЛИЦА.....	619
СЛЮСАРЕВА Е.Д., КАШТАНКИНА Д.В. ВЛИЯНИЕ ТИПА ПОЧВ НА АККЛИМАТИЗАЦИЮ <i>HIBISCUS SABDARIFFA</i> В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ .....	621
ТАРЕЛОВА В.М. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЯ ГИНКГО БИЛОБА ДВУЛОПАСТНОГО ( <i>GINKGO BILOBA MARIKEN</i> ).....	623

ЩУКИН Т.В., ЩУКИНА Ю.В. ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕННОГО БОБОВЫМИ  
КУЛЬТУРАМИ НИЗИННОГО ТОРФА НА КОЛИЧЕСТВО И ПРОДУКТИВНОСТЬ  
АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВЕ ..... 626

**ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ**  
**К 100 - ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ,  
ГЕОЛОГИИ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А.  
ТИМИРЯЗЕВА АКАДЕМИКА ПАНОВА НИКОЛАЯ ПЕТРОВИЧА**

*Мамонтов Владимир Григорьевич - д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, mamontov1954@inbox.r*

*Каменных Наталья Львовна - к.б.н., доцент кафедры, почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, nlpovetkina@mail.ru*

*Аннотация: в статье представлена краткая биография выдающегося ученого РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Панова Николая Петровича. Панов Н.П. известный ученый-почвовед и координатор сельскохозяйственной науки, ветеран Великой Отечественной войны, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный деятель науки РФ, почетный член Докучаевского общества почвоведов, академик ВАСХНИЛ и академик РАСХН*

*Ключевые слова: Панов Н.П., почвоведение, академик, кафедра почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, солонцовые комплексы.*

В 2024 году кафедра Почвоведения, геологии и ландшафтоведения отметила юбилей выдающегося ученого, профессора, академика РАН, ветерана Великой Отечественной Войны Панова Николая Петровича. В ряду выдающихся выпускников академии, ее незаурядных ученых Н.П. Панов оставил не одну страницу в славной летописи Тимирязевки.

Панов Николай Петрович родился 9 августа 1924 года в многодетной крестьянской семье в селе Салтыково Сердобского района Пензенской области. После окончания школы поступил на отделение агрохимии и почвоведения Балашовского сельскохозяйственного техникума. Когда началась Великая Отечественная война, Николай Петрович, прервав учебу, в начале июня 1942г. уходит добровольцем в армию. После непродолжительного обучения в Вольской авиационной школе был направлен на фронт. Участвовал в Сталинградской битве в должности помощника командира взвода. После тяжелого ранения и выздоровления продолжил учебу в техникуме и по окончании его с отличием был командирован на учебу в Московскую сельскохозяйственную академию имени К. А. Тимирязева на факультет агрохимии и почвоведения.

В 1950 г. Николай Петрович Панов с отличием закончил академию и был оставлен в аспирантуре на кафедре почвоведения, где работал ассистентом,

доцентом, профессором кафедры почвоведения, заместителем заведующего кафедрой, заместителем декана, ученым секретарем Совета Академии [1].

С молодых лет Николай Петрович был вовлечен не только в научно-исследовательскую и педагогическую деятельность, но и в производственную. Он принимал активное участие в работе Сталинградской и первой комплексной Прикаспийской экспедиций «Агролесопроект» (1949–1951 г.) по детальному изучению лесорастительных свойств почв. [3]. Спроектированные на основе почвенных данных Государственные защитные лесные полосы в пределах Ставропольского края, Волгоградской и Саратовской областей, и до настоящего времени служат эффективным барьером для суховеев, засухи и эрозии. В 1951 г. Прикаспийская экспедиция проводила агролесомелиоративные обследования Терско-Кумских песков в пределах Грозненской и Астраханской областей. Материалы обследований были использованы агролесомелиораторами при составлении проектов по закреплению песков и посадки лесных насаждений вдоль каналов. [1].

Материалы полевых и экспериментальных исследований послужили основой кандидатской диссертации «Каштановые почвы государственных лесных полос Камышин-Сталинград и Сталинград-Черкесск и их лесорастительные условия (в пределах исследованных районов)», защищенной в 1953 г. [4].

С 1954 по 1956 гг. Н.П. Панов руководил научно-исследовательской экспедицией по изучению целинных и залежных земель в Павлодарской области. На выявленных пахотнопригодных землях созданы новые совхозы [1].

Работа в составе экспедиций во многом определили дальнейшее направление научных интересов Н. П. Панова – изучение генезиса, классификации и мелиорации почв солонцовых комплексов различных регионов страны.

С целью более глубокого изучения особенностей генезиса и мелиорации почв солонцовых комплексов им были организованы стационарные исследования в различных регионах страны, где эти почвы занимают большие площади: Северный Казахстан (Павлодарская область), Западно-Казахстанская область (Джаныбекский стационар), Поволжье (Саратовская и Волгоградская области), северо-восточная часть Предкавказья (Ставропольский край), Калмыцкая АССР и юг Украины (Херсонская область). Исследования на этих стационарах позволили развить ряд новых положений, относящихся к познанию природы малонатриевых солонцов, их классификации и мелиорации. [4].

Итогом многолетних исследований Николая Петровича явилась защита в 1972 г. докторской диссертации на тему «Особенности генезиса почв солонцовых комплексов степной зоны». [1].

В своих научных исследованиях Николай Петрович неизменно следовал принципам и методологии самобытного агробиологического направления в

почвоведении, разработанного основоположником кафедры почвоведения Тимирязевки академиком В.Р. Вильямсом. [2].

Николай Петрович активно занимался разработкой экологически безопасных технологий мелиорации почв солонцовых комплексов. Многочисленные и разносторонние исследования выполнены по изучению особенностей почвенных процессов в орошаемых черноземах и каштановых почвах засушливых регионов и обоснованию рекомендаций по предотвращению их деградации. Оригинальные результаты получены по изучению влияния длительного применения высоких доз минеральных удобрений на экологическое состояние дерново-подзолистых почв и черноземов.

Признанием научных заслуг Николая Петровича стало избрание его в 1979 г. членом-корреспондентом, а в 1982 г. академиком Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина (ВАСХНИЛ).

Одновременно Николай Петрович был избран академиком-секретарем отделения земледелия и химизации, членом Президиума ВАСХНИЛ. В 1991 г. Николай Петрович был избран академиком-секретарем отделения земледелия, мелиорации и экологии вновь созданной Российской академии сельскохозяйственных наук (РАСХН). В период работы академиком-секретарем ВАСХНИЛ и РАСХН Николай Петрович проделал большую научно-организационную работу по координации научных исследований в области земледелия, почвоведения, агрохимии, микробиологии и экологии по совершенствованию систем земледелия в целях их биологизации и экологизации в рамках Государственной комплексной программы по повышению плодородия почв и разработке научно-обоснованных систем земледелия.

Николай Петрович активно участвовал в жизни Тимирязевской академии. Он шесть лет был ученым секретарем Совета академии, дважды (1962-1965 г.) и (1972-1979 г.) был деканом факультета агрохимии и почвоведения, с 1978 г. По 1990 г. заведовал кафедрой почвоведения МСХА. Около 40 лет Панов Н.П. был членом Ученого совета МСХА и 12 лет председателем Ученого совета факультета агрохимии и почвоведения МСХА, председателем специализированных советов по защите кандидатских и докторских диссертаций МСХА.

За научные работы Н. П. Панов дважды удостоен первой премии имени В.Р. Вильямса. Под его руководством выполнено и защищено около 40 кандидатских и докторских диссертаций, свыше 250 дипломных работ, он автор и соавтор более 400 научных работ, среди которых учебники, монографии.

Помимо большой научно-производственной работы Николай Петрович вел работу по усовершенствованию учебной деятельности. Он добился существенного увеличения объема часов, отводимых на преподавание традиционных для кафедры дисциплин, таких как общее почвоведение, география и картография почв, методы почвенных исследований. В учебный план было введено курсовое проектирование по этим дисциплинам.

Кроме того, в учебном плане появились новые дисциплины. В связи с широким развитием в стране работ по осушению и орошению земель студенты стали изучать такую дисциплину, как «Мелиоративное почвоведение». Значительное увеличение на факультете иностранных студентов обусловило необходимость включения в учебный процесс предмета «Почвы тропиков и субтропиков».

Для улучшения практической подготовки студентов была организована комплексная зональная практика, в период прохождения которой студенты под руководством преподавателей-почвоведов, геологов и геоботаников познакомились с особенностями почвенного покрова, геологического строения и растительности ландшафтов Европейской части страны. [1].

Николай Петрович очень любил свою профессию и поэтому о почве всегда говорил зажигательно и эмоционально.

К 100-летию юбилею Николая Петровича Панова коллектив кафедры и его ученики под руководством профессора Мамонтова В.Г. подготовили монографию «Выдающийся ученый РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Н.П. Панов (1924-2014)». Все авторы без исключения отмечают необыкновенную доброту, человечность, тактичность, желание всегда прийти на помощь, умение выслушать, дать совет. До последних лет своей жизни он фонтанировал научными идеями, призывал своих учеников не останавливаться на достигнутом, идти дальше, открывать новые горизонты в почвенных исследованиях.

Панов Николай Петрович ветеран Великой Отечественной войны, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный деятель науки РФ, почетный член Докучаевского общества почвоведов, академик ВАСХНИЛ и академик РАСХН известный ученый-почвовед и координатор сельскохозяйственной науки внес неоценимый вклад в развитие почвоведения, в развитие учебного и научного процесса в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Он навсегда останется в сердцах его близких, а его научные идеи пусть продолжатся в трудах его учеников и последователей.

### **Список литературы**

1. Выдающийся ученый РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Н.П. Панов (1924-2014). Монография/ В.Г. Мамонтов, Р.Ф. Байбеков, О.Е. Ефимов, Н.Л. Каменных.- —М.: Издательство «Перо», 2024.-640 с.

2. Наумов, В. Д. Академик В.Р. Вильямс и его вклад в генетическое и агрономическое почвоведение / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных // Агрехимический вестник. – 2023. – № 6. – С. 89-96. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-6-017. – EDN YTDJKQ.

3. Наумов, В. Д. Тимирязевская школа почвоведов / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных // Агрехимический вестник. – 2023. – № 1. – С. 87-94. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-1-014. – EDN WGQFZW.

4. Ученые Тимирязевской академии. Н.П. Панов/ составитель Г.А. Макаренко. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2004. - С.108.

## **ПОЧВЕННО-АГРОНОМИЧЕСКОМУ МУЗЕЮ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА – 90 ЛЕТ**

*Вильямс Мария Вадимовна - Главный хранитель фондов Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [williams.museum@gmail.ru](mailto:williams.museum@gmail.ru)*

*Стребелева Юлия Владимировна - Заведующий демонстрационно методическим сектором Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Аннотация: В 2024 году Почвенно-агрономическому музею имени В.Р. Вильямса исполняется 90 лет. Несмотря на то, что это собрание экспонатов задумывалось исключительно как наглядное пособие к тому курсу лекций, что читал В.Р. Вильямс, в настоящее время музей представляет собой наиболее полную коллекцию образцов почв со всего Северного полушария.*

*Ключевые слова: музей, почва, экспозиция, наглядность, актуальность, юбилей.*

Василий Робертович Вильямс писал: «Я всегда стремился сделать агрономическую науку достоянием широких масс, сделать её действенным помощником создателей земного плодородия». Это стремление, в частности, и стало для него стимулом к организации Почвенно-агрономического музея.

В 1894 году Вильямс был назначен заведующим кафедрой земледелия Московского сельскохозяйственного института (ныне – Московская сельскохозяйственная академия имени Тимирязева). К чтению лекций, как и к любому другому занятию, Василий Робертович подходит со всей ответственностью: для правильной постановки голоса он берет уроки академического вокала, а для того, чтобы лекции были более наглядными, использует различные образцы почв, минералов, листы гербария и даже «волшебный фонарь».

Музей изначально задумывался как наглядное учебное пособие к тому курсу лекций по земледелию и почвоведению, что Вильямс читал студентам. Относительно небольшая коллекция обслуживала учебный процесс, причем эту коллекцию собирали и сами студенты: с апреля по сентябрь в академии проходила практика, во время которой студенты и преподаватели отправлялись в экспедиции (тогда они назывались «экскурсии»), где собирали и изучали различные образцы почв. В двух аудиториях была организована небольшая экспозиция, которая непрерывно росла и пополнялась.

И только 11 ноября 1934 года по постановлению Совнаркома СССР в ознаменование 50-летней научной и педагогической деятельности академика В.Р. Вильямса при Сельскохозяйственном институте имени Тимирязева был официально организован музей Почвоведения и агротехники. К этому времени в академии уже была собрана значительная коллекция почвенных монолитов, образцов почв по отдельным генетическим горизонтам, гербарий растительности природно-географических зон страны и другие натурные экспонаты. Вскоре становится понятно, что коллекции уже не помещаются в аудиториях, а количество посетителей с каждым годом растёт.

Напряжённая работа по обслуживанию экскурсий, развернувшаяся с 1935 года, подтвердила исключительное значение и необходимость организации музея. Поэтому 10 октября 1938 года в ознаменование 75-летия со дня рождения академика В.Р. Вильямса, Совет Народных комиссаров постановил: «считать необходимым постройку здания для почвенно-агрономического музея, со сроком окончания строительства в 1939 году».

Проект здания разработан архитектором М.И. Осиповым совместно с В.Р. Вильямсом. Василий Робертович лично продумал и план будущего музея. «На основании его указаний были сделаны эскизы и рабочие чертежи для всех видов витрин, стендов и другого специального оборудования». В архиве музея хранятся рабочие документы с пометками Василия Робертовича.

С особой тщательностью Вильямсом был разработан план экспозиции, которая построена по зональному почвенно-географическому принципу. Каждый стенд отражает особенности почвообразования отдельных типов почв и основные факторы, участвующие в почвообразовании.

В настоящее время в экспозиции находится около 900 почвенных монолитов, представляющих разнообразие почв от Северного ледовитого океана до тропиков и субтропиков. Возраст многих экспонатов – более 100 лет; они являются экологическими памятниками природы. Также в экспозиции представлены различные натурные экспонаты, влажные препараты корней и растений.

Фонды музея насчитывают свыше двух тысяч почвенных монолитов, более 35 тысяч рассыпных коробочных образцов, тысячи листов гербария, различные архивные материалы экспедиций и личных вещей учёных.

Начинается осмотр с зала «Факторы почвообразования и почвообразующих пород». Тут представлены различные образцы горных пород разного происхождения: магматические, метаморфические, осадочные. Также представлены различные материнские породы, этапы почвообразования. На стендах демонстрируются изображения растительных формаций и объясняется их роль в процессе почвообразования.

В основу экспозиции, как уже было сказано, был положен зональный почвенно-географический принцип.



С одной стороны залов представлены почвы по изменениям с севера на юг, а с другой – почвы различных почвенных провинций, обусловленные специфическим рельефом, материнскими породами или иными условиями почвообразования, не связанными с широтными изменениями. Например, вулканические почвы, болотные и т.д. Двигаясь с севера на юг, посетители в буквальном смысле слова видят, как реально меняются и природные условия, и почва. Эту информацию невозможно в полной мере зафиксировать в курсе лекций, ее нужно именно увидеть.

Макеты стендов также были разработаны В.Р. Вильямсом. Угол  $45^{\circ}$ , под которым расположены монолиты на стенде, позволяет представлять их в естественном природном сложении. Зафиксированы только очень сыпучие – песчаные почвы. Также именно под этим углом монолиты легче осматривать и даже фотографировать.

Дополняет экспозицию различный натуральный материал, который помогает понять ключевые моменты в условиях почвообразования, климата, рельефа, ландшафта. Например, для почв тундры — это карликовые деревья, для чернозёмов – корневая система ковылей, для солонцов – столбчатый горизонт и многое другое. То есть на стенде представлена исчерпывающая наглядная информация о той или иной природной зоне.

Многие экспонаты, в том числе монолиты и образцы отобранных по генетическим горизонтам пахотных и целинных почв, взяты в конце XIX начале XX столетия. Они представляют собой ценность как эталонные «памятники» природы, их экологической чистоты, по которым можно изучать временные изменения почвенного покрова Земли в результате естественной эволюции и в результате антропогенного фактора.

Почвенно-агрономический музей воплотил все знания Вильямса в области почвоведения, земледелия и агрономии, помноженные на огромный опыт музейной работы. Следует отметить, что в течение 25 лет, с 1898 по 1923 год, Василий Робертович проработал в Политехническом музее, организовав и возглавив там Сельскохозяйственный отдел.

При всём размахе строительства Почвенно-агрономического музея большое внимание уделялось и относительно мелочам. Вильямс старался учитывать буквально всё. Так, например, он писал: «Стены и колонны должны быть цвета слоновой кости, а мебель выполнена из мелкослойной сосны, потому что именно такое сочетание будет смотреться красиво, благородно, подчёркивать красоту экспоната, но при этом не будет отвлекать от его просмотра».

В 1939 году, после смерти Вильямса, строительство здания приостановилось, а начавшаяся война прервала эту работу на несколько лет. В полную силу музей заработал только в 1954 году.

Почвенно-агрономический музей был изначально организован при кафедре почвоведения и всегда играл важную роль в учебном процессе при проведении практических занятий со студентами и специалистами сельскохозяйственных

учреждений. История развития кафедры почвоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева неразрывно связана с именем В.Р. Вильямса.

В.Р. Вильямс не дожидаясь официального открытия, но его дело продолжили ближайшие ученики и соратники, сотрудники созданной им кафедры почвоведения, ставшие первыми работниками музея. Была организована работа научной экспедиции, изучались целинные и залежные земли, почвы нечернозёмной полосы. Заработала лаборатория. Не прекращалась работа по расширению экспозиции; в пополнении музейных коллекций участвовало большинство почвоведов-тимирязевцев.

Как вы знаете, на сегодняшний день Почвенно-агрономический музей относится к числу самых крупных почвенных музеев мира. Василий Робертович оставил после себя не только прекрасную экспозицию, но и обширные каталоги, которые поражают своей детальностью и тщательностью составления.

Некоторые музейные специалисты считают, что через 35 лет любая экспозиция устаревает, и её необходимо полностью модернизировать. Однако разработанная Вильямсом почти век назад экспозиция не только не устарела, но и поражает простотой, лаконичностью и одновременно с этим полнотой передаваемой информации.

В разные годы музей возглавляли:

Артур Яковлевич Буш (1934-1937). Вместе с коллегами принимал активное участие в организации музея, сборе и подготовке коллекций, разработке экспозиций. После выпуска Постановления «Об организации при Сельскохозяйственном институте музея почвоведения», А.Я. Буш был назначен заведующим Почвенно-агрономического музея. В 1937 по доносу нескольких сотрудников Тимирязевской академии был арестован и расстрелян. В музее хранятся копии соответствующих документов НКВД.

Реабилитирован в 1956 году. В 2015 году на доме, где он жил, по адресу Красностуденческий проезд дом 13, была установлена мемориальная табличка "Последний адрес".

Владимир Петрович Бушинский (1937-1950). Возглавил музей после гибели А.Я. Буша. Почвовед и агробиолог, член-корреспондент АН СССР (с 1939) и действительный член ВАСХНИЛ (с 1948). Заслуженный деятель науки РСФСР (1937). Принимал активное участие в работах Наркомпроса и Госплана.

Основные труды относятся к изучению почв и разработки методов повышения ее плодородия. Известен своими трудами в области изучения природы солонцов и их культуры. Под руководством В.П. Бушинского был издан «Сборник памяти академика В. Р. Вильямса» и достроено новое здание музея.

Сергей Петрович Ярков (1950-1956). Участвовал в разработке новой экспозиции музея. Работу по созданию экспозиции Ярков умело совмещал с обширной научно-исследовательской и педагогической деятельностью на кафедре почвоведения ТСХА. Его научное наследие многогранно. Им выполнено

78 научных работ по различным вопросам почвоведения, составлено 14 почвенных карт областного и союзного значения, написана монография «Почвы лесолуговой зоны СССР».

В своих работах С.П. Ярков дал образы творческого понимания и развития представления Вильямса о биологической сущности почвообразования.

Иван Дементьевич Громько (1957-1977). Руководил коллективом музея, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук. И.Д. Громько, агроном по специальности, он в своей научно-исследовательской работе продолжил идеи академика В.П. Бушинского. В области агрономического почвоведения по влиянию глубокой мелиоративной вспашки на урожайность некоторых сельскохозяйственных культур. Под его руководством подготовлен большой турникетный материал по почвам всех природно-географических зон советского союза. Проведена паспортизация экспонатов и издан «Атлас почв СССР» и «Путеводитель по музею». Им опубликовано более 50 научных работ.

Алексей Дмитриевич Фокин (1977-1988). Доктор биологических наук, профессор кафедры радиологии Тимирязевской академии.

Выпускник Тимирязевской академии. В 1975 г. Алексей Дмитриевич защитил диссертацию «Исследование процессов трансформации, взаимодействия и переноса органических веществ, железа и фосфора в подзолистой почве» на соискание ученой степени доктора биологических наук.

Им опубликовано более 250 научных работ; разработана программа для высших с.-х. учебных заведений по агрономическим специальностям. За выдающиеся успехи в области почвоведения в 2001 г. он награжден премией имени В.Р. Вильямса.

Владимир Сергеевич Кащенко (1988-2013). Выпускник Тимирязевской академии (1955), кандидат сельскохозяйственных наук, с 1981 года – доцент кафедры почвоведения. За время трудовой деятельности был многократно премирован, не только как передовик производства, но и за активное участие в общественной жизни, в течение многих лет был председателем профкома академии.

Одновременно был руководителем Почвенно-геоботанической экспедиции. По результатам исследований В.С. Кащенко защитил диссертацию «Генетические особенности и сельскохозяйственное использование подзолистых почв подзоны средней тайги Коми АССР».

### **Список литературы**

1. Архив Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса, выписка из протокола совещания от 21.07.1946 по делу № 394.
2. Архив Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса, Экспозиция новых залов музея, Москва, 1954.

3. Игнатъев Сергей «Там, где жил и работал Вильямс // Газета «Тимирязевка» 13.11.1939 № 66 (751).
4. Колпенская Н.П. В музее Вильямса // Газета «Тимирязевец» 11.10.1948 № 35-36 (1018-1019).
5. Маршруты Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – М.: Издательство ТСХА, 1955.

**АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ**  
**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АЗОТНОГО**  
**ГРАНУЛИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ И ПЕРЛИТА НА СОДЕРЖАНИЕ**  
**МЕДИ (CU) В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ СЕЯНЫХ ГАЗОНОВ НА**  
**АГРОГЕННО ИЗМЕНЁННОМ ОТКОСЕ**

*Андрущук Никита Александрович, студент 3 курса Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, [lanos199@mail.ru](mailto:lanos199@mail.ru)*

*Козельский Иван Константинович, студент 1 курса Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, [ikozelskii@mail.ru](mailto:ikozelskii@mail.ru)*

*(Научный руководитель – Гвоздь Варвара Константиновна, ассистент кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [gvozd.v@rgau-msha.ru](mailto:gvozd.v@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в статье представлены результаты исследования влияния азотного гранулированного удобрения и перлита на содержание меди (Cu) в почве и растениях сеяных газонов, в течение их вегетационного периода, на агрогенно изменённом откосе. Результаты показали, что комбинация азотного удобрения и перлита наиболее эффективно снижает содержание меди в почве по сравнению с контролем.*

*Ключевые слова: сеяный газон, перлит, гранулированное удобрение, тяжёлые металлы, медь, агрогенно-изменённые почвы, наземная биомасса, накопление тяжёлых металлов.*

### **Введение**

Тяжёлые металлы накапливаются в почве на протяжении длительного времени и труднее поддаются разложению, обезвреживанию и очищению по сравнению с другими загрязнителями. Они оказывают негативное влияние не только на почву, но и на всю окружающую среду. В частности, такие элементы, как мышьяк, ртуть, свинец, кадмий, хром и медь, рассматриваются как крайне опасные из-за их воздействия на здоровье человека и животных [1].

На данный момент существует множество методов, способствующих биологической сорбции поллютантов из почвы, одни из них – использование сорбционно активных растений, типичных для урбанизированных территорий и структуроулучшающих добавок почвы [2]. Медь является биогенным элементом и участвует в критически важных клеточных процессах, поэтому её концентрация в фитомассе регулируется самими растениями. Для высоких концентраций ионов меди лучшим фитоаккумулятором является посев смеси злаковых трав, в частности газонных травосмесей [3].

Применение азотных удобрений в дозах на планируемую прибавку биомассы газонов не приводит к значительному повышению содержания тяжёлых металлов в почве [4], но при этом способствует ускоренному

накоплению их в биомассе растений и компенсируя при этом накопление тяжёлых металлов в почве. Также, одним из упомянутых методов рекультивации загрязнённых почв, содержащих тяжёлые металлы, является добавление в них природных и синтетических сорбентов, как по отдельности, так и в определённых смесях с другими веществами [5].

**Цель исследования:** оценка влияния азотного гранулированного удобрения и перлита на содержание меди (Cu) в почве и растениях сеяных газонов на агрогенно-изменённом откосе.

#### **Объекты и методы:**

Исследования проводились в 2024 году на агрогенно изменённой почве откоса участка Агроэкологического стационара РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Образцы почвы и растений избирались в начале (16.06.2024) и в конце (10.10.2024) исследования (в 2-х кратной повторности).

В отличие от естественных почв данной зоны, почва на опытном участке подверглась антропогенной деградации. Почва характеризуется очень низким содержанием азота (2,8%), очень высоким содержанием фосфора (610 мг/кг), и очень высоким содержанием калия (1300 мг/кг).

*Объекты исследования:* агрогенно изменённая почва откоса, на которой был осуществлён посев сеяных газонов. Исследовалось действие гранулированного азотного удобрения аммиачной селитры (N:33) и сорбента перлита на изменение содержания в почве и растениях тяжелого металла меди в течение вегетационного периода.

Было заложено 4 варианта опыта, площадь каждого – 10,5 м<sup>2</sup>:

1. Контроль (сеяный газон) – ТА (АГРО); 2. Контроль + перлит – ТПА (АГРО); 3. Контроль + удобрение – ТУДА (АГРО); 4. Контроль + перлит + удобрение – ТУДПА (АГРО).

*Метод исследования:* оценка содержания тяжёлого металла меди в почве измерялась в Учебно-научном центре коллективного пользования «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений», в почве по стандарту ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011 п.10, в биомассе по стандарту М-МВИ-80-2008 (п.4).

#### **Результаты**

Проанализировано содержание меди (Cu), являющийся тяжёлым металлом 2 класса опасности. Полученные данные были внесены в таблицу.

В таблице показаны изменение содержание тяжёлого металла в почве и его накопления в наземной биомассе сеяного газона. Во всех вариантах содержание меди (Cu) в почве превышает значение ПДК.

В результате анализа содержания меди в почве и его накопления в наземной биомассе была построена гистограмма (Рисунок).

Содержание меди (Cu) мг/ кг почвы и в биомассе растений

Вариант	Содержание Cu до закладки опыта, мг/кг	Содержание Cu в конце вегетационного периода, мг/кг	Содержание Cu в наземной биомассе в конце вегетационного периода, мг/кг	Величина снижения содержания Cu в почве, мг/кг	ПДК Cu, мг/кг
ТА (АГРО)	24,82	12,410	3,292	-12,408	3
ТПА (АГРО)	21,16	10,400	3,067	-10,758	
ТУДА (АГРО)	25,58	12,615	4,13	-12,960	
ТУДПА (АГРО)	26,47	10,385	5,775	-16,082	

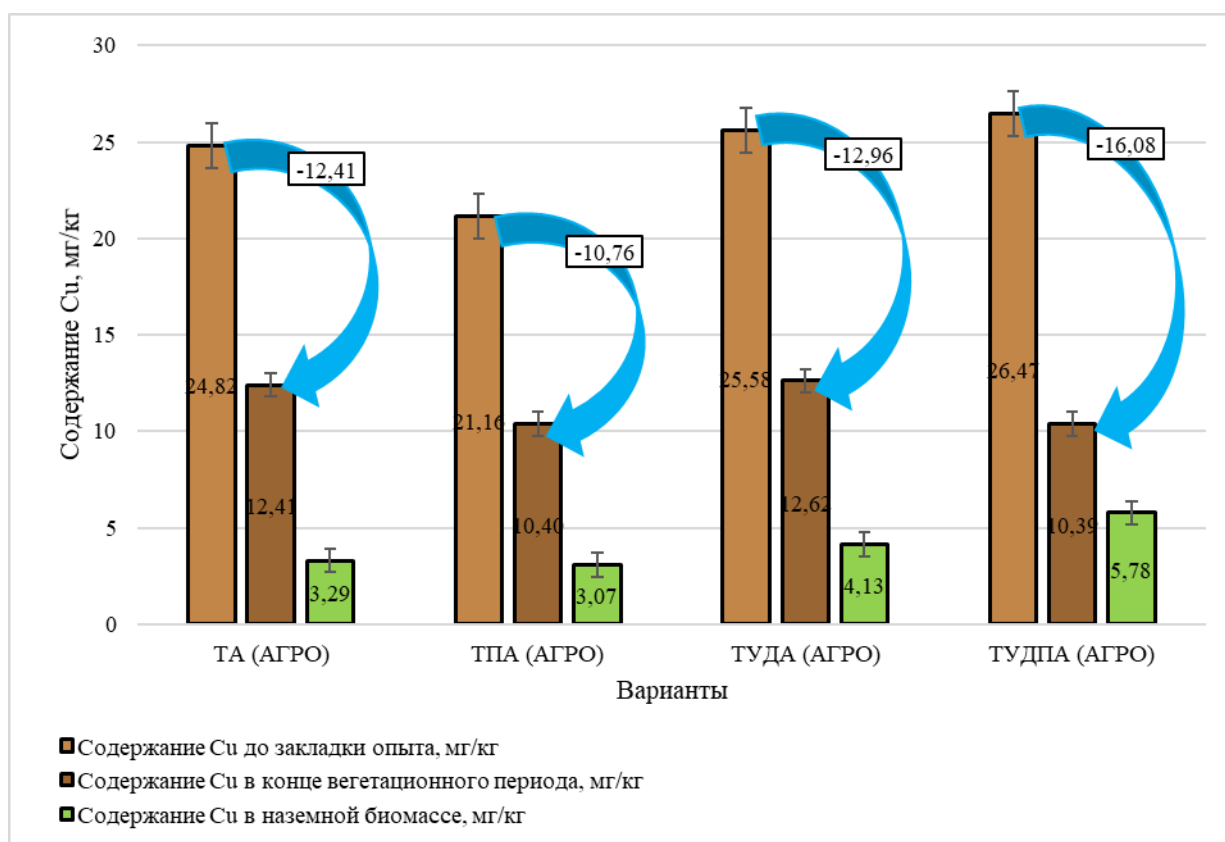


Рисунок. Содержание меди (Cu) мг/ кг почвы и в биомассе растений

В результате анализа полученных данных был сделан ряд выводов:

1) по результатам исследования накопленного содержания меди (Cu) в наземной биомассе, наилучший показатель был зафиксирован в варианте с использованием перлита и удобрения (ТУДПА (АГРО)) – 5,775 мг/кг. На втором месте оказался вариант с применением только удобрения (ТУДА (АГРО)), где содержание меди составило 4,13 мг/кг. Вариант, в котором использовался только перлит (ТПА (АГРО)), показал наименьший результат — 3,067 мг/кг.

2) в ходе проведения исследования видно снижение содержания ТМ (Cu) в почве за период наблюдения. Наиболее положительный результат был достигнут в варианте, в совместном применении перлита и удобрения (ТУДПА (АГРО)) – содержание меди составил 16,082 мг/кг, что соответствует почти 2,5-кратному снижению по сравнению с начальным показателем. В других вариантах в основном произошло снижение меди (Cu) в 2 раза.

### **Заключение**

Анализ результатов исследования показал, что для фиторемедиации агрогенно изменённых склонов наилучший эффект демонстрирует вариант, в котором одновременно используются перлит и удобрение (ТУДПА (АГРО)) в сеяном газоне. В этом случае содержание тяжёлого металла меди (Cu) в почве уменьшилось в 2,5 раза (16,082 мг/кг), а также способствовало увеличению накопления меди в наземной биомассе – 5,775 мг/кг.

Вариант, использующий только перлит (ТПА (АГРО)), показал менее эффективные результаты по накоплению меди в наземной биомассе, составив всего 3,067 мг/кг.

Результаты подчеркивают эффективность применения перлита в комбинации с удобрением для снижения содержания меди в почве и увеличения фиторемедиационной способности газонов.

### **Список литературы**

1. Самбуу Г. геоэкологический мониторинг содержания меди в почвах города Эрдэнэт *geocological monitoring of copper content in the soils of the city of erdenet* // редакционный совет. – 2023. – С. 342.

2. Шаламов, Д. И. Экологическая оценка влияния тяжёлых металлов и аллелотоксичности в почвах влаголюбивых культур в условиях экологического стационара РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева / Д. И. Шаламов, В. К. Гвоздь // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 179-184. – EDN TKVWJB.

3. Витязь С. Н., Колосова М. М., Дрёмова М. С., Роткина Е. Б. Фиторемедиационный потенциал цветковых растений по отношению к меди в условиях модельного лабораторного эксперимента // СНВ. 2022. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitoremediatsionnyu-potentsial-tsvetkovyih-rasteniy-po-otnosheniyu-k-medi-v-usloviyah-modelnogo-laboratornogo-eksperimenta> (дата обращения: 02.11.2024).

4. Карпова Е.А., Потатуева Ю. А. Накопление тяжёлых металлов растениями озимой ржи и овса при применении азотных, калийных, и длительном воздействии фосфорных удобрений на дерново-подзолистой почве. / *Агрохимия*, 2005, №4, с. 59-66



5. Овчинников, П. Ю. Применение минеральных сорбентов для рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами / П. Ю. Овчинников // Молодежь и наука. – 2018. – № 7. – С. 49. – EDN PJGJFF.

*Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия инновациям, предоставленного в рамках программы «Студенческий стартап» федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» по договору №2473ГССС15-L/90187*

## **ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Андрянцева Александра Павловна, студентка 3 курса института агrobiотехнологии, направления агрохимия, группа Д-А 311, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», [aandriyantseva@mail.ru](mailto:aandriyantseva@mail.ru)*

*Белов Кирилл Матвеевич, студент 3 курса института агrobiотехнологии, направления агрохимия, группа Д-А 311, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», [kirik.beloff@yandex.ru](mailto:kirik.beloff@yandex.ru)*

*(Научный руководитель – Серегина Инга Ивановна, доктор биологических наук, профессор, РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, [seregina.i@inbox.ru](mailto:seregina.i@inbox.ru))*

*Аннотация: в статье приведены результаты оценки действия органоминеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве. Рассмотрены исследования, посвященные изучению их химического состава и эффективность действия на урожай и агрохимические показатели почвы, а также целесообразность их применения в современном сельском хозяйстве.*

*Ключевые слова: органоминеральное удобрение, гуминовые вещества, гумины, гумусовые кислоты, фульвокислоты*

### **Введение**

Современная практика ведения сельского хозяйства включает такие технологические приемы как применение пестицидов, внесение больших доз минеральных удобрений, регуляторов роста и т.д. Основным методом регулирования продукционным процессом сельскохозяйственных культур, а также повышения и сохранения плодородия почвы – является применение минеральных и органических удобрений. В тоже время, современная наука сталкивается с вызовом, который требует от новых решений в сфере разработки, внедрения и применения удобрений. Одним из перспективных направлений является разработка различных видов органоминеральных удобрений, изготовленных из различного сырья, в том числе растительного происхождения [9].

## **Значение органоминеральных удобрений**

Так называемые органоминеральные удобрения (ОМУ) являются препаратами, в которых питательные вещества как органического, так и неорганического происхождения получены смешиванием и/или химическим соединением органических и неорганических удобрений под действием термической обработки различными химическими соединениями. Комплексные органоминеральные удобрения, содержащие в своем составе различные биологически активные вещества из природного сырья растительного происхождения, улучшают структуру почвы, оптимизируют питательный режим растений, усиливают микробиологическую активность и имеют пролонгированное действие, что способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению их качества. Содержание органической основы (помет, навоз, низинный торф и др.) в таких удобрениях достигает 40 %. После специальной обработки в их состав вводят макро-, мезо- и микроэлементы, и в результате получают хорошо усваиваемый растениями комплекс органоминеральных веществ. В отличие от минеральных удобрений, химические свойства ОМУ не predetermined и не фиксированы; они различаются в зависимости от способа производства и от качества сырья. В связи с этим качественный состав ОМУ может отличаться, поскольку при производстве используются разные питательные вещества и их соотношения [1,8,9].

Действие ОМУ базируется на входящих в их состав гуминовых веществах. Гуминовые вещества – темноокрашенные природные органические образования, широко распространенные в объектах природного происхождения. Они входят в состав органического вещества (почвы, уголь, торф), являясь его главным компонентом. В данный момент не существует четкого объяснения их происхождения и абсолютно точной классификации. Существующая классификация основана на различных методах извлечения данных веществ из сырья природного происхождения и составом растворителей [7].

Именно благодаря входящим в состав ОМУ гуминовым веществам их действие на почву эффективнее, чем аналогов среди минеральных удобрений. Заданное содержание макро-, мезо- и микроэлементов обеспечивает преимущество ОМУ в сравнении с органическими удобрениями. Особого внимания заслуживают их адаптогенные свойства. Гуминоподобные препараты, к которым относят органоминеральные биопрепараты, повышают способность растений противостоять болезням, засухе, переувлажнению, переносить повышенные дозы солей азота в почве. Преимущества гуминовых препаратов заключаются также в том, что они повышают эффективность поглощения питательных веществ растениями [3-5]

Наиболее перспективными являются ОМУ содержащие гуматы калия или натрия с добавками различных микроэлементов в форме хелатов. Если сравнить данные удобрения с их синтетическими аналогами на основе лигандов, то их эффективность меньше, но в процессе производства синтетических лигандов

используется крайне токсичная монохлоруксусная кислота. При систематическом внесении препаратов на основе синтетических лигандов происходит их накопление в почве, поэтому препаративная основа в виде гуминовых веществ более безопасна и не имеет такого отрицательного накопительного эффекта для почвы [1,6].

Следует отметить, что в ряде исследований зарубежных ученых отмечается, что применение органоминеральных удобрений возможно в условиях негативной агроэкологической обстановки. Внесение их на почвах, подвергшихся вторичному засолению, в условиях рисоводства оказало положительное влияние на формирование анатомической структуры и усилило фотосинтетический эффект растений риса. Это сыграло важную роль в формировании высокого урожая растений [3,5].

Органоминеральные удобрения выпускаются в форме гранул. Такая форма приближает их к классическим минеральным удобрениям, позволяя вносить их в почву в рядки с учетом всех указаний по питанию конкретной культуры. Также существует жидкая форма. Она представляет собой концентрированную вытяжку удобрения. Перед использованием ее разбавляют водой и применяют уже в качестве почвенной подкормки вместе с капельным поливом или в качестве листового питания [10].

Существует множество технологий получения ОМУ. Для их изготовления используют бурый уголь, костру растений, отходы кофейного производства, отходы животноводства и птицеводства, фосфориты и фосфогипс, и др. Все эти вещества за исключением фосфоритов и бурого угля, являются побочными продуктами различных отраслей хозяйства. Таким образом в результате производства ОМУ одновременно решается вопрос утилизации отходов при получении новых перспективных материалов повышения урожайности растениеводческой продукции. Это положительно сказывается на экономической эффективности сельскохозяйственного производства. [4,10,11]

### **Заключение**

Таки образом, можно сделать заключение, что положительное влияние органоминеральных удобрений как на свойства почвы, такие как физические, химические, биологические, так и на параметры урожая и качества получаемой продукции обусловлено их технологией производства, а также видовым составом и качеством сырья. Отмечены положительные закономерности при применении органоминеральных удобрений на почвах различных географических зон, а именно увеличение содержания питательных веществ в почве, усиление активности почвенных микроорганизмов и т.д. Согласно изученным данным, можно сделать вывод о высоком потенциале ОМУ как источника питательных и защитно-стимулирующих веществ в повышении урожайности, воспроизводства

### **Список литературы**

1. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцов А.В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4(60). С. 11-14.
2. Жайлыбай К.Н., Медеуова Г.Ж. Влияние цеолитных органоминеральных удобрений и биодобавок на анатомическое строение вегетативных органов риса // Вестник Казахского национального женского педагогического университета. - Алматы, 2018. - № 3 (75). - С. 26-30.
3. Зайцев Ф.И., Белопухов С.Л., Серегина И.И. Новые защитно-стимулирующие комплексы для современных агротехнологий // сборник: Междисциплинарность научных исследований как фактор инновационного развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2022. С. 102-104.
4. Макарская И. Г., Старых С. Э., Серегина И. И., Белопухов С. Л., Дмитревская И. И. Элементный состав вытяжки из костры конопли для оценки использования в качестве экологически безопасного биоудобрения // Агрохимия. 2022. № 4. С. 18-23.
5. Перминова И. В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века // Химия и жизнь. 2008. № 1. С. 68-77.
6. Петухов Д.В., Измestьев Е.С., Сазанов А.В., Зайцев М.А., Товстик Е.В. Применение аминокислот и их хелатных комплексов с микроэлементами в питании растений (обзор) // теоретическая и прикладная экология. 2022 № 1 С. 167-174.
7. Попов А. И., Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / А.И. Попов; под ред. Е. И. Ермакова; СПб.: Изд-во С.–Петерб. ун-та, 2004. – С. 248.
8. Рахманова Г. Ф., Гарафутдинова К. Р., Кириллова Н. И., Сафина Р. Р. Органоминеральные удобрения в земледелии и растениеводстве / Рахманова Г. Ф., Гарафутдинова К. Р., Кириллова Н. И., Сафина Р. Р. // Рисоводство. - г. Казань, 2023. - №4 – С. 68-77.
9. Савич В.И., Белопухов С.Л., Гришина Е.А., Серегина И.И., Никиточкин Д.Н., Алифиров М.Д., Норовсурен Ж. Агроэкологическая оценка применения гуматов с заданными свойствами. Иркутск: ООО «Мегапринт». 2017. 220 с.
10. Трухачев В.И., Белопухов С.Л., Серегина И.И., Дмитревская И.И., Ахметжанов Д.М., Зайцев Ф.И. Жидкое органоминеральное гуминовое удобрение. Патент на изобретение RU 2814256 С1, 28.02.2024. Заявка от 16.06.2023.
11. Усанбаев Н. Х., Органоминеральные удобрения на основе бурого угля и фосфоритов, и их эффективность на хлопчатнике / Усанбаев Н. Х., Намазов Ш. С., Тиллабеков Б. Х., Сейтназаров А. Р., Беглов Б. М. // Плодородие. - №1 (94) – г. 2017 – С. 21-23.

## **СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНЫХ СМЕСЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИСТОВОГО САЛАТА В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ**

*Биклибаева Арина Ринатовна, студент 3 курса Института Мирового океана, ИМО кафедры Почвоведение, Дальневосточный федеральный университет, biklibaeva.ar@dvfu.ru*

*Сухин Даниил Вячеславович, студент 3 курса Института Мирового океана, ИМО кафедры Почвоведение, Дальневосточный федеральный университет, sukhin.dv@dvfu.ru*

*Ячмень Лана Павловна, студент 3 курса Института Мирового океана, ИМО кафедры Почвоведение, Дальневосточный федеральный университет,*

*Гилёв Андрей Михайлович, магистрант 2 курса Института Мирового океана, ИМО кафедры Почвоведение, Дальневосточный федеральный университет, gilev.am@dvfu.ru*

*(Научный руководитель – Нестерова Ольга Владимировна, к.б.н., доцент Института Мирового океана, ИМО кафедры почвоведения, ДВФУ,*

*Аннотация: в работе представлено сравнение применения минеральных удобрений для выращивания растений в гидропонике. Использовались удобрения TriPart (Франция) и два варианта разработанных отечественных удобрений Aqua Blend (Россия) — с добавлением кобальта и без. Российские удобрения Aqua Blend обеспечили больший средний показатель роста, в 1,5 раза по количеству листьев и в 2 раза по массе побегов, в сравнении с TriPart.*

*Ключевые слова: гидропоника, минеральные удобрения, питательная среда, микроэлементы, листовой салат.*

В настоящее время численность населения земли растёт и к 2050 году превысит 9,2 миллиарда человек [4]. Это является причиной повышенной потребности населения в продовольствии, количество которого зависит от площади и состояния возделываемых земель. В России, как и в других странах, почвы подвергаются интенсивной эксплуатации, что приводит к их массовой деградации [1]. Исследование новых территорий России затруднительно в связи с суровыми природно-климатическими условиями, непригодными для земледелия. Также существует риск потери урожаев в результате неконтролируемых человеком экстремальных событий (засухи, суховеи, ливни) [1]. В связи с этим в нашей стране возрастает актуальность беспочвенного выращивания, в частности в гидропонных системах.

При выращивании в гидропонике минеральные элементы растения получают из питательной среды, регулируемой человеком [5]. Источником

минеральных веществ выступают удобрения, которые имеют оптимальный состав и кислотность, необходимые для благоприятного развития растений. На российском рынке наибольшую популярность приобрело французское трёхкомпонентное удобрение TriPart от компании General Hydroponics. С 2022 года в связи с ужесточением международных экономических санкций появилась необходимость в разработке аналогичного отечественного удобрения для гидропоники, которое не уступало бы по качеству иностранному [2].

В связи с этим, целью работы было проведение исследования по выращиванию листового салата на различных минеральных удобрениях отечественного и импортного производства.

В ходе работы объектами исследования являлись три комплексных удобрения, одно из которых представлено иностранным удобрением TriPart от компании General Hydroponics, а также два вида удобрения Aqua Blend от компании РУБИСКО. Все удобрения имеют три компонента: «Grow», «Bloom»,

В качестве контроля было выбрано удобрение TriPart, в составе которого следующие соединения: «Grow» - N - 3%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 1%, K<sub>2</sub>O - 6,0%, MgO - 0,8%; «Bloom» - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 5,0%, K<sub>2</sub>O - 4,0%, MgO - 3,0%, SO<sub>3</sub> - 5,0; «Micro» - N - 5,0%, K<sub>2</sub>O - 1,3%, CaO - 7,0%, Fe - 0,12%, Mn - 0,05%, Cu - 0,01%, B - 0,01%, Zn - 0,015 %, Mo - 0,004%.

Состав удобрения Aqua Blend (вариант 1) был следующим: «Grow» - N - 4,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 1,0 %, K<sub>2</sub>O - 6,0 %, MgO - 0,8%; «Bloom» имел в составе P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - O - 6,0%, SO<sub>3</sub> - 4,0%, MgO - 3,0%; «Micro» - N - 5,0 %, K<sub>2</sub>O - 1,3%, CaO - 7,0%, B - 0,01%, Fe в хелатной форме EDDHA и DPTA - 0,12%, Mn в хелатной форме EDTA - 0,04%, Zn в хелатной форме EDTA - 0,015%, Cu в хелатной форме EDTA - 0,01%, Mo - 0,004%.

Состав удобрения Aqua Blend (вариант 2) был следующим: «Grow» - N - 4,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 1,0 %, K<sub>2</sub>O - 6,0 %, MgO - 0,8%; «Bloom» имел в составе P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 5,0%, K<sub>2</sub>O - 6,0%, SO<sub>3</sub> - 4,0%, MgO - 3,0%; «Micro» - N - 5,0 %, K<sub>2</sub>O - 1,3%, CaO - 7,0%, B - 0,01%, Fe в хелатной форме EDDHA и DPTA - 0,12%, Mn в хелатной форме EDTA - 0,04%, Zn в хелатной форме EDTA - 0,015%, Cu в хелатной форме EDTA - 0,01%, Mo - 0,004%, Co - 0,004%.

Добавление Co в III компонент связано с его благоприятным влиянием на синтез растениями хлорофилла, белков и углеводов. Согласно некоторым источникам, удобрения, содержащие кобальт, повышают урожайность сельскохозяйственных культур при выращивании в почве [3].

В процессе исследования измерялись pH с помощью pH-метра и электропроводность питательных сред с помощью TDS-метра и ЕС-метра.

В качестве растительного материала использовался салат Скоморох от компании ГАВРИШ. Данная культура проращивалась в течение 20 дней в малообъёмной гидропонной установке методом питательной плёнки (NFT -

постоянной или периодически омываются этим раствором. Гидропонная установка представляла собой 3 лотка, в каждый из которых размещалось по 18 растений. Каждый лоток соединялся с баком, содержащим питательный раствор с различными удобрениями. Проводились замеры морфологических показателей роста растений: длина побега, количество листьев побега, итоговая масса побега. Статистическими методами значения морфологических показателей были усреднены, а также было вычислено стандартное отклонение.

При проведении исследований по выращиванию растений в гидропонике на различных удобрениях для контроля питательных растворов необходимо измерять pH среды и электропроводность. Измерение pH помогает определить подкисление или подщелачивание среды, электропроводность показывает количество растворенных ионов в растворе. Также необходимо проводить замеры показателей роста растений для сравнения влияния разных сред на их развитие.

За двадцать дней исследования были проведены замеры показателей питательных сред, полученных путём смешивания воды с разными минеральными удобрениями. Результаты изменения pH-среды и электропроводности в начале опыта (9.07.24), в середине опыта (19.07.24), в конце опыта (29.07.24) представлены в таблице ниже.

Таблица

Показатели реакции среды и электропроводности трёх разных питательных растворов

Дата	Aqua Blend вариант 1			Aqua Blend вариант 2			TriPart		
	pH	ppm	µS	pH	ppm	µS	pH	ppm	µS
09.07.2024	5,8	590	1100	5,8	601	1202	6,6	584	1012
19.07.2024	5,8	581	1160	5,7	602	1202	6,3	511	1019
29.07.2024	5,8	556	1038	5,9	554	1062	5,2	303	603

Реакция среды (pH) питательного раствора Aqua Blend была стабильна (pH=5,8). Электропроводность данного раствора упала с 590 до 556 ppm (с 1100 до 1038 µS) в результате поглощения ионов из раствора корневыми системами растений.

В растворе Aqua Blend + Co реакция среды к середине опыта уменьшилась (с 5,8 до 5,7), к концу опыта поднялась (от 5,7 до 5,9), что говорит о незначительном подкислении к середине опыта и подщелачивании среды к концу опыта. Электропроводность уменьшилась с 601 до 554 ppm (с 1202 до 1062 µS).

В растворе с удобрением TriPart реакция среды от почти нейтральной в начале опыта изменилась до слабокислой в конце опыта (от 6,6 до 5,2). Данный раствор имел более щелочную среду и имел меньшее количество ионов на единицу раствора по сравнению с растворами Aqua Blend.

В результате выращивания салата в трёх питательных средах было произведено сравнение среднего роста растений. На протяжении двадцати дней опыта растения трёх питательных сред имели почти равные показатели средней

длины побега: салат, выращенный в удобрении Aqua Blend (вариант 1) с 5,74 см вырос до 23,52 см, салат, выращенный в удобрении Aqua Blend (вариант 2) менялся в среднем от 5,39 см до 23,14 см, длина побега салата, выращенного в среде с удобрением TriPart вырос с 5,39 см до 21,06 см. При этом наименьший разброс значений итогового замера длины при подсчёте средней имела группа растений в удобрении Aqua Blend (относительное стандартное отклонение составило 8,3%), в то время как наибольшее относительное стандартное отклонение имела выборка образцов, выращенных в растворе с TriPart и составило 19,27%.

Наибольшее количество листьев имели растения в среде с удобрением Aqua Blend (вариант с кобальтом и без): количество листьев за двадцать дней изменилось от 1 до 10 шт. В иностранном удобрении TriPart количество листьев салата изменилось от 1 до 7 в среднем. При этом в выборке растений, выращенных в TriPart, наблюдался более высокий разброс итоговых значений количества листьев (относительное стандартное отклонение составило 16,86%), в то время как в выборке образцов, выращенных в удобрении Aqua Blend, разброс составил

Средняя итоговая масса побегов салата из питательной среды с удобрением TriPart – 14,55 г (при относительном стандартном отклонении 35,67%), что в 2 раза меньше итоговой средней массы побегов растений из среды с удобрением Blend, которая составила – 32,38 г (при относительном стандартном отклонении 56,76%). Наибольший показатель средней итоговой биомассы имел салат, выращенный в среде с удобрением АВ+Со – 47,93 г (при относительном стандартном отклонении 39,66%). Разница в массе побегов растений из растворов Blend говорит о возможном влиянии микроэлемента Со на увеличение массы побега. Разницу в итоговой массе растений можно отследить на рисунке ниже.

Разработанное отечественное удобрение Aqua Blend не уступает по качеству иностранному удобрению TriPart, что видно по средним показателям роста салата (в 1,5 раза по количеству листьев и в 2 раза по массе побегов). Добавление микроэлемента кобальта в III компонент удобрения Aqua Blend сказалось на массе салата, которая в стандартном растворе АВ в среднем была почти в 1,5 раза ниже, чем в растворе АВ с добавлением кобальта. Также, масса побегов из раствора с добавлением кобальта превысила массу побегов из раствора TriPart в 3 раза.



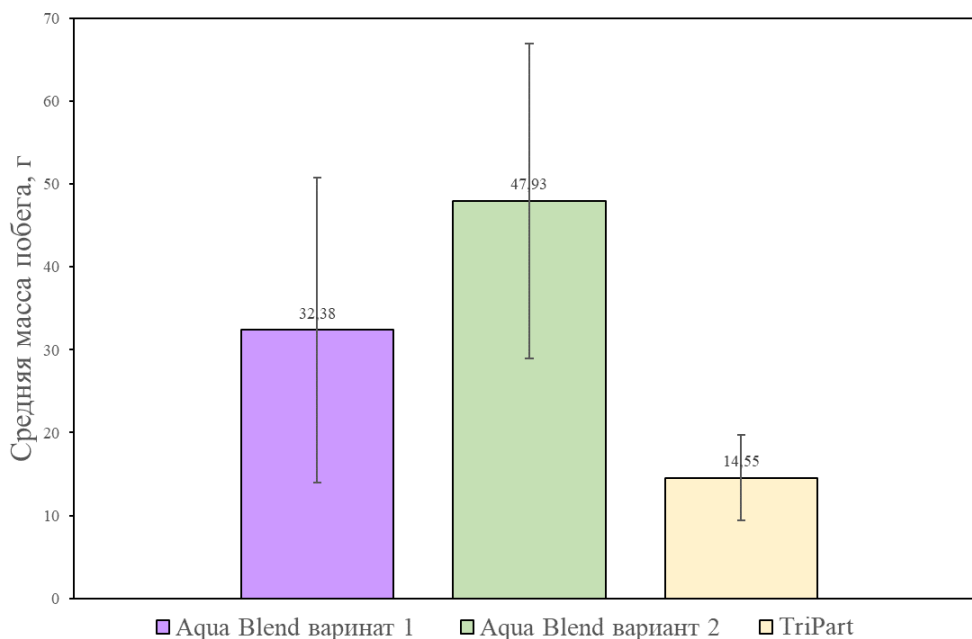


Рисунок. Средняя итоговая масса побегов салата относительно разных питательных сред

Показатели кислотности и электропроводности растворов линейки Aqua Blend оказались более стабильными и благоприятными для роста салата.

В целом, удобрения Aqua Blend показали оптимальные значения питательной среды для развития растений, что говорит о его достойной конкуренции с иностранным удобрением TriPart.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FZNS-2023-0019 «Оценка секвестрационного потенциала прибрежно-морских экосистем».

Авторы выражают благодарность компании ООО «РУБИСКО» за предоставление экспериментальных образцов минеральных удобрений.

### Список литературы

1. Козлов, Д. Н. Адаптации земледелия России к глобальным процессам изменения климата и деградации почв / Д. Н. Козлов, И. М. Баматов // *Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития: сборник статей VII Международной научно-практической конференции*, Петрозаводск, 28 октября 2020 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2020. – С. 96-101.
2. Козьякова, Е. Г. Трехкомпонентное удобрение для беспочвенного выращивания растений в гидропонике в поддержку продовольственной безопасности / Е. Г. Козьякова, Е. Г. Попкова, А. В. Боговиз // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2022. – № 8. – С. 49-54. – DOI 10.32651/228-49.

3. Комплексопаты кобальта на основе экологически безопасных комплексонов в качестве микроэлементных удобрений / Т. И. Смирнова, О. В. Шилова, В. М. Никольский [и др.] // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2021. – № 1(43). – С. 127-133. – DOI 10.26456/vtchem2021.1.16.

4. Ahmed, Abdella. (2024). Population Growth and Economic Development: Causes, Consequences, And Controversies.

5. Aruna Olasekan, Adekiya & Dahunsi, Olatunde & Ayeni, Jerry & Aremu, Charity & Aboyeji, Chris & Faith, Okunlola & Oyelami, Adeoluwa. (2022). Organic and in-organic fertilizers effects on the performance of tomato (*Solanum lycopersicum*) and cucumber (*Cucumis sativus*) grown on soilless medium. Scientific Reports. 12. 12212. 10.1038/s41598-022-16497-5.

### **ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ АМАРАНТА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

*Бердникова Людмила Анатольевна, студент 2 курса института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mb20052005@gmail.com*

*Вильховой Владимир Евгеньевич, аспирант 2 года обучения института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, prodimex@rgau-msha.ru*

*Поварницына Анастасия Витальевна, аспирант 3 года обучения института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева arovarnitsyna@rgau-msha.ru*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены особенности роста и развития амаранта сорта Липецкий в условиях Центральной Нечерноземной зоны. Для выявления динамики роста в период вегетации были проведены биометрические учеты растений.

**Ключевые слова:** амарант, выращивание, сорт, высота растений, фенологические фазы.

Амарант считается одной из самых древних сельскохозяйственных культур. Множество его видов родом из Америки, где местное население издавна использовало амарант как основную культуру, наряду с кукурузой. В XVI веке амарант был ввезен в Европу. В наши дни виды амаранта имеют различное значение для человека: как пищевые, кормовые, лечебные и декоративные. Проростки и микрозелень амаранта популярны среди приверженцев здорового образа жизни.

Семена амаранта отличаются высокой питательной ценностью и могут быть использованы для получения муки, крахмала, отрубей, масла и др.

продуктов. Кроме того, мука из семян амаранта является высококачественной добавкой в хлебобулочные и кондитерские изделия, что способствует обогащению рациона различными макро- и микроэлементами, витаминами и незаменимыми аминокислотами, особенно лизином [1].

Ограниченное применение амаранта связано с недостаточной изученностью его генофонда, свойств и физиолого-биологических характеристик. Наблюдается нехватка семенного фонда и недостаточная изученность биохимического состава различных видов амаранта, а также содержания физиологически активных соединений, что затрудняет его использование в медицине и фармацевтике. Кроме того, отсутствуют научно обоснованные агрономические рекомендации для масштабного производства, перерабатывающие технологии семян и зеленой массы амаранта, а также комплексные технологии переработки сырья. Еще одной преградой на пути к более широкому использованию амаранта является недостаток информированности населения о биологически активных компонентах, вкусовых качествах и полезности продуктов на основе амаранта, как овощного, так и зернового [3].

Использование амаранта в качестве овощной культуры может помочь в восполнении дефицита витаминов, питательных веществ и белка в рационе человека. Применение амаранта способно существенно улучшить качество продуктов питания, делая их более полноценными. Листья и молодые побеги некоторых видов амаранта можно употреблять в пищу свежими, а также заготавливать в сушеном виде для хранения. Сушеные листья амаранта могут служить отличным ингредиентом для производства травяных чаев [2].

Амарант является объектом интереса для агрономов благодаря своей высокой устойчивости и пластичности [4].

Цель исследования: определение эффективности выращивания амаранта в условиях Центральной Нечерноземной зоны.

#### **Условия, материал и методы исследования**

Исследования проводились на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА на учетных делянках. В качестве объекта был выбран сорт амаранта Липецкий, который включен в Госреестр по Российской Федерации в 2014 году. Стебель гофрированный, зеленый. Листья зеленые, цельнокрайные. Соцветие амарантового типа, детерминантное, средней густоты, зеленое. Семена белые, эллипсовидные. Масса 1000 семян 0,75-0,80 г. Средняя урожайность зеленой массы 440 ц/га, сухого вещества - 78,1 ц/га, семян - до 30-35 ц/га. Вегетационный период от всходов до созревания 87-90 дней. Сорт скороспелый.

#### **Результаты**

Проанализирована высота растений амаранта в 2 разные фазы вегетации (табл.). На первом этапе измерений (19 июня) средняя высота растений колебалась от 5,43 см до 16,3 см в зависимости от их положения в ряду (начало, середина, конец).

Таблица

## Высота растений амаранта, см

Дата измерения	Повторность	Высота растения из начала ряда, см	Высота растения из середины ряда, см	Высота растения из конца ряда, см	Средняя высота растения, см
19 июня	1	18,8	15,3	13,8	16,3
	2	13,4	13,1	13	5,43
	3	12,3	14,1	16,5	8,8
	4	12,6	13	13,5	10,18
	5	13,8	12,5	9,6	13,57
11 сентября	1	82,5	125,3	92	99,93
	2	107,5	99,5	73,7	93,57
	3	71	52,2	64,2	62,47
	4	105,1	121,1	95,2	107,13
	5	80,5	104	100,4	94,97

Можно отметить, что растения были в фазе выхода в трубку [6] или удлинения стебля [4]. В то время, как на втором этапе – перед уборкой, в фазу цветения (11 сентября) средняя высота растений значительно увеличилась и варьировалась от 62,47 см до 107,13 см в зависимости от повторности. Средняя высота достигла 93,57 см — это подтверждает хорошую активность роста амаранта в условиях наблюдения.

Сравнивая данные по высоте растений амаранта в Центральной Нечерноземной зоне с растениями, выращиваемыми в Южной Африке [3], можно сделать вывод, что амарант, хотя и демонстрирует способность к росту, достигает значительно меньших размеров (в среднем до 1 метра) по сравнению с его потенциалом в южных странах (до 2 метров). Амарант не проявляет полного потенциала своей продуктивности в условиях Нечерноземной зоны, отчасти из-за неблагоприятных климатических и почвенных условий. Вдобавок к этому, для улучшения роста в нетрадиционных регионах потребуется адаптация агрономических практик, включая выбор более устойчивых сортов, управление поливом и оптимизацию систем удобрения.

При сравнении максимальной высоты растений, выращенных в Московской области и в Ростовской области [5] можно отметить, что растения в Московской области ниже в среднем на 50 см.

Конечно, были сопоставлены растения разных сортов, которые были выращены с использованием разных агротехнических приёмов. Однако можно

наблюдать в целом нормальное развитие растений рода амарант в условиях Нечерноземной области.

### **Выводы**

Можно отметить, что растения амаранта нормально произрастают в нечерноземной зоне. Разница в высоте при сравнении с южными регионами нашей страны и южными странами свидетельствует о том, что амарант может быть не полностью адаптирован к условиям Нечерноземной зоны.

Полученные данные являются начальным опытом по возделыванию амаранта в условиях Московской области. В дальнейшем мы планируем проанализировать собранный урожай растений данного сорта по различным признакам и дать более полную оценку.

Мы рассчитываем высевать большее количество амаранта с применением различных растениеводческих технологий для того, чтобы получить достоверные данные о качестве семян данного сорта, подобрать оптимальную методику возделывания амаранта в условиях Центральной Нечерноземной зоны.

### **Список литературы**

1. Буянкин В. И. Слово об амаранте // Научно-агрономический журнал. – 2014. – № 2 (95). – С. 26-31.
2. Зеленков В. Н., Гульшина В. А., Терешкина Л. Б. Амарант: агробиологический проект. – М.: РАЕН, 2008. – 101 с.
3. Emmanuel O. C., Babalola O. O. Amaranth production and consumption in South Africa: The challenges of sustainability for food and nutrition security // International Journal of Agricultural Sustainability. – 2022. – Т. 20. – № 4. – С. 449-460.
4. Martínez-Núñez M. et al. The phenological growth stages of different amaranth species grown in restricted spaces based in BVCH code // South African Journal of Botany. – 2019. – Т. 124. – С. 436-443.
5. Посметный В. В., Еременко В. Н. Хозяйственно ценные признаки и свойства амаранта в условиях КФХ "Майстренко" Обливского района Ростовской области // Донского государственного аграрного университета. – 2014. – С. 69.

### **ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЯНЫХ ТРАВСТОЕВ ПРИ ДОЛГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

*Бойцова Анастасия Юрьевна, аспирант 4 курса Института агротехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [a-boytsova@internet.ru](mailto:a-boytsova@internet.ru)*

*(Научный руководитель - Лазарев Николай Николаевич, д.с.-х.н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [nlazarev@rgau-msha.ru](mailto:nlazarev@rgau-msha.ru))*

*Аннотация.* В статье приведены результаты исследований по трансформации сеянных травостоев при долголетнем использовании за 2019 и 2023 гг.

*Ключевые слова:* ботанический состав, злаковые и бобово-злаковые травостои, долголетие, азотное удобрение.

### **Введение**

В луговодстве и кормопроизводстве принято использовать для приготовления кормов злаковые и бобовые травы в одновидовых посевах, а также травосмеси. Для долголетнего использования травостоев вводят бобовые виды трав, например, люцерну изменчивую (*Medicago varia* L.), козлятник восточный (*Galega orientalis* L.), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.). Люцерна изменчивая превосходит остальные бобовые культуры по площади возделывания в мире [1]. Благодаря бобовым видам трав и их азотфиксации уменьшается применение азотных удобрений, что позволяет эффективно их возделывать [4]. Помимо бобовых трав при составлении травосмесей используют злаковые виды трав костреца безостый (*Bromus inermis* Leyss.), тимофеевку луговую (*Phleum pratense* L.) [3]. Естественно, что подбор видов трав и травосмесей является ключевым фактором для качества кормов, продуктивности и долголетия агрофитоценозов [2]. Цель исследования – определить трансформацию ботанического состава травостоев при их долголетнем двухукосном использовании.

### **Материалы и методы**

Опыт был заложен на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 1996 году. В период с 2019 по 2023 годы были выполнены научные исследования по изучению продуктивного долголетия злаковой травосмеси из тимофеевки луговой и костреца безостого, а также бобово-злаковых травосмесей и одновидовых посевов трав (табл.). Травостои ежегодно скашивали по два раза. Злаковую травосмесь исследовали без применения удобрений и при внесении азота в дозе N90. В 2020 году был проведен подсев бобовых трав в дернину сеялкой прямого посева, при этом в вариантах с клевером подсеивали соответственно клевер луговой и клевер ползучий, а на делянках с люцерной – люцерна изменчивая. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. При закладке опыта в пахотном слое содержалось 2,2% гумуса, 460 мг/кг подвижного фосфора, 80 мг/кг обменного калия, рН<sub>KCl</sub> составлял 6,3. Грунтовые воды в опыте находились на глубине более 3 м. Площадь опытной делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная.

### **Результаты исследований и обсуждение**

На 24-ый год жизни травостоев при двухукосном использовании преобладают несеяные злаковые травы, а долю которых составляет 44,8%-71% (табл.). Клевер ползучий присутствует только в пяти вариантах, и его доля в составе травостоев варьируется от 2,2% до 31,8%. Клевер луговой принимал участие в урожае почти во всех вариантах и обеспечивал наивысшую долю в варианте с клеверо-злаковой травосмесью – 21,4%. В варианте с внесением азотных удобрений преобладают злаковые компоненты, причем в этом варианте сохранилось наибольшее количество сеяных трав – 31,8%. Продолжалось сокращение участия люцерны в сложении травостоев, созданных в 1996 году до 3,8-13,0%. В травостое люцерны сорта Селена на долю бобового компонента приходилось 31,8%, но в этом варианте был проведен повторный посев в 2006 году после клевера лугового. Этот сорт проявил довольно хорошую устойчивость при длительном использовании без внесения минеральных удобрений.

В 2019 году урожайность травостоев варьировалась от 1,90 до 3,07 т/га. Максимальный сбор корма обеспечила травосмесь из люцерны Пастбищная 88 со злаками (3,07 т/га) и одновидовой посев люцерны Селена (3,04 т/га). В этих вариантах наиболее длительный период в травостоях сохранялась люцерна.

Таблица

Ботанический состав травостоев при двухукосном использовании, % (верхняя цифра – 2019 г., нижняя – 2022 г.)

Виды трав и травосмеси	Сеяные злаки	Клевер ползучий	Клевер луговой	Люцерна изменчивая	Несеяные злаки	Разнотравье
1.Злаки без удобрений	<u>7,1</u> 4,4	<u>9,0</u> 0	<u>10,0</u> 23,1	<u>0</u> 0	<u>57,9</u> 60,3	<u>16,0</u> 12,2
2.Злаки + N <sub>90</sub>	<u>31,8</u> 55,1	<u>0</u> 0	<u>0</u> 4,2	<u>0</u> 0	<u>60,1</u> 34,0	<u>8,1</u> 6,7
3. Клевер ползучий	<u>5,9</u> 9,8	<u>31,8</u> 0,4	<u>0</u> 14,0	<u>0</u> 0	<u>71,0</u> 67,8	<u>15,1</u> 8,0
4.Люцерна Селена	<u>3,4</u> 4,8	<u>0</u> 0	<u>8,6</u> 14,0	<u>31,8</u> 2,2	<u>46,7</u> 70,2	<u>9,5</u> 8,8
5. Клевер луговой	<u>9,1</u> 6,3	<u>0</u> 0	<u>11,0</u> 19,7	<u>12,2</u> 0	<u>53,9</u> 64,2	<u>13,8</u> 9,8
6.Люцерна Пастбищная 88	<u>9,9</u> 15,6	<u>0</u> 0	<u>10,0</u> 10,0	<u>13,0</u> 0,4	<u>53,5</u> 66,2	<u>13,6</u> 7,8
7.Клевер ползучий + злаки	<u>6,6</u> 7,0	<u>2,2</u> 0,3	<u>17,1</u> 26,9	<u>0</u> 0	<u>59,4</u> 57,6	<u>14,7</u> 8,2
8.Клевер луговой + злаки	<u>9,1</u> 11,5	<u>0,2</u> 0	<u>21,4</u> 23,8	<u>7,8</u> 0	<u>49,5</u> 55,9	<u>12,0</u> 8,8
9.Люцерна Вега 87 + злаки	<u>10,4</u> 13,7	<u>0,3</u> 0	<u>10,5</u> 9,6	<u>3,8</u> 1,0	<u>52,2</u> 65,8	<u>9,7</u> 9,9
10.Люцерна Пастбищная 88 + злаки	<u>10,5</u> 13,6	<u>0</u> 0	<u>16,8</u> 14,6	<u>10,7</u> 0,4	<u>44,8</u> 61,0	<u>10,7</u> 10,4

На 27-ой год жизни травостоев доминирующими компонентами стали дикорастущие злаки. Клевер ползучий практически выпал из травостоев. Это обусловлено тем, что условия атмосферного увлажнения были неблагоприятными для влаголюбивого клевера ползучего. Клевер луговой присутствовал в ботаническом составе всех вариантов, и его доля составляла по вариантам опыта от 4,2 до 26,9%. Подсев люцерны изменчивой в дернину оказался малоэффективным. Длительное выращивание многолетних трав без внесения удобрений привело к обеднению самого верхнего слоя почвы элементами питания, повышению кислотности почвы, что отрицательно сказалось на приживаемости люцерны. Участие разнотравья в составе фитоценозов по вариантам изменялось от 6,7 до 12,2%. Среди разнотравья на протяжении всех лет использования доминировал одуванчик лекарственный, а в последние годы увеличилась доля подорожника ланцетолистного.

На 28-ой год жизни в ботаническом составе травостоев не отмечалось существенных изменений. Урожайность сухой массы в 2023 году варьировалась от 1,74 до 3,43 т/га. Наименьший урожай обеспечили одновидовые посевы клевера ползучего и люцерны изменчивой сорта Селена, поскольку произошло практически полное выпадение бобовых компонентов из фитоценозов, и они характеризовались высокой изреженностью. Злаковый травостой при внесении азотных удобрений имел максимальную долю сеяных трав и обеспечил наибольший сбор травяного корма.

Трансформация сеяных травостоев при долголетнем использовании происходила в течение всего периода использования травостоев. При двухукосном скашивании на 28-ой год жизни травостоев из сеяных трав в наибольшем количестве сохранился корневищный кострец безостый. Внесение азотных удобрений в дозе 90 кг/га д.в. азота способствовало продлению его продуктивного долголетия. На 24-ой и 28-ой годы жизни доминирующими компонентами травостоев являлись дикорастущие травы, среди которых преобладала, ежа сборная.

### Список литературы

1. Голобородько С. П. Люцерна: монография / С.П. Голобородько, Н.Н. Лазарев. – Москва: Издательство РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2009. – 424 с.
2. Иванова Н.Н. Видовой состав и продуктивность бобово-злаковых травостоев пастбищного типа на осушаемых землях Нечерноземья / Н.Н. Иванова, Е.Н. Павлючик, Д.А. Вагунин, Н.Н. Амбросимова и др. //Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – №. 6. – С. 40-43.
3. Лазарев Н.Н. Урожайность сенокосных травостоев при долголетнем использовании / Н.Н. Лазарев, А.Ю. Бойцова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей / Москва. – 2023. – С. 200-203.



4. Шпаков А.С. Средообразующая роль многолетних трав в Нечернозёмной зоне / А.С. Шпаков // Кормопроизводство. – 2014. – №9. – С. 12-18.

## **ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ МИКРОБНЫХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В СМЯГЧЕНИИ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ**

*Вусык Анна Дмитриевна, студент 2 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*Аннотация: последствия изменения климата вызывают абиотические стрессы, которые приводят к потерям в сельскохозяйственном производстве. Применение микробных биостимуляторов симбиотических отношений, которые синтезируют АЦК-деаминазу и ферменты, расщепляющие активные формы кислорода, является возможностью смягчить последствия теплового стресса и при этом сохранить экологический баланс агроэкосистем.*

*Ключевые слова: тепловой стресс, устойчивость к стрессу, устойчивое земледелие, микроорганизмы, микробные биостимуляторы.*

Температура является важным фактором окружающей среды, который влияет на физиологические процессы и рост растений. Сельское хозяйство крайне уязвимо к изменению климата, поскольку оно сильно зависит от качества земли, орошения и погодных условий. Наводнения, засухи, климатические стрессы и непредсказуемость погодных явлений оказывают негативное влияние на сельскохозяйственную отрасль.

В 2024 году концентрации трех наиболее значимых парниковых газов - углекислого газа, метана и закиси азота - достигли рекордно высоких уровней. По данным Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA) среднемесячный мировой уровень CO<sub>2</sub> в мае 2024 года составил 423,43 частей на миллион (ppm), что на 2,91 ppm больше, чем в 2023 году [6]. В отличие от кислорода и азота, которые составляют основную часть атмосферы, углекислый газ способен поглощать тепло, которое излучается с поверхности Земли, и затем излучать его во всех направлениях. Примерно половина этой энергии уходит в космос, а оставшаяся половина возвращается на Землю в виде тепла, что способствует возникновению «парникового эффекта». И хотя он по-прежнему составляет всего 0,04% атмосферы, без него естественный парниковый эффект Земли был бы слишком слабым, чтобы поддерживать среднюю глобальную температуру поверхности выше нуля. Однако, увеличивая количество углекислого газа в атмосфере, люди усиливают этот эффект, что приводит к повышению атмосферной температуры. Согласно наблюдениям Лаборатории глобального мониторинга NOAA, в 2021 году только углекислый газ

был ответственен примерно за две трети общего нагревающего воздействия всех парниковых газов, произведенных человеком.

Таяние и деградация вечной мерзлоты обеспечивают микроорганизмам доступ к запасам углерода, которые были ранее недоступными для них, в результате в атмосферу выделяются углекислый газ и метан. Эрозия прибрежной вечной мерзлоты приводит к поступлению большого объёма углерода в океан и потенциально высокой эмиссии углекислого газа вследствие микробной минерализации, что сильнее усиливает проявление эффектов изменения климата.

В свою очередь высокие температуры влияют на физиологию растения, повышая скорость дыхания и транспирации листьев и изменяя распределение фотосинтеза. Растворимость углекислого газа снижается больше, чем кислорода, когда температура повышается. Это в свою очередь сильнее снижает концентрацию углекислого газа в хлоропласте по сравнению с кислородом, так как растворимость зависит от температуры. И чем выше температура воды, тем меньше газа можно в ней растворить. Кроме того, растения закрывают устьица, чтобы уменьшить потери воды во время транспирации при повышении температуры. Когда происходит закрытие устьиц, концентрация углекислого газа быстро снижается, но кислорода – возрастает, ограничивая фотосинтез и увеличивая фотодыхание. Также повышение температуры может затруднить дифференциацию цветков у некоторых садовых культур. Например, высокие температуры усиливают развитие мужских цветков, но снижают дифференциацию женских у огурцов [4].

Существует интерес к использованию микроорганизмов, ассоциированных с растениями, для достижения устойчивого развития в земледелии и смягчения влияния изменения климата на производство продуктов питания. Особенно интересны микробные биостимуляторы, поскольку растения содержат широкий и сложный спектр микроорганизмов в своей филлосфере, ризосфере и эндосфере. Микробные симбионты часто участвуют в основных функциях, таких как питание и продуктивность растений, а также устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам [5].

Во время теплового стресса происходят сдвиги в гормональном балансе. Это прежде всего выражается в интенсивном синтезе этилена. Реакции растений на тепловой стресс могут быть снижены способностью бактерий к деградации 1-аминоциклопропан-1-карбоновой кислоты (АЦК) – предшественника в биосинтезе этилена. Этилен является одним из основных фитогормонов, сверхпродукция которого приводит к запуску программы старения растений, опаданию листьев и созреванию плодов [2]. При инокуляции штаммами СРРБ (стимулирующие рост растений бактерии) бактериальная ИУК (индолил-3-уксусная кислота) продолжает стимулировать развитие растений. Например, Соответственно, такие бактерии могут использовать АЦК растений в качестве дополнительного источника углерода и энергии, при этом способствуя задержке

старения и повышению устойчивости растений к различным стрессовым воздействиям, таких как засуха или избыток влаги, экстремальные температуры

Как известно, АФК (активные формы кислорода) являются продуктами нормального метаболизма растений, но при действии стрессоров их концентрация в клетках и тканях резко возрастает. Окислительный стресс возникает в результате действия практически всех неблагоприятных факторов внешней среды. Синтез ферментов, разрушающих АФК (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза), можно усилить в растениях, колонизированных полезными бактериями, такими как *Pseudomonas* и *Bacillus*, а также микоризными грибами: *Septoglomus deserticola* и *Septoglomus constrictum* [1]. Соответствующим препаратом на российском рынке является АТЛАНТ Псевдомонада (ООО «БИОМ-ПРО», Россия). Этот биопрепарат обладает ростостимулирующими свойствами, помогает улучшить качество почвы и обеспечивает устойчивость растений к тепловому стрессу. Он содержит клетки бактерий *Pseudomonas fluorescens*, которые используются для фитостимуляции и улучшения возможностей плодородия почвы.

Аналогичным образом, *Bacillus* spp. были разработаны не только как биопестициды (например, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus firmus*, *Bacillus* биостимуляторы. Примером являются 33 Богатыря (БашИнком, Россия) и Фитоспорин–М (БашИнком, Россия). Хотя эти микроорганизмы используются во многих методах лечения, смягчение последствий теплового стресса обычно не упоминается как одно из их преимуществ.

Помимо бактерий также симбиоз арбускулярной микоризы (АМ) может смягчить засуху и температурные стрессы у растений. В исследовании изучалось влияние грибов АМ, *Septoglomus deserticola* и *Septoglomus constrictum* на устойчивость растений томата к комбинированному воздействию засухи и теплового стресса [1]. В условиях жары и засухи оба грибковых симбионта могли смягчать окислительный стресс за счет снижения перекисного окисления липидов, уровня перекиси водорода и улучшения активности антиоксидантных ферментов листьев и корней, однако более высокие показатели были у растений с *S. constrictum*. В условиях засухи и комбинированного стресса инокуляция *S.* увеличила устьичную проводимость, водный потенциал листьев и относительное содержание воды, в то время как эти улучшения у растений с *S. deserticola* не были очевидны. В конечном итоге инокуляция АМ, особенно *S. constrictum*, оказала положительное влияние на устойчивость растений томата к засухе и тепловому стрессу [1].

Микроорганизмы играют ключевую роль в улучшении роста растений, устойчивости к стрессу, поддерживая современные сельскохозяйственные и экологические методы. Их влияние на доступность питательных веществ, стимулирование роста и смягчение стресса особенно важно в неблагоприятных

условиях. Кроме того, применение микробных биостимуляторов может помочь сохранить экологический баланс агроэкосистем, сокращая использование пестицидов и тяжелых металлов в сельскохозяйственных практиках. Однако долгосрочное использование биостимуляторов должно быть тщательно продумано, учитывая потенциальные экологические последствия, так как микроорганизмы могут стать инвазивными, вытесняя местные виды и изменяя биоразнообразие экосистемы. Следовательно, это может вызвать внезапные сдвиги в популяциях микроорганизмов, что приведет к экологическим нарушениям и снижению устойчивости и стабильности в экосистеме. Антропогенная деятельность, изменяющая соотношение связанного и выделенного углерода, усиливает степень изменения климата. Напротив, использование микроорганизмов предоставляет хорошую возможность для исправления антропогенных проблем через оптимизацию сельскохозяйственного производства.

### **Список литературы**

1. Duc N. H., Csintalan Z., Posta K. Arbuscular mycorrhizal fungi mitigate negative effects of combined drought and heat stress on tomato plants //Plant Physiology and Biochemistry. – 2018. – Т. 132. – С. 297-307.
2. Glick B. R. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world //Microbiological research. – 2014. – Т. 169. – №. 1. – С. 30-39.
3. Olanrewaju O. S., Glick B. R., Babalola O. O. Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria //World Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2017. – Т. 33. – С. 1-16.
4. Sangiorgio D. et al. Facing climate change: application of microbial biostimulants to mitigate stress in horticultural crops //Agronomy. – 2020. – Т. 10. – №. 6. – С. 794.
5. Vandenkoornhuysen P. et al. The importance of the microbiome of the plant holobiont //New Phytologist. – 2015. – Т. 206. – №. 4. – С. 1196-1206.
6. Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA) [Электронный ресурс] / Тенденции концентрации углекислого газа в атмосфере. Доступно по адресу: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html> (дата обращения: 30.09.2024).

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОПОСЕВЕ И ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ**

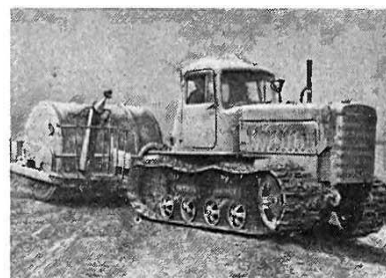
*Глушановский Иван Михайлович, студент, магистр 2 курса ИМВХС им А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [iglushanovskiy@mail.ru](mailto:iglushanovskiy@mail.ru)*

*Аннотация: В статье были вынесены сведения об особенностях и составе гидросмеси (мульче), материалов, входящих в неё, общем устройстве*

*гидросеялок, их комплектации и характеристики, порядок и состав работ по применению гидропосева и техники безопасности при работе с ним.*

*Ключевые слова:* гидропосев, гидросеялка, мульча, гидросмесь, агротехнологии

Гидропосев – это способ посадки семян специальной установкой, гидросеялкой, на большой площади. Впервые данный способ посева был использован в США в 50-тых годах прошлого века. Показав себя с лучшей стороны при проведении озеленительных работ при строительстве дорог, гидропосев быстро стал быстро распространяться по миру. Лидерами по производству установок была страна изобретатель. В СССР начались разработки собственных установок в 1965 году, а в следующем десятилетии в серийное производство вошли две отечественные гидросеялки: МК-14-1 и ДЭ-16 на базе автомобиля Зил-130, приведённые на рисунке. Благодаря этим машинам были проведены колоссальные работы по рекультивации нарушенных земель [5].



Гидросеялка высокой проходимости (МК-14-1). Вверху: общий вид, внизу — испытания.

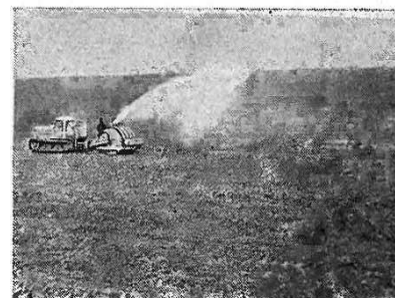


Рисунок - Гидросеялки МК-14-1 и ДЭ-16

Современные установки выполняются в виде прицепов, как МК-14-1, или же, как отдельные приборы, которые в принципе также можно установить на автомобиль. В первую очередь гидропосев применяется в строительстве, а также широко распространён при работах по озеленению больших площадей, таких как газоны.

В технологии гидропосева главным звеном является разбрызгиваемая эмульсионная смесь. Её так же называют гидросмесь или мульча. Она состоит из

семян трав, минеральных удобрений, мульчирующего материала, воды и плёнкообразующего материала. Так же возможно добавление красителя, для наглядного представления результата [2].

Семена для гидросмеси выбираются из растений с классом годности не ниже третьего. В первую очередь это многолетние рыхлокустовые, корневищевые злаковые травы и бобовые.

Гидропосев, как и другие работы по озеленению часто неплодородной почвы, нуждается в удобрениях. Но в отличие от них он не требует дополнительного их внесения, так как они уже входят в процесс посева. Основными минеральными удобрениями, используемыми в гидропосеве, являются: суперфосфаты, калийные соли и азотные удобрения. Их количество определяется из расчёта на 100 м<sup>2</sup>. Оно зависит от: обеспеченности почвы минеральными питательными добавками, степени усвоения в зависимости от кислотности, годовой потребности трав в удобрениях и максимальной дозы внесения [3].

Ещё одной отличительной чертой состава гидросмеси является использование плёнкообразующих материалов. Вместе с мульчирующим материалом они создают все необходимые условия для успешного произрастания высаживаемых растений. Под необходимыми условиями подразумевается тепловой баланс, защита от вымывания и выветривания, сохранения влажности почвы. Упомянутый мульчирующий материал, который также находится под защитной плёнкой, перегнивают, создавая дополнительные удобрения для семян. В роли плёнкообразующих материалов наиболее часто используют полимеры, латексы, синтетические смолы, силикаты щелочных металлов и битумные эмульсии. Так же стоит отметить возможность применения отходов производств, обладающих вяжущими и влагоудерживающими свойствами [4, 1].

Устройства, применяемые для выполнения гидропосева, называются гидросеялки. Внешне все они представляют собой цистерны различных форм и объёмов с прикреплённым к ним шлангом, ведущим к насосу, работающему от дополнительно устанавливаемого на конструкцию двигателя. В зависимости от размеров и особенностей цели применения гидросеялка может выступать как самостоятельный агрегат, смонтирована в автомобиль или же выполнена в виде прицепа. Это обеспечивает возможность выполнения разных по объёму работ с наименьшими затратами на оборудование. Иными словами, при озеленении небольшого участка нет нужды покупать большую установку, подобную ДЭ-16, и наоборот, на больших площадях гидросеялка в виде прицепа станет незаменима. Внутри у них всех упомянутой цистерны расположен вал с агрессивными лопастями, предназначенный для замешивания гидросмеси. Он приводится в движение двигателем установки через цепную передачу. Основные характеристики и технические особенности упомянутых выше частей гидросеялок приведены в таблице [3].

## Характеристика и типовые особенности гидросеялок

Наименование показателей	ед. изм	Модели оборудования и значения							
		МГ-1	Агротек 3000	Bowie 300 Turfmaker 390	Bowie 1100	Finn T30	Finn T120	Turboturf 300 EH	Turboturf 400 T
Емкость бака	л	6000	3100	1350-1460	4300	1250	3780	1150	1500
Площадь посева на 1 заправку	м <sup>2</sup>	1000	1650	600	1950	300	1500	300	670
Тип насоса для нагнетания мульчирующей смеси		ФГ ц/бе ж	выталк . шнек.	выталкивающий шестеренчатый		центробежный			вытал к. шесте рн
Производитель ность насоса	м <sup>3</sup> /ч	57.5	36	33	51	14	38	60	33
Напор	бар	9.5	10	6.9	6.9	4.1	4.1	2.8	6.9
Перемешивани е смеси в баке		мех. / вал	мех./ вал	мех./ вал	мех./ 2 вала	мех./в ал	мех./в ал	Гидра вл цирку ляц	мех./в ал
Тип распылителя (высота)	м	3.4-3.8	3.3-3.7	2.5-3.0	3.5-4.0	-	3.3-3.7	-	3.3-3.5

Согласно инструкции по гидропосеву, технология работ состоит из двух этапов: заправки цистерны и непосредственному распылению гидросмеси.

Сам процесс посева следует делать в несколько этапов. Первый – подготовительный. Для увеличения эффективности землю можно разрыхлить. Это дополнительно снизит риск вымывания и сползания (для откосов) гидросмеси. Ещё в предварительную часть необходимо включить увлажнение почвы. Несмотря на то, что гидросмесь уже подразумевает наличие воды, это увеличит адгезию мульчи. Второй этап – это нанесение содержимого цистерны. При выполнении гидропосева в движении, то есть на движущейся установке, гидросмесь на территорию разбрызгивают в несколько заходов. После первого озеленяемый объект осматривают и наносят дополнительное количество мульчи на участки, где наблюдается её недостаток. Последней частью этого этапа будет наблюдение за результатом работы и уход за травостоем. В первый год важно не допустить зарастания территории сорняками и непредвиденное вымывание грунта вследствие затяжных дождей. В этот же год и несколько следующих необходимо скашивать травы до их цветения. При плохом развитии трав рекомендовано добавить удобрений ручным способом или гидросеялкой.

В области техники безопасности метод гидропосева ничем особенным не выделяется. До посева допускаются только люди, прошедшие инструктаж, имеющие знания о типе предстоящих работ и знакомые с процессом гидропосева. Так же необходимо соблюдать требования СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»; СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» и ВСН 52-96 «Инструкция по производству земляных работ в дорожном строительстве и при устройстве подземных инженерных сетей» [3].

### Список литературы

1. Влияние органических удобрений на физико-химические и агрохимические свойства дерново-подзолистых почв / В. А. Седых, В. И. Савич, О. Е. Ефимов, В. Н. Рашкович // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 5(47). – DOI 10.51419/20215521. – EDN GLUVAА.
2. Белкина, К. А. Гидропосев газона в условиях среднего Урала / К. А. Белкина // Молодежь и наука. – 2020. – № 4. – С. 6. – EDN SZOHZX.
3. Инструкция ВСН 17-77 ЭСТМ по укреплению откосов земляного полотна автомобильных дорог гидропосевом трав. 2020, - 16 с
4. Кожевников, Н. В. Гидропосев многолетних трав в рекультивации нарушенных земель / Н. В. Кожевников, Т. Н. Ефремова // Природно-техногенные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления : сборник материалов международной научной конференции, Новосибирск ; Новокузнецк, 13–18 июня 2016 года. – Новосибирск ; Новокузнецк: Издательство Сибирского отделения РАН, 2016. – С. 117-121. – EDN WIJNTN.
5. Коц А. Операция «Гидропосев» // Наука и жизнь. 1975. № 2. С. 106–108.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

*Гольц Михаил Евгеньевич, студент 3 курса естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет», [mikhail.golts@icloud.com](mailto:mikhail.golts@icloud.com)*

*Черпак Андрей Алексеевич, студент 3 курса естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет», [andrey.cherpak36@gmail.com](mailto:andrey.cherpak36@gmail.com)*

*(Научные руководители - Чагарова Ольга Викторовна, к.х.н., доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет», [olga\\_chagarova.bgpu@mail.ru](mailto:olga_chagarova.bgpu@mail.ru)*

*Косицына Ольга Александровна, к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры биологии и методики обучения биологии ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет», [ivanolga2005@mail.ru](mailto:ivanolga2005@mail.ru))*



*Аннотация:* в донных отложениях озера Капустиха определено содержание гумуса, аммонийного и нитратного азота, подвижного фосфора и калия, кислотность. Выявлены группы микроорганизмов: аммонификаторы-анаэробы, нитрифицирующие бактерии и свободноживущие азотфиксаторы.

*Ключевые слова:* донные отложения, озеро Капустиха, агрохимические показатели, состав микрофлоры донных отложений.

Амурская область основной сельскохозяйственный регион Дальнего Востока и важнейший производитель сои. Насыщение севооборотов соей достигает до 62,1-72,3 % [2]. Многие товаропроизводители отказываются в севообороте от многолетних трав в пользу сои, что неизбежно приводит к потере почвенного плодородия и снижению урожайности. Применение удобрений является не только фактором повышения урожайности, но и уровня почвенного плодородия и важная роль здесь принадлежит органическим удобрениям, к которым относятся донные отложения.

В области значительно сокращены объемы внесения органических удобрений. Источником органики в почве кроме распашки многолетних трав являются пожнивные остатки [2], что не решает проблему потери гумуса в почве.

Цель работы: исследование донных отложений озера Капустиха для оценки возможности их использования в качестве органических удобрений.

Основные почвы, используемые для ведения сельского хозяйства в регионе это луговые черноземовидные (ЛЧ) [2]. Данные почвы наиболее плодородные в Амурской области, ими занято 550 тыс. га, или около 70 % площади пашни. По гранулометрическому составу почвы средне- и тяжелосуглинистые, содержание гумуса от 3,6 до 4,6 %, минерального азота 25-42 мг/кг, подвижного фосфора 28-32 мг/кг, калия 170-240 мг/кг,  $pH_{\text{сол.}}$  5,3-5,5 [4].

Объектом исследования выступили донные отложения (ДО) озера Капустиха (рис. 1), которое располагается на территории парка устойчивого природопользования и экопросвещения «Муравьевский» Тамбовского муниципального округа, Амурская область. Координаты: 49.873775, 127.695679.



Рисунок оз. Капустиха

Образцы донных отложений для анализа отбирали согласно ГОСТ 17.15.01-80 [1]. Отбор проб проводили в период с мая по октябрь 2024 г. Термическое разложение проб проводили с использованием термореактора лабораторного «Термион». Определение гумуса в ДО на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Содержание катионов с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-205» (производство Россия, компания «Люмекс»), измерение значений pH проводили на pH-метре pH-150МИ.

В донных отложениях озёр выявляли аммонификаторов-анаэробов путем посева на пептонную воду. Наличие в ДО аммонификаторов-анаэробов определяли на 5 сутки по посинению красной лакмусовой бумаги и стойкого запаха аммиака и сероводорода. Нитрифицирующих бактерий культивировали на среде Виноградского. Присутствие нитрифицирующих бактерий устанавливали по появлению нитратов с помощью дифениламина и темно-синего окрашивания. Свободноживущих азотфиксаторов выявляли на агаризированной среде Эшби. Из нижних слоев культуральной жидкости и колоний готовили мазки, окрашивали по Граму и микроскопировали с иммерсией. В мазках определяли форму и сочетание клеток, наличие или отсутствие спор и капсулы.

Агрохимические показатели донных отложений озера Капустиха приводятся в сравнении с луговыми черноземовидными почвами наиболее плодородными в регионе и представлены в таблице.

Донные отложения озера Капустиха имеют серую окраску и илистую тонкодисперсную структуру. Содержание гумуса составляет 14,9 %, что превышает количество гумуса в луговой черноземовидной почве. Запасы в почве минерального азота низкие, в донных отложениях количество нитратного и аммонийного азота составляет 144,1 и 222,6 мг/кг соответственно. Фосфор – один из самых малодоступных биогенных элементов. Донные отложения озера

характеризуются высокой концентрацией подвижного фосфора, в отличие от ЛЧ почвы, где его запасы низкие.

Одним из основных показателей качества донных отложений и органических удобрений принято считать содержание  $K_2O$ , который как один из активных и подвижных элементов принимает участие во всех продукционных и деструктивных процессах [4]. Содержание калия в донные отложения и ЛЧ почве очень высокое и составляет 211,7 и 170-240 мг/кг соответственно. Донные отложения имеют нейтральную реакцию среды, в то время как ЛЧ почва характеризуется слабокислым рН.

Таблица

Агрохимические показатели

Объект исследования	Гумус, %	Нитратный азот, мг/кг	Аммонийный азот, мг/кг	Азот минеральный, мг/кг	$P_2O_5$ , мг/кг	$K_2O$ , мг/кг	$pH_{\text{сол}}$
Донные отложения оз. Капустиха	14,6	144,1	222,6	-	537,8	211,7	7,1
Луговая черноземовидная почва	3,6-4,3	-	-	25-42	28-32	170-240	5,3-5,5

Во всех исследованных пробах ДО выделены аммонификаторы-анаэробы, на микропрепаратах обнаружены грамположительные одиночные и соединенные попарно палочки с центральным или терминальным расположением спор и беспоровые формы. Также в исследуемых донных отложениях озер выявлено наличие нитрифицирующих бактерий. На микропрепаратах наблюдали скопление грамотрицательных беспоровых овальных и коккоидных клеток и коротких палочек. На агаризированной среде Эшби развились слизистые, бесцветные, плоские колонии азотобактера. В мазках выявлены грамотрицательные палочковидные бактерии, лишенные спор и имеющие капсулу (по методу Гинса).

Таким образом, донные отложения озера Капустиха являются ценным органическим удобрением, микробный пул которого представлен аммонификаторами-анаэробами, нитрификаторами, свободноживущими азотфиксаторами.

### Список литературы

- ГОСТ 17.15.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. 7 с.

2. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П. В. Тихончука. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. 570 с.

3. Трофимова, Т. П. Краткая агрохимическая характеристика озерных отложений дельты реки Лены / Т. П. Трофимова, И. И. Жирков // Евразийское Научное Объединение. 2020. № 9-6(67). С. 456-458.

4. Шумилова, Л. П. Влияние длительного применения удобрений на почвообитающие микромицеты луговой черноземовидной почвы в посевах пшеницы / Л. П. Шумилова, Е. В. Банецкая // Агрохимия. 2023. № 7. С. 27-36.

## **ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ СОСТАВА ПОЧВЕННОГО ПОГЛОТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОТ ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ ПОЧВЫ**

*Горячев Павел Сергеевич, студент 3-го курса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения*

*Белов Кирилл Матвеевич, студент 3-го курса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кафедры агрономической, биологической химии и радиологии*

*(Научный руководитель: Прохоров Артем Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: На основе данных, полученных в ходе анализа плотности сложения и состава почвенного поглощающего комплекса (ППК) образцов, черноземов, отобранных в Каменском р-не Воронежской области в период с 2 по 11 августа 2024 года, была установлена зависимость состава ППК и плотности сложения почвы. Было проанализировано 12 образцов почвы, отобранных из различных горизонтов.*

*Ключевые слова: Почвенный поглощательный комплекс, Плотность сложения почвы,*

### **Введение**

Состав почвенного поглощательного комплекса (ППК) является важным показателем почвы и напрямую зависит от ее плотности сложения. Особенности поглощательной способности различных почв в значительной степени обусловлены составом почвенного поглощающего комплекса. Состояние ППК и особенности его функционирования в агроценозах наглядно иллюстрируют физико-химические свойства почвы. К ним относят в том числе плотность сложения и емкость катионного обмена (ЕКО). [2]

### **Объекты и методы**

В рамках работы на примере почв Каменского р-на Воронежской области определены данные о составе ППК. В их числе: определение обменного кальция и магния в вытяжке 1н раствора хлористого калия атомно-адсорбционным

методом, определение обменного натрия в водной вытяжке при помощи пламенного фотометра, определение плотности сложения почвы. Плотность сложения почвы определяется по массе и объему сухой почвы, структура которой не нарушается [1]. Все образцы почв, использованных для анализа, были отобраны с участков активных агроландшафтов.

### Обсуждение

По результатам анализов, плотность сложения почвы варьировалась в пределах 0,93-1,42 г/см<sup>3</sup> для А<sub>пах</sub> горизонта, 1,03-1,22 г/см<sup>3</sup> для В горизонта, 1,05-1,08 г/см<sup>3</sup> для АВ горизонта и 0,97 г/см<sup>3</sup> для горизонта С.

Содержание обменного Са варьировалось в пределах 8,2-24,8 мг экв./100 г почвы, Mg – 0,6-8,7 мг экв./100 г почвы, Na – 0,18-0,75 мг экв./100 г почвы.

На рисунке представлены точечные графики зависимости плотности сложения от глубины почвенного профиля (1 график). На графике четко прослеживается понижение плотности сложения почвы с глубиной, что указывает на процессы лессиважа и выщелачивания. Данную теорию подтверждают условия, в которых формировались представленные почвы, а именно рельеф и достаточное количество осадков, приводящие к сливанию почв.

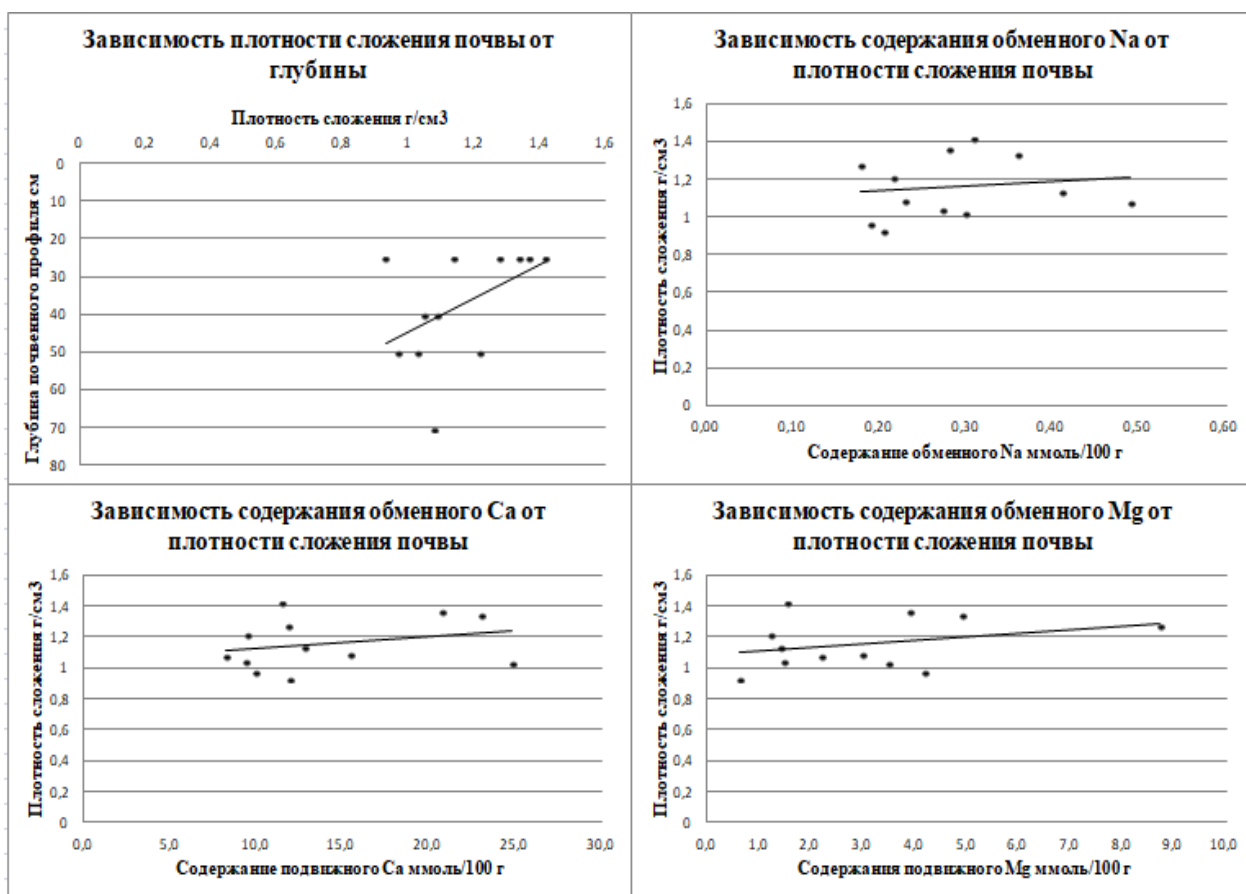


Рисунок Линейные зависимости плотности от состава поглощённых катионов

На последующих графиках представлена зависимость содержания обменных элементов от плотности сложения почвы. Четко видно, что с повышением плотности сложения увеличивается содержание соответствующих элементов. Это связано с повышением общего объема почвы и снижением количества микропор и полостей в ней, при увеличении плотности сложения. В итоге это приводит к увеличению объема коллоидов, являющихся основными центрами ионо-обмена в почве.

Данные почвы, несмотря на состав ППК, близки скорее к солонцам [3], чем к черноземам (на что указывает наличие натрия в составе ППК, не свойственного для черноземных почв), все же являются засоленными черноземами.

### **Список литературы**

1. Методические принципы определения плотности сложения черноземных почв / И. В. Морозов, Д. Э. Варельджан, Я. В. Боровикова, Н. А. Колесникова // Живые и биокосные системы. – 2017. – № 22. – С. 9. – EDN XNFVIL.

2. Слюсарев, В. Н. Агрономическое почвоведение : Учебник / В. Н. Слюсарев, С. А. Тешева, А. В. Осипов. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2023. – 316 с. – ISBN 978-5-907816-03-9. – EDN НТМVCP.

3. [http://www.kgau.ru/distance/2013/a2/008/02\\_02.html](http://www.kgau.ru/distance/2013/a2/008/02_02.html) Доступ открыт. (Дата посещения - 03.11.2024 19:30)

## **АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ТЕРСКОГО РАЙОНА Р. КАБАРДИНО- БАЛКАРИЯ**

*Горячев Павел Сергеевич, студент 3-го курса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения*

*Зотов Егор Дмитриевич, студент 3-го курса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кафедры микробиологии и иммунологии*

*Деменьшин Рахмат Алексеевич, студент 3-го курса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кафедры агрономической, биологической химии и радиологии*

*(Научный руководитель: Прохоров Артем Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: в рамках данной работы проводилась оценка агрохимического состояния почв агроландшафтов Терского р-на р. Кабардино-Балкария. Рассмотрены пахотные горизонты черноземов. Проведен комплексный анализ образцов и оценка результатов. Установлено, перераспределение подвижных элементов связано с рельефом исследуемого участка*

*Ключевые слова: Плодородие, Оценка земель, Агроландшафт*

### **Введение**

Среди антропогенных ландшафтов в мире наибольшую площадь занимают природные и сельские геосистемы, названные агроландшафтами. [1] Главное различие между природными и сельскохозяйственными геосистемами состоит в том, что агроландшафты – это не самостоятельные системы, какими можно считать природные комплексы. [3] В связи с глобальными климатическими изменениями и повышением потенциала земель, локальное рассмотрение функций почв, оценка их пространственной неоднородности, а также возможности регулирования и управления балансом элементов минерального питания в агроландшафтах являются актуальными темами для исследований.

### **Объекты и методы**

В рамках работы были исследованы образцы пахотных горизонтов черноземов. Общее количество контуров отбора составило 39 шт. – данные приведены для массивов почвенныйпокров которых представлен преимущественно Черноземами южными. Пробы были отобраны с глубины 0-25 см в апреле 2024 г.

Перечень определяемых в лаборатории агрохимических показателей включал в себя: измерение  $pH_{H_2O}$ , содержание бихромат окисляемого углерода методом Тюрина в модификации Симакова, содержание подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по методу Мачигина, а также оценку содержания карбонатов в % по выходу  $CO_2$  при взаимодействии с 5 н. раствором соляной кислоты. [2]

### **Обсуждение**

Установлено, что величина  $pH_{H_2O}$  варьировала в пределах от 7,71 до 9,18 ед. при среднем значении 8,64 при этом более увлажненные участки, локализованные преимущественно в понижениях, характеризовались меньшим уровнем pH. Содержание углерода гумуса варьировало в пределах 2,7-6,8% при среднем содержании 4,9%. Содержание подвижного калия определяемого методом Мачигина варьировало в диапазоне от 159 мг/кг до 986 мг/кг, при среднем содержании 281 мг/кг, подвижного фосфора от 11,2 мг/кг до 58,3 мг/кг при среднем содержании 23,7 мг/кг.

Установлено, что достоверные корреляционные связи отмечались между содержанием подвижного калия и уровнем pH при  $R=-0.66$  (Рисунок – 1) и между содержанием подвижного калия и содержанием карбонатов при уровне  $R = -0.48$  (Рисунок – 1).

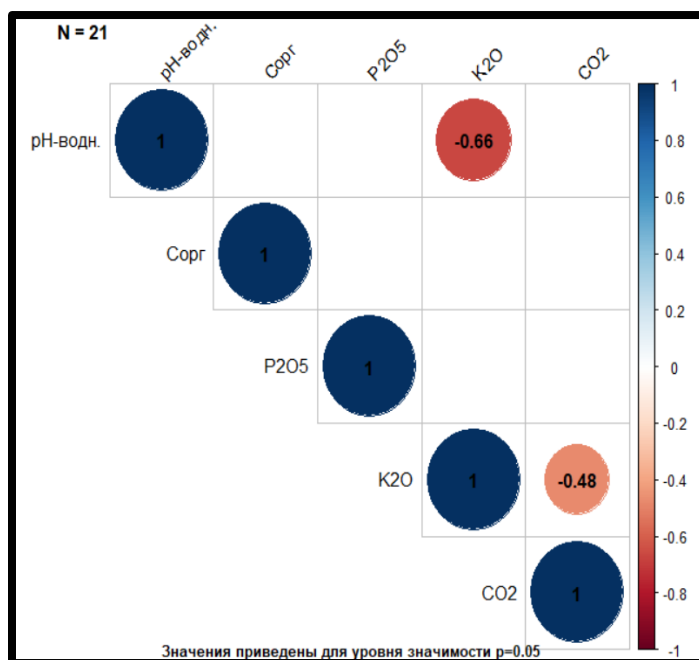


Рисунок – 1 Корреляционная матрица связи приведенных результатов анализов

На основе данных, полученных из анализов содержания подвижного фосфора и калия методом Мачигина, составлены картограммы их распределения по участкам, на которых проводился отбор образцов.

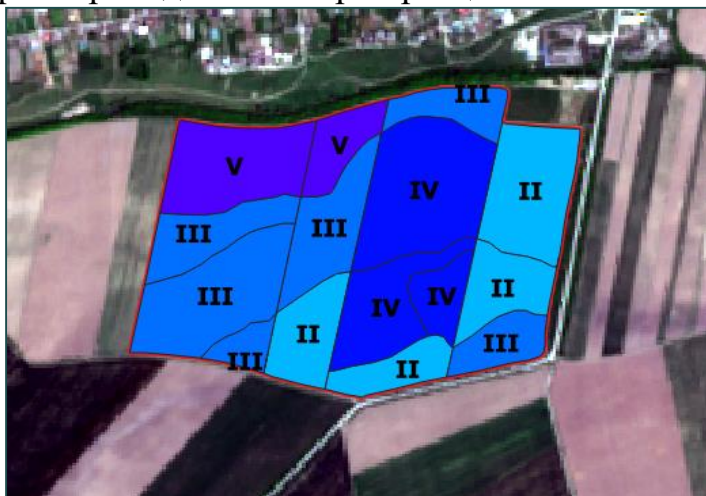


Рисунок – 2 Картограмма по классам обеспеченности  $P_2O_5$  по Мачигину



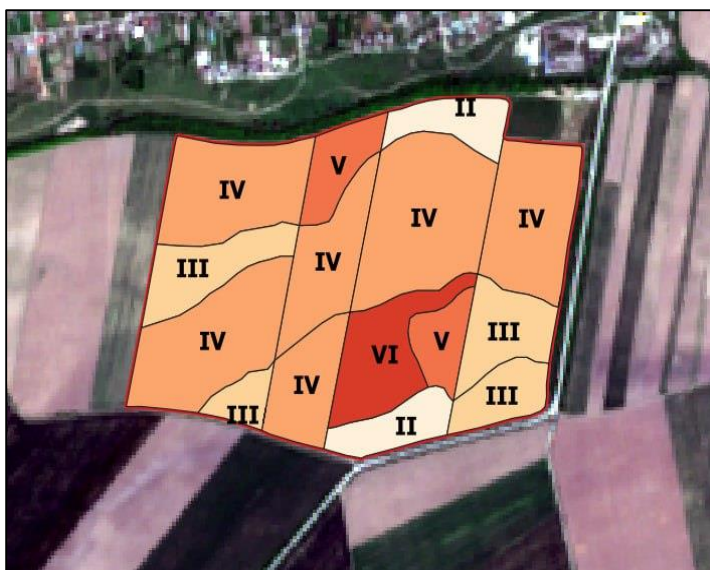


Рисунок – 3 Картограмма по классам обеспеченности  $K_2O$  по Мачигину

Подобное распределение подвижных элементов связано с рельефом исследуемого участка. К примеру, V класс обеспеченности подвижным фосфором, представленный на рисунке 2, обусловлен смыванием вносимых удобрений в направлении понижения рельефа. Самый обеспеченный подвижным калием контур расположен в ложбине, что так же способствует смыву удобрений.

### Список литературы

1. Абдуллаев, С. И. Особенности и функции агроландшафта / С. И. Абдуллаев, Х. И. Мукумова // *Life Sciences and Agriculture*. – 2020. – № 2-3(7). – С. 1-4. – DOI 10.24411/2181-0761/2020-10081. – EDN NOGBPJ.
2. Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Индексная оценка степени выпаханности черноземов Предкавказской провинции/ *Агрохимический вестник*. – 2023. – № 5. – С. 50-5. – DOI: 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN YWLHTG.
3. Трапезникова, О. Н. Историко-геоэкологическая концепция агроландшафта (на примере агроландшафтов лесной зоны Восточно-Европейской равнины) / О. Н. Трапезникова // *Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции, Тюмень-Тобольск, 22–25 августа 2017 года. Том 2.* – Тюмень-Тобольск: Тюменский государственный университет, 2017. – С. 204-209. – EDN ZUYWGR.

# **ФОРМИРОВАНИЕ ТРАВСТОЕВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ (*MEDICAGO VARIA MARTYN*) СОРТОВ АГНИЯ И ТАИСИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ**

*Дикарева Светлана Александровна, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, fotinia-11@mail.ru*

*Куренкова Евгения Михайловна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru*

*(Научный руководитель: Лазарев Николай Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lazarevnick2012@gmail.com)*

*Аннотация: В исследованиях, выполненных в 2003-2024 гг. на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на дерново-подзолистой почве с  $pH_{KCl}$  4,52, сорта люцерны изменчивой Агния и Таисия формировали на 2-ой год жизни устойчивые агрофитоценозы с урожайностью 6,07-7,09 т/га сухого вещества.*

*Ключевые слова: люцерна изменчивая, эспарцет песчаный, регулятор роста, плотность травостоев, высота трав, урожайность.*

## **Введение**

Многолетние бобовые травы очень чувствительны к повышенной кислотности почв. Особенно плохо переносят кислые почвы люцерна и эспарцет. На кислых почвах на корнях бобовых растений плохо развиваются клубеньковые бактерии вследствие чего снижается обеспеченность трав азотом, снижается их урожайность, долголетие, устойчивость к неблагоприятным условиям среды, качество получаемых кормов [1]. Снизить кислотность почв можно путем известкования, однако из-за высокой стоимости работ по внесению известковых материалов объемы проведения этих работ резко снизились. Повысить устойчивость бобовых трав к кислой реакции можно также путем выведения кислотоустойчивых сортов. Во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса методом сопряженной симбиотической селекции выведены сорта люцерны изменчивой Агния и Таисия, способные формировать устойчивые травостои на почвах с  $pH_{KCl}$  4,5-4,7 [2]. С целью оценки устойчивости этих сортов люцерны к кислой реакции среды на дерново-подзолистой почве были проведены полевые исследования.

## **Методика исследований**

Исследования выполнены в 2023-2024 гг. в полевом опыте, заложенном на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва). Объектом исследований являлись сорта люцерны изменчивой Агния и Таисия, и эспарцет песчаный сорта Павловский, а также регулятор роста Альбит и

микробиологическое удобрение Спорин. Беспокровный посев трав проведен 11 мая 2023 года. Норма высева люцерны составила 18 кг/га и эспарцета – 80 кг/га всхожих семян. Перед посевом семена эспарцета инокулировали штаммом *Rhizobium Sp. (Onobrychis)* – 820. Для инокуляции люцерны сорта Агния использовали штамм *Sinorhizobium meliloti* АК 55 и для сорта Таисия – СХМ 404Б, созданные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с очень высокой обеспеченностью фосфором (426 мг/кг), очень низкой – калием (36 мг/кг); рН<sub>KCl</sub> 4,52. Весной 2024 г. внесли калийные удобрения в виде хлористого калия в дозе K<sub>120</sub>.

Площадь опытной делянки 13,3 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов рандомизированное. В год посева (2023 г.) травы скашивали один раз и на следующий год – три раза за сезон.

### Результаты исследований

В год посева на кислых почвах не всегда удается получить хорошие всходы трав. Даже на хорошо обеспеченных почвах полевая всхожесть многолетних трав редко бывает выше 60%.

Обычно в первый год жизни густота растений люцерны составляет 130-300 растений на 1 м<sup>2</sup> [2]. В условиях опыта при проведении первого укоса люцерны Таисия имела 194-228 растений и Агния – 186-198 растений на 1 м<sup>2</sup>. Эспарцет укоренялся хуже, и его густота варьировалась от 154 до 166 растений. К концу вегетационного периода 2024 года произошло изреживание люцерны до 144-178 растений на 1 м<sup>2</sup> и эспарцета – до 63-85 растений.

Если в первый год жизни доля люцерны в ботаническом составе травостоев составляла 53,7-56%, то на второй год она возросла до 82-91,6% (табл.), а в агрофитоценозе эспарцета песчаного 32,5-37,2% занимали дикорастущие травы.

Таблица

Биометрические показатели травостоев люцерны изменчивой и эспарцета песчаного

Вариант	Массовая доля бобовых трав на 2-ой год жизни, %	Количество побегов в среднем за 4 укоса, шт. на 1 м <sup>2</sup>	Высота растений в среднем за 4 укоса, см	Сбор сухого вещества в сумме за 2 года, т/га
Люцерна изменчивая Агния				
Контроль	85,2	934	52,9	8,65
Альбит	85,1	986	57,0	9,37
Спорин	86,1	1015	57,1	8,88
Люцерна изменчивая Таисия				
Контроль	82,6	906	53,4	8,56
Альбит	91	1013	56,9	9,7

Спорион	87,2	1064	57,7	9,19
Эспарцет песчаный Павловский				
Контроль	62,8	342	43,2	5,41
Альбит	67,5	398	43,1	5,67
Спорион	65,6	413	41,6	5,31
НСР <sub>05</sub>	-	77	4,0	0,39

Несмотря на кислую реакцию почвенной среды, люцерна формировала густые травостой со средней плотностью от 906 до 1064 побегов на 1 м<sup>2</sup>. Интенсивность побегообразования зависела в значительной степени от условий атмосферного увлажнения. Так, в 2024 году третий укос формировался в условиях дефицита влаги, поэтому плотность травостоев люцерны снизилась до 579-749 побегов на 1м<sup>2</sup>. Эспарцет песчаный на кислой почве не смог сформировать продуктивный травостой, и он уступал люцерне по густоте в 2,4-2,7 раза. Сорт люцерны Агния существенно увеличивал побегообразование под действием Альбита, а на сорт Таисия положительное влияние оказал как Альбит, так и Спорион. Изреженный травостой эспарцета песчаного не проявил реакции на внесение регулятора роста и микробиологического удобрения.

При скашивании в оптимальные фазы вегетации высота растений люцерны по укосам изменялась в небольших пределах – на 4-7 см. Так, в 2004 году в первом укосе люцерна имела наибольшую высоту – 52,5-61,0 см, а в третьем наименьшую – 50,1-56,5 см. Прослеживалась тенденция увеличения линейного роста люцерны при применении препаратов.

В год посева за один укос урожайность люцерны составила 2,47-2,69 т/га, на следующий год она возросла до 6,07-7,09 т/га и в сумме за два года получено 8,65-9,70 т/га сухого вещества. На сорте Агния достоверную прибавку урожая (0,72 т/га) обеспечил регулятор роста Альбит, а урожайность сорта Таисия возросла при использовании Альбита на 1,14 т/га и под действием Спориона – на 0,63 т/га.

**Заключение.** Люцерна изменчивая сортов Агния и Таисия, инокулированная комплементарными штаммами клубеньковых бактерий, на кислой дерново-подзолистой почве формировала устойчивые агрофитоценозы с высокой густотой и долей участия люцерны в урожае. В сумме за 1-2-ой годы жизни люцерна обеспечила получение 8,56-9,70 т/га сухого вещества. Сорт Агния давал достоверную прибавку урожая при внесении регулятор роста Альбит, а сорт Таисия положительно реагировал на применение как Альбита, так и микробиологического удобрения Спорион.

### Список литературы

1. Лазарев, Н.Н. Луговые травы в Нечерноземье: урожайность, долголетие, питательность / Н.Н. Лазарев, А.Н. Исаков, А.М. Стародубцева. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 165 с.

2. Степанова Г.В. Результаты симбиотической селекции люцерны / Г.В. Степанова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 1. – С. 14-22. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-2>.
3. Kallenbach R.L. Quality, and Persistence of Grazing- and Hay-Type Alfalfa under Three Harvest Frequencies / R.L. Kallenbach, C.J. Nelson, J.H. Coutts // Agron. J. – 2002 – Vol. 94. – P.1094-1103.

## **ВЛИЯНИЕ КАПСУЛИРОВАННОГО NPS-УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЛЮБАВА**

*Дмитриева Алина Васильевна, студентка 2 курса магистратуры института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*  
*Стрижкова Александра Борисовна, студентка 2 курса магистратуры института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*  
*(Научный руководитель – Лапушкин Всеволод Михайлович, к.б.н., доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева)*

*Аннотация: в данной работе представлены результаты вегетационного опыта, которые показали, что при толщине покрытия гранул 100 мкм урожайные данные и биометрические показатели яровой пшеницы имеют наибольшую прибавку по сравнению с традиционными удобрениями.*

*Ключевые слова. Яровая пшеница, урожайность, ингибитор нитрификации, минеральные удобрения пролонгированного действия.*

Среди множества современных удобрений большой интерес представляют комплексные капсулированные удобрения длительного действия. Питательные вещества собраны в гранулы (капсулы), покрытые специальной водонепроницаемой оболочкой, благодаря которой они постепенно поступают в почву под действием воды и тепла [2].

Сульфоаммофос – комплексное серосодержащее, азотно-фосфорное удобрение. Обладает хорошими физическими свойствами: не слеживается, не пылит, негигроскопично, в зависимости от марки, удобрение содержит азота до 20 %, фосфора до 34 %, серы – 8–14 %, кальция – 0,5 %, магния – 0,5 % [4].

Сульфоаммофос – универсальное удобрение, его можно использовать для большинства растений. Оно отлично подходит для всех зерновых, масличных, плодовых и других агрокультурах [5].

Удобрение можно использовать как весной, так и осенью. Осенью его вносят в почву перед посадкой озимых культур. Осеннее внесение также подходит для почв непромывного типа, при котором питательные вещества не вымываются из корнеобитаемого слоя. В остальных случаях сульфоаммофос вносят весной [5].

Большую часть сульфоаммофоса используют во время основного внесения удобрений – до посева весной или осенью. Кроме того, удобрение используют в качестве подкормки в период вегетации 1–2 раза за сезон, но уже в гораздо меньших количествах [5].

Яровая пшеница – сельскохозяйственная культура, является одной из значимой зерновой культуры, которая дает около 30% мирового производства зерна. Она содержит до 20% белка, усвояемость высокая – около 95%. Углеводы представлены в основном крахмалом, его содержание составляет 74%. Жир составляет в зерне пшеницы около 2% и столько же клетчатки [1].

Цель работы заключалась в изучении влияния NPS удобрений с разной толщиной покрытия гранул на урожай и качество яровой пшеницы и выявить действие ингибитора нитрификации.

Вегетационный опыт был заложен в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. В качестве объекта исследования была выбрана яровая пшеница сорта Любава, которую вывел «ФИЦ» Немчиновка. Регион допуска – Центральный, включен в реестр допуска в 2012 г [3].

Опыт закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимические показатели – рН<sub>KCl</sub> очень сильно кислой поэтому ее известковали в дозе 7,7 г/сосуд. Степень насыщенности основаниями средняя, класс по фосфору 3 класс, а по калию 4 класс.

Повторность четырехкратная, опыт закладывали в сосудах Митчерлиха на 5 кг. Дозы элементов питания, мг/сосуд: N150P300K100. Ингибитор нитрификации - DMPP, в дозе 1,6% от массы аммонийного азота.

После проведения вегетационного опыта и анализа структуры урожая были получены и разнообразные урожайные данные которые будут представлены ниже.

Таблица

Масса тысячи зерен и озерненность одного колоса

Вариант	Масса тысячи зерен, г (нср <sub>0,5</sub> =2,1 г)	Озерненность одного колоса, г (нср <sub>0,5</sub> = 2,1г)
PK	34,4	15,8
NPS	40,1	33,8
NPS 50 мкм	39,4	35,2
NPS 100 мкм	40,3	36,1
NPS +ингибитор нитрификации	44,9	30,3

По данным из таблицы выше на массу тысячи зерен достоверно оказал влияние вариант с ингибитором нитрификации, а на озерненность одного колоса – сульфоаммофос с покрытием гранул 100 мкм (в сравнении с традиционной формой NPS).

Коэффициенты использования азота из удобрений в процентах: NPS – 52%; NPS 50 мкм – 59%; NPS 100 мкм – 62%; NPS + ингибитор NO<sub>3</sub> – 62%.

Вынос элементов питания представлен на графике ниже. Можно сделать вывод, что покрытие гранул способствовало более активному и длительному потреблению азота яровой пшеницей.

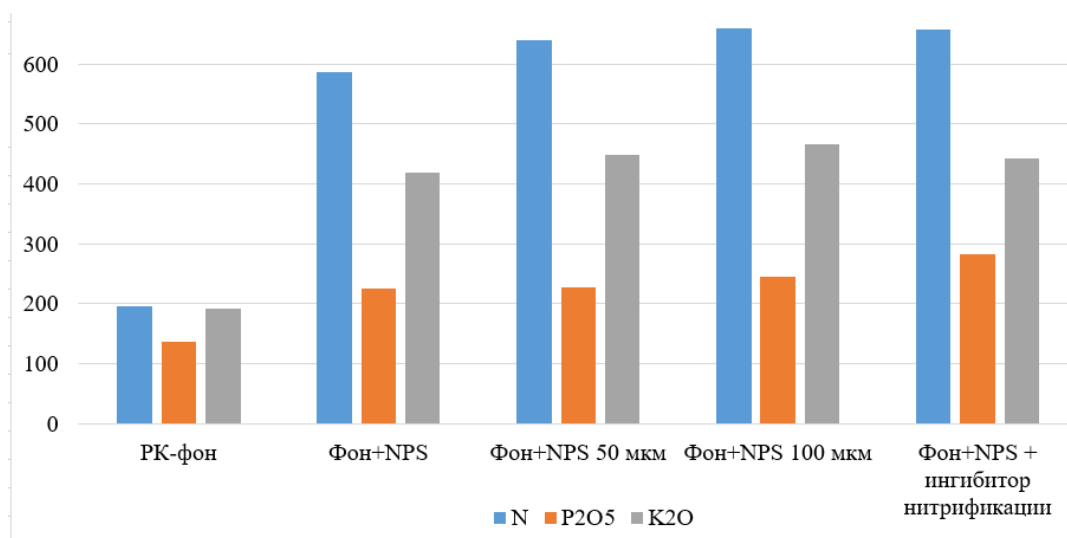


Рисунок - Вынос элементов питания, мг/сосуд

В ходе работы было установлено, что внесение азотосодержащих удобрений положительно повлияло на урожай и качество зерна яровой пшеницы, дав значительные прибавки относительно фосфорно-калийного фона.

Новая форма серосодержащего удобрения прекрасно зарекомендовала себя, показав эффективность применения капсулированных удобрений. С ростом толщины капсулы положительное влияние возрастает.

### Список литературы

1. Барковская Е.А. Народно-хозяйственное значение яровой пшеницы для Российской Федерации: сборник трудов конференции. / Е.А. Барковская, А.С. Бетина // Научное сообщество студентов : материалы XIV Междунар. студенч. науч.–практ. конф. / редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 92-93. – ISBN 978-5-9500127-0-9.

2. Мухина М.Т., Боровик Р.А., Коршунов А.А. УДОБРЕНИЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ // Плодородие. 2021. №4 (121). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/udobreniya-prolongirovannogo-deystviya-osnovnye-etapy-i-napravleniya-razvitiya> (дата обращения: 28.02.2023).

3. Пшеница яровая сорт "Любава" / [Электронный ресурс] // Колос АПК : [сайт]. — URL: <https://www.apk-kolos.ru/pshenica-jarovaja/c895.html> (дата обращения: 28.02.2023).

4. Сульфоаммофос / [Электронный ресурс] // Пестициды. ru : [сайт]. — URL: [https://www.pesticidy.ru/active\\_compound/sulphoammophos](https://www.pesticidy.ru/active_compound/sulphoammophos) (дата обращения: 28.02.2023).

5. Сульфоаммофос: состав, свойство, применение / [Электронный ресурс] // ASM AGRO : [сайт]. — URL: <https://asm-agro.ru/articles/sulfoammofos-sostav-svoystva-primeneniye/> (дата обращения: 28.02.2023).

## **ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) В КАЧЕСТВЕ ПЕРЕСЕВНОЙ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ООО «ДЕМЕТРА» ТОЦКОГО РАЙОНА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Ефремов Михаил Александрович, студент 4-го курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mikhailefremov02@mail.ru*

*(Научный руководитель – Куренкова Евгения Михайловна, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: вследствие неблагоприятных климатических условий погибают посевы озимых, в таком случае используют пересевные или страховые культуры. В настоящей статье приведен опыт возделывания яровой мягкой пшеницы в качестве пересевной (страховой) культуры в условиях ООО «ДЕМЕТРА», расположенного в Тоцком районе Оренбургской области.*

*Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, гибель озимых, пересевная (страховая) культура.*

По данным Росстата посевная площадь под урожаем 2024 года, составила около 80,19 млн. га без учета новых регионов против 81,15 млн. га в 2023 году. На 4,2% сократился сев пшеницы – до 28,5 млн. гектаров. Площадь гибели озимых в сельхозорганизациях и КФХ Росстат оценил на уровне 1,17 млн. га против 845 тыс. га в прошлом году. Яровые по погибшим озимым посеяли на 175,9 тыс. га. В прошлом году было посеяно свыше 243 тыс. га. Посевные площади под озимой пшеницей в Оренбургской области в текущем году составили 587,46 тыс. га, под яровой 1094,29 тыс. га [4].

Яровая мягкая пшеница – культура, имеющая широкий ареал возделывания как в мире, так и в нашей стране [2]. Ее зерно характеризуется высоким



содержанием белка (18-24 %) и клейковины (28-40 %), отличными хлебопекарными качествами [3].

Среди ряда факторов, влияющих на урожайность и качество урожая зерновых культур, немаловажным является выбор районированного сорта, а закупка семян высокого качества считается самым дешёвым фактором повышения урожайности. Семена с высокими сортовыми и посевными качествами позволяют увеличить прирост урожая зерновых более чем на 30% и наоборот, без обеспеченности хозяйства кондиционными семенами лучших сортов снижается эффективность всех других звеньев агротехнического комплекса [1, 2, 3].

Наши исследования проходили в условиях ООО «Деметра» расположенного в селе Богдановка, Тоцкого района, Оренбургской области. Предприятие образовано в 2008 году. Общая площадь посевных площадей составляет 5000 га, из них 100 га занимают сенокосы. Хозяйства применяет трехпольный севооборот (подсолнечник, чистый пар, зерновые (озимая рожь, озимая пшеница)). Хозяйство использует различные сорта, сортообновление зерновых происходит раз в 4 года. В 2024 году были посеяны такие сорта как Новоеоршовская (озимая пшеница), саратовская 7 (озимая рожь), ЛГ 50479 и ЛГ 59590 (подсолнечник).

Природно-климатические условия региона характеризуются ярко выраженным континентальным климатом с холодной зимой, устойчивым снежным покровом и жарким летом с суховеями. Амплитуда колебаний среднемесячной температуры между зимой и летом составляет 36 °С, зимний минимум -43 °С, летний максимум +41 °С. Среднегодовое количество осадков на территории района колеблется от 350 до 380 мм в год. Район относится к засушливой тёплой зоне области. Продолжительность без морозного периода составляет 130-140 дней. Почвенный покров образован южными среднесуглинистыми черноземами, нередко солонцовые комплексы. Почва опытного поля – чернозем южный. Содержание гумуса в почве – 3,6 %, фосфора – 26 мг/кг, калия – 347 мг/кг, рН – 7,3.

В хозяйстве было принято решение провести экспериментальный посев яровой пшеницы в качестве потенциальной пересевной (страховой) культуры, из-за участвовавших в нашей стране случаев гибели озимых вследствие неблагоприятных климатических условий. В качестве объекта исследования выступила яровая мягкая пшеница сорта Экада 113. Данный сорт был выбран по следующим характеристикам, заявленным в его описании: высокая засухоустойчивость и отличными показателями качества зерна: натурная масса – 739 г/л, содержанием клейковины (до 42%), протеина (16,8%).

Технология возделывания яровой пшеницы включала:

– подготовку семян к посеву (протравливание Анкер Трио 0,5 л/т, вредный объект твердая головня, пыльная головня, фузариозная и гельминтоспориозная корневые гнили, плесневение семян + Койтокс 0,5 л/т,

вредные объект хлебная жужелица, вутристеблевые мухи, хлебная жужелица, цикадки, блошки и тли + Бином Старт (регулятор роста) 0,8 л/г;

– предпосевную обработка почвы (проводилась в период с 30.05 по 2.05): измельчитель пожневных остатков КИД-92 + Кировец К 7М, Культиватор КПМ 14+Кировец К 7М;

– посев (проводился в период с 3.05 по 5.05): посевной комплекс GreatPlains + Кировец К 7М, заделка семян на глубину 5 см, норма высева 3,6 млн.шт./га;

– уход за посевами: 5.06 – обработка посевов гербицидом «Флортэк, СЭ» 0,3-0,5 л/га, внесение минерального удобрения «АгроМир фосфорный; 26.06 – гербицид «Флортэк, СЭ» 0,3-0,5 л/га; 7.07 – инсектицид «Фактория МКС» 0,1-0,2 л/га, фунгицид «Тузол КЭ» 0,4-0,5 л/га, внесение минерального удобрения. Гербициды были направлены на уничтожения главным образом падалицы подсолнечника. Обработку выполняли самоходным опрыскивателем Барс ОС-4000М;

– уборка: проводилась в период с 27.08 по 28.08. Уборка выполнялась прямым комбайнированием, комбайн Вектор 410.

Урожайность яровой пшеницы составила 7,7 ц/га, что является очень низким показателем, хотя качество не пострадало – содержание белка 17,7 %, масса 1000 семян – 39 г (Таблица).

Таблица

Урожайность и качество зерна

Урожайность	Натура	Белок	клейковина	Масса 1000 семян
7,7 ц/га	640 г/л	17,7%	36,8%	39

Причиной низкой урожайности стало совместное влияние следующих факторов: не подходящий предшественник, в данном случае подсолнечник; семена не самого высокого качества; засуха во время фазы выхода в трубку; сильные дожди во время фазы цветения.

### Список литературы

1. Амиров М. Ф., Гараев Р. И. Влияние различных биологических агентов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы //Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. Отв. за выпуск ИШ Фатыхов. – 2020. – С. 44.

2. Малицкая Н. В. и др. Урожайность и качество зерна различных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Акмолинской области Казахстана

//Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 1. – С. 33-48.

3. Пальчиков Е. В. и др. Влияние сортовых особенностей на формирование урожая яровой пшеницы //Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. – 2023. – №. 2. – С. 156-163.

4. Аграрии сократили посеvy зерновых и увеличили — масличных // АГРОИНВЕСТОР[сайт]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/42753-agrarii-sokratili-posevy-zernovykh-i-uvlechili-maslichnykh/> (дата обращения 23.10.2024)

### **ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА МОРФО-БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ОЦЕНКЕ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ»**

*Зайцев Фёдор Игоревич, аспирант, институт Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА» имени К.А. Тимирязева, [teozaig@yandex.ru](mailto:teozaig@yandex.ru)*

*Гавриков Владимир Романович, бакалавр, институт Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА» имени К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель - Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА» имени К.А. Тимирязева, [seregina.i@inbox.ru](mailto:seregina.i@inbox.ru))*

*Аннотация: в статье рассматривается влияние органоминеральных микроэлементных удобрений на растения яровой пшеницы в разрезе системы «почва-растение». Показано, что исследованные в составе органоминеральных комплексов микроэлементы способны влиять на протекание биохимических процессов в организме растения, тем самым улучшая питание растений за счет почвенных ресурсов и повышая урожайность культуры. При оценке изучаемых препаратов отмечена оптимизация ростовых процессов и урожайности растений, выращенных при применении комплекса с цинком, а при применении комплекса с медью повысилась закладка и реализация элементов потенциальной продуктивности.*

*Ключевые слова: яровая пшеница, микроэлементы, органоминеральные удобрения, урожайность*

В современном сельском хозяйстве всё больше внимания уделяется использованию органоминеральных удобрений для повышения урожайности и улучшения качества сельскохозяйственных культур [10]. Органоминеральные удобрения в широком смысле являются комплексом органических и минеральных веществ, используемые в сельскохозяйственном производстве для повышения его эффективности. При этом в качестве органического компонента могут быть использованы как сырьевые материалы, например, торф, бурый

уголь, илы и т.п., так и органические соединения, основными из которых на сегодняшний день являются гуминовые вещества, аминокислоты, органические кислоты и т.п. [17]. В качестве же минерального компонента используются неорганические соединения, имеющие в своем составе макро-, мезо- и микроэлементы [4, 3].

Опыт применения таких удобрений затрагивает широкий перечень аспектов агропроизводства. В системе «почва-растение» применение органоминеральных удобрений способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур за счёт улучшения питательного режима почвы и обеспечения растений необходимыми элементами [7]. Также данные удобрения способствуют восстановлению плодородия истощённых почв, обогащая их органическими веществами и питательными элементами. Использование этих удобрений отражается в улучшении качества урожая, включая повышение содержания витаминов, сахаров и других полезных веществ [19, 13].

Благодаря комплексному составу, эти удобрения могут снизить необходимость в использовании дополнительных химических средств, что положительно сказывается на экологии [6, 14]. Эти удобрения подходят для различных типов почв и климатических зон, что делает их универсальными для использования в сельском хозяйстве [18]. Несмотря на первоначальные затраты, долгосрочное применение органоминеральных удобрений может быть экономически выгодным за счёт повышения урожайности и снижения затрат на дополнительные агрохимикаты [9, 12].

Большое количество научных работ посвящены оценке эффективности различных микроэлементов в системе микроэлементного питания сельскохозяйственных культур [11]. Большое количество авторов отмечают эффективность использования цинка и меди в качестве микроэлементной добавки при питании агрокультур [5, 20].

Цинк играет ключевую роль в синтезе хлорофилла, белков и нуклеиновых кислот, а также в регуляции активности ферментов. Он способствует укреплению иммунной системы растений, повышению их устойчивости к болезням и стрессовым факторам. Недостаток цинка может привести к снижению фотосинтетической активности, замедлению роста и развитию хлороза [16].

Медь участвует в процессах дыхания и фотосинтеза, а также в синтезе лигнина и других важных соединений. Она способствует улучшению усвоения азота и фосфора, а также повышению морозостойкости и засухоустойчивости растений. Дефицит меди может вызвать нарушение обмена веществ, снижение урожайности и ухудшение качества продукции [8].

Благодаря своим механизмам действия данные микроэлементы способны оказывать значительное влияние на транспорт и трансформацию элементов питания в организме растения. В первую очередь действие проявляется оптимизации ростовых функций растений, что в свою очередь отражается на урожайности культур и качестве товарной продукции [1].

Согласно исследованиям, сочетание микроэлементов с органическими веществами (в первую очередь с гуминовыми веществами) значительно повышает их доступность и усвояемость растениями, в следствие чего усиливаются и эффекты от их применения [15, 2].

Яровая пшеница является одной из наиболее важных зерновых культур, и её успешное выращивание зависит от многих факторов, включая качество почвы и доступность питательных веществ. В связи с этим изучение влияния органоминеральных микроэлементных удобрений является актуальным сразу по нескольким причинам. Применение органоминеральных удобрений с микроэлементами может способствовать увеличению урожайности и улучшению качества зерна, что имеет большое значение для обеспечения продовольственной безопасности и повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Органоминеральные удобрения не только привносят в почву необходимые элементы питания, но и способствуют улучшению её структуры, водопроницаемости и аэрации. Это особенно важно для яровой пшеницы, которая требует хорошо дренированных и плодородных почв для оптимального роста и развития. Микроэлементы, содержащиеся в органоминеральных удобрениях, могут повысить устойчивость растений к различным стрессовым факторам, таким как засуха, жара, холод и болезни. Это становится особенно актуальным в условиях изменения климата, когда экстремальные погодные явления становятся более частыми и интенсивными.

Использование органоминеральных удобрений может снизить риск загрязнения окружающей среды, поскольку они обычно имеют более низкую концентрацию химических веществ по сравнению с традиционными минеральными удобрениями. Это способствует сохранению природных ресурсов и поддержанию экологического равновесия. Применение органоминеральных удобрений позволяет оптимизировать затраты на приобретение и использование удобрений, так как они могут обеспечить более длительное и равномерное высвобождение питательных веществ в почве. Это может привести к снижению общих расходов на агрохимию и повышению рентабельности сельскохозяйственного производства.

В рамках данной работы был проведен полевой мелкоделяночный опыт на полевой опытной станции Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследования являлась яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum*) сорта Эстер. Почва опытного участка - окультуренная дерново-неглубокоподзолистая профильноглееватая глубокопахатная легкосуглинистая. Уровень питания создавался путем внесения в качестве основного удобрения аммиачной селитры в дозе 90 кг/га. В опыте изучали органоминеральные удобрения в комплексе с цинком и медью. Препараты вносили в виде корневой подкормки в фазу 3 листьев в дозе 100 мл рабочего раствора на делянку.

В результате исследования органоминеральные препараты в комплексе с цинком оказали наибольший эффект на показатели длины стебля и длины колоса, а также на массу зерна и половы. В тоже время препараты в комплексе с медью на количество колосков и зерен в колосе.

### Список литературы

1. Аканова Н.И., Козлова А.В., Мухина М.Т. Роль магния в системе питания растений // Агрехимический вестник. 2021. №6.
2. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцов А.В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия ОГАУ. 2016. №4 (60).
3. Бобрицкий Г.А. Патент на изобретение RU 2 574 688 С1 Состав органоминеральных удобрений и способ их получения Владелец патента: Закрытое акционерное общество "Приосколье" (ЗАО "Приосколье") Начало действия: 2014.09.16
4. Веприкова Е.В., Кузнецова С.А., Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н. Получение органоминеральных удобрений на основе древесной коры (обзор) // Журнал СФУ. Химия. 2016. №4.
5. Гоман Н. В., Попова В. В., Бобренко И. А., Гайдар А. А. Влияние предпосевной обработки семян хелатами цинка и меди на урожайность и качество зерна яровой пшеницы при возделывании в условиях лесостепи западной сибери // Вестник ОмГАУ. 2019. №4 (36).
6. Гречишкина Ю.И., Есаулко А.Н., Горбатко Л.С., Беловолова А.А., Коростылев С.А., Айсанов Т.С. Экологические аспекты применения удобрений в современном земледелии // Аграрный вестник Северного Кавказа. 2012. №3.
7. Гукалов В.В., Белюченко И.С., Седых В.А., Никиточкин Д.Н. Применение органоминеральных компостов с заданными свойствами для оптимизации параметров почв и повышения урожая сельскохозяйственных культур // Плодородие. 2015. №3 (84).
8. Иванищев В.В. Биоаккумуляция, гомеостаз и токсичность меди в растениях // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2020. №1.
9. Коновалова Л.К., Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Расчет затрат на использование органических удобрений и экономическая оценка агротехнологий // ВЗ. 2021. №2 (96).
10. Мерзлая Г.Е., Понкратенкова И.В. Эффективность органоминеральных систем удобрения // Плодородие. 2016. №2 (89).
11. Митрохина О.А. Оценка взаимосвязи урожаев основных сельскохозяйственных культур с содержанием микроэлементов в почвах ЦЧР // Вестник Ульяновской ГСХА. 2023. №1 (61).
12. Монастырский Д. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства за счет эффективного применения

гранулированных удобрений / Д. Монастырский, М.А. Куликова, А. Волчек // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №7 (145).

13. Осипов А. И. Роль удобрений в плодородии почв и питании растений // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2020. №2.

14. Пиденко С. А., Ловцова Л. Г. Комплексные органоминеральные удобрения и мелиоранты – экологичный подход к утилизации фосфогипса // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2023 Т. 23, вып. 2 С. 166–174

15. Пищик В.Н., Бойцова Л.В., Воробьев Н.И. Влияние гуминовых веществ на растения и ризосферные микроорганизмы в растительно-микробных системах // Агрехимия, 2019, № 3, стр. 85-95

16. Серегина И.И., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И. [и др.] Влияние природного стимулятора роста на накопление биомассы и фотосинтетическую активность растений яровой пшеницы на ранних этапах развития // Агрэкологические проблемы почвоведения и земледелия : Сборник докладов XVI Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», посвященной 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева, Курск, 28–29 апреля 2021 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2021. – С. 425-428.

17. Тетерин В.С., Гапеева Н.Н., Митрофанов С.В., Панферов Н.С., Гайбарян М.А. Способ производства комплексных органоминеральных удобрений и технологическая линия для его осуществления // Вестник РГАТУ. 2019. №4 (44).

18. Толстопятова Н. Г. Изучение органоминеральных удобрений // ВЗ. 2012. №2.

19. Черногиль В.Б. Патент на изобретение RU 2 598 632 С1 Органоминеральное удобрение Владелец патента: Черногиль Виталий Богданович Автор: Черногиль Виталий Богданович Начало действия: 2015.03.23

20. Trukhachev V.I., Seregina I.I., Belopukhov S.L. [et al.] The effect of a new protective-stimulating complex on the growth and development of spring wheat of the Ester variety under environmental stress // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 032095. – DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032095.

## **ВЛИЯНИЕ БЕССМЕННОГО ПАРА И ЗАЛЕЖИ НА АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО**

*Зубехина Алёна Андреевна, студентка 4 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azinazub68131202@gmail.com*

*Жиляева Анастасия Николаевна, студентка 4 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nastena.zhilyaeva@yandex.ru*

*(Научный руководитель – Мамонтов Владимир Григорьевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mamontov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в данной статье рассматривается исследование, посвящённое влиянию использования бессменного пара и залежи на структуру и свойства почвенных агрегатов разного размера. Анализируются изменения, происходящие в почве под воздействием различных систем земледелия, и их влияние на свойства почвы. Статья содержит анализ полученных данных, обсуждение результатов исследования и выводы, которые могут быть полезны для разработки рекомендаций по улучшению систем земледелия и сохранению плодородия почв.*

*Ключевые слова: бессменный пар, залежь, размер агрегатов, содержание агрегатов, свойства агрегатов.*

### **Введение**

Почва представляют собой сложную полифункциональную и поликомпонентную открытую четырехфазную структурную систему в поверхностной части коры выветривания горных пород, которые являются комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени и обладающая плодородием.

Плодородная почва – это структурная почва, подобная губке с множеством канальцев, пор созданных корнями растений, дождевыми червями, насекомыми и мелкими животными [1].

Механические элементы могут находиться в раздельно-частичном (бесструктурном) состоянии или в виде структурных отдельностей (агрегатов). Структурной считается почва, содержащая более 55% водопрочных агрегатов. Важно, чтобы структурные отдельности пахотных горизонтов не разрушались при увлажнении почвы и при механическом воздействии сельскохозяйственных машин и орудий [3].

Целью работы является проведение оценки влияния бессменного пара и залежи на содержание и свойства агрегатов разного размера на примере чернозёма типичного Курской области.

### **Объекты, методы и результаты исследования**

Объектом исследования является чернозем типичный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы были отобраны в Центральном – Черноземном государственном биосферном заповеднике им. А. А. Алехина в Стрелецком участке, а также на территории Петринского опорного пункта Почвенного института им. В.В. Докучаева и Курского НИИ АПП (Рисунок).



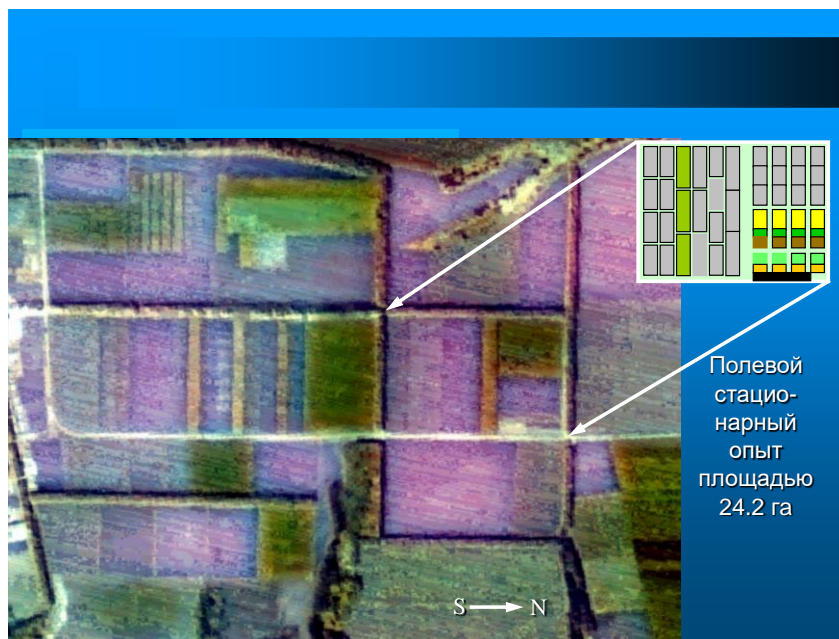


Рисунок. Длительные полевые опыты Петринского опорного пункта Почвенного института им. В.В. Докучаева и Курского НИИ АПП (космический снимок)

В исследовании использовался агрегатный анализ почвы по методу Н.И. Саввинова (сухое просеивание).

Данный анализ проводится для определения содержания агрегатов того или иного размера в пределах 0,25-10,0 мм и качественной оценки структуры по содержанию водопрочных агрегатов.

Содержание агрегатов определенного размера находят методом «сухого» агрегатного анализа.

Из образца нерастертой воздушно-сухой почвы берут среднюю пробу 0,5-2,5 кг. Осторожно выбирают корни, гальку и другие включения. Среднюю пробу просеивают через колонку сит с диаметром отверстий 10,0; 7,0; 5,0; 3,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 мм. На нижнем сите должен быть поддон. Почву просеивают небольшими порциями (по 100-200 г), избегая сильных встряхиваний. При разъединении сит каждое из них слегка постукивают ладонью по ребру, чтобы освободить застрявшие агрегаты.

С помощью сухого просеивания почву разделяют на фракции: >10,0; 10,0-7,0; 7,0-5,0; 5,0-3,0; 3,0-2,0; 2,0-1,0; 1,0-0,5; 0,5-0,25; <0,25 мм. Каждую фракцию агрегатов переносят в отдельные чашки или другую тару. После просеивания всей средней пробы каждую фракцию взвешивают на технхимических весах и рассчитывают ее содержание в процентах от массы воздушно-сухой почвы. За 100% принимают всю навеску почвы, взятую для анализа. [2]

Результаты агрегатного анализа почвы по методу Н.И. Саввинова (сухое просеивание) приведены в таблице:

Таблица

## Влияние бесменного пара и залежи на агрегатный состав чернозема типичного

Вариант	Содержание агрегатов, % от массы воздушно-сухой почвы, размером, мм								
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Целина	0,6 ±0,12	2,12 ±0,34	4,36 ±0,79	16,29 ±0,97	7,7 ±0,89	24,06 ±0,81	16,09 ±0,86	9,68 ±0,61	19,02 ±1,05
Бесменный пар	10,57 ±2,22	7,47 ±0,73	6,73 ±0,99	9,02 ±1,12	2,94 ±0,72	8,95 ±1,11	11,95 ±1,23	8,89 ±1,41	33,48 ±5,27
Залежь	17,66 ±2,34	7,01 ±0,83	8,49 ±2,12	17,44 ±2,07	4,82 ±0,63	16,08 ±2,48	10,24 ±1,28	4,9 ±1,41	13,42 ±0,81

В составе агрегатов целины преобладают фракции размером 5-3мм (в среднем составило 16,29%), 2-1мм (24,06%), 1-0,5мм (16,09%) и <0,25мм (19,02%). Самое низкое содержание фракций размером >10мм (0,6% в среднем).

В вариантах с бесменным паром и залежью значительно возросло содержание фракций размером >10мм. В бесменном пару их содержание в среднем составило 10,57%, в залежи – 17,66%.

Также, при анализе бесменного пара можно заметить, что содержание более крупных фракций почти схоже с содержанием мелких, но заметнее всего изменилось содержание фракций размером <0,25мм – 33,48% в среднем, что превышает это значение в пару почти в 2 раза. А также, самое маленькое содержание агрегатов размером 3-2мм – 2,94%.

В залежи относительно похожи показания с предыдущими вариантами, но можно выделить, что содержание самых мелких фракций размером <0,25мм является ниже, чем в целине и бесменном пару, и составляет в среднем 13,42%.

По данным из Таблицы можно вычислить коэффициент структурности ( $K = \frac{A}{B}$ , где А – сумма макроагрегатов размером от 0,25 до 10мм, %; В – сумма агрегатов <0,25мм и агрегатов >10мм, %) и провести оценку структурного состояния почвы (по С.И. Долгову, П.У. Бахтину). [2]

Коэффициент структурности в целине равен 4,09%, в пару опыта – 1,27% и в залежи – 2,22%.

Чем выше коэффициент К, тем лучше оструктурена почва. [2] Отсюда можно сделать вывод, что наиболее оструктуренной является почва целины, наименее – почва пара опыта.

Теперь дадим оценку структурного состояния почвы через сухое просеивание.

В целине среднее процентное содержание агрегатов 0,25-10,0мм равно 80,3%, что показывает её отличное структурное состояние.

Среднее процентное содержание агрегатов 0,25-10,0 мм в пару опыта – 55,9%. Это значит, что почва имеет удовлетворительное структурное состояние.

Залежь имеет 69% агрегатов размером от 0,25 до 10,0 мм и структурное состояние почвы является хорошим с данными показателями.

В заключение можно сказать, что длительное использование пара приводит к ухудшению структуры почвы и снижению её плодородия. Под влиянием залежи агрегатное состояние чернозема восстанавливается, однако довольно медленно, поскольку за 23 года не достигает таких показателей структуры, которые свойственны целинному чернозему.

### **Список литературы**

1. Воронин А. Д. Основы физики почв. М.: Изд – во Моск. ун – та, 1986. 244 с.
2. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.: КолосС, 2010. 687 с.
3. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. Издательство: Колос, 2000 г. 416 с.

## **ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОУДОБРЕНИЙ ZN И NI В ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГОРОХА ПОСЕВНОГО СОРТА НЕМЧИНОВСКИЙ 50**

***Иванов Илья Алексеевич**, магистрант 2 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [liailvanovrgauimsha@gmail.com](mailto:liailvanovrgauimsha@gmail.com)*

***Петина Александра Николаевна**, магистр 2 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [Sasha.nefedova2@mail.ru](mailto:Sasha.nefedova2@mail.ru)*

***Ефремова Варвара Андреевна**, магистр 2 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [Varvara.efremovaa@mail.ru](mailto:Varvara.efremovaa@mail.ru)*

*(Научный руководитель – Волобуева Ольга Гавриловна, д.сх-н., профессор кафедры микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, [ovolobueva@rgau-msha.ru](mailto:ovolobueva@rgau-msha.ru), Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [iseregina@rgau-msha.ru](mailto:iseregina@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в статье рассматривается влияние тяжелых металлов и микроудобрений Zn и Ni в почвенных условиях на рост и развитие гороха посевного сорта Немчиновский 50, описывается актуальность этого исследования, приводятся результаты полевого опыта.*

*Ключевые слова: никель, горох, цинк, микроудобрения, тяжелые металлы.*

Никель (Ni) является серьезным токсикантом содержащийся в земной коре. [1] При этом в низких концентрациях (при концентрации в почве в пределах от 0,05 до 10 мг/кг) никель является важным элементом, определяющим активность

фермента уреазы и участвует в процессе расщепления мочевины до аммиака. [3] Важнейшим стимулирующим действием этого элемента является влияние на процессы фиксации азота азотфиксирующими микроорганизмами и бобовыми культурами. [5] Цинк (Zn) напротив является необходимым микроэлементом, влияющим на ростовые функции растений при концентрации от 25 до 100 мг/кг и отвечающим за образование ауксинов и ДНК, рибосом. Влияет на проницаемость мембран растений, тем самым обеспечивая устойчивость к сухому и жаркому климату, а также бактериальным и грибковым заболеваниям.

Совместное применение небольших доз Ni и Zn способствует получению более высокой урожайности хорошего качества основной продукции гороха посевного “Немчиновский 50”, а также стимуляции азотфиксирующей способности клубеньков гороха и сохранению их количества при стрессовых условиях, не нарушая структуры почвы. [2]

Никель — это элемент, который является компонентом фермента уреазы, отвечающий за гидролиз мочевины, обладает стимулирующим действием в процессе фиксации азота. В связи с этим бобовые культуры нуждаются в этом элементе. Кроме того, никель обладает защитными свойствами, в результате воздействия на патогены, что способствует увеличению устойчивости растений при выращивании их в стрессовых условиях в малых количествах не влияющий на состав почвы и накопления тяжелых металлов в растениях. [1,2]

Цинк — это микроэлемент, недостаток которого влечет за собой уменьшение количества хлорофилла в листьях растений, уменьшается скорость углеводного обмена. Цинк, оказывает защитные свойства растений. во время стресса и нехватки влаги в почве, влияя на проницаемость мембран растений. [4]

Цель исследования состоит в изучении влияния никеля и цинка на урожайность и азотфиксирующую активность гороха посевного *Pisum sativum* L. сорта Немчиновский 50 в различных условиях водообеспечения

Мы выделили несколько задач, для достижения нашей цели:

- Оценить влияние никеля и цинка на рост, развитие и урожайность гороха сорта “Немчиновский 50” в условиях полевого опыта;
- Проанализировать морфологические и физиологические показатели урожая в зависимости от доз никеля и режима водообеспечения;
- Изучить как влияют различные дозы никеля на устойчивость и микробиологическую активность азотфиксирующих клубеньков гороха.

Объектами исследования выступили горох посевной *Pisum sativum* L., сорт Немчиновский 50 (селекция ФИЦ «Немчиновка»).

## Агрохимическая характеристика почвы

Гумус	рН КС1	Hг	S	V	Nmr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
%		Мг-экв.100г почвы		%	мг/кг почвы	По Кирсанову мг/кг почвы	
1,8	5,7	1,2	13,0	91,5	90	70	27
класс	5				2	3	1

Содержание гумуса определяли методом И.В. Тюрина – 2,8% (ГОСТ 26213-91); обменную кислотность  $pH_{КС1}$  – 4,8 потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); гидролитическую (полную) кислотность – Hг методом Г. Каппена – 2,5 мг-экв/100 г почвы (ГОСТ 26212-91); сумму обменных оснований – S методом Л. Каппена и Н. Гильковица – 19,8 мг-экв/100 г почвы (ГОСТ 27821-88); степень насыщенности основаниями – V определяли по формуле  $V\% = S / (S + Hг) \cdot 100\%$  – 88,8%; щелочногидролизующий азот – Nцг методом А.Х. Корнфилда – 92,5 мг/кг почвы (ГОСТ 26107-84). Подвижные формы фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) по А.Т. Кирсанову – 70 (III класс) (ГОСТ 54650-2011). Подвижные формы калия (K<sub>2</sub>O) по А.Т. Кирсанову – 27 (I класс) (ГОСТ 54650-2011). (см. таблицу).

Полевой опыт на базе структурных подразделений ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Методология и методы исследования. Проведение исследований основано на анализе изученных научных трудов по теме ВКР. Методы исследований, которые применялись в работе представлены в главе «Материалы и методы исследований».

В результате исследований мы получили данные и выполнили все поставленные задачи, необходимые для достижения цели нашей работы – оценить влияние условий применения никеля и цинка в почвенных условиях и в формировании гороха посевного сорта Немчиновский 150. А именно:

1. Оценка влияние никеля и цинка на рост, развитие и урожайность гороха сорта Немчиновский 50 условиях полевого опыта. Наиболее высокие результаты влияния никеля и цинка на рост развитие и урожайность были получены при совместном применении микроэлементов.

2. Показатели качества зерна гороха в зависимости от условий выращивания отличаются в пользу вариантов, где цинк и никель применялись совместно. Результаты 25% выше, чем в фоновых вариантах.

3. Анализ морфологических и физиологических показателей урожая в зависимости от доз никеля и цинка также показал результаты на 15% и 20% выше соответственно при совместном применении элементов в сравнении с контрольными вариантами.

4. Изучив какое влияние оказывает цинк и никель на микробиологическую часть почвы (количество азотфиксирующих клубеньков, можно утверждать, что при применении цинка и никеля по отдельности в сравнении с фоновыми

вариантами значения выше при применении никеля на 12% в сравнении с цинком и на 16% в сравнении с фоновым вариантом. Но совместное применение никеля и цинка выше в фоновом на 23%.

На основе анализа полученных в результате исследований данных, можно отметить как благоприятное влияние никеля и цинка на различные показатели развития гороха посевного сорта Немчиновский 50. Проведенное нами исследование послужит основой для продолжения изучения данной темы с целью получения наиболее благоприятной концентрации никеля для развития растения гороха посевного в разных условиях водообеспечения и достижения максимально высоких показателей качества и количества урожая и микробиологических показателей почвенных азотфиксаторов.

### **Список литературы**

1. Иванищев, В.В. Никель в окружающей среде и его влияние на растения / В.В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2021. – № 2. – С. 38-53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nikel-v-okruzhayuschey-srede-i-ego-vliyanie-na-rasteniya>).

2. Минайчев, В.В. Влияние ионов цинка и никеля на формирование проростков *Pisum sativum* L. / В.В. Минайчев, Т.Е. Сиголаева, Д.А. Кузнецов и др. // Известия ТулГУ. Естественные науки. – 2015. – Вып. 3. – С. 292-304. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_24318879\\_10893685.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24318879_10893685.pdf)

3. Минайчев, В.В. Влияние ионов цинка и никеля на водообеспеченность проростков гороха и образование пигментов фотосинтеза / В.В. Минайчев, Т.Е. Сиголаева, Д.А. Кузнецов, В.В. Иванищев // Известия ТулГУ. Естественные науки. – 2016. – № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ionov-tsinka-i-nikelya-na-vodoobespechennost-prorostkov-goroha-i-obrazovanie-pigmentov-fotosinteza>

4. Казнина Н. М., Титов А. Ф. Влияние дефицита цинка на физиологические процессы и продуктивность культурных злаков // Успехи современной биологии. 2019. № 3 (139). С. 280–291.

5. Серегин, И.В. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения / И.В. Серегин, А.Д. Кожевникова // Физиология растений. – 2006. – Т. 53, № 2. – С. 285-308. – EDN HVJEAN. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9292703>

### **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ КУНГУРСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА ПЕРМСКОГО КРАЯ**

**Исаева Кристина Александровна**, магистр 1 курса Института фундаментальных и прикладных агроэкобиотехнологий и лесного хозяйства, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, [isaeva55.k@gmail.com](mailto:isaeva55.k@gmail.com)

*(Научный руководитель – Лобанова Евгения Сергеевна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения и агрохимии, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, evgeniyalobanova83@mail.ru)*

*Аннотация. Серые и светло-серые лесные почвы Кунгурского муниципального округа Пермского края характеризуются устойчивостью и высокоустойчивостью к антропогенным воздействиям. Баллы устойчивости находятся в диапазоне от 23 до 31.*

*Ключевые слова:* показатели устойчивости почв, почвы целинные, залежные, пахотные.

Серые лесные почвы Пермского края интенсивно используются в сельском хозяйстве. Поэтому для прогнозирования и анализа изменения их экологических свойств в ходе хозяйственной деятельности человека и определения допустимой техногенной нагрузки необходимо провести оценку их устойчивости к антропогенным воздействиям [2].

Цель работы – оценить устойчивость серых лесных почв Кунгурского муниципального округа Пермского края к антропогенным воздействиям.

Объектами исследования являлись целинные, залежные и пахотные серые лесные почвы Кунгурского муниципального округа Пермского края.

По интегральной оценке, в баллах, на степень устойчивости почв к различным видам антропогенных воздействий в большей степени влияет совокупность таких показателей: положение почвы в ландшафте; породы; увлажненность; теплообеспеченность; прирост фитомассы; биологическая продуктивность (подстилочно-опадочный коэффициент); запас гумуса в почве; кислотность; степень насыщенности основаниями; степень распаханности [1].

Целинные почвы расположены в Ирень-Сылвенском междуречье на территории Кунгурского муниципального округа Пермского края. Они представлены следующими почвами: серая лесная среднесуглинистая на покровных лессовидных суглинках ( $J_2^{II}СЛ$ ), серая лесная глееватая среднесуглинистая на современных делювиальных отложениях ( $J_2^{III}СД$ ).

Залежные почвы расположены в д. Снегири и на окраине города Кунгур Кунгурского муниципального округа Пермского края. Они представлены следующими почвами: светло-серая лесная среднесуглинистая на лессовидных суглинках ( $J_1^{II}СЛ$ ), светло-серая лесная среднесуглинистая тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках ( $J_1^{II}ТЛ$ ), серая лесная мощная глинистая на лессовидных суглинках ( $J_2^{III}ГЛ$ ).

Пахотные почвы расположены в с. Троельга Кунгурского муниципального округа Пермского края. Они представлены следующими почвами: серая лесная среднесуглинистая тяжелосуглинистая на покровных лессовидных суглинках

(Л<sub>2</sub><sup>II</sup>ТЛ), светло-серая лесная тяжелосуглинистая на покровных нелессовидных суглинках (Л<sub>1</sub><sup>II</sup>ТП).

Для объективной оценки устойчивости почв сопоставили целинные, залежные и пахотные серые лесные почвы. По данным таблицы установлено, что минимальный средний оценочный балл имеют пахотные серые лесные почвы и он составляет 23,7, а максимальный средний оценочный балл – целинные серые лесные почвы 30,6.

Таким образом, при оценке степени устойчивости целинных и залежных серых лесных почв, изученные разрезы являются высокоустойчивыми к антропогенным воздействиям и их оценочный балл находится в диапазоне от 29 до 31. По качественной характеристике они относятся к лучшим и средним. Это связано с такими показателями как равнинный рельеф местности, почвообразующими породами, теплообеспеченностью, а также биологической продуктивностью почв, не используемых под пашню, запасами гумуса и высокой степенью насыщенности основаниями. Пахотные серые лесные почвы обладают меньшей устойчивостью к антропогенным воздействиям, так как их оценочный балл находится в диапазоне от 23 до 24 и относится к градации «устойчивые». Такое расхождение данных почв с целинными и залежными обусловлено годичным приростом фитомассы, биологической продуктивностью и степенью распаханности, которые занижают устойчивость пахотных серых лесных почв. Почвы со степенью устойчивости «высокоустойчивые» и «устойчивые» пригодны для возделывания культур без особых ограничений, за исключением управляемых факторов (обеспеченность почв элементами питания).

Таблица

Оценка степени устойчивости серых лесных почв к антропогенным воздействиям

Индекс почв	Критерии устойчивости										Σ Б	Степень устойчивости	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Целинные													
Л <sub>2</sub> <sup>II</sup> СЛ	2	5	2	3	2	3	5	3	5	0	30	Высокоуст.	
Л <sub>2</sub> <sup>II</sup> СП	2	5	2	3	2	3	5	3	5	0	31	Высокоуст.	
Л <sub>2</sub> <sup>III</sup> СД	2	5	2	3	2	3	4	2	4	0	29	Высокоуст.	
Залежные													
Л <sub>1</sub> <sup>II</sup> СЛ	2	5	2	3	2	3	5	3	5	0	30	Высокоуст.	
Л <sub>1</sub> <sup>II</sup> ТЛ	2	5	2	3	2	3	5	3	5	0	31	Высокоуст.	
Л <sub>2</sub> <sup>III</sup> ГЛ	2	5	2	3	2	3	4	2	4	0	29	Высокоуст.	
Пахотные													
Л <sub>1</sub> <sup>II</sup> ТП	2	5	2	3	1	0	5	3	5	-2	24	Устойчивая	
Л <sub>2</sub> <sup>II</sup> ТЛ	2	5	2	3	1	0	5	3	5	-2	24	Устойчивая	
Л <sub>2</sub> <sup>II</sup> ТЛ	2	5	2	3	1	0	4	3	5	-2	23	Устойчивая	



Примечание: 1. положение почвы в ландшафте; 2. породы; 3. увлажненность; 4. теплообеспеченность; 5. прирост фитомассы; 6. биологическая продуктивность (подстильно-опадочный коэффициент); 7. запас гумуса в почве; 8. кислотность; 9. степень насыщенности основаниями; 10. степень распаханности.

Таким образом, серые лесные почвы Кунгурского муниципального округа Пермского края обладают достаточно высокой устойчивостью к антропогенным воздействиям. Для повышения устойчивости пахотных серых лесных почв рекомендуется внесение органических удобрений и увеличение доли многолетних бобовых трав в севообороте.

### **Список литературы**

1. Васильевская В.Д. Оценка устойчивости тундровых мерзлотных почв к антропогенным воздействиям // Вестник Московского ун-та. Сер.17. Почвоведение. 1996. № 1. С. 27-35.

2. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Агроэкосистемы: проблемы функционирования и сохранения устойчивости (теория и практика агронома-эколога). Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Н. Новгород: НГСХА, 2002. 205 с.

## **КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ БИОУГЛЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

*Кальченко Вера Алексеевна, бакалавр, кафедра Почвоведения, Институт Мирового океана ДВФУ, [kalchenko.va@dvfu.ru](mailto:kalchenko.va@dvfu.ru)*

*Апенко Таусия Сергеевна, бакалавр, кафедра Почвоведения, Институт Мирового океана ДВФУ, [apenko.ts@dvfu.ru](mailto:apenko.ts@dvfu.ru)*

*Смирнова Анастасия Дмитриевна, бакалавр, кафедра Почвоведения, Институт Мирового океана ДВФУ, [smirnova.adm@dvfu.ru](mailto:smirnova.adm@dvfu.ru)*

*(Научный руководитель - Брикманс Анастасия Владимировна, к.б.н., доцент кафедры Почвоведения, Институт Мирового океана ДВФУ, [brikmans.av@dvfu.ru](mailto:brikmans.av@dvfu.ru))*

*Аннотация: в работе представлены показатели по кислотно-основным свойствам и электропроводности биоугля, полученного из различного растительного сырья (ботва клубники, ботва огурца, ботва томата, кофейная шелуха, кофейный жмых). Биоуголь по кислотно-основным свойствам имеет слабощелочную реакцию среды. Наивысшие показатели электропроводности имеет биоуголь, полученный из огурца и томата.*

*Ключевые слова: биоуголь, кислотно-основные свойства, электропроводность, пиролиз, растительное сырье.*

В связи с глобальными преобразованиями климата, последние десятилетия перед научным сообществом встаёт вопрос о разработке методов полного перехода на безотходное производство в сфере сельского хозяйства. Пиролиз – это способ переработки органических остатков в биоуголь посредством сжигания

в бескислородной среде [4]. Сырьём для изготовления могут выступать различные материалы органического происхождения, наделяющие биоуголь уникальными свойствами [4]. Так, для его изготовления используют рисовую шелуху, багассу, опилки, древесные листья [4]. В России наиболее популярным сырьём для изготовления биоугля являются отходы деревообрабатывающей промышленности: щепы, опилки [1]. Характеристики исходного растительного материала оказывают влияние на свойства производимого биоугля. В связи с этим, изучение свойств биоугля, полученного из различного сырья растительного происхождения, позволит оценить его пригодность к использованию в сельскохозяйственной промышленности и разработать рекомендации к внесению.

На настоящий момент исследования по применению биоугля в качестве почвенного мелиоранта продолжают проводиться по всему миру [3, 4]. Результаты таких исследований доказывают, что применение биоугля для мелиорации почв является эффективным и экологичным решением.

Одной из важнейших физико-химических характеристик почвы является водородный показатель, или pH [2]. В зависимости от уровня водородного показателя изменяется биодоступность макро- и микроэлементов, необходимых для жизнедеятельности растений [2]. Регуляция pH является необходимой мерой в работе с почвами с кислой реакцией среды, для достижения благоприятных условий для выращивания. Биоуголь обладает щелочной реакцией среды, и с его помощью потенциально можно осуществлять регуляцию уровня водородного показателя почв [3]. Также важным показателем является электропроводность почв, указывающая на количество почвенной влаги и солей, содержание органического вещества, ёмкость катионного обмена и др. [5]. Таким образом, применение биоугля может представлять интерес и в этих аспектах повышения плодородия почвы.

Дальнейшее применение наработок в этой области представляет интерес для предприятий, которые могут нуждаться в утилизации и вторичной переработке отходов органического происхождения. Данная технология может быть применена локально, путём установки пиролизных печей непосредственно на производствах. Применение биоугля из такого сырья может быть экономически целесообразным, а также сокращать выбросы парниковых газов в атмосферу, снижая негативное влияние на окружающую среду [3], и восполнять запасы углерода.

**Целью работы** определить кислотно-основные свойства и электропроводность биоугля, полученного из разного растительного сырья.

**Объектом исследования** является биоуголь, полученный методом среднего пиролиза в инертной атмосфере азота. Для получения биоугля растительные образцы подвергали пиролизу с использованием печи SAFTherm STZ 1214 в потоке азота при температуре 500 С° в течение 30 минут. В результате

пиролиза исследуемый материал имеет разный внешний вид (рисунок) в зависимости от исходного растительного сырья.

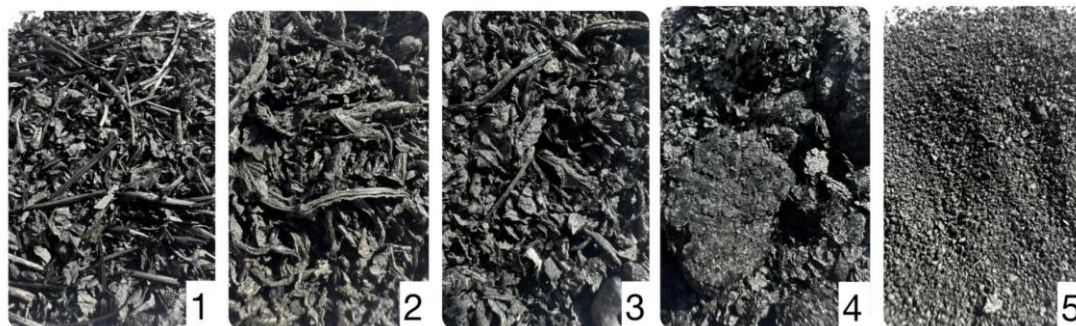


Рисунок - Биоуголь полученный в результате пиролиза различного растительного сырья: 1 – ботва клубники, 2 – ботва огурца, 3 – ботва томата, 4 – кофейная шелуха, 5 – кофейный жмых.

Для определения pH водной вытяжки и электропроводности биоуголь измельчали и отбирали фракцию зернением менее 1 мм, которую затем заливали дистиллированной водой объемом 25 мл и перемешивали в течение 60 минут. После окончания перемешивания измеряли pH и электропроводность с использованием комбинированного электрода и датчика электропроводности фирмы Mettler Toledo (США).

Исследования кислотно-основных свойств биоугля показали, что реакция среды биоугля, полученного из ботвы клубники, огурца, томата – слабощелочная, с показателями в 9,74, 10,38 и 10,31 соответственно (таблица). Реакция среды кофейной шелухи и кофейного жмыха также слабощелочная со значениями 9,87 и 9,53.

Таблица

Кислотно-щелочные свойства и показатель электропроводности биоугля

Виды сырья / Показатели	Клубника	Огурец	Томат	Кофейная шелуха	Кофейный жмых
pH	9,74±0,05	10,38±0,09	10,31±0,08	9,87±0,13	9,53±0,17
ЭДС, mS/cm	4,05±0,08	9,88±0,45	7,72±0,14	3,32±0,16	0,38±0,01

Наилучший показатель электропроводности составил биоуголь, полученный из огурца – 9,88 mS/cm (таблица). Биоуголь, полученный из томата оказался немного меньше – 7,72 mS/cm. А показатели клубники и кофейной шелухи имеют электропроводность вдвое ниже: 4,05 mS/cm и 3,32 mS/cm соответственно. Самый низкий показатель электропроводности имеет биоуголь, полученный из кофейного жмыха – 0,38 mS/cm.

Таким образом можно сделать вывод, что характеристики биоугля различны в зависимости от сырья, подвергаемого пиролизу для его получения. Исследуемый биоуголь имеет слабощелочную реакцию среды, что говорит о возможном его применении на слабокислых и/или кислых почвах для её нейтрализации. Для повышения электропроводности почв наиболее продуктивным будет внесение биоугля, полученного из огурца и томата, а внесение биоугля, полученного из кофейного жмыха, практически не окажет никакого воздействия на электропроводность почв.

Работа выполнена при поддержке Государственного задания Минобрнауки России №FZNS-2023-0019.

### Список литературы

1. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Соколов И. В., Вязовский А. А. БИОУГОЛЬ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОСВОЕНИЯ ЗАКУСТАРЕННОЙ ЗАЛЕЖИ // Агрохимический вестник. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biougol-v-tehnologiyah-osvoeniya-zakustarennoy-zalezhi> (дата обращения: 30.10.2024).
2. Ягодин Б. А. Агрохимия : учебник для вузов / Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 584 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/271331>.
3. Babu, Subhash & Singh, Raghavendra & Kumar, Sanjeev & Rathore, Sanjay & Yadav, Devideen & Yadav, Sanjay & Yadav, Vivek & Ansari, Meraj & Das, Anup & Rajanna, G A & Ali Wani, Owais & Raj, Rishi & Yadav, Dinesh Kumar & Singh, Vinod. Biochar implications in cleaner agricultural production and environmental sustainability. Environmental Science: Advances. *Environ. Sci.: Adv.*, 2023, 2, 1042-1059. <https://doi.org/10.1039/D2VA00324D>.
4. Khater, E.S., Bahnasawy, A., Hamouda, R., Sabahy, A., Abbas, W., Morsy, O.M. 2024. Biochar production under different pyrolysis temperatures with different types of agricultural wastes. Scientific Reports, 14(1), 2625. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52336-5>.
5. Husson O., Brunet A., Babre D., Charpentier H., Durand M. Conservation Agriculture systems alter the electrical characteristics (Eh, pH and EC) of four soil types in France. Soil and Tillage Research , vol. 176, March 2018, pp. 57-68.

### ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО.

*Капленко Алексей Николаевич, студент I курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kaplenko-2021@mail.ru](mailto:kaplenko-2021@mail.ru)*

*Глуховченко Алексей Фёдорович: к.с/х.н, агроном компании «Сингента»  
(Научный руководитель Мазиров Михаил Арнольдович, доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [tmazizov@msha.ru](mailto:tmazizov@msha.ru))*

*Аннотация.* Особое внимание уделяется внедрению прогрессивных технологий возделыванию высокопродуктивных культур, среди которых кукуруза на зерно. В условиях Белгородской области изучено комплексное влияние приёмов основной обработки почвы, доз птичьего помёта и компоста, совместного их влияние с минеральными удобрениями на показатели почвы и урожайности кукурузы на зерно.

*Ключевые слова:* агрофизические свойства почвы, кукуруза, компост, минеральные удобрения, обработка почвы, птичий помёт, плодородие, продуктивность, удобрения, урожайность.

Кукуруза – *Zea mays L.* Семейство – злаковые (*Poaceae*). Является перекрёстноопыляемым, однодомным, раздельнополым растением, имеющим мужское соцветие (метелку) и женское соцветие (початок). Плод – зерновка, обычно голая и крупная [4].

В опыте использовался гибрид кукурузы Белогорье 280 МВ. Оригинаторы: научное с/х селекционно-семеноводческое ООО 'БЕЛКОРН' и Белгородский ГАУ. Внесён в госреестр селекционных достижений РФ в 2018 году, по Центрально-Чернозёмному региону (5) на зерно. Среднеранний трёхлинейный гибрид. Вегетационный период составляет 123 дня. Початок средней длины, среднего диаметра-толстый, слабokonический, ножка средняя-длинная, рядов зёрен от 15 до 20 шт. Тип зерна зубовидный, окраска верхней и нижней части зерна жёлто-оранжевая. Масса 1000 семян 280 – 300 г. Средняя урожайность зерна в регионе составила 68,2 ц/га, максимальная - 148,8 ц/га [5].

Исследования проводилось в условиях Юго-Западной части Центрально-Чернозёмного Региона в ЗАО «Краснояржская зерновая компания» Белгородской области. Территориально Белгородская область располагается на юго-западе ЦЧР. Территория области объединяет две природные зоны – лесостепную и степную. В Юго-Западной части ЦЧР сформированы различные типы почв. Наиболее распространённые чернозёмные почвы, они составляют 77,1% от общей площади территории, 15% занимают серые лесные почвы и около 8% составляют другие почвы.

Климат Белгородской области умеренно-континентальный, характеризуется достаточно жарким летом и холодной зимой. Погодные условия периода 2021 - 2023 года были благоприятными для роста и развития культур. За вегетационный период роста и развития кукурузы в 2021-2023 годах, в среднем выпало 258,5мм, что составляет 78% от среднемноголетних значений. Температурный режим в 2021-2023 годах был выше среднемноголетних значений. Среднесуточная температура воздуха за вегетацию составила +14<sup>0</sup>С +18<sup>0</sup>С, днём находилась в пределах +23<sup>0</sup>С +28<sup>0</sup>С.

Исследование было проведено на чернозёме типичном, среднемощном, малогумусным, тяжелосуглинистым. Содержание питательных веществ:

легкогидролизуемого азота- 147 мг/кг; подвижного фосфора – 51 мг/кг (среднее); обменного калия – 89 мг/кг (среднее); гумуса – 4,6%; кислотность почвы рН- 6,1.

Опыт двухфакторный, в исследование изучали три приёма обработки почвы (фактор А) и внесение органических и минеральных удобрений (фактор Б). Приёмы обработки почвы: первый - вспашка плугом и второй - чизельная обработка глубокорыхлителем на глубину 22-25 см; третий - мелкая обработка дисковым луцильником на глубину 10-12см. Внесение минеральных и органических удобрений по вариантам: контроль (без удобрений); птичий помёт 20т/га; птичий помёт 20т/га+N<sub>60</sub>; птичий компост 20т/га; птичий компост 20т/га+N<sub>60</sub>; внесение минеральных удобрений N<sub>230</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>.

Предшественник - озимая пшеница. После уборки предшественника провели лушение стерни дисковыми боронами на глубину 8-10 см. Последующая основная обработка почвы проводилась по вариантам: вспашка плугом на глубину 22-25 см; обработка чизелем на глубину 22-25 см; мелкая обработка дискатором на глубину 10-12 см. После дискования стерни внесли минеральные удобрения – диаммофоска и аммиачная селитра из расчёта N<sub>130</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>. В качестве органических удобрений использовался птичий компост и птичий помёт, который вносился разбрасывателем по 20т/га. После внесения органических и минеральных удобрений проводилось дискование. Аммиачная селитра вносилась весной под предсеvную культивацию из расчёта N<sub>60</sub> и N<sub>100</sub>.

На опыте почвенные образцы отбирались по слоям: 0-20; 20-40 см по каждому варианту в два срока – перед посевом и перед уборкой. Почву и растительные образцы анализировали по следующим показателям: плотность почвы; агрегатный состав почвы; учёт урожая. Плотность почвы является важным показателем агрофизического состояния почвы и её плодородия в целом. Переуплотнение почвы приводит к ухудшению питательного режима почвы, к уменьшению запаса доступной растениям влаги, газообмена между почвой, атмосферой и растениями, что отрицательно скажется на росте и развитии растений [1].

При возделывании культур, в том числе и кукурузы важно правильно подобрать способ обработки почвы для создания оптимальной плотности пахотного слоя. Перед посевом плотность почвы находилось в состоянии близко к оптимальной и составляла 1,11-1,18 г/см<sup>3</sup>. Для слоя почвы 0-40 см по безотвальным обработкам в сравнение со вспашкой наблюдалось уплотнение по всем вариантам на 0,01-0,04 г/см<sup>3</sup>. Внесение органических удобрений как отдельно, так и совместно с минеральными, привело к незначительному уплотнению почвы по сравнению с контролем [2].

За вегетационный период развития кукурузы показатель плотности почвы незначительно увеличился и, к моменту уборки составил по различным вариантам от 1,21 до 1,27 г/см<sup>3</sup>. Совместное применение органических и минеральных удобрений к концу периода вегетации привело к разуплотнению



почвы по сравнению с контрольным вариантом на 0,03-0,04 г/см<sup>3</sup> по вспашке, по безотвальной обработке – на 0,03 г/см<sup>3</sup>, по мелкой на 0,01-0,03 г/см<sup>3</sup>.

На основе результатов исследования можно сделать выводы, что приёмы обработки почвы и применения удобрений влияет на показатель плотности почвы. Структура является важным показателем физического состояния плодородной почвы. Она определяет оптимальное строение верхнего слоя почвы, водные, физико-механические и технологические свойства почвы. С агрономической точки зрения при оценивании структуры почвы предпочтение отдаётся макроструктуре с размером частиц 0,25-10 мм.

На контрольных делянках ценной фракции варьировалась от 0,25 до 10 мм изменялось от 78,8% по вспашке до 76,0% при плоскорезной обработке, т.е различия не существенные. В слое от 10 до 20 см по безотвальным обработкам по сравнению со вспашкой увеличило содержание комковато-зернистых агрегатов и уменьшило количество глыбистых и пылевидных. В слое от 20 до 40 см количество агрономически ценной фракции на контроле по вспашке составило - 68,4%, по безотвальной обработке - 73,6%, а по мелкой - 71,6%.

Применение органических удобрений отдельно, так и совместно с азотными удобрениями, а также внесение минеральных удобрений повышает содержание ценной фракции от 78,3% по вспашке до 81,0% по мелкой обработке. Таким образом, в исследование внесение органических и минеральных удобрений повлияло на улучшение структурного состава почвы.

Важным критерием оценки приёмов является урожайность. Для повышения эффективности земледелия требуется создать оптимальный уровень минерального питания для растений. Удобрения являются одним из наиболее быстродействующих средств формирования высоких урожаев всех культур, в том числе и кукурузы на зерно [3].

Данные о влиянии обработок почвы и внесении органических и минеральных удобрений на урожайность представлены в таблице. В варианте без внесения удобрений максимальная урожайность, полученная по вспашке, составила 5,79 т/га, а минимальная при мелкой обработке и составила 4,80 т/га, что на 0,99 т/га ниже по отношению к варианту по вспашке и на 0,11 т/га меньше по отношению к варианту при безотвальной обработки. Внесение птичьего помета, птичьего компоста и минеральных удобрений повышало урожайность зерна кукурузы до 6,99 т/га в варианте птичий компост – 20т/га+ N<sub>60</sub> по вспашке, до 6,37 т/га в варианте птичий компост- 20т/га+ N<sub>60</sub> по безотвальной обработке и до 5,93 т/га в варианте птичий компост – 20т/га+ N<sub>60</sub>.

На делянках по вспашке максимальная прибавка получена в варианте птичий компост – 20 т/га+ N<sub>60</sub> и составила +1,44 т/га. Внесение птичьего помета и совместное внесение птичьего помета и азотных удобрений, также повышали урожайность кукурузы, и прибавка составила +1,02 и +1,20 т/га соответственно. В варианте N<sub>230</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> по вспашке прибавка урожайности кукурузы на зерно составила +1,17 т/га по сравнению с контролем. В вариантах при безотвальной

обработке внесение органических удобрений повышало урожайность кукурузы на зерно с 0,89 т/га в варианте птичий компост- 20т/га до 1,46 т/га в варианте птичий компост- 20т/га+ N<sub>60</sub>. Внесение минеральных удобрений по безотвальной обработке также повышали урожайность кукурузы до 1,41 т/га, что на 28,7% выше по сравнению с контролем. При мелкой обработке максимальная урожайность составила 5,94 т/га в варианте N<sub>230</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>.

Внесение птичьего помета и компоста как отдельно, так и совместно с азотными удобрениями также повысило урожайность зерна кукурузы от 0,78 до 1,13 т/га. Следовательно, по всем вариантам наибольшая урожайность была получена по вспашке, а минимальная – по мелкой обработке. Внесение органических и минеральных удобрений как совместно, так и отдельно положительно повлияло на урожайность зерна кукурузы по всем изучаемым нами обработкам. Максимальная урожайность по вспашке была получена в варианте птичий компост 20т/га+N<sub>60</sub> - 7,23 т/га; по безотвальной обработке – в варианте птичий компост 20т/га+N<sub>60</sub> – 6,37 т/га; по мелкой обработке в варианте птичий компост 20т/га+N<sub>60</sub> и в варианте N<sub>230</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> и составило 5,93 и 5,94 т/га соответственно.

По результатам нашего исследования мы рекомендуем выращивать кукурузу на зерно районированных гибридов для ЦЧР по обработки почвы на глубину 22-25 см с внесением органического удобрения птичий компост – 20т/га и азотного удобрения из расчёта N<sub>60</sub>.

Таблица

Средняя урожайность зерна кукурузы (т/га)

Вариант опыта	Вспашка	Чизелевание	Лущение
Контроль, без удобрений	5,79	4,91	4,80
Птичий помет - 20т/га	6,81	5,73	5,58
Птичий помет - 20т/га+N <sub>60</sub>	6,99	5,79	5,87
Птичий компост -20т/га	6,66	5,80	5,63
Птичий компост - 20т/га+N <sub>60</sub>	7,23	6,37	5,93
N <sub>230</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	6,96	6,32	5,94
Фактор А НСР <sub>05</sub>	0,54		
Фактор В НСР <sub>05</sub>	0,76		

### Список литературы

1. Воронин, А.Н. Влияние комплексного применения удобрений и средств защиты растений на урожайность зерновой кукурузы в условиях Белгородской области /А.Н. Воронин и др. // Кукуруза и сорго.-2018.-№3.- С.16-19.



2. Девтерова, Н. И. Влияние различных приемов обработки почвы на продуктивность культур и агрофизические свойства слитых черноземов / Н.И. Девтерова, О.А. Благополучная // Земледелие.- 2019.- № 3. - С. 31–33.

3. Заверткин, И. А. Действие минеральных удобрений на урожайность зелёной массы кукурузы гибрида Ig 30215 / И. А. Заверткин, Н. Ф. Хохлов, М. А. Мазиров // Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации. – Суздаль-Иваново: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр"; ПресСто, 2021. – С. 58-61.

4. Федотов В.А., Кадыров С.В. и др. Растениеводство. - М.: Лань, 2020. -325 с.

5. Шитикова А.В. Полеводство. Учебник. – М.: Лань, 2022. -200 с.

## **ВЛИЯНИЕ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО - ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ**

*Каюмов Айрат Мунирович, аспирант 2 года обучения лаборатории минерального и биологического азота и оценки эффективности применения удобрений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», [kayumov\\_ajrat@mail.ru](mailto:kayumov_ajrat@mail.ru)*

*(Научный руководитель – Шафран Станислав Аронович, д.с.-х.н., главный научный сотрудник лаборатории минерального и биологического азота и оценки эффективности применения удобрений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», [shafran38@mail.ru](mailto:shafran38@mail.ru)*

*Аннотация:* Изучается влияние форм азотных удобрений на урожай и элементы его структуры яровой пшеницы разных сортов на дерново-подзолистой почве Нечерноземной зоны.

*Ключевые слова:* яровая пшеница, сорт, урожайность, элементы структуры

Несмотря на то, что о неодинаковой отзывчивости сортов яровой пшеницы на удобрения известно давно, сегодня проблема сорта и удобрений не теряет свое актуальности [1].

К настоящему времени произошла значительная сортосмена посевного материала, отличающихся специфичностью требований к условиям минерального питания, а имеющихся исследований недостаточно для выявления определенных закономерностей в отношении взаимодействия сорта и удобрений [2,3]. Естественного плодородия почв недостаточно для производства зерна, поэтому из многих факторов, влияющих на продуктивность зерна – минеральные удобрения являются одним из основных источников получения количественной и качественной продукции.

Целью данного исследования является изучение отзывчивости сортов яровой пшеницы Злата, Эстер и Радмира на разные формы азотных удобрений (аммиачная селитра, карбамид).

В ходе исследований будет решаться задача изучения влияния различных форм азотных удобрений на урожайность различных сортов яровой пшеницы и ее структуру.

Полевой опыт проводился на дерново–подзолистой тяжелосуглинистой почве на землях отдела агротехнологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н.Прянишникова» в микрорайоне Барыбино города Домодедово Московской области.

Почва опытного участка дерново–подзолистая тяжелосуглинистая со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя: содержание органического вещества – от 1,38 до 1,62%, щелочногидролизуемого азота по Корнфилду – от 68,5 до 78,5 мг/кг, подвижного фосфора и калия по Кирсанову – от 91 до 98 и от 105 до 120 мг/кг соответственно, рН солевой вытяжки – от 4,1 до 4,3.

Агротехника в опыте – рекомендованная для Нечерноземной зоны. Площадь опытного участка составляет 0,2 га. Схема опыта: 1. контроль (без удобрений) 2. P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>–фон; 3. фон+Nаа<sub>90</sub>; 4. фон+Nm<sub>90</sub>. Сорта яровой пшеницы: Злата, Эстер и Радмира. Норма высева семян – 5,5 млн/га. Повторность опыта 4–х кратная, число делянок: 48, общая и учетная площадь 1 делянки составляет 40 и 16 м<sup>2</sup> соответственно. Расположение вариантов в опыте систематическое. Из фосфорных и калийных удобрений в качестве фона применяли аммофос и хлористый калий (хлорид калия), из азотных удобрений использовали аммиачную селитру (аммоний азотнокислый) (Nаа), и карбамид (Nm).

В 2024 году развитие растений проходило с второй декады мая по первую декаду августа в условиях избыточного температурного режима и неустойчивого увлажнения. За данный период средняя температура по декадам была выше среднепогодных показателей на 24–38%.

Среди элементов технологии выращивания важное значение принадлежит азотному питанию. Из данных таблицы следует, что все изучаемые сорта яровой пшеницы положительно отзывались на применение удобрений.

Таблица

Продуктивность различных сортов яровой пшеницы в ц/га, 2024 год

Вариант	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Урожайность соломы, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Отношение побочной продукции к основной
Злата					
контроль	20,6	-	25,8		1,2

Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub> –фон	25,6	5,0	43,9	18,1	1,7
фон+Наа <sub>90</sub>	30,9	10,3	47,3	21,5	1,5
фон+Nm <sub>90</sub>	31,5	10,9	49,8	24,0	1,6
НСР <sub>05</sub>	5,0	-	4,7	-	-
Эстер					
контроль	21,0	-	27,3	-	1,3
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub> –фон	26,8	5,8	34,5	7,2	1,3
фон+Наа <sub>90</sub>	31,3	10,4	52,9	25,6	1,7
фон+Nm <sub>90</sub>	30,5	9,5	52,5	25,2	1,7
НСР <sub>05</sub>	4,7	-	3,4	-	-
Радмира					
контроль	21,1	-	29,6	-	1,4
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub> –фон	26,2	5,1	34,3	4,8	1,3
фон+Наа <sub>90</sub>	33,5	12,4	50,8	21,2	1,5
фон+Nm <sub>90</sub>	31,5	10,4	51,5	21,9	1,6
НСР <sub>05</sub>	6,1	-	5,7	-	-

На азот отзываются все изучаемые сорта, но с различной степенью. Действие азотных удобрений проявилось в меньшей степени в вариантах фон+Наа<sub>90</sub> и фон+Nm<sub>90</sub> у сорта Эстер, а также на варианте фон+Nm<sub>90</sub> у сорта Радмира. В данном случае величина прибавки урожайности по отношению к варианту Р<sub>60</sub>К<sub>60</sub>–фон от их внесения оказалась незначительной и не превысила НСР<sub>05</sub>. Окупаемость от азота на сорте яровой пшеницы Злата составила 5,8 и 6,5 кг/кг, Эстер – 5,1 и 4,1 кг/кг, Радмира – 8,1 и 5,8 кг/кг. По мере изменения урожайности зерна различных сортов яровой пшеницы меняется и урожайность соломы. Применение азотных удобрений оказало влияние на прибавку по отношению к контролю и варианту Р<sub>60</sub>К<sub>60</sub>–фон, за исключением варианта фон+Наа<sub>90</sub> у сорта Злата. Прибавка урожая соломы на указанном варианте после внесения азотных удобрений по отношению к варианту Р<sub>60</sub>К<sub>60</sub>–фон не превышала НСР<sub>05</sub>. При этом отношение побочной продукции к основной у сорта Эстер на вариантах с азотными удобрениями составляет 1,7, а у сортов Злата и Радмира – от 1,5 до 1,6. Доля зерна в общем урожае сухой массы сортов яровой пшеницы изменяется и можно предположить, что азот в некоторых вариантах больше влияет на вегетативную массу, чем на репродуктивную.

Анализ структуры урожая яровой пшеницы позволяет определить группу показателей, оказывающих влияние на формирование урожая [4,5]. Масса 1000 зерен играет существенную роль в формировании продуктивности колоса и зависит не только от сортовой специфики и среды, но и питания. Данный признак варьировал от 24,2 г у сорта Радмира до 30,4 г у сорта Злата. Из всех изучаемых сортов наибольшая масса зерен по опыту отмечена у сорта Злата – 30,4 г на варианте Р<sub>60</sub>К<sub>60</sub>–фон, наименьшая у сорта Радмира – 24,2 г на варианте контроля.

Растения сортов яровой пшеницы были разной высоты. За период исследования превышение высоты растений на варианте фон+Nm<sub>90</sub> (77,0±3,4см)

в сравнении с контролем ( $71,1 \pm 0,8$  см) у сорта Злата составило 5,9 см, у сорта Эстер на том же варианте ( $76,6 \pm 0,2$  см) в сравнении с контролем ( $68,7 \pm 3,4$  см) составило 7,9 см, у сорта Радмира на варианте фон+Naa<sub>90</sub> ( $77,9 \pm 2,3$  см) в сравнении с контролем ( $70,5 \pm 0,2$  см) составило 7,4 см. Самые высокие растения сформировались на варианте фон+Nm<sub>90</sub> у сорта Эстер ( $76,6 \pm 0,2$  см) и ( $77,0 \pm 3,4$  см) у сорта Злата, на варианте фон+Naa<sub>90</sub> ( $77,9 \pm 2,3$  см) у сорта Радмира.

По результатам парного корреляционного анализа установлена зависимость высоты растений с массой соломы у сортов Злата, Эстер и Радмира ( $r=0,99$ ;  $0,98$  и  $0,85$  соответственно). Исследования показали, что масса зерна с одного растения варьировала с изменением питания растений. В варианте контроля у изучаемых сортов масса зерна с одного колоса составляла 0,64 г у сорта Радмира; 0,69 г у сорта Эстер; 0,76 г у сорта Злата, то по остальным вариантам опыта по вышеуказанным сортам эти изменения были следующие: P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>-фон – 0,73 г у сорта Радмира; 0,77 г у сорта Эстер; 0,79 г у сорта Злата; фон+Naa<sub>90</sub> – 0,73 г у сорта Радмира; 0,77 г у сорта Эстер; 0,78 г у сорта Злата; фон+Nm<sub>90</sub> – 0,71 г у сорта Радмира; 0,83 г у сорта Злата; 0,84 г у сорта Эстер. При парном корреляционном анализе выявлено, что масса зерна с одного колоса вышеперечисленных сортов сопряжена с их количеством ( $r=0,73$ ;  $0,94$ ;  $0,62$  соответственно) и урожайностью ( $r=0,73$ ;  $0,84$ ;  $0,78$  соответственно). Таким образом можно определить зерновую продуктивность культуры.

Наибольшее количество продуктивного стеблестоя отмечено у сорта яровой пшеницы Радмира на варианте фон+Nm<sub>90</sub> – 468 шт/м<sup>2</sup>. Прибавка продуктивного стеблестоя Злата и Эстер на варианте фон+Naa<sub>90</sub> по сравнению с контролем выше на 29,7 и 26,2%, у сорта Радмира на варианте фон+Nm<sub>90</sub> прибавка по сравнению с контролем выше на 29,8%.

По числу зерен в колосе показатель у сорта Радмира на варианте фон+Naa<sub>90</sub> изменялся относительно контроля на 8,4%, а у сортов Злата и Эстер на варианте опыта фон+Nm<sub>90</sub> изменялся относительно контроля на 10,6 и 12,8%. Из всех изучаемых сортов наибольшее количество зерен в колосе по опыту установлено на варианте фон+Naa<sub>90</sub> у сорта Радмира, а также на варианте фон+Nm<sub>90</sub> у сортов Эстер и Злата – 28.

Оценивая изменения урожайности сортов яровой пшеницы Злата, Эстер и Радмира на вариантах с использованием разных форм азотных удобрений можно отметить, что наиболее полно потенциал продуктивности сортов был реализован на варианте фон+Naa<sub>90</sub> сортом Радмира.

В ходе проведения дальнейших исследований будет дана оценка эффективности возделывания указанных сортов яровой пшеницы на дерново-позолистых почвах Центрального федерального округа Российской Федерации и рекомендованы подходы к определению доз азотных удобрений под изученные сорта.

### **Список литературы:**

1. Шафран С.А., Козеичева Е.С. Роль плодородия и сорта в повышении урожайности зерновых культур – Агрохимия – 2024. – №2 – С.84–94. DOI: 10.31857/ S0002188124020105.

2. Фирюлин А.И., Кошеляев В.В. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта и удобрений // Земледелие – 2007. – №3. – С.29-31.

3. Шафран С.А., Виноградова С.Б. Влияние сорта на потребление и вынос питательных веществ зерновыми культурами – Агрохимия – 2024. – №7 – С.36–47. DOI: 10.31857/ S0002188124070062, EDN: CFXRFX.

4. Агеева Е.В., Леонова И.Н., Лихенко И.Е., Советов В.В. Масса зерна колоса и масса тысячи зерен как признаки продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в условиях лесостепи Приобья. Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021; 7(1): 5–11. DOI 10/18699/Letters VJ2021–7–01.

5. Борисов Б.Б., Исламова Ч.М., Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш. Оценка продуктивности и экологической адаптации сортов яровой пшеницы в условиях Среднего Приуралья [Электронный ресурс] //АгроЭкоИнфо: Электронный научно–производственный журнал. – 2023. – №6. –Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st\\_614.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_614.pdf). DOI: <https://doi.org/10/51419/202136614>

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ БАКТЕРИЙ РОДА AZOTOBACTER**

*Климова Мария Евгеньевна, студентка 2 курса бакалавриата Института зоотехнии и биологии, ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [mklimova\\_05@mail.ru](mailto:mklimova_05@mail.ru)*

*Зайко Мария Андреевна, студентка 2 курса бакалавриата Института зоотехнии и биологии, ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [marylimeowlet@gmail.com](mailto:marylimeowlet@gmail.com)*

*Леишкова Элина Ягшимурадова, студентка 2 курса бакалавриата Института зоотехнии и биологии, ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [Elinameredova@gmail.com](mailto:Elinameredova@gmail.com)*

*(Научный руководитель – Каменных Наталья Львовна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kamennych@rgau-msha.ru](mailto:kamennych@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в данной статье рассмотрены факторы, необходимые для роста, развития и азотфиксации бактерий рода Azotobacter, а также проанализирована эффективность удобрений, содержащих данные бактерии.*

*Ключевые слова: азотфиксация, микроорганизмы, почвы, эффективность, азотобактер*

Азот является одним из важнейших элементов в составе почв, а микроорганизмы, способные преобразовывать азот из атмосферы в его соединения, в свою очередь играют важную роль в его накоплении. Уровень азотсодержащих соединений определяют уровень плодородия почвы. Однако в разных типах почв эффективность деятельности бактерий может различаться.

Эффективность использования удобрений на основе азота, продуцируемого азотофиксирующими бактериями, напрямую зависит от содержания в почве минеральных форм азота, таких как аммоний и нитраты. Чем больше этих форм присутствует в почве, тем меньше увеличение урожая будет после применения удобрений. Это явление наблюдается в различных почвенно-климатических условиях [4].

*Azotobacter spp.* – это род свободноживущих аэробных бактерий овальной или круглой формы, размеры которых варьируются от 1-2 мкм в ширину и 2-10 мкм в длину. Впервые были обнаружены в 1901 голландским микробиологом Мартином Бейеринком и включает в себя 7 видов [1].

На рост и развитие азотобактеров влияют различные факторы окружающей среды. Отрицательное воздействие на размножение микроорганизмов оказывает сильнокислая среда (рН 5,5 – 5,29). Так же она угнетает физиологические и биохимические процессы внутри клетки. Менее губительно влияние щелочной среды, замедляющее процесс деления клетки. Вместе с этим интенсивность азотфиксации в кислой и щелочной среде понижается. Наиболее благоприятной средой для развития и роста азотобактеров является рН = 7,2 – 7,4 [2].

Азотфиксирующие бактерии – мезофилы. Минимальная температура, необходимая им для развития, составляет 10°C, максимальная – 35-37°C. Оптимальная температура, при которой интенсивность роста бактерий достигает наибольших значений – 30°C [2].

Важным фактором так же является влажность среды, т.к. потребность бактерий в воде сопоставима с высшими растениями. Для этого им необходима влажность 60-80% от влагоёмкости почвы. При иссушении почв внутри клеток значительно замедляются или полностью останавливаются все процессы метаболизма [2]. Для предотвращения истощения азота в почве используют удобрения, содержащие азотофиксирующие бактерии.

Коэффициент использования азота растениями может варьироваться от 20% до 75% от внесенных удобрений. Недостаток влаги значительно снижает этот показатель. В связи с высокой значимостью производства и применения удобрений на основе азота ученые рекомендуют активно использовать не только минеральные и органические удобрения, но и все доступные источники биологического азота, включая бобовые культуры. Это особенно актуально для Нечерноземья с его бедными дерново-подзолистыми почвами.

В целях улучшения качества почвы можно использовать бактериальные удобрения в комбинации с такими растениями, таких как горчица, репс, сурепица. Установлено, что при использовании, например, белой горчицы в виде

сидерата (растения, которое выращивается на полях в целях последующей заделки, для улучшения ее структуры и обогащения органическими веществами и азотом) и внесении ризосферных азотфиксирующих микроорганизмов увеличивается потребление растениями азота на 5–9% в зависимости от погодных условий. Биопрепаратов с эндофитными микроорганизмами увеличивает использование азота на 8–12%. Обработка семян биопрепаратами влияет на коэффициент использования азота растениями, он возрастает в дерново-подзолистых почвах от 36–50 до 39–60%, в серых лесных почвах – от 29 до 31% [4].

Использование биопрепаратов, содержащих активные штаммы ассоциативных микроорганизмов, может способствовать росту урожайности зерновых культур на 15-20%, а овощных и других культур – на 20-30%. Это свидетельствует о том, что азот играет ключевую роль в формировании высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и поддержании плодородия почвы.

Для эффективной азотфиксации микроорганизмам необходимы такие микроэлементы, как молибден, входящий в состав нитрогеназы – ферментного комплекса, восстанавливающего молекулярный азот ( $N_2$ ) до аммиака ( $NH_3$ ) – и ванадий, способный частично заменить молибден для некоторых видов. Положительно на размножение азотфиксаторов влияет бор при концентрации 0,005% [2].

Поскольку азотобактеры аэробны, им нужно достаточное количество кислорода в почве. В условиях природных почв их плотность должна составлять 1,2-1,4 г/см [2].

Все вышеперечисленные факторы весьма ограничивают распространение азотобактеров, в связи с чем используются удобрения, содержащие в себе данные микроорганизмы.

Однако азотобактеры имеют другую важную функцию – выработку фитогормонов, стимулирующих прорастание и рост семян. Исследования влияния препарата «Азотобактерин» (Россия), показали, что при использовании препарата в концентрации 2мл/л, количество не проросших семян огурца уменьшилось на 28%, гороха – на 20%. При этом прирост корня и скорость семян повышалась на 25% при концентрации 1мл/л.

«Азофобактерин-АФ» (Россия) – биоудобрение на основе низинного торфа и бактерий *Azotobacter chroococcum* – используется для подкормки растений, а также для рекультивации почв и предпосевной обработки семян. Испытания показали, что при применении удобрения в соотношении 1:75 повысило всхожесть семян на 4-12%, а также увеличило запасы азота в серых лесных почвах на 23-69%, в дерново-подзолистой на 17-63%, в черноземной на 14-61% [5].

Эффективность использования удобрений на основе азота, продуцируемого азотфиксирующими бактериями, напрямую зависит от

содержания в почве минеральных форм азота, таких как аммоний и нитраты. Чем больше этих форм присутствует в почве, тем меньше увеличение урожая будет после применения удобрений. Это явление наблюдается в различных почвенно-климатических условиях [4].

«Азолен-Ж» (Россия) – биопрепарат на основе бактерий *Azotobacter vinelandii* ИБ-4, обладает фунгицидными и ростостимулирующими свойствами, высоким уровнем нитрогеназной активности. Полевые исследования, проведенные на картофеле, выявили снижение поражения растений ризоктониозом в период цветения на 75%, фитофтороза – на 121%. Вместе с этим отмечалось уменьшение количества крупных клубней, но увеличение урожайности в целом [5].

Мы изучили свойства *Azotobacter* spp и его положительное действие на почву. Оценили зависимость размножения азотобактера под влиянием факторов окружающей среды. Познакомились с рядом биопрепаратов для эффективного использования в почвах.

#### Список литературы

1. Jenita Nongthombam, Adesh Kumar, Shagun Sharma and Shuja Ahmed- «Azotobacter:A Complete Review»-URL: [https://www.researchgate.net/publication/352312058\\_Azotobacter\\_A\\_Complete\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/352312058_Azotobacter_A_Complete_Review)
2. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. «Экология азотфиксации» – М.: РАН, 2019
3. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. «Азот в агросистеме на черноземных почвах.» - М.: РАН, 2018.
4. Завалин А.А., Алферов А.А., Чернова Л.С. «Ассоциативная азотофиксация и практика применения биопрепаратов посевах сельскохозяйственных культур»- URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=agro&y=2019&v=0&n=8&a=Agro1908014Zavalin>
5. Соколова М.Г., Акимова Г.П., Нечаева Л.В «Изменение физиологических характеристик роста растений под воздействием ризосферных бактерий»// известия Иркутского государственного университета- 2008 Т. 1, № 1 С. 68–71

#### ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ В ЗЕРНЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-СЛАБОПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

*Коннова Екатерина Сергеевна, магистрант 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*  
[Lifened@yandex.ru](mailto:Lifened@yandex.ru)

*(Научный руководитель – Новиков Николай Николаевич, д.б.н., профессор, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ*



*Аннотация:* В исследовании был проведен экспериментальный анализ, благодаря которому удалось получить новые сведения о влиянии режимов азотного, фосфорного, калийного на общее содержание в зерне белков в растениях ярового ячменя и накопление отдельных белковых фракций при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

*Ключевые слова:* яровой ячмень, удобрения, биохимия, белок

Сельское хозяйство – главный источник сырья для производства продуктов питания для человека. В основе этой отрасли стоит наука, благодаря которой многократно увеличилась урожайность и улучшилось качество продукции сельскохозяйственных культур. Вместе с этим удалось более эффективно использовать доступные средства и сократить расходы при выращивании сельскохозяйственных культур и при перерабатывании получаемой сельхозпродукции. Чтобы добиться большего объема и более высокого качества аграрной продукции разрабатывают различные методы диагностики питания растений для каждого этапа их развития ради обоснования внесения необходимых растениям норм органических и минеральных удобрений в оптимальные агротехнические сроки.

На качественную составляющую зерна ячменя влияют многие показатели, но главный фактор, определяющий его ценность — это химический состав, а именно содержание и состав белков, с помощью которых можно определить питательную ценность зерновой продукции, активность ферментов, который является одним из основных факторов, способных влиять на технологические и семенные свойства зерна, включая ферментные комплексы гидролаз и антиоксидантной системы растений. Все эти показатели во многом зависят от применяемого режима питания ячменя и гидротермических условий в период их вегетации.

Однако при значительном объеме научных исследований, проведенных при различных условиях внешней среды и системах удобрения растений, тем не менее еще имеется мало сведений о влиянии режимов питания на содержание и состав белков в зерне новых сортов ячменя, а также активность амилолитических ферментов в созревающих и прорастающих зерновках.

Актуальность исследования. Исследования по влиянию режима питания на биохимические показатели качества зерна ячменя необходимы для получения теоретических сведений об оптимизации применения удобрений для растений этой культуры в целях формирования высоких урожаев зерна с оптимальным содержанием и составом белков, а также активностью амилолитических ферментов, отвечающих требованиям к кормовому и продовольственному зерну.

Цель исследования - изучение влияния режимов азотного, фосфорного, калийного питания растений на формирование урожая, содержание белков в

зерне ячменя сорта Златояр при выращивании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание в ней гумуса – 2,3 %, рН<sub>сол.</sub> – 5,7; Н<sub>г</sub> – 2,1, S – 7,8 мг-экв. на 100 г почвы; Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 275, К<sub>2</sub>О – 130 мг/кг почвы (в вытяжке по Кирсанову).

Яровой ячмень считается одной из самых экономически выгодных культур, так как его зерно обладает высокими питательными свойствами и используется во многих отраслях народного хозяйства. Благодаря своим биологическим достоинствам яровой ячмень хорошо переносит самые разные природно-климатические условия и выращивается повсеместно.

Ряд природно-климатических факторов, как положительно, так и отрицательно, влияют на урожайность ярового ячменя и повышение качества зерна, воздействуя на урожай, в том числе эти факторы влияют на рост и развитие растения, а также на химический состав зерна, при в котором изменяется количество веществ, влияющих на ценность получаемой продукции.

Режим питания определяет рост и развитие агрокультур, а также конечный результат формирования урожая и качества зерна. Режим питания является одним из немногих и самым главным показателем, который можно регулировать. С помощью различных удобрений и их дозировкой с учетом биологических особенностей удобряемой культуры, почвы, природных и климатических факторов можно повысить урожайность и качество зерна ячменя. Для создания высокого, качественного и экологически безопасного урожая необходимо определить оптимальные нормы и сроки внесения удобрений. Дозы удобрений корректируются в зависимости от природно-климатических условий региона, результатов почвенной и растительной диагностики, а также планируемого урожая.

Таблица

Зерновая продуктивность растений и содержание белков в зерне ячменя в зависимости от режима питания

Варианты	Урожай зерна, г/м <sup>2</sup>	Содержание белков, % сух. массы
1    Контроль	277	10,9
2    Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	362	10,3
3    N <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	412	12,0
4    N <sub>60</sub> Р <sub>60</sub>	461	11,6
5    N <sub>60</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	450	12,1
6    N <sub>60</sub> Р <sub>120</sub> К <sub>120</sub>	445	12,9
7    N <sub>120</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>120</sub>	459	12,9

8	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	460	12,7
9	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	479	14,2
НСР <sub>05</sub>	-	14	0,2

Внесение фосфорно-калийных удобрений во 2 варианте способствовало значительному повышению урожайности зерна по сравнению с контролем, это связано с усилением деятельности корневой системы у ячменя, также в этом варианте наблюдалось снижение содержания белков в зерновках (табл. 1). При добавлении к фосфорно-калийным удобрениям азотного в варианте 5 сильно увеличился урожай (на 24,3%), а белковистость зерна повысилась на 1,8%.

В полевом опыте, проведенном на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве среднего уровня плодородия, показано, что более высокая зерновая продуктивность растений ячменя была получена в варианте N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, в котором урожай зерна превышал контроль на 73%, а содержание в зерне белков на 3,3%.

#### Список литературы

1. Конова А.М. Комплексное применение минеральных удобрений и пестицидов при возделывании ячменя на дерново-подзолистой почве / А.М. Конова // — 2010. — №2. — с. 13-14.
2. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. — М.: Колос, 1985, - 255 с.
3. Monzon J. P. Precision agriculture based on crop physiological principles improves whole-farm yield and profit: A case study / J.P. Monzon, P.A. Calviño, V.O. Sadras, J.B. Zubiaurre, F.H. Andrade // European Journal of Agronomy. – 2018. – V. 99. – pp. 62–71.

#### ВАРИАТИВНОСТЬ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ

*Корнев Илья Алексеевич, студент 4 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, olivka1209@gmail.com*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, К.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, efimov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в данной статье рассматривается исследование почвогрунтов, разработанных для использования в Московском регионе. Оценка агрохимических и физико-химических свойств компонентов показала их*

*соответствие требованиям ГОСТ Р 53381-2009 и Постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. № 514-ПП.*

*Ключевые слова:* Почвогрунты, агрохимические свойства, физико-химические свойства, сельское хозяйство, компосты.

Актуальность данного исследования обусловлена развитием рынка почвогрунтов в Московском регионе. Расширение городской территории требует повышения стандартов качества и объема многокомпонентных почвенных смесей. Многие ученые подчеркивают, что использование местных материалов для создания почвогрунтов является экономически оправданным [1,2,3,4,5].

Цель данной работы заключалась в анализе агрохимических и физико-химических свойств при моделировании почвогрунтов. В качестве основных компонентов были выбраны гумусовый горизонт почв дерново-подзолистой зоны вскрышного участка карьера «Михайловское» в Рузском районе, низинный торф из месторождения «Юховское» и песок из месторождения «Орешкинское», а также известь пушонка.

В рамках исследования определялись следующие характеристики компонентов почвогрунтов: массовая доля влаги (по ГОСТ 11305-83), потеря от прокаливания (по ГОСТ 27784-88), содержание органического вещества (по ГОСТ 26213-91), гуминовых и фульво кислот (по методикам Кононовой и Бельчиковой), гранулометрический состав (по Н.А. Качинскому), агрегатный состав (по Н.И. Саввинову) и другие показатели, содержание азота, фосфора, калия, а также микроэлементов ) результаты представлены в таблице "макроэлементы питания растений (общее содержание, содержание доступных форм)".

Результаты показали, что все компоненты имеют благоприятные агрохимические и агрофизические свойства, признаки загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами не были выявлены.

На основе анализа свойств компонентов были предложены несколько рецептур почвогрунтов, ориентированных на разные типы культур. Для товарных овощей и комнатных цветов был разработан вариант смеси № 1, а для заполнения посадочных ям плодовых и декоративных деревьев и кустарников (исключая хвойные) — вариант № 2.

Предложенные рецептуры почвогрунтов имеют следующие пропорции: в варианте № 1 низинный торф составляет 43%, гумусовый слой — 28%, а песок — 29%. В варианте № 2 соотношения следующие: 43% низинного торфа, 13% гумусового слоя и 44% песка. Количественные показатели почвогрунтов представлены в таблице. Эти рецептуры могут быть использованы для достижения оптимальных условий роста растений и повышения урожайности, что делает их актуальными для широкого спектра сельскохозяйственных и озеленительных задач.

По результатам исследования все варианты приготовленных почвогрунтов соответствуют требованиям ГОСТ Р 53381-2009 «Почвы и грунты. Грунты

питательные. Технические условия». Варианты, разработанные для закладки газонов, также удовлетворяют критериям Постановления Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. № 514-ПП «Об утверждении методических рекомендаций и требований по производству компостов и почвогрунтов, используемых в г. Москве».

Таблица

Макроэлементы питания растений (общее содержание, содержание доступных форм)

Варианты почвогрунтов	Общий азот, %	Аммонийный азот (N-NH <sub>4</sub> ), мг/кг	Нитратный азот (N-NO <sub>3</sub> ), мг/кг	Общий фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %	Подвижный фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) мг/кг	Общий калий, %	Подвижный калий (K <sub>2</sub> O) у, мг/кг
Почвогрунт «Овощи, комнатные цветы»	0,94	25,54	7,45	2,83	78,71	0,44	81,8
	0,92	32,82	8,29	2,92	77,48	0,41	88,8
	0,88	29,3	8,4	2,61	48,72	0,37	54,6
Почвогрунт «Для засыпки посадочных плодовых ям»	0,79	23,88	10,18	2,45	54,39	0,45	92,8
	0,80	24,68	7,43	2,33	41,05	0,42	97,1
	0,67	25,20	8,61	2,26	37,42	0,34	73,4

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что все компоненты обладают благоприятными агрохимическими и физическими свойствами, и в них не выявлено признаков загрязнения тяжелыми металлами или радионуклидами. Это открывает возможность использования анализируемых материалов для создания почвогрунтов, которые могут рассматриваться как побочные продукты вскрышных работ при добыче полезных ископаемых.

На основе свойств исходных компонентов были предложены две рецептуры почвогрунтов, адаптированные для различных групп культур. Эти разработки могут способствовать улучшению качества почвы и повышению эффективности агрономических процессов, что важно для устойчивого развития сельского хозяйства и озеленения в регионе.

### Список литературы

1. Агроэкологическая оценка уплотнения почв / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. В. Гукалов, К. С. Бородин // Плодородие. – 2021. – № 1(118). – С. 54-56. – DOI 10.25680/S19948603.2021.118.15.
2. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 34 с.

3. Ганжара, Н. Ф. Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2012. – 285 с. – ISBN 978-5-9675-0766-3.

4. Информационно-энергетическая оценка создания почв с заданными свойствами / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. Д. Наумов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53). – DOI 10.51419/202125506.

5. Оценка потребности растений в элементах питания с использованием принципов обратной связи / В. И. Савич, В. Д. Наумов, И. И. Тазин [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 4(52). – DOI 10.51419/202124404

## **ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ НА РАЗНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУППАХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Куприянов Алексей Николаевич**, аспирант Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kupriyanov.aleksey98@mail.ru](mailto:kupriyanov.aleksey98@mail.ru)

(Научный руководитель - Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))

*Аннотация:* в данной статье изучено влияние жидких комплексных удобрений (ЖКУ) марки НРК 7:23:7 совместно с КАС-32 + NS 8:9 на качественные показатели и химический состав зерна кукурузы на плакорных и эрозионных группах земель в условиях Краснодарского края.

*Ключевые слова:* жидкие комплексные удобрения, кукуруза, качество зерна, агроэкологическая группа земель, производственный опыт.

### **Введение**

Зерновые культуры во всех фазах роста предъявляют высокие требования к обеспеченности питательными элементами в почвенном покрове. Научные исследования свидетельствуют, что формирование качественной основной продукции возможно, только при сбалансированном питательном режиме, в условиях минимальных непродуктивных потерь элементов питания, с учетом почвенно-климатических условий и особенностей сорта [2, 4].

Анализ структуры урожая в южных регионах России определяет кукурузу (*Zea mays L.*) как одну из важнейших сельскохозяйственных культур, играющих ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и кормовой базы животноводства. Кукуруза входит в число экспортоориентированной продукции и занимает от 15 до 35% в структуре посевных площадей.

Эффективное производство кукурузы требует оптимальных условий питания, что в значительной степени зависит от грамотного применения удобрений. В последние годы жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) привлекли

значительное внимание исследователей и агрономов благодаря своей высокой усвояемости растениями и возможностью их точного внесения. Одним из важнейших аспектов применения ЖКУ является их влияние на качество зерна кукурузы, особенно в различных агроэкологических условиях [1, 3].

Настоящая статья посвящена исследованию влияния жидких комплексных удобрений на качественные показатели и химический состав зерна кукурузы на разных агроэкологических группах земель. Исследования проводились в 2021-2023 гг. в Новокубанском районе Краснодарского края.

#### **Объекты и методы исследований:**

Объектом исследования является среднеспелый гибрид кукурузы ДКС 4964 (ФАО 370).

Изучаемые факторы:

1. Удобрение жидкое ЛиквиФорс марки: NPK 7:23:7; удобрение жидкое ЛиквиФорс марки: NS 8:9 (разработанные компанией ООО «ДЖИЭСЭМ КЕМИКЛ»); КАС-32 (карбамидно-аммиачная смесь).

2. Агроэкологические группы земель: плакорные и эрозионные земельные участки.

До постановки опыта был выполнен агроэкологический анализ местности, который охватывал климатические особенности, характер рельефа, почвенный покров, агрохимические и другие факторы, влияющие на урожайность культур. В ходе исследования было важно обеспечить расположение всех вариантов опыта на одной группе земель в пределах элементарного ареала агроландшафта (ЭАА) [3].

Основной зональный тип почв на территории проведения исследования – чернозем типичный. Плакорная группа земель отражает основные особенности зональных тип почв и представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым на лессовидной легкой глине. Эрозионная группа земель представлена комбинациями черноземов типичных разной степени эродированности [3, 5].

Методы:

1. Учет урожайности проводился сплошным методом с помощью комбайна. Урожай зерна пересчитывали на 14 % влажность.

2. Влажность зерна определяли экспресс-влажномером Wile 65.

3. Определение содержания массовой доли сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, азота, фосфора и калия проводили согласно нормативам и ГОСТ.

4. Статистическую обработку проводили с помощью пакета анализа Microsoft Excel 2019 и программы STATISTICA 8.0 [10].

После проведения агроэкологического анализа территории, на основе полученных результатов, была составлена схема двухфакторного опыта, включающая в себя 8 вариантов в 4-х кратной повторности:

Вариант 1 - контроль.

На контрольных участках посев проводили без внесения минеральных удобрений, все остальные агротехнологические мероприятия были идентичны на всех участках.

Вариант 2 - схема питания, принятая в хозяйстве.

На участках со схемой питания хозяйства вносили 150 кг/га Аммиачной селитры в разброс под предпосевную культивацию

Вариант 3 – ЖКУ.

Удобрение жидкое ЛиквиФорс марки: NPK 7:23:7 (припосевное внесение) – 75 л/га или эквивалент 100 кг/га (рабочий раствор с учетом воды 150 л/га).

Вариант 4 – ЖКУ+м/к.

Удобрение жидкое ЛиквиФорс марки: NPK 7:23:7 (припосевное внесение) + междурядная культивация по вегетации: удобрение жидкое ЛиквиФорс NS (8:9) + КАС-32. Припосевное внесение в рядок NPK (7:23:7) – 75 л/га или эквивалент 100 кг/га (рабочий раствор с учетом воды 150 л/га). Междурядная культивация в фазу 3-5 листьев с внесением смеси КАС-32 и NS (8:9) – 100 л + 75 л/га или эквивалент 130 кг + 82,5 кг/га.

Описанные 4 варианта были заложены на двух группах земель: плакорные и эрозионные, то есть в опыте было 8 вариантов. Технология не изменялась от группы земель. Предшественник на всех полях – пшеница озимая. Норма высева 65 тыс. шт./га, междурядье 70 см. Обработки СЗР проводились на всех вариантах одинаково.

### **Результаты и их обсуждение**

В течение трёхлетнего периода исследований наиболее высокую урожайность показали варианты с применением жидких комплексных удобрений (ЖКУ) как на плакорных участках, так и на участках, подверженных эрозии. Лучшие результаты продемонстрировала схема применения ЖКУ+м/к на плакорных землях: средняя урожайность за три года составила 89,1 ц/га, что на 14,1 ц/га больше по сравнению с эрозионными землями при использовании той же схемы, и на 10,8 центнера выше, чем при применении аммиачной селитры (вариант 2).

Применение новой технологии минерального питания повлияло не только на увеличение урожайности кукурузы, но и на качество продукции. Увеличение доз азотных удобрений, в вариантах с применением ЖКУ, достоверно повышало содержание азота в зерне от 1,19 % на контрольном варианте, до 1,51 % на варианте с применением ЖКУ (см. таблицу).

Группа земель также оказала значительное влияние на содержание азота в некоторых вариантах. На эрозионных землях, по сравнению с плакорными, наблюдалось снижение уровня азота, причём самая заметная разница зафиксирована в вариантах с ЖКУ. Что касается содержания фосфора и калия в зерне, никаких существенных различий между вариантами опыта не выявлено; ни схема питания, ни группа земель не оказали значительного воздействия на эти показатели.



Таблица

## Химический состав зерна, % (в среднем за 2021-2023 гг.)

Вариант опыта	Факторы		Азот	Фосфор	Калий
	Группа земель (фактор А)	Схема питания (фактор Б)			
Вариант 1	Плакорные	Контроль	1,19	0,43	0,46
Вариант 2		Аммиачная селитра	1,42	0,44	0,45
Вариант 3		ЖКУ	1,46	0,44	0,41
Вариант 4		ЖКУ+м/к	1,51	0,46	0,40
Вариант 5	Эрозионные	Контроль	1,17	0,40	0,42
Вариант 6		Аммиачная селитра	1,39	0,39	0,42
Вариант 7		ЖКУ	1,43	0,42	0,41
Вариант 8		ЖКУ+м/к	1,50	0,45	0,39
НСР <sub>05</sub>			0,03	F <sub>факт</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>факт</sub> < F <sub>05</sub>

Анализ качественных показателей зерна свидетельствует о том, что совместно с увеличением азота в зерне увеличивалось общее содержание протеина и выход сырого протеина с 772 кг/га на контрольном варианте до 1114 кг/га, при внесении удобрений во время междурядной культивации. На остальные показатели качества такие как сырая клетчатка и сырой жир применение ЖКУ не оказало существенного и достоверного влияния.

Результаты исследований подтвердили, что использование технологий питания с ЖКУ, в сочетании с агроэкологическими особенностями земель, существенно влияло на повышение урожайности и содержание питательных веществ в зерне кукурузы. Эти факторы оказали значительное воздействие на объем общего выноса элементов и на их соотношение в составе урожая.

В среднем за три года хозяйственный вынос (с зерном) НРК на контрольном варианте составил 84, 30 и 33 кг/га соответственно. Наибольший вынос наблюдался на варианте ЖКУ+м/к – 112 кг/га N, 35 кг/га P и 36 кг/га K. Предложенные технологии питания с применением ЖКУ пропорционально увеличивали вынос азота совместно с увеличением урожайности. Группа земель также оказала достаточное влияние на вынос азота, разница между двумя группами земель оказалась существенная. Вынос фосфора и калия оказался не зависящим от обоих факторов. Соотношение элементов питания в среднем составляет 3,0:1,0:1,0 (НРК), при этом увеличение дозы азота увеличивает соотношение между элементами примерно до 3,5:1,0:1,0.

По результатам исследования разными методами были посчитаны коэффициенты использования элементов питания из удобрений. Доказано, что азот жидких комплексных удобрений лучше усваивается растениями, чем азот из

аммиачной селитры. Коэффициент использования азота в вариантах с ЖКУ варьирует от 68-66 % на плакорных землях и 50-52 % на эрозионных землях, тогда как из аммиачной селитры – 52 % на плакорных и 43 % на эрозионных землях.

Коэффициент использования фосфора из ЖКУ заметно не отличался по группам земель – 21,7-35,6 % в среднем на плакорных землях и 20,3-30,0 % на эрозионных. Однако коэффициент использования калия из ЖКУ уменьшался на эрозионных землях примерно на 10 % по сравнению с плакорными землями. КИ калия варьировал в диапазоне 42,9-59,3 на плакорных и 38,3-48,1 % на эрозионных землях.

### **Выводы**

Результаты проведённых исследований продемонстрировали, что внесение жидких комплексных удобрений (ЖКУ) способствует увеличению содержания азота в зерне кукурузы на примерно 0,3%, что в свою очередь повышает выход сырого протеина с одного гектара. При этом, значимого воздействия на уровни фосфора и калия в зерне, а также на содержание сырой клетчатки и сырого жира выявлено не было.

Коэффициенты использования элементов питания из ЖКУ были выше по сравнению с аналогичными показателями для аммиачной селитры. Азот из ЖКУ лучше усваивался растениями как на плакорных, так и на эрозионных землях. Коэффициент использования фосфора не сильно различался между группами земель, в отличие от калия, который на эрозионных землях усваивался хуже, чем на плакорных.

Таким образом, технология минерального питания с применением ЖКУ повышает эффективность использования азота, а также общую урожайность и содержание протеина в зерне кукурузы, делая данный подход перспективным для использования в хозяйствах и дальнейших исследованиях.

### **Список литературы**

1. Дроздова, В. В. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы при выращивании на черноземе, выщелоченном Западного Предкавказья / В. В. Дроздова, И. А. Булдыкова, О. А. Кучукова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 69. – С. 140-145. – DOI 10.21515/1999-1703-69-140-145. – EDN YPJLOC.
2. Куприянов, А. Н. Применение жидких комплексных минеральных удобрений как фактор оптимизации производства продукции растениеводства в условиях изменения климата / А. Н. Куприянов, А. А. Прохоров, А. И. Белолюбцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(233). – С. 33-40.».
3. Прохоров, А. А. Использование индексов вегетации в почвенно-ландшафтом картографировании и агроэкологической оценке / А. А. Прохоров, К. Д. Агеев, К. С. Горячев // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 2(62). – DOI

10.51419/202142228. – EDN EXXOQW.

4. Яковлев, А. В. Влияние удобрений на вынос элементов питания яровой пшеницей в условиях Предгорной зоны / А. В. Яковлев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 7(213). – С. 5-10. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-213-7-5-10. – EDN HQGQPI.

5. Kupriyanov, A. N. Use of geoinformation systems in agroecological land assessment / A. N. Kupriyanov, O. E. Efimov // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. – 2024. – No. 201. – P. 128-140. – DOI 10.21515/1990-4665-201-015. – EDN VBNSVL.

## **ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ БАКТЕРИЙ РОДА AZOTOBACTER В ПОЧВАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВЫХ ВИДОВ**

**Курмалиев Ислам Рамилевич**, 1 курс бакалавриат, институт Агробиотехнологии/направление селекция сельскохозяйственных культур [islam.kurmaliev@yandex.ru](mailto:islam.kurmaliev@yandex.ru)

**Тарасьева Александра Владимировна**, 1 курс бакалавриат, институт Агробиотехнологии/направление генетика растений [tarasevaalexandra228@gmail.com](mailto:tarasevaalexandra228@gmail.com)

**Батаева Анна Дмитриевна**, 1 курс бакалавриат, институт Агробиотехнологии/ направление генетика растений [adbataeva2006@yandex.ru](mailto:adbataeva2006@yandex.ru)

(Научный руководители – Андреева Мария Петровна, педагог ДО, ГАОУ АО ДО «РШТ» [mashandrya@yandex.ru](mailto:mashandrya@yandex.ru) Каменных Наталья Львовна - к.б.н., доцент кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева [nl-povetkina@mail.ru](mailto:nl-povetkina@mail.ru))

*Аннотация:* Актуальным становится поиск видов бактерий рода *Azotobacter*, которые обладают комплексом признаков стрессоустойчивости. Исследование видового разнообразия микроорганизмов этого рода на территории аридных засоленных почв предположительно расширит перспективы их использования в агросекторе.

*Ключевые слова:* отбор почвенных образцов, физико-химические свойства почвы, *Azotobacter*, азотфиксация, получение бактериальных колоний.

Препараты на основе бактерий р. *Azotobacter* отличаются высокой способностью фиксировать атмосферный азот. Результаты применения таких удобрений в сельском хозяйстве свидетельствуют о его большой эффективности. Присутствие и выживание бактерий р. *Azotobacter* в почве коррелирует с содержанием в ней органического вещества. Их много в плодородных, богатых гумусом почвах [1]. Поэтому актуальным становится поиск тех видов бактерий р. *Azotobacter*, обладающих стрессоустойчивостью к высокой температуре и солёности. Анализ видового многообразия бактерий, обитающих в условиях

засоленности и экстремальных температур аридных почв Астраханской области, является актуальным направлением исследований.

**Целью данной работы** являлось выявить наиболее благоприятные условия для формирования азотфиксирующих бактерий р. *Azotobacter* в почвах Астраханской области.

**В задачи исследования входило:**

1. Отбор образцов из аридных засоленных почв Астраханской области.
2. Изучение основных физико-химических свойств исследуемых почв.
3. Получение методом пересева культур бактерий.
4. Оценка динамики роста и проведение морфологического анализа колоний.

**Объекты исследований:** почвенные образцы ризосферы галофитов оз. Тинаки и ильменей Наримановского р-на Астраханской обл., ризосферы солеросов разных родов (с. Самосделка и пос. Басы Астраханской обл.), с/т «Наладчик» (Приволжский р-н Астраханской обл.).

Отбор проб производился в два этапа: 1) на озере Тинаки, в селе Самосделка, на территории с/т «Наладчик» (Приволжский р-н Астраханской обл.); 2) в посёлке Басы, на ильменях Наримановского р-на Астраханской обл. на дачном участке в с/т «Наладчик» (Приволжский р-н Астраханской обл.). Все точки отбора проб расположены между бэровскими буграми, на которых распространены бурые полупустынные почвы, в межбугровых понижениях большое распространение имеют ильменно-болотные, ильменно-луговые почвы. Они образуются при периодическом затоплении ильменей во время половодья. Флористически — это район, имеющий изрезанный рельеф, что обуславливает разную степень увлажнения, разнообразие и пространственное размещение видов. Особенности орографии, по нашему мнению, будут определять видовую или морфологическую специфичность обитающих здесь азотфиксирующих бактерий, входящих в состав ризосферы растений. Контрольный разрез закладывался на глубину от 0,75 до 1 метра.

Определение гранулометрического состава производилось полевым “мокрым” методом.

Определение карбонатов производилось согласно стандартной методике: помощью пипетки Пастера нанесли несколько капель 0,1 М HCl кислоты на почву. Если в почве находится значительное количество карбонатов, то на срезе наблюдалось вспенивание. В результате реакции выделяется углекислый газ, который обуславливает вспенивание.

Определения “дыхания почв” проводилось методом Штатного [2]. «Дыхание почвы» - процесс образования CO<sub>2</sub> в результате разложения и окисления органического вещества почвенными микроорганизмами и корнями растений. В течение суток закрытые емкости с почвенными образцами выделяли углекислый газ, который поглощался щелочью (10 мл раствора NaOH 0,1 М), размещенной в стаканчике, расположенном в емкости. Далее анализ проводился титрованием 10% соляной кислотой до обесцвечивания подкрашенного

фенолфталеином раствора NaOH. Анализ с насыщением проводился в течение 1 суток, 3 суток, 7 суток.

Определение рН в почвенной вытяжке в лабораторных условиях проводилось с использованием рН-метра (таблица).

Микробиологический посев осуществлялся на приготовленную селективную питательную среду Эшби методом почвенных комочков. Чашки Петри перед заливкой среды автоклавировались (121°C, 40 мин, 1,5 атм.). Посев производился в ламинарном боксе. Инкубирование производилось 4, 8 и более дней в термостате при 25°C. Морфологический анализ колоний производился по Берджи [3]. Микроскопирование полученных микроорганизмов производилось после окрашивания по Грамму фиксированных образцов.

Таблица

Результаты исследований

Образцы	рН H <sub>2</sub> O	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>2</sub> (мг)	Механический состав	Процент обрастания колоний на 11 день
Отбор почвенных образцов № 1.					
оз. Тинаки, ил	7,60	–	44,85	тяжелый суглинок	12
оз. Тинаки, слой А	7,60	–	45,36	супесь	100
оз. Тинаки, слой В	7,70	–	41,82	легкий суглинок	100
оз. Тинаки, слой С	8,30	+	43,56	тяжелый суглинок	100
оз. Тинаки, ризосфера галофита, 1	7,70	–	43,12	супесь	12
оз. Тинаки ризосфера галофита, 2	8,20	–	40,93	супесь	0
дачный участок с/т «Наладчик» Приволжский район	6,50	–	46,64	средний суглинок	100
с. Самосделка, ризосфера галофита	8,00	–	48,52	легкий суглинок	100
Отбор почвенных образцов № 2.					
образец 0-4 см пос. Басы	5,76	+	66,02	средний суглинок	100
образец 4-9 см пос. Басы	6,68	+	71,43	средний суглинок	100
образец 9-14 см пос. Басы	6,60	+	96,81	средний суглинок	100
образец 14-34 см пос. Басы	5,70	+	106,31	средний суглинок	100

образец 34-66 см пос. Басы	5,46	–	123,27	средний суглинок	50
образец ризосфера солероса ильменей Наримановского р-на	6,46	+	42,32	средний суглинок	25
образец ризосфера солероса ильменей Наримановского р-на	6,64	+	50,43	средний суглинок	20
территория с/т «Наладчик» Приволжский район	6,18	+	38,26	легкая глина	100
территория с/т «Наладчик» Приволжский район	6,20	+	54,67	легкая глина	100

### Результаты:

Все образцы почвы из оз. Тинаки и с. Самосделка были слабощелочные; образцы дачного участка и территории с/т «Наладчик», пос. Басы, ильменей Наримановского р-на Астраханской обл. были слабокислые. Карбонаты были обнаружены в одном из образцов оз. Тинаки, во всех образцах пос. Басы, ильменей Наримановского р-на Астраханской обл. и территории с/т «Наладчик». Наибольшее количество CO<sub>2</sub> в образцах пос. Басы (66,02-123,27 мг).

Высокий процент обрастаний бактериальных колоний был характерен для образцов с/т «Наладчик», почвенного профиля района оз. Тинаки. Незначительные обрастания - в ризосфере галофитов оз. Тинаки, пос. Басы, медленное прорастание – ил озера Тинаки.

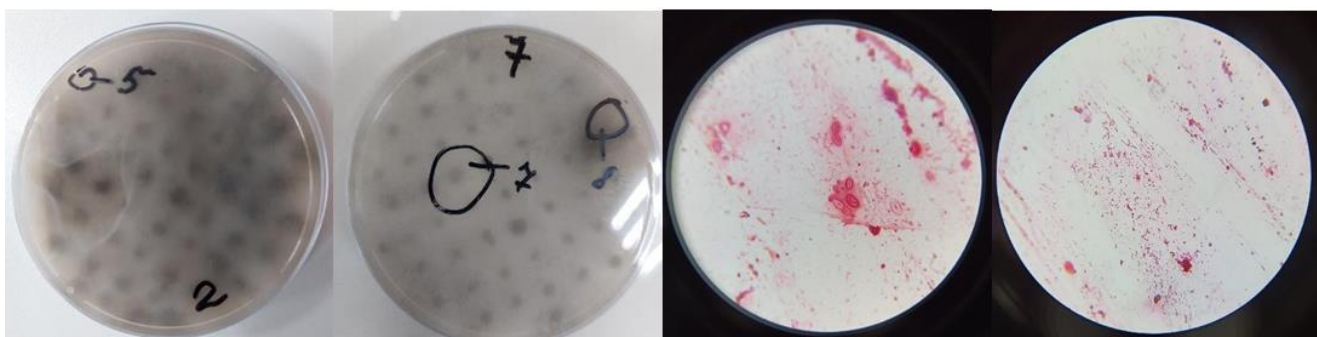


Рисунок – микробиологический анализ образцов

Микроскопирование фиксированных образцов в совокупности с морфологическим анализом колоний позволяет предположить, что в образцах первого отбора почвенных проб (оз. Тинаки, с. Самосделка, с/т «Наладчик») найдены 2 вида бактерий *Azotobacter chroococcum* (коричневые бактериальные колонии) и *Azotobacter salinestrus* (бесцветные бактериальные колонии), в образцах пос. Басы – грамположительные азотфиксаторы.

*Azotobacter salinestrus* предположительно обладает специфическими генами солеустойчивости, что необходимо для получения препарата для аридных почв.

## **Выводы**

1. Отобраны почвенные образцы, оценены физико-химические и биологические свойства почв ризосферы растений, произрастающих в условиях засоленных аридных почв.
2. Получена коллекция почвенных азотфиксирующих бактерий.
3. Динамика роста и морфология колоний определяется видом растений, произрастающих на этих почвах, особенностями условий произрастания, физико-химическими свойствами, в том числе солёностью.

## **Список литературы**

1. Игнашев Н.Е. Влияние систем земледелия на обилие аэробной азотфиксирующей микробиоты / Н. Е. Игнашев, Л.Ю. Рыжих // Российский журнал прикладной экологии. – 2020. – №1. – С. 30–32.
2. Лабораторный практикум по почвоведению / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, А. М. Поляков, К. А. Шмакова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 165 с. – EDN DDAYAC.
3. Don J. Brenner, Noel R. Krieg, James T. Staley. The Gammaproteobacteria / George M. Garrity. — 2nd. — New York: Springer, 2005. — Vol. 2B. — P. 1108. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-24144-9.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ЛИНЕЙКИ АГРОМАГ В КАЧЕСТВЕ МЕЛИОРАНТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ**

*Кутырева Дарья Евгеньевна, аспирант 2 года обучения Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, E-mail: [daryakutyreva75@gmail.com](mailto:daryakutyreva75@gmail.com)*

*Козлова Алевтина Валерьевна, канд.с.-х.н., технический специалист по производству удобрений ООО «Русское Горно-химическое Общество», E-mail: [AKozlova@brucite.plus](mailto:AKozlova@brucite.plus)*

*(Научный руководитель - Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, E-mail: [seregina.i.@inbox.ru](mailto:seregina.i.@inbox.ru))*

*Аннотация: в статье рассматриваются вопросы применения магниевого удобрения на основе природного сырья - брусит, в качестве химического мелиоранта на кислых дерново-подзолистых почвах. Выявлено, что применение удобрения торговой марки АгроМаг в удобрительных дозах существенно влияет на снижение избыточной кислотности почв не оказывает. При этом достоверно доказано его положительное действие на формирование продуктивности ярового рапса.*

*Ключевые слова:* брусит, магниевое удобрение, кислотность среды, магний, рапс, удобрение, плодородие почв.

В России более 30 млн. га пахотных почв имеют низкое содержание подвижного магния. Более 200 минералов содержат магний, многие из этих минералов являются источником магния или используются для производства магниевых удобрений. Один из таких минералов – брусит [1,4].

Брусит – природный минерал гидроксид магния, который занимает ведущее место по содержанию магния (до 65% MgO) в ряду промышленных магниезальных минералов. Мелиорант на основе брусита, попадая в почву с кислой реакцией среды, начинает постепенно растворяться, высвобождая ионы магния в почвенный раствор. Корни растений поглощают эти ионы [1,8].

Агрохимикаты на основе брусита, благодаря своей низкой растворимости, проявляют пролонгированный эффект и длительное время постепенно снабжают растения магнием. В условиях избыточного увлажнения, при затоплении чеков и орошении посевов, агрохимикаты на основе брусита являются более эффективными по сравнению с водорастворимыми формами магниевых удобрений [3,5].

В связи с важностью включения в систему удобрений и применения в земледелии магниевое удобрение на основе брусита под товарной маркой АгроМаг, актуальность исследований по оптимизации регламентов применения агрохимиката очевидна [2].

Исследования с рапсом были проведены на дерново-подзолистой почве. Цель и задачи исследований состояли в изучении влияния возрастающих доз мелиорантов на основе брусита на продуктивность ярового рапса и изменение кислотно-основных свойств дерново-подзолистой почвы. Для эксперимента использовали семена ярового рапса сорта Ратник.

В опытах использовали почву дерново-подзолистую легкосуглинистую, слабоокультуренную. Агрохимические показатели почвы: рН 4,9, Нг- 4,1 мг-экв/100г почвы, сумма поглощенных оснований 4,4 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями 52 %, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) 100 мг и 105 мг/кг почвы соответственно, гумуса (по Тюрину) 1,8%.

Повторность опыта 4-х кратная. Для сравнения действия мелиорантов в схему опыта включены варианты абсолютный контроль (без удобрений) и фоновый вариант. В качестве фона применяли нитроаммофоску марки 16-16-16 в дозе НРК по 100 мг/кг почвы каждого элемента. Брусит в соответствии со схемой опыта вносили при закладке опыта.

Схема опыта с растениями рапса:

1. Контроль
2. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>
3. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>+гранулированный мелиорант марка С - 0,04 г/сосуд
4. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + гранулированный мелиорант марка С - 0,08 г/сосуд



5. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + гранулированный мелиорант марка С - 0,2 г/сосуд
6. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + гранулированный мелиорант марка С - 0,4 г/сосуд
7. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>+дроблённый мелиорант марка С - 0,04 г/сосуд
8. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>+дроблённый мелиорант марка С- 0,08 г/сосуд
9. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> +дроблённый мелиорант марка С - 0,2 г/сосуд
10. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> +дроблённый мелиорант марка С - 0,4 г/сосуд

Исследования были проведены в лабораторном фитотроне с регулируемыми условиями внешней среды. Растения выращивали в пластиковых вегетационных дренированных сосудах емкостью 2 кг. Влажность почвы поддерживали на уровне 60% ПВ, температуру воздуха создавали днем +24<sup>0</sup>С ...+26<sup>0</sup>С, ночью +18 <sup>0</sup>С...+19<sup>0</sup>С. С помощью светодиодных источников света ежедневно регулировался режим освещения: фотопериод в течение 16 часов в сутки, уровень облученности  $130-150 \frac{\text{мкМоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$ .

Посев ярового рапса провели сухими семенами на глубину 1,5-2 см. Учеты и наблюдения в период вегетации проведены по общепринятой методике [6,7]. Полученные данные обрабатывались статистически на персональном компьютере с использованием пакета STATISTICA, версия 10.0.

### **Результаты исследований**

Урожай семян ярового рапса в контрольном варианте в среднем из четырех повторностей составил 0,7 г/сосуд. Применение возрастающих доз различных форм магнийсодержащих удобрений Агромаг в сочетании с полным минеральным удобрением способствовало увеличению урожайности. Наибольшая урожайность сформировалась при внесении Фон+гран. Мелиорант марка С и Фон+Дробл. мелиорант марка С в дозе 0,08 г/сосуд и составила 1,05 г/сосуд и 1,07 г/сосуд соответственно.

Результаты исследований показали, что применение удобрений торговой марки АгроМаг, независимо от формы удобрения, при внесении дозировок 0,04-0,08 г/сосуд было малозаметным и недостаточным для нейтрализации избыточной кислотности почвы, не было получено достоверной разницы в сдвиге рН<sub>КСl</sub>.

При внесении агрохимикатов АгроМаг в дозе 0,2 г/сосуд наблюдается некоторое изменение величины рН с 4,9 (до закладки опыта) до 5,15-5,17 ед. рН в сравнении с контрольным вариантом, что соответствовало слабокислой реакции почвенной среды.

Содержание обменного магния в исследуемой почве составило 3,31 мг-экв/100 г почвы. Внесение магниевых удобрений обеспечило повышение содержания магния в почве 3,45-3,47 мг-экв/100 г почвы. Сделано предположение, что отсутствие резких изменений по показателю объясняется краткосрочностью опыта. В этих условиях достоверным было действие более высоких доз удобрения, не ниже 0,2 г/сосуд.

### **Заключение**

Установлено, что внесение в почву магниевых удобрений торговой марки АгроМаг, является высокоэффективным приемом, способствующим не только увеличению урожайности ярового рапса, но и улучшению кислотно-основных свойств и увеличению содержания магния в почве. Включение магниевых удобрений в систему питания рапса является положительным фактором при формировании продуктивности ярового рапса и качество его семян.

#### **Список литературы:**

1. Аканова Н.И., Козлова А.В., Мухина М.Т. Роль магния в системе питания растений // Агрохимический вестник, 2021.-№ 6.- С. 66-72.
2. Аканова Н.И., Козлова А.В., Фокин С.А., Солнцев П.И. Изучение эффективности магниевых удобрений на основе молотого брусита при возделывании сои // Агрохимический вестник, 2022.-№ 5. - С. 12-15.
3. Аканова Н.А., Козлова А.В., Животовская Е.Г., Есипенко С.В., Серегина И.И. Сравнительная эффективность приемов использования магниевого удобрения на основе брусита // Плодородие, 2023.-№1. - С. 19-22.
4. Нечаева Т. В., Гопп Н.В., Савенков О. А., Смирнова Н.В. Магний в почвах и растениях в условиях склонового агроландшафта на юго-востоке Западной Сибири // Почвы и окружающая среда, 2019.-№4.
5. Фирсов С.С. Эффективность магнийсодержащих удобрений на дерново-подзолистых почвах Тверской области // Агрохимический вестник, 2015.- №6. - С. 42-44.
6. Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Технология производства яровых рапса и сурепицы в Нечерноземной зоне России // Учебное пособие. – Рязань, 2018. – 86 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. В. И. Головачева, Е. В. Кириловской. М., 2019. 194 с.
8. Рекомендации по применению АгроМаг гранулированного [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://brucite.plus/upload/iblock/c57/АгроМаг%20гранулированный.pdf>

### **ИММУНОМОДУЛЯЦИЯ В ДЕЙСТВИИ: ВЛИЯНИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

*Ламмас Мария Евгеньевна – научный сотрудник лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», [lammas.me@mail.ru](mailto:lammas.me@mail.ru)*

*Аннотация: в условиях Московской области в 2022-2023 гг. проводили исследования, в задачи которых входило изучение влияния регулятора роста растений АгроСтимул, ВЭ (50 г/л дигидрокверцетина) на темпы роста, урожайность и качество зерна ярового ячменя сорта Нур.*

*Ключевые слова: дигидрокверцетин, яровой ячмень, качество зерна, регуляторы роста*

**Введение.** Яровой ячмень является одной из ключевых зерновых культур, используемых в сельском хозяйстве для производства кормов и пищи. Рост и развитие этой культуры зависят от множества факторов, включая генетические особенности, агротехнические приемы и влияние биологически активных веществ. Применение регуляторов роста растений на яровом ячмене – перспективный агротехнический приём, направленный на существенное повышение урожайности и улучшение качества зерна. Влияние РРР многогранно и зависит от типа препарата, фазы развития растения, погодных условий и агрофона. Главная цель использования регуляторов роста растений – оптимизация роста и развития ячменя, что выражается в усилении кущения, увеличении количества продуктивных стеблей, улучшении формирования колоса и зерна [1,2,4,8].

В последние годы одним из таких веществ, привлекающих внимание исследователей, стал дигидрокверцетин — природный флавоноид, получаемый из древесины лиственницы [5,6].

Для увеличения продуктивности ярового ячменя всё больше аграриев обращаются к использованию регуляторов роста, таких как АгроСтимул, ВЭ. Этот препарат помогает оптимизировать процессы роста и развития растений, что существенно сказывается на конечном урожае [3].

АгроСтимул, ВЭ представляет собой современный регулятор роста, содержащий активные компоненты, которые стимулируют развитие растений на клеточном уровне. Он укрепляет корневую систему, улучшает фотосинтетическую активность и способствует более равномерному развитию стеблей и колосьев. Применение этого биопрепарата помогает яровому ячменю справляться с абиотическими стрессами, такими как засуха, резкие перепады температур и болезни [2,4].

Практические испытания показали, что АгроСтимул, ВЭ может увеличить урожай ярового ячменя на 10-20%. Это обусловлено улучшением всех вегетативных и генеративных процессов, что благоприятно отражается на количестве и качестве зерна. Также наблюдается улучшение качества зерна — его полноценности и однородности, что особенно важно для дальнейшей переработки и использования в пищевых целях [4,7].

Рядом авторов было установлено, что для оптимальных результатов, АгроСтимул, ВЭ следует применять в соответствии с агротехническими рекомендациями, учитывая фазу развития культуры и особенности конкретного региона. При соблюдении этих условий, препарат демонстрирует высокую эффективность, становясь ценным элементом в системе интенсивного выращивания ярового ячменя [1,2,3,5].

Таким образом, АгроСтимул, ВЭ открывает новые перспективы для увеличения урожайности ярового ячменя, предлагая устойчивое и экологически безопасное решение для современного сельского хозяйства [3,5,8]

**Методика исследований.** Исследования проведены в условиях Московской области на дерново-подзолистых почвах. Реакция среды в пахотном слое близкая к нейтральной рН 7,2. Почва малогумусирована, содержание гумуса в пахотном слое 1,94 - 2,06%. Объект исследования яровой ячмень (*Hordeum vulgare L.*) сорта Нур.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались разнообразием агроклиматических показателей, типичных для Рязанской области. Отмечались как экстремально сухие, так и избыточно влажные периоды, что отложило заметный отпечаток на адаптивные реакции растений в продукционном процессе формирования ярового ячменя. В 2020-2022 гг. создавались наиболее оптимальные условия для роста и развития растений ячменя. Средние значения количества осадков за вегетационный период за период апрель – сентябрь выпало 355,6 мм осадков при норме 212,0 мм, а среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетние показатели на 2,2–3,1°C. Относительная влажность воздуха превышала показатели климатической нормы на 11,4–13,1%.

Схема опыта включала контроль без обработки и обработку опрыскиванием растворами препарата АгроСтимул, ВЭ вегетирующих растений 1-е - в фазе начала выхода в трубку, 2-е - в фазе появления флагового листа. Расход препарата 60 и 80 г/га. Расход рабочего раствора 300 л/га. Расположение вариантов систематизированное, повторность четырёхкратная. Площадь опытной делянки – 50 м<sup>2</sup>, учётной делянки 25 м<sup>2</sup>. Агротехника в опыте общепринятая для данной зоны возделывания. Предшественник – озимая пшеница. Основная обработка состояла из лущения и вспашки, весной проводилось боронование и предпосевная культивация. В качестве удобрений использовалась нитрофоска с содержанием NPK 16-16-16 %.

#### **Результаты и обсуждение.**

В среднем за годы исследований восковую спелость посева достигли в сроки обычные для данной зоны.

Применение регуляторов роста растений положительно повлияло на структуру урожая (рис.1).

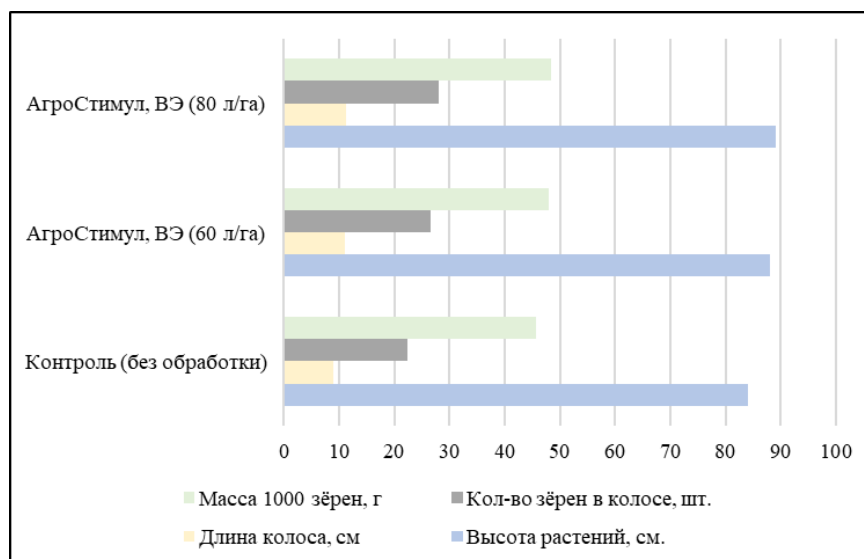


Рис. 1. Основные показатели структуры урожая растений ячменя (2022-2023 гг.)

Показатель продуктивной кустистости у растений ярового ячменя на вариантах с обработкой препаратом АгроСтимул, ВЭ увеличился в сравнении с вариантом без обработки на 3,2-3,8% (на контроле 1,35).

Использование регуляторов роста растений является важной частью современной защиты растений. С их помощью можно активизировать тот или иной процесс, происходящий в растительном организме, который затем может активизировать другие процессы в растительном организме, что приводит к улучшению агротехнических приемов при обработке растений. В большей или меньшей степени элементы структуры отражают урожайность растений ячменя.

В наших исследованиях влияние обработок растений ярового ячменя иммуномодулятором АгроСтимул, ВЭ показало равномерное улучшение показателей структуры урожая. Высота растений ярового ячменя на вариантах с обработкой была более выровненной, однородной и составила 88-89 см, что выше показателей высоты растений на контроле на 4,8-6,0%. Длина колоса была выше контроля на 23,6-25,8% также на вариантах с обработкой иммуномодулятором АгроСтимул, ВЭ. Количество зерен в колосе увеличилось при обработке на 18,8-26,0%, масса 1000 зёрен – на 5,1-6,4% в сравнении с вариантом без обработок.

Элементы структуры в той или иной степени отражают величину урожайности сортов ячменя. Зависимость урожая ячменя от элементов структуры довольно тесная. Элементы продуктивности сельскохозяйственных культур, определенные в момент созревания урожая, составляют его структуру (таблица 1).

Таблица 1

Урожайность ячменя, в среднем за 2022-2023 гг.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности	
		ц/га	%

Контроль (без обработки)	42,4	-	-
АгроСтимул, ВЭ (60 л/га)	45,3	2,9	6,8
АгроСтимул, ВЭ (80 л/га)	46,1	3,7	8,7
НСР <sub>05</sub>	3,26	-	-

В результате наших исследований, отмечена положительная динамика роста урожайности ярового ячменя сорта Нур в зависимости от применения на растениях регулятора роста АгроСтимул, ВЭ.

Анализ роста урожайности ячменя показывает существенную прибавку на вариантах с обработкой стимулятором роста растений АгроСтимул, ВЭ на 2,9-3,7 ц/га (6,8-8,7%) в сравнении с контролем. Повышение продуктивности культуры происходило за счёт увеличения природы зерна, выполненности, и озернённости колоса благодаря обработке препаратом.

В наших исследованиях применение препарата Гибберелон, ВРП благоприятно повлияло на качественные показатели зерна ярового ячменя (рис. 2).

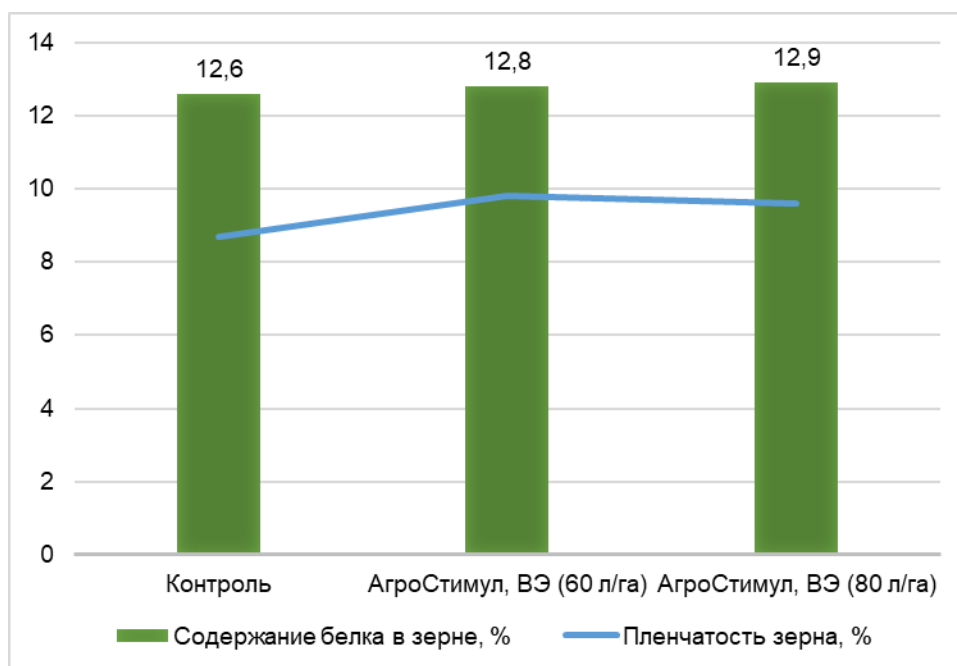


Рис.2. Качественные показатели зерна ярового ячменя, %  
(в среднем за 2020-2022 гг.)

Биохимический состав зерна ячменя формируется под влиянием комплекса факторов внешней среды обитания растений - уровня плодородия почвы, условий увлажнения, солнечной инсоляции и температурного режима.

В наших исследованиях к моменту уборки влажность зерна по вариантам находилась в пределах 14,0 %. Содержание белка в зерне на вариантах с обработкой растений ярового ячменя препаратом АгроСтимул, ВЭ находилось в

диапазоне 12,8-12,9 %. Пленчатость зерна составила 9,6-9,8% на вариантах с обработкой препаратом АгроСтимул, ВЭ (+ 0,9-1,1% к контролю).

**Заключение.** Опрыскивание вегетирующих растений ярового ячменя сорта Нур регулятором роста растений АгроСтимул, ВЭ (50 г/л дигидрокверцетина) положительно сказалось на продуктивности ячменя, в получении положительных тенденций в процессе роста и развитии растений ячменя, в улучшении показателей качества зерна, иммунитета растений к болезням и вредителям, а также в общем фитосанитарном состоянии посевов в изучаемых нами условиях. В наших исследованиях влияние обработок растений ярового ячменя иммуномодулятором АгроСтимул, ВЭ показало равномерное улучшение показателей структуры урожая.

Таким образом, АгроСтимул, ВЭ (50 г/л дигидрокверцетина) оказал положительное воздействие на рост и развитие растений ярового ячменя сорта Нур в условиях Московской области.

### **Список литературы**

1. Дорожкина Л.А., Можарова И. П. Применение регуляторов роста и удобрений в системе защиты сельскохозяйственных культур. // Материалы докладов участников 11-й научно-практической конференции «Анапа-2021», М.: ВНИИА, 2021. - С.56-59.
2. Кулаева О.Н., Кузнецов В.В. // Новейшие достижения и перспективы изучения механизма действия фитогормонов и их участия в сигнальных системах целого растения Вестник РФФИ, №2, 2004г С.20
3. Никелл Л.Дж. Регуляторы роста растений. М.: Колос, 1984. 192 с.
4. Полевой В.В. Фитогормоны. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1982. 248 с.
5. Рункова Л.В., Верзилов В.Ф. Управление процессами роста и развития растений гелениума с помощью регуляторов роста // Фитогормоны и рост растений. М.: Наука, 1978. С. 57–67.
6. Шевелуха В.С. Новый этап в развитии теории и практики фитогормональной регуляции растений // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. 6-й Междунар. конф. М.: Изд-во ТСХА, 2001. С. 3–6.

### **ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (TRITICUM AESTIVUM L.)**

*Лебедева Александра Анатольевна, магистрант 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [tolstiypony@gmail.com](mailto:tolstiypony@gmail.com)*

*(Научный руководитель – Гусева Юлия Евгеньевна, д.б.н., доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [uguseva@rgau-msha.ru](mailto:uguseva@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: Определено влияние удобрений на структуру урожая сорта Дарья. Установлено, что внесение комплексного биологизированного минерального удобрения повышает выход сухой массы основной и побочной продукции, количество семян с одного колоса и массу 1000 семян.*

*Ключевые слова:* яровая пшеница, удобрения, биологизированные минеральные удобрения

Яровая пшеница – сельскохозяйственная культура, широко распространенная в мире и используется в пищевой промышленности для производства муки, крупы и других продуктов питания [1].

Оптимизация системы питания удобрениями является необходимым фактором для эффективного выращивания яровой пшеницы. Биологизированные удобрения содержат множество микроорганизмов, которые способствуют усвоению растениями питательных веществ из почвы и удобрений и регулируют их рост и развитие. Применение биологизированных удобрений повышает урожайность сельскохозяйственных культур и улучшает качество растениеводческой продукции. Биологизированные удобрения представляют собой устойчивую, экологически безопасную и эффективную альтернативу химическим удобрениям и могут быть использованы для удобрения яровой пшеницы и других культур [2,3].

Целью исследования было определить влияние биологизированных удобрений на структуру урожая яровой пшеницы сорта Дарья.

В 2023 году на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева был заложен полевой опыт на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимическая характеристика почвы до закладки опыта была следующая:  $pH_{KCl}$  – 5,3; гумус – 1,6 %;  $N_T$  – 3,3 мг-экв/100 г почвы;  $N_{обм.}$  – 0,06 мг-экв/100 г почвы; S – 9,7 мг-экв/100 г почвы; T – 13,0 мг-экв/100 г; V – 75%;  $P_2O_5$  – 221 мг/кг;  $K_2O$  – 225 мг/кг почвы,  $Al_{подв.}$  – 0,0072 мг/100 г почвы.

Определение  $pH_{KCl}$  проведено по методу потенциометрического титрования ЦИНАО (ГОСТ 26483-85),  $N_T$  – по методу Каппена (ГОСТ 26212-91), S – по методу Каппена и Н. Гильковица (ГОСТ 27821-88), содержание подвижных форм фосфора и подвижных форм калия – по методу А.Т. Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011), определение  $Al_{подв.}$  проведено по методу А.В. Соколова ЦИНАО.

Объектом исследования была яровая пшеница сорта Дарья. Сорт среднеспелой, среднерослой пшеницы, устойчивой к полеганию. Разновидность сорта – *lutescens*.

Схема опыта включала в себя 3 варианта: контроль, внесение комплексного полного минерального удобрения и внесение комплексного полного биологизированного минерального удобрения.



Доза азота составляла 100 кг/га в вариантах с внесением комплексных минеральных и комплексных биологизированных минеральных удобрений. Доза фосфора и калия - по 80 кг/га в вариантах с внесением комплексных минеральных и комплексных биологизированных минеральных удобрений.

Посев яровой пшеницы сорта Дарья состоялся 17 мая 2023 года. Уборка культуры проводилась 25 августа 2023 года, в фазу технической спелости с площади – 1м<sup>2</sup>. Растения срезались ножницами на высоте 1 см от корня, из каждого варианта формировался сноп, который взвешивался для определения сухой массы. Для определения структуры урожая из каждого снопа отбиралось по 60 растений яровой пшеницы, из них формировались две повторности – по 30 растений в каждой. Растения каждой повторности взвешивались, затем обмолачивались вручную. Обмолоченное зерно каждой повторности также взвешивалось и пересчитывалось.

Результаты статистически обработали с использованием прикладных пакетов «Microsoft Excel».

В результате проведенных исследований установлено, что биологизированные удобрения влияют на структуру урожая яровой пшеницы сорта Дарья (см. табл.).

Таблица

Влияние биологизированных удобрений на структуру урожая яровой пшеницы сорта Дарья

Вариант	Сырая масса снопа, г/м <sup>2</sup>	Средняя масса растения в снопе, г	Средняя масса зерна с одного колоса, г	Средняя масса соломы с растения в снопе, г	Число семян с одного колоса, шт	Масса 1000 семян, г	Соотношение массы основной продукции к побочной продукции
Контроль	2000	1,5	0,72	0,8	17	41,7	1:1,1
НРК	2050	1,7	0,89	0,8	20	44,9	1:0,8
био-НРК	2555	2,2	0,94	1,1	21	45,9	1:0,9
НСР <sub>0,5</sub>	-	0,2	0,3	0,1	3,1	5,7	-

Сорт яровой пшеницы Дарья положительно отозвался на внесение биологизированных минеральных удобрений, за счёт чего существенно повысились показатели урожайности сельскохозяйственной культуры. Так в варианте с внесением био-НРК на 46,7 % увеличивается средняя масса растения в снопе, на 37,5 % повышается масса соломы с растения и на 30,6 % увеличивается средняя масса обмолоченного зерна с одного колоса по сравнению с контролем. При внесении минеральных удобрений с биологизированной добавкой достоверно повышается средняя масса растения в снопе и средняя масса соломы с растения в снопе по сравнению с минеральной системой питания, и

составляет 2,2 г и 1,1 г соответственно. Однако, стоит отметить, что существенных различий в средней массе обмолоченного зерна и количестве семян с одного колоса между биологизированной и минеральной системами питания отмечено не было. Тем не менее внесение био- NPK повысило массу 1000 семян яровой пшеницы сорта Дарья, превышение контроля зафиксировано на 10,1 %.

В результате проведенного опыта установлено, что внесение биологизированного минерального удобрения, содержащего азот, фосфор и калий положительно повлияло на структуру урожая яровой пшеницы сорта Дарья, повысив выход сухой массы основной и побочной продукции, количество семян с одного колоса и масса 1000 семян.

### **Список литературы**

4. В. Д. Абашев, Ф. А. Попов, Е. Н. Носкова, С. Н. Жук Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы // Пермский аграрный вестник – 2017. - №1. – С.7-11.

5. А.А. Завалин, В.К. Чеботарь, А.Г. Ариткин, Д.Б. Сметов Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования // Достижения науки и техники АПК – 2012. - №9. – С.45-47.

6. Е.И. Коготько Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на элементы структуры и урожайность яровой пшеницы // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии – 2021. - №3. – С.113-117.

7. Badr, A., Muller K., Schafer-Pregl R. et al. On the origin and domestication history of Barley (*Hordeum vulgare* L.) // Mol. Biol. Evol. 2000. V. 17. No. 4. P. 499-510.

8. Bulman, P. Yield and yield component response of spring barley to fertilizer nitrogen/P. Bulman, D.L. Smith//Agronomy Journal. -1993. -Vol. 85. -Issue 2. -P. 226-231.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБЕССАХАРЕННОЙ МЕЛАССЫ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ**

*Макарова Марта Павловна, студент 4 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [makarovamarta363@gmail.com](mailto:makarovamarta363@gmail.com)*

*Птицына Камилла Руслановна, студент 4 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [ptitsynakamilla@gmail.com](mailto:ptitsynakamilla@gmail.com)*

*Томилова Татьяна Владимировна, студент 4 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [opiilka@mail.ru](mailto:opiilka@mail.ru)*

(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))

*Аннотация:* Проведено исследование агрохимических свойств модельных почвогрунтов, полученных на основе обессахаренной мелассы, дерново-подзолистой почвы и органоминеральных компонентов. Проведен анализ химического состава обессахаренной мелассы, определены критические концентрации внесения в почвенный покров обессахаренной мелассы. Установлены оптимальные дозы внесения обессахаренной мелассы в дерново-подзолистую почву при возделывании яровой пшеницы и райграса пастбищного.

*Ключевые слова:* обессахаренная меласса, рециклинг отходов, плодородие почвы, почвогрунт

Появление технологии выработки сахара связано с реформированием технологии производства во времена Петра 1. Сырьевую базу сахарного производства того времени составлял сахарный тростник. Европейский химик А.С. Маркграф и его ученик Ф.К. Ахард, перебрав несколько вариантов (свекла, арбуз, виноград, кленовый сок) установили, что в свекле содержится точно такая же сахароза, как и в сахарном тростнике. Ф.К. Ахард построил первый завод, где в качестве сырья использовалась свекла, сок которой очищался серной кислотой. Работа сахарных заводов России началась в Туле в 1803 г. С тех времен объемы переработки сахарной свеклы постоянно возрастали, решая важную задачу обеспечения населения «сладким продуктом».

В Российской Федерации в 2021 году около 4500 свеклосеющих хозяйств и 68 сахарных заводов занимаются переработкой свеклы. Суммарная мощность предприятий по объемам переработки доходит до 36 тыс. в сутки [1].

Однако следует учесть, что сахарная промышленность относится к материалоемким и трудоемким производствам. Отходы сахарного производства составляют по весу более трети всех отходов пищевой промышленности. В сахар переходит только седьмая часть сырья, остальное – в отходы и в вторичные ресурсы [2].

Учитывая колоссальные объемы отходов сахарного производства, научных исследований по утилизации мелассы достаточно много. Использование первичной мелассы находит широкое использование в структуре кормового рациона сельскохозяйственных животных, что помогает повысить усвояемость грубых кормов, снижает стресс и повышает продуктивность. Первичную мелассу используют в качестве сырья для производства этилового спирта, пищевых кислот, пекарских и кормовых дрожжей, а также для получения сахара, т.к. количество сахарозы в свекловичной мелассе колеблется от 48 до 62 % к ее массе.

Обессахаренная меласса представляет собой жидкость коричневого цвета с повышенной плотностью (1,287 г/см<sup>3</sup>) с характерным карамельным запахом. Агрохимический анализ свидетельствует об очень сильнощелочной реакции

среды (9,46 ед. рН). Содержание сухого вещества 67,2%. Содержание макроэлементов и мезо элементов свидетельствует о дисбалансе соотношений (азот общий – 1,7%, фосфор общий 0,03%, калий общий 10,1%, кальций общий 0,15%, магний общий 0,04%). Обеспеченность серой достаточно хорошая – 1,02%. К лимитирующим факторам можно также отнести повышенное содержание натрия (3,89%). Содержание тяжелых металлов в обессахаренной мелассе не превышает установленные нормативами ПДК. На основании проведенных исследований возможно предположить, что исследованный образец обессахаренной мелассы обладает определенным потенциалом для использования в качестве органо-минеральной субстанции при производстве почвогрунтов и внесении в почву в качестве компонента основного удобрения при корректировке отдельных показателей в соответствии с агроэкологическими нормативами [3].

Для исследования влияния разных доз обессахаренной мелассы на пахотную дерново-подзолистую почву заложен вегетационный опыт. Опыт предусматривал 5 вариантов в 4-х повторениях. Исследование влияния разных доз обессахаренной мелассы на модельных почвогрунтах дерново-подзолистой почвы проведено на яровой пшенице (*Triticum aestivum* L.) сорта «Дарья» и райграсе пастбищном (*Lolium perenne*) сорта «Спорт» в период с 23.04.2024 по 28.05.2024 г.

Дозы внесения мелассы в вегетационном опыте сформированы на основе анализа исследований ряда авторов с учетом агрохимических и агрофизических свойств почвы [4, 5]. В соответствии с целями исследования проведено моделирование влияние разных доз обессахаренной мелассы в широком диапазоне доз внесения с целью выявления негативных последствий при нарушении объемов внесения субстанции.

Варианты опыта содержали следующие эквиваленты доз внесения в т/га обессахаренной мелассы: контроль (без внесения обессахаренной мелассы); 12,5 т/га; 25 т/га; 50 т/га; 75 т/га и 100 т/га. Расчет аликвотных объемов выполнен для почвы плотность сложения 1,3 г/см<sup>3</sup> и мощностью пахотного слоя 25 см.

В ходе проведения вегетационного опыта установлено, что дозы внесения обессахаренной мелассы в эквиваленте 100 т/га, 75 т/га сформировали на поверхности склеенный монолитный агрегат с недопустимыми агрофизическим и агрохимическим показателями для роста и развития исследуемых растений. Всходы растений на вариантах с высокими дозами внесения исследуемых растений не установлены.

На вариантах с дозой внесения 50 т/га установлены всходы исследуемых растений, однако следует отметить их сильное угнетение. Вегетационные исследования установили, что оптимальной дозой внесения составляет 12,5 т/га. На вариантах с дозой внесения 25,0 т/га отмечено снижение общей биомассы исследуемых растений, однако клеящая способность обессахаренной мелассы

обеспечила формирование агрегатов с высокими показателями структуры модельной почвы и эрозионной устойчивостью.

Анализ влияния разных доз обессахаренной мелассы на уровень подвижных форм нитратного и аммонийного азота свидетельствует, что увеличение дозы обессахаренной мелассы существенно повышает обеспеченность растений подвижными формами азота. Установлены существенные изменения по всем вариантам опыта по нитратному азоту от 16,2 мг/кг (вариант контроль) до 59,8 мг/кг N-NO<sub>3</sub> (вариант 25 т/га). Аналогичная тенденция установлена при действии обессахаренной мелассы на обеспеченность аммонийным азотом. Также следует отметить, что общий уровень подвижными формами азота характеризуется как высокий и очень высокий.

Влияние компонентов почвосмесей и доз обессахаренной мелассы не оказало существенное влияние на формирование и динамику подвижного фосфора. Учитывая, что исходная почва обладала высоким уровнем плодородия, уровень подвижного фосфора варьировал незначительно (от 134 до 154 мг/кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, что соответствует 4-5 классу обеспеченности).

Исследования установили, что разные дозы обессахаренной мелассы не оказали существенное влияние на уровень органического вещества. Однако отмечена положительная тенденция к ее увеличению в 1,1 раза при повышении дозы внесения обессахаренной мелассы.

Данные учета биомассы пшеницы яровой свидетельствуют, что все дозы по-разному оказали влияние на формирование наземной биомассы яровой пшеницы. Установлено, что при внесении в модельный почвенный покров обессахаренной мелассы в дозе более 50 т/га наблюдались устойчивые признаки угнетения, и как следствие, снижение биомассы наземной части яровой пшеницы. Однако варианты с дозой внесения 12,5 т/га оказали существенное и положительное влияние на формирование биомассы пшеницы в 1,4 раза. Дальнейшее увеличение эквивалентной дозы внесения в 25 т/га имело тенденцию незначительного снижения относительно контрольного варианта без мелассы.

Исследование влияния разных доз обессахаренной мелассы на формирование биомассы райграса пастбищного свидетельствуют, что устойчивость райграса пастбищного к повышенным дозам внесения мелассы более выражена, чем у яровой пшеницы. Наибольшая биомасса сформировалась также на вариантах с модельной дозой внесения 12,5 т/га. Доза внесения обессахаренной мелассы в количестве 25 т/га определенно оказала положительное влияние на биомассу наземной части райграса пастбищного. Однако прибавка биомассы на вариантах в эквивалентной дозе 25 т/га была ниже на дозы внесения 12,5 т/га на 38-43%. При внесении обессахаренной мелассы более 25 т/га отмечено угнетение вегетационного процесса. Основной причиной является гипертрофность (засоление), что подтверждает высокий уровень показателя удельной электрической проводимости и неудовлетворительными водно-воздушными свойствами при дозах более 50 т/га.

Выполненные научные исследования позволяют сделать вывод, что использование обессахаренной мелассы, полученной в результате повторной переработки сахарной мелассы возможно использовать в качестве органоминеральной субстанции, способной корректировать агрохимические и агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы.

Внесение обессахаренной мелассы в дозе не более 12,5 т/га обеспечивает положительное влияние на формирование основных агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы.

### **Список литературы**

1. Болохонцева Ю. И. Свеклосахарный подкомплекс Курской области: от глубокого кризиса до резкого повышения эффективности производства / Ю. И. Болохонцева, И. П. Салтык // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 147-155. – EDN MFRQKQ.

2. Замотаев И.В., Грачева Р.Г., Конопляникова Ю.В. [и др.]. Почвообразование и эмиссия парниковых газов на полях фильтрации сахарной промышленности в Центральном Черноземье. – М.: ГЕОС, 2024 187 с. – DOI 10.34756/GEOS.2024.17.38799

3. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 34 с. – EDN WLILPR.

4. Влияние органических удобрений на физико-химические и агрохимические свойства дерново-подзолистых почв / В. А. Седых, В. И. Савич, О. Е. Ефимов, В. Н. Рашкович // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 5(47). – DOI 10.51419/20215521. – EDN GLUVAA.

5. Оценка состояния пахотных почв в результате применения комплексных удобрений на основе мелассы / И. А. Верховец, Л. Е. Тучкова, Е. С. Чувашева [и др.] // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 6(105). – С. 1-10. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.6.3. – EDN UFFMEN.

### **РАЗРАБОТКА РЕЦЕРТУРЫ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА И ДЕРЕВООБРАБОТКИ, ОЦЕНКА ИХ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР**

**Малютина Екатерина Андреевна**, магистрант 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [xycoal99@gmail.com](mailto:xycoal99@gmail.com)

**Бирюков Ярослав Алексеевич**, магистрант 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [birukovyaroslav@gmail.com](mailto:birukovyaroslav@gmail.com)

**Хабарова Анастасия Сергеевна**, магистрант 1 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [khabarova.anastasya2015@gmail.com](mailto:khabarova.anastasya2015@gmail.com)

(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент, и.о. заведующего кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))

*Аннотация:* В рамках научно-исследовательской работы были разработаны несколько вариантов рецептур почвогрунтов на основе отходов птицеводства и деревообработки с добавлением минеральных компонентов и определены их важнейшие показатели плодородия. Проведено испытание различных рецептур почвогрунтов при выращивании декоративных культур.

*Ключевые слова:* органо-минеральные субстраты, утилизация отходов птицеводства, плодородие почвогрунтов, птичий помёт, опилки.

В настоящее время в России, как и в других странах, существует проблема, связанная с накоплением значительных объемов отходов животноводства в виде различных видов навоза и птичьего помета. Плохо управляемые отходы оказывают неблагоприятное воздействие на людей, животных, растения и окружающую среду. Анализ исследований ряда авторов свидетельствует, что более 50% образующихся отходов являются органическими [5], таким образом, правильное управление органическими отходами позволит резко сократить объем загрязнения, возникающего в результате неправильного управления отходами.

Во всем мире ежегодно образуется 125 миллионов тонн азота из навоза домашнего скота и 140 миллиардов тонн лигноцеллюлозных отходов, что составляет 30–40% от общего объема производства твердых отходов. [1] Таким образом, утилизация и повышение ценности этих побочных продуктов сельского хозяйства являются глобальной проблемой, и только 30–75% общего количества навоза и остатков сельскохозяйственных культур перерабатываются в некоторых странах.

В связи с вышеизложенным, актуальной является задача разработки безопасных и эффективных способов утилизации, переработки и использования отходов сельхоз производства. Одним из путей утилизации органических отходов исследователи читают включение продуктов диссимилиации в качестве одного из компонентов в состав почвогрунтов, созданных на основе модельных рецептур с нормативными агрохимическими, агрофизическим и санитарно-эпидемиологическими свойствами [2, 3, 4].

Целью исследования является разработка вариантов рецептур почвогрунтов на основе птичьего помета и древесных опилок с добавлением минеральных компонентов, определение их важнейших показателей плодородия и испытание при выращивании декоративных культур.



Использование помёта в качестве удобрения в чистом виде имеет ряд существенных ограничений (высокая щелочность, неблагоприятные органолептические свойства, возможное повышенное содержание некоторых тяжёлых металлов, неблагоприятные физические свойства и др.).

Однако, высокое содержание макро- и микроэлементов питания растений определяют высокую удобрительную ценность помёта и расширяют горизонты его потенциального использования при условии устранения указанных недостатков. Для этого возможно использование дополнительных компонентов (опилок, древесной золы, песка, торфа и др.). Сами эти компоненты также могут представлять собой отходы различных производств.

При проведении опыта предполагалось, что разработка оптимальных рецептур при смешивании данных компонентов позволит достигнуть заметного синергического эффекта, нивелирующего негативные свойства исходных компонентов и получить продукт, востребованный в качестве питательного субстрата для декоративного садоводства.

Для достижения целей и задач был заложен вегетационный опыт. Опыт предусматривал 4 варианта грунтов с различным содержанием компонентов. В каждый из вариантов была внесена микробиотическая добавка «Компостин 25». Песок добавлялся для структурирования и регулирования физического состояния почвы, что очень важно для питания растений. Торф и куриный помёт в смеси отвечают за трофность. Торф – пассивный компонент, помёт – активный. Бактерии, содержащиеся в помёте вместе с добавленными в смесь микроорганизмами, перерабатывают органическое вещество и способствуют компостированию смеси.

В качестве контрольного варианта для агрохимических исследований была использована почва, отобранная с плодовой станции РГАУ-МСХА, которая характеризовалась как пахотная дерново-подзолистая поверхностно-подзолистая. В вегетационном опыте по испытанию свойств, исследуемых почвогрунтов выращивалась культура райграс (*Lolium Perenne*) – полуверховой, пастбищный, рыхлокустовый злак, широко используемый как газонная трава.

Четыре смеси имели следующее содержание компонентов:

- 1) 20% куриного помёта, 40% опилок, 5% золы, 20% торфа и 15% песка.
- 2) 20% куриного помёта, 50% опилок, 5% золы, 10% торфа и 15% песка.
- 3) 20% куриного помёта, 60% опилок, 5% золы, 10% торфа и 5% песка.
- 4) 10% куриного помёта, 70% опилок, 5% золы, 10% торфа и 5% песка.

При исследовании агрофизических свойств почвенных грунтов определялись их зольность и насыпная плотность (ГОСТ 26714-85, ГОСТ EN 1236–2013). Максимальное содержание органического вещества было установлено на варианте 4 (58,6%), минимальное в варианте 1 (19,8%). Высокое содержание органического вещества в смесях 4 и 3 ожидаемо обусловлено



наибольшим содержанием древесных опилок – 60 и 70 процентов соответственно, и куриного помёта – 20 и 10 процентов.

Данные по насыпной плотности свидетельствуют о том, что плотность грунтов закономерно уменьшается по мере увеличения количества опилок в грунте и увеличивается с содержанием минеральных фракций – песка и золы. Значения варьируются от 650 до 890 килограммов на метр кубический.

При исследовании агрохимических свойств грунтов были измерены такие показатели как: содержание подвижных форм калия и фосфора, содержание азота аммиачного и нитратного, солевая и водная кислотность.

Доступный азот преимущественно представлен в аммонийной форме. Максимальное содержание наблюдается в варианте 2 (405 мг/кг), минимальное – в варианте 4 (146 мг/кг). Такое распределение зависит от доли золы и куриного помёта. В том числе часть аммонийного азота может тратиться на разложение опилок. Содержание нитратного азота практически отсутствует, что обуславливается исходными компонентами. В дальнейшем возможен переход аммонийного азота в нитратную форму за счёт деятельности микроорганизмов. В сравнении с контрольным образцом почвы грунты содержат больше азота в аммонийной форме и меньше в нитратной.

Все варианты обладают очень высокими фонами обеспеченности подвижного фосфора и обменного калия и заметно превосходят в количестве контрольный образец. Условно можно выделить шестой класс обеспеченности грунтов по фосфору и седьмой класс по калию, в то время как образец дерново-подзолистой почвы имеет пятый класс обеспеченности.

Все смеси показали слишком большую щелочность среды для возделывания большинства культур (около 8 рН<sub>KCl</sub>). Для регулирования реакции почвогрунтов были использованы традиционные методы снижения щелочности за счёт внесения гипса.

Данные свидетельствуют, что по истечении недельного периода после проведения гипсования произошёл закономерный сдвиг рН в сторону снижения щелочности. Актуальная реакция среды в среднем снизилась на 0,2-0,5 рН. Наибольший результат по нейтрализации среды показал вариант 4. Изменения рН почвенных грунтов подвержено динамике, ожидается длительный эффект гипсования и дальнейшее снижение величины рН.

Уровень удельной электрической проводимости варьировался от 0,3 до 0,5 мСм/см, самый высокий показатель выявлен в третьем варианте смеси.

На основании изложенного можно считать, что грунты обладают высокой трофностью, но неблагоприятным режимом рН, который следует корректировать.

В вегетационном опыте самые ранние всходы наблюдались у варианта 4, ростки райграса появились в них на пятый день после посева в грунт. В целом во всех смесях райграс дал хорошие результаты – трава выросла высокой и плотно покрывала всю поверхность грунта.

Для оценки результатов опыта были проведены измерения длины надземной части растений и их биомасса. Данные таблицы свидетельствуют, что все варианты почвогрунтов оказали положительное и существенное влияние на величину формирования надземной части биомассы райграса пастбищного. Наибольшая прибавка была установлена в варианте 4 (Помёт: 10 %, Опилки: 70 %, Зола: 5 %, Торф: 10 %, Песок: 5 %) – 32,4 % по массе. Наименьшая прибавка наблюдается в варианте 1 (Помёт: 20 %, Опилки: 40 %, Зола: 5 %, Торф: 20 %, Песок: 15 %) и составляет 7,4%. Варианты 2 и 3 практически не отличались, но прибавка была существенная и достоверная.

Чтобы повысить пригодность грунта для выращивания декоративных культур рекомендуется проводить гипсование для снижения щелочности грунта. Так же возможно проведение дальнейших исследований с увеличением доз гипса и нейтрализации среды прочими методами, такими как внесение слабых растворов кислот и элементарной серы.

Результаты данного опыта показывают, что составление грунтов из отходов птицефабрик и деревообрабатывающих производств в правильных пропорциях и с определёнными добавками поможет решить проблему утилизации отходов и создать почвенные грунты, обеспеченные высоким содержанием элементов питания растений. Лучший результат в вегетационном опыте дал образец с соотношением компонентов: куриный помёт – 10 %, древесные опилки – 70 %, древесная зола – 5 %, торф – 10 %, песок – 5 %. Но учитывая необходимость утилизации наибольшего количества помёта и опилок эффективней будет производить почвогрунт по рецепту: Помёт: 20 %, Опилки: 60 %, Зола: 5 %, Торф: 10 %, Песок: 5 %.

### **Список литературы**

1. Агробиотехнологии XXI века / И. И. Серегина, С. П. Торшин, Н. Н. Новиков [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 516 с. – ISBN 978-5-6049409-3-8. – EDN TJGOBN.
2. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 34 с. – EDN WLILPR.
3. Иванов А.А. Создание и использование новых биопрепаратов для деструкции органических отходов и повышения сохранности животных: автореф. дис. доктора. биол. наук / А.А. Иванов. – Ульяновск. - 2012. - 43с.
4. Информационно-энергетическая оценка создания почв с заданными свойствами / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. Д. Наумов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53). – DOI 10.51419/202125506.. – EDN VCQLKC.
5. Современные способы биоконверсии органических отходов и получения высококачественных органических удобрений / Н. Ф. Ганжара, Р. Ф.

## РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ КАДМИЕМ

*Меренков Константин Эдуардович, аспирант 1 года обучения Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, E-mail: [daryakutyreva75@gmail.com](mailto:daryakutyreva75@gmail.com)*

*Лыкова Полина Алексеевна, студентка 4 курса института Агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, E-mail: [psksmneje@gmail.com](mailto:psksmneje@gmail.com)*

*(Научный руководитель - Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, E-mail: [seregina.i.@inbox.ru](mailto:seregina.i.@inbox.ru))*

*Аннотация. В исследованиях изучено влияние регуляторов роста, на примере Циркона, Эпин-экстра и Биодукс на устойчивость растения яровой пшеницы к воздействию высоких концентраций кадмия в почве. Кадмий, как один из тяжелых металлов, представляет серьезную угрозу для сельскохозяйственных культур, снижая их устойчивость и урожайность. В работе рассматриваются физиологические и биохимические механизмы действия регуляторов роста и микроэлементного удобрения, направленные на активизацию метаболических процессов в условиях стресса. Эксперименты с различными уровнями загрязнения почвы кадмием и применением регуляторов роста Циркон, Эпин-экстра и Биодукс позволяют оценить эффект их действия на процессы прорастание семян, развитие корневой системы и общий прирост растений в течение вегетационного периода. Результаты показывают, что использование регуляторов роста и микроудобрения способствует улучшению физиолог-биохимического состояния яровой пшеницы в условиях загрязнения, что открывает новые перспективы для применения биостимуляторов в агрономической практике и разработки мер защиты сельскохозяйственных культур от воздействия негативных экологических факторов.*

*Ключевые слова:* яровая пшеница, регуляторы роста, Циркон, Эпин-Экстра, Биодукс, кадмий.

### Введение

Яровая пшеница является одной из ключевых сельскохозяйственных культур России, охватывающей 40,8 % посевных площадей. По уровню накопления кадмия, исследуемые культуры располагаются по убыванию следующим образом: кукуруза, горох, овес, яровая пшеница, озимая пшеница, гречиха, просо и ячмень. Кадмий представляет собой токсичное вещество,

которое накапливается в организме, блокируя важные ферментные группы и нарушая обмен веществ, включая железо и кальций, а также синтез ДНК. Повышенное содержание этого металла в растениях может угрожать здоровью не только животных, но и людей. Понимание того, как кадмий распределяется в различных частях растений, критически важно для решения проблемы его вредного влияния на организмы. Кадмий также затрагивает углеводный обмен и может негативно влиять на печеночные функции. Хроническая интоксикация этим металлом приводит к серьезным повреждениям почек и печени. Поскольку растения имеют свойство накапливать тяжелые металлы, изучение способов получения безопасной яровой пшеницы становится актуальной задачей. [1-3]

Основным источником антропогенного загрязнения тяжелыми металлами в окружающей среде являются промышленные предприятия, такие как теплоэлектростанции, металлургические заводы, карьеры и шахты. Этот элемент часто встречается вместе с цинком в цинковых рудах. В атмосферу кадмий попадает при сжигании пластиковых изделий, в которые он добавляется для повышения прочности, а также при сжигании угля. Поступление этих металлов осуществляется в виде паров и мелкодисперсной пыли, причем пары кадмия и цинка составляют основную часть атмосферных выбросов из-за низкой температуры плавления и высокой летучести этих веществ. При попадании в атмосферу паровые формы кадмия и цинка подвергаются первичной трансформации, конденсируясь в более крупные частицы и взаимодействуя с другими газами, что приводит к образованию оксидов, карбонатов, сульфатов и сульфидов. Существенные объемы кадмия попадают в сельскохозяйственные почвы в виде карбонатов и фосфатов, а также как примеси в промышленных фосфорных и известняковых удобрениях. Содержание кадмия в известняках может достигать 13 мг/кг, в апатитах - 30 мг/кг, а в фосфорных удобрениях - в среднем 38-48 мг/кг, с максимальными значениями до 170 мг/кг. [4-5].

Одним из решений вопросов повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к стрессовым условиям различной природы является применение регуляторов роста. Регуляторы роста стимулируют активизацию защитных и приспособительных механизмов растений, что позволяет снизить отрицательное действие окислительных реакций, возникающих при воздействии стрессовых условий [6-8].

В связи с этим, целью наших исследований стало изучение возможности использования регуляторов роста растений Циркон, Эпин-Экстра и Биодукс для снижения негативного воздействия кадмия на растения яровой пшеницы и повышения их устойчивости.

В рамках проведенных исследований были поставлены несколько ключевых задач, направленных на изучение влияния регуляторов роста Циркон, Эпин-экстра и Биодукс на яровую пшеницу в зависимости от условий содержания кадмия в почве:

1. Изменение площади ассимиляционной поверхности в течение вегетационного периода роста растений. Высокие уровни содержания кадмия в почве оказывает токсическое воздействие на фотосинтетическую активность растений, что может оказать значительное влияние на их продуктивность.

2. Влияние регуляторов роста на устойчивость растений к экологическим стрессам, в результате воздействия высоких концентраций кадмия в почве. Формирование урожайности и структуры урожая растений яровой пшеницы в условиях высокого содержания кадмия в почве. 3. Оценка действия регулятора роста на фотосинтетическую активность – оценка действия Циркона на улучшение фотосинтетической активности растений.

4. Влияние различных способов применения регуляторов роста на накопление кадмия в основной и побочной продукции. Оценка процессов накопления кадмия в растениях при различных методах применения регулятором роста, что является важным для понимания безопасности сельскохозяйственной продукции.

### **Заключение**

Таким образом, исследования были направлены на комплексное изучение устойчивости растений яровой пшеницы при использовании различных регуляторов роста к стрессовым воздействиям высокого содержания кадмия в почве. Это позволит разработать эффективные стратегии и агрономические практик для минимизации негативного воздействия тяжелых металлов на сельскохозяйственные культуры.

### **Список литературы**

1. Чурсина Е.В. Действие цинка, кадмия и свинца на продуктивность различных сортов яровой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания при применении регулятора роста. Дисс... к.б.н. Москва. ВНИИА. 2012. 148 с.
2. Медведев С. С. Физиология растений. – БХВ-Петербург, 2013. 496 с.
3. Никитина З. В. Экологизация сельскохозяйственного производства как фактор его устойчивого развития //Аграрный вестник Урала. 2008. № 9. С. 92-94.
4. Узаков З. З. Тяжелые металлы и их влияние на растения //Символ науки. 2018. №. 1-2. С. 52-53.
5. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. №. 1 (23). С. 182-192.
6. Серегина И.И. Возможность применения регуляторов роста для снижения негативного действия кадмия на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы // Агрехимия. 2004. № 1. С, 71-74.
7. Серегина И.И., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., Меренков К.Э., Булдыгин А.И. Адаптивная роль циркона при выращивании яровой пшеницы в условия загрязнения почвы кадмием // Плодородие. 2022. № 3 (126). С. 77-79.

8. Трухачев В.И., Серегина И.И., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., Ахметжанов Д.М. Защитно-стимулирующая роль циркона в формировании урожайности яровой пшеницы в условия загрязнения почвы цинком // Плодородие. 2022. № 2 (125). С. 44-49.

## **РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

*Мирошниченко Евгений Юрьевич студента 1 курса бакалавриата  
кафедры РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева*

*Научный руководитель: Каменных Наталья Львовна - к.б.н., доцент  
кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А.  
Тимирязева.*

*Аннотация: В статье представлена оценка возможности эффективного  
обеспечения продовольственной безопасности Красноярского края  
собственными силами региона.*

*Ключевые слова: продовольственная безопасность, почвенный покров,  
Красноярский край, климат, температура.*

С каждым годом население нашей планеты неизменно растет. Увеличение количества людей ставит новые вопросы в продовольственной безопасности. На данный момент в ряде Африканских стран наблюдается тенденция недоедания и в отдельных случаях угрозы голода. Россия является одной из стран, предоставляющей гуманитарную помощь таким странам во избежание голода и вымирания населения стран на Африканском континенте. Но немаловажной является и собственная продовольственная безопасность России. В условиях глобального изменения климата на планете и растущего населения мира, продовольственная безопасность становится одной из важнейших задач, стоящих перед государством.

Красноярский край является вторым по площади регионом РФ, после Республики Саха. Красноярский край расположен в пределах трех климатических поясах: арктического, субарктического, умеренного. Такое обширное пространство вызывает интерес к процессам земледелия в данном регионе.

Почвенный покров играет огромную роль в агрономии, экологии и продовольственной безопасности. Он является основой для сельского хозяйства, обеспечивая растения водой и необходимыми питательными веществами. [2]

Красноярский край обладает разнообразием климатических условий и почвенных ресурсов, представленных на рисунке. На полуострове Таймыр в зонах арктических пустынь и тундровой преобладают заболоченные торфяные почвы. К югу от Таймыра наблюдаются слабоподзолистые и торфяно-глеевые почвы. В северной Таёжной зоне находятся мерзлотно-глеєво-подзолистые

почвы. Южнее Северного Полярного круга распространены подзолистые и мерзлотно-таёжные почвы. В Восточной части края расположены дерново-подзолистые мерзлотно-таёжные почвы. На Юге (Минусинская впадина) имеются южные и обыкновенные черноземы с широким участием солонцов. К западу от Красноярска (Чулымо-Енисейская котловина) встречаются обыкновенные черноземы. В Ачинском, Красноярском, Канском районах широкое распространение имеют плодородные серые лесные, чернозёмные и каштановые почвы.

Климат варьирует от умеренно континентального до резко континентального, что оказывает влияние на агрономические практики и выбор выращиваемых культур. Температурный режим и достаточное количество влаги в виде осадков в летний период способствуют успешному выращиванию зерновых и технических культур в южной части края.

Красноярский край является крупнейшим сельскохозяйственным регионом Центральной и Восточной Сибири. Основные пахотные земли расположены в степных и лесостепных районах Минусинской котловины и островных лесостепях. Количество земель, используемых в сельском хозяйстве всех категорий на момент 2023 года составляет 3580 тыс. га, в том числе пахотные земли (2573 тыс. га.).

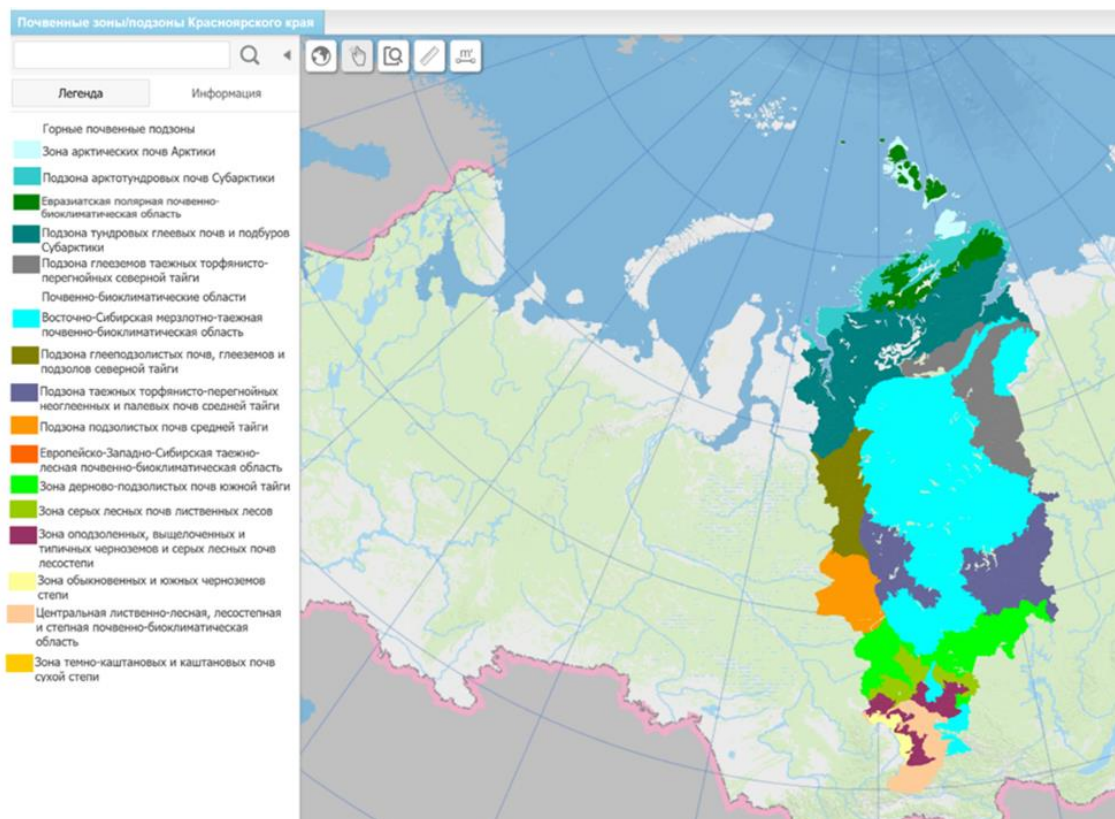


Рисунок – Почвенные зоны Краснодарского края

В сельском хозяйстве региона лидирующие позиции занимает выращивание зерна, картофеля и овощей. В 2024 г. красноярские аграрии намолотили почти 2 млн 78 тыс. тонн зерна, что соответствует средней урожайности в 25,7 центнера на гектар. Также было собрано более 446 тыс. тонн рапса, при средней урожайности 15,8 центнера с гектара, картофеля накопили более 100 тыс. тонн с 5 тыс. га. Примерная урожайность составила 20 тонн на гектар. Немаловажным фактором, показывающим продовольственную обеспеченность, является количество сельскохозяйственной земли на душу населения. На момент 2023 года в Красноярском крае проживало 2 845 545 человек. А сельскохозяйственные земли в этот период занимали 3580 тыс. га. Таким образом на одного жителя красноярского края приходится сельскохозяйственных угодий: [3]

$$\frac{3580000}{2845545} \approx 1,26 \text{ га/чел.}$$

Аналогично рассчитали площадь пахотных земель на человека в Красноярском крае:

$$\frac{2573000}{2845545} \approx 0,9 \text{ га/чел}$$

Данные показатели свидетельствуют о высоком количестве земли на душу населения. В России на человека в среднем приходится 0,85 га. [5]

Здоровый почвенный покров способствует устойчивости сельскохозяйственных систем к изменениям климата. Последние десятилетия наблюдается тенденция изменения климата в крае. Данный процесс оказывает влияние на сельское хозяйство в регионе. Так за последние 30 лет средняя температура в регионе увеличилась от 1 до 2 градусов. Таким образом мы видим, что климат Красноярского края становится более теплым. Прогнозируя возможные изменения температуры в будущем, мы можем предлагать, что данные изменения могут поспособствовать выращиванию новых сортов и культур на территории региона, также возможности движения земледелия на север. Это показывает, что в недалеком будущем могут более широко быть использованы в сельском хозяйстве Казачинский и Енисейский районы и возможно освоен Северо-Енисейский районы, также более широкое распространение земледелия можно будет пронаблюдать в Бирилюсском, и Тасеевском районах.

Несмотря на наличие богатых почвенных ресурсов, Красноярский край сталкивается с рядом проблем, влияющих на продовольственную безопасность. Интенсивное использование сельхозугодий и постоянный севооборот сельскохозяйственных растений приводят к деградации почвы, потере плодородия и эрозии. Это угрожает устойчивому производству продуктов питания. Изменение климата приводит к изменению режимов осадков и температур, что может оказывать негативное влияние на сельскохозяйственное производство. Важным фактором адаптации сельского хозяйства в регионе является адаптация агрономических практик к новым условиям окружающей среды. Красноярский край является крупнейшим центром по выплавке



алюминия. Также в крае находится лидирующая компания по добыче и переработке никелевых руд - «Норильский никель». В регионе ведётся промышленное освоение месторождений золота, свинца, цинка, магнетитов и других полезных ископаемых. Микро и наночастицы металлов могут проникать в почву при помощи дождей и циркуляции воздушных масс. Все эти факторы могут оказывать негативное влияние на почвенный покров региона.

Для более эффективного продовольственного обеспечения Красноярского края необходимо:

1. Улучшение агрономических практик: внедрение новых технологий обработки почвы, и систем земледелия.

2. Проводить мониторинг состояния почвы: регулярный анализ состояния почвы для выявления проблем и разработки мер по их устранению.

3. Повышения уровня образования фермеров и других товаропроизводителей: проведение курсов о современных методах управления почвенными ресурсами в устойчивом сельском хозяйстве.

4. Государственная поддержка: разработка программ поддержки фермеров, направленных на восстановление и защиту почвенных ресурсов.

Исходя из информации опубликованной администрацией Красноярского края и Советом Федерации, можно судить, что продовольственная безопасность края находится на высоком уровне. В северной части региона выращивание сельскохозяйственной продукции хоть и не осуществляется, но этот фактор компенсируется выращиванием достаточного количества зерновых в более южных частях края. Обеспечение продовольственной безопасности осуществляется благодаря транспортировке продуктов питания по дорогам регионального и федерального значения (04К-044; 04К-052; Р255; Р257). Также огромное значение играет воздушный транспорт и речные перевозки по реке Енисей и притокам.

Из информации о численности населения региона и заявлений Совета Федерации можно утверждать, что регион полностью способен обеспечить себя продуктами питания.

Таким образом, Красноярский край является примером того, как в условиях небольшого количества пахотных земель по сравнению с центральными и южными регионами, а также промышленной ориентацией региона можно эффективно управлять сельским хозяйством и обеспечивать регион собственным зерном и иными сельскохозяйственными культурами.

### **Список литературы**

1. Рахманов Р. С., Богомолова Е.С., Нарутдинов Д.А., Разгулин С.А., Потехина Н.Н., Непряхин Д.В. Оценка биоклиматических индексов на территориях субарктического и континентальных климатических поясов Красноярского края // Текст научной статьи по специальности «Науки о здоровье»

/ Рахманов Р. С., Богомолова Е.С., Нарутдинов Д.А., Разгулин С.А., Потехина Н.Н., Непряхин Д.В с.290-292

2. Колпакова О.П., Ильев И.П., Щекин А.Ю. Проблемы деградации земель Красноярского края / Колпакова О.П., Ильев И.П., Щекин А.Ю с.1-2

3. <https://gnkk.ru/news/agrarii-krasnoyarskogo-kрая-sobrali-b/>

4. [http://www.kgau.ru/distance/2013/a2/010/03\\_05.html#1.1.k](http://www.kgau.ru/distance/2013/a2/010/03_05.html#1.1.k)

5. [http://www.priroda.ru/regions/earth/detail.php?SECTION\\_ID=&FO\\_ID=559&ID=6269](http://www.priroda.ru/regions/earth/detail.php?SECTION_ID=&FO_ID=559&ID=6269)

6. [https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B12\\_39/IssWWW.exe/Stg/01-03.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B12_39/IssWWW.exe/Stg/01-03.htm)

## **КОМПЛЕКСНОЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩЕЕ УДОБРЕНИЕ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЭКОКАЛИЙ**

*Мишина Анна Сергеевна, магистратура, РАНХиГС, Институт бизнеса и делового администрирования, [amtr@bk.ru](mailto:amtr@bk.ru).*

*Джуссов Давид Альбертович, магистратура, МГУ, Экономический факультет, [dzhussov.d@mail.ru](mailto:dzhussov.d@mail.ru)*

*(Научные руководители – Аканова Наталья Ивановна, д.б.н., Профессор, Член диссертационного совета Д 220.043.03, РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, [lab.meliorant@vniia-pr.ru](mailto:lab.meliorant@vniia-pr.ru); Шашкина Галина Алексеевна, к.т.н., заместитель генерального директора по качеству, ООО «Томская инвестиционная компания». [shashkina@bagk.work](mailto:shashkina@bagk.work))*

*Аннотация: в статье описывается новый продукт, разработанный «Томской Инвестиционной Компанией» - комплексное структурообразующее удобрение пролонгированного действия «ЭкоКалий». Анализируется влияние этого удобрения на почвы, сельскохозяйственные культуры и деятельность производителей.*

*Ключевые слова: калийные бесхлорные удобрения, комплексные удобрения, минеральные удобрения, экологичные удобрения, агротехника, урожайность.*

Одним из решений, нацеленных на получение стабильно высоких урожаев, обеспечения сохранности урожая при хранении и транспортировании, а также сохранения здоровья и баланса почв, стало применение минеральных удобрений.

В настоящий момент на рынке представлен широкий диапазон минеральных удобрений, содержащих как один полезный элемент (хлористый калий), так и несколько (калмагнезия, аммофоска) [1].

Потребности аграрной отрасли в калийных удобрениях постоянно растут [2]. Основным источником калия для растений на сегодняшний день является хлористый калий – химическое соединение, получаемое из сильвинитовой руды [3]. При всех достоинствах калийных удобрений хлористый калий имеет и ряд недостатков, которые со временем ограничивают его применение:

- содержание хлора, который закисляет почву, нарушает ее баланс и в итоге делает непригодной для земледелия;
- неприменимы при выращивании хлорофобных растений (рис, соя, картофель, виноград и т.д.);
- технология производства оказывает негативное воздействие на окружающую среду;
- высокая стоимость.

Для решения перечисленных проблем используются бесхлорные калийные удобрения (сульфат калия, нитрат калия). Эти удобрения также являются химическими соединениями и имеют ряд ограничений по применению.

В качестве калийного бесхлорного удобрения Томской Инвестиционной Компанией, представителями которой являются авторы, было разработано **Комплексное структурообразующее удобрение пролонгированного действия «Экокалий»**. Оно является полностью натуральным и не оказывает разрушающего влияния на окружающую среду в производственном процессе.

Калийные бесхлорные удобрения и комплексные структурообразующие удобрения пролонгированного действия также имеют свои плюсы и минусы, которые влияют на почвы, сельскохозяйственные культуры и производителей.

К преимуществам калийных бесхлорных удобрений относятся:

- Безопасность для растений: Бесхлорные удобрения не содержат хлора, который может негативно сказаться на некоторых культурах, особенно чувствительных к этому элементу. Это позволяет избежать токсического воздействия на растения[4][5].

- Улучшение качества урожая: Калий способствует повышению устойчивости растений к заболеваниям и стрессам, улучшая качество плодов и увеличивая их содержание сахара[5][6].

- Повышение урожайности: Калийные удобрения способствуют лучшему развитию корневой системы, что в свою очередь увеличивает урожайность культур[6].

К недостаткам калийных бесхлорных удобрений относятся:

- Стоимость: Калийные бесхлорные удобрения могут быть дороже по сравнению с обычными калийными удобрениями, что увеличивает затраты для сельскохозяйственных производителей[4].

- Необходимость в дополнительных элементах: Эти удобрения часто требуют комбинирования с другими питательными веществами, такими как азот и фосфор, для достижения оптимального баланса питания растений[5][6].

Технология производства удобрения «Экокалий» была разработана нашей компанией в сотрудничестве с ВИМС. Испытания были проведены в НИИ агрохимии им. Д.И. Прянишникова. По результатам испытаний было получено Свидетельство о регистрации пестицида или агрохимиката № 3871 от 11.11.2022.

Проведенные исследования показали, что:

- «Экокалий» обеспечивает питание растений, высокие урожаи и сохранность сельскохозяйственной продукции при хранении и транспортировке.
- «Экокалий» – источник калия, кремния, серы и кальция, необходимых для питания растений и их полноценного роста и развития.

**Комплексное структурообразующее удобрение пролонгированного действия «Экокалий» характеризуется следующими свойствами:**

- содержит комплекс элементов, которые нужны культурам и при внесении защищают растения от передозировки;
- не содержит хлор;
- калий, кремний и сера находятся в нем в таких формах, которые обеспечивают постепенное высвобождение элементов и их поглощение растением, что продлевает срок действия удобрения;
- безопасен для растений (исключен риск «перекорма» или ожога корней) и окружающей среды;
- не вымывается из почвы (исключен риск попадания в подземные и поверхностные воды);
- на высвобождение питательных элементов влияет только температура;
- при систематическом применении улучшает структуру, физико-химические и кислотнo-основные свойства почв;
- имеет щелочную реакцию и обладает нейтрализующей способностью;
- увеличивает устойчивость культур к неблагоприятным климатическим условиям;
- повышает устойчивость культур заболеваниям и действию вредителей.
- повышает скорость усвоения азота и снижает содержание нитратов в сельскохозяйственной продукции;
- способствует накоплению углеводов в растениях;
- повышает питательную ценность плодов;
- нейтрализует действие тяжелых металлов;
- усиливает взаимодействие минеральных удобрений с азотом и фосфором;

**Комплексное структурообразующее удобрение пролонгированного действия «Экокалий» важно для:**

- зернобобовых хлорофобных культур (рис, соя);
- плодовоовощных культур;
- цитрусовых;
- винограда;
- декоративных цветущих растений – как комнатных, так и садовых.

В настоящий момент месторождения этого минерального удобрения находятся в разработке, однако продукт скоро будет выпущен на рынок. Учитывая эффективность и экономичность такого удобрения, оно имеет большой потенциал с точки зрения развития сельскохозяйственного сектора и реализации проекта «Зелёная таксономия» как на частном, так и на глобальном уровне.

### Список литературы:

1. Михайлова Л.А. Агрохимия. Часть 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015.
2. Классы пестицидов [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <https://www.pesticidy.ru/pesticides> (дата обращения: 06.11.2024).
3. Органические и минеральные удобрения [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <https://biogran.su/info/advantages/> (дата обращения: 06.11.2024).
4. Стратегический план по наращиванию применения удобрений до 2030 год. Доступно по ссылке: <https://graininfo.ru/news/minselkhoz-rossii-novyy-strategicheskiy-plan-po-narashchivaniyu-zakupok-mineralnykh-udobreniy-do-203/> (дата обращения: 06.11.2024).
5. Технологии в калийной промышленности. Доступно по ссылке: [https://book.gallurgy.ru/?page\\_id=36](https://book.gallurgy.ru/?page_id=36) (дата обращения: 06.11.2024).
6. Комплексные удобрения: применение, виды, плюсы и минусы. Доступно по ссылке: <https://green-lift.ru/kompleksnye-udobreniya-pljusy-minusy/> (дата обращения: 06.11.2024).
7. Комплексные удобрения: что это такое и как их применять? Доступно по ссылке: <https://www.kp.ru/family/sad-i-ogorod/kompleksnye-udobreniya/> (дата обращения: 06.11.2024).
8. Минеральные удобрения, статья из раздела: Группы удобрений. Доступно по ссылке: [https://www.pesticidy.ru/group\\_fertilizers/complex\\_fertilizers](https://www.pesticidy.ru/group_fertilizers/complex_fertilizers) (дата обращения: 06.11.2024).
9. Преимущества органических удобрений. Доступно по ссылке: <https://biogran.su/info/advantages/> (дата обращения: 06.11.2024).
10. Жидкие комплексные удобрения - преимущества, применение и производство. Доступно по ссылке: <https://ast-58.ru/about/articles/zhidkie-kompleksnye-udobreniya-preimushchestva-primenenie-i-proizvodstvo/> (дата обращения: 06.11.2024).
11. Жидкие комплексные удобрения: состав и применение в агрономии [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <https://www.proagro.su/prostye-i-kompleksnye-udobreniya-polza-i-vred/> (дата обращения: 06.11.2024).

### ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЫПАХАННОСТИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Морозов Фёдор Владимирович, студент 1 курса магистратуры института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [fedor20165265@gmail.com](mailto:fedor20165265@gmail.com)*

*Колесник Анна Николаевна, аспирантка 2 года обучения института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [annakolesnik99@gmail.com](mailto:annakolesnik99@gmail.com)*

**Березка Алексей Эдуардович**, студент 1 курса магистратуры института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [aleksejberezka@yandex.ru](mailto:aleksejberezka@yandex.ru)

(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н. доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))

*Аннотация:* в статье приведены баллы степени выпаханности серых лесных почв юга Московской области, приведены результаты анализов и последующих расчетов показателей исследуемых почв, показано различие степени выпаханности, содержания общего углерода и лабильного органического вещества почв одного типа, одной природно-климатической зоны, отобранные в радиусе одной области Российской Федерации.

*Ключевые слова:* плодородие почв, серая лесная почва, деградация почв, органическое вещество почвы, степень выпаханности, лесостепная зона.

В настоящее время особенно важно ценить природные ресурсы и заботиться об их сохранении, а по возможности, искать пути их воспроизводства. Таким образом, особую важность имеет плодородие почв. Плодородные почвы имеют свойство деградировать со временем, в большинстве случаев, то есть почти всегда, из-за антропогенного воздействия, неправильной эксплуатации земельных угодий, вредных выбросов, неверного способа ведения сельского хозяйства. Один из основных способов оценки почвенного плодородия и интенсивности ухудшения показателей почвы является степень выпаханности почв, что подтверждается актуальными научными исследованиями ряда авторов

Цель исследования: рассчитать и оценить степень выпаханности серых лесных почв Московской области и показателей, влияющих на деградацию почв, определить состояние почв, используемых в сельском хозяйстве и в настоящем времени находящиеся в севообороте.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являются серые лесные почвы Московской области, отобранные близ города Серпухов (образцы «1», «2»), в Серебряных прудах (образцы «3», «4»), в городском округе Кашира (образцы «5», «6») и в городском округе Зарайск (образец «7»). Все почвы, отобранные для исследования, используются в сельском хозяйстве для выращивания различных культур, например, образец «3» отбирался после сбора урожая яровой пшеницы.

Основные почвенные показатели: гумус 3,9 и 4,1 у образцов из Серпухова, 9,2 у образца под номером «3» и 4,1 у образца «4» из Серебряных прудов, 6,4 и 6,6 у образцов, отобранных в городском округе Кашира и 5,2 у образца из Зарайска. Реакция среды  $pH_{H_2O}$  всех образцов варьирует от 6,5 до 6,7,  $pH_{KCl}$  в пределах 5,4-5,9 за исключением образцов «4» и «5» из Серебряных прудов и

Каширы, где рН солевого раствора составила 4,97 и 4,45 соответственно. Таким же образом, плотность твердой фазы в пределах 2,2-2,4 г/см<sup>3</sup> для всех образцов кроме «4» и «5», в которых данный показатель составил 2,03 и 1,96 г/см<sup>3</sup> соответственно. По гранулометрическому составу образцы почв «1», «2» - среднесуглинистая пылевато-крупнопылеватая, «3» - тяжелосуглинистая иловато-крупнопылеватая, «4» - супесчаная крупнопылевато-песчаная, «5», «6», «7» - тяжелосуглинистая пылевато-крупнопылеватая. Результаты анализов углерода гумуса, лабильного органического вещества и расчетов степени выпаханности представлены в таблице.

Таблица

Степень выпаханности

№	Тип почвы, расположение	Собщ, %	Слов, %	Слов %, к Собщ	Степень выпаханности, балл
1	Серая лесная, г. Серпухов	2,28	0,215	9,42	15,58
2	Серая лесная, г. Серпухов	2,37	0,234	9,87	15,13
3	Серая лесная, Серебряные пруды	5,35	0,263	4,92	20,08
4	Серая лесная, Серебряные пруды	2,39	0,493	20,63	4,37
5	Серая лесная, г.о. Кашира	3,69	0,310	8,40	16,60
6	Серая лесная, г.о. Кашира	3,8	0,056	1,47	23,53
7	Серая лесная, г.о. Зарайск	3,01	1,558	51,76	-

Все анализы почв выполняли по методикам, предусмотренным ГОСТ, содержание лабильного органического вещества по методике Б.А. Борисова и Н.Ф. Ганжары, гранулометрический состав по методу пипетки (вариант Н.А. Качинского с подготовкой почвы к анализу пирофосфатным методом по С.И. Долгову и А.И. Личмановой), определение углерода гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, определение рН водной и солевой суспензии потенциометрическим методом [2].

Результаты исследования. Одним из важных показателей, влияющих на степень выпаханности почв является плотность пахотного горизонта. В ряде исследуемых образцов заметно выражено немного низкая плотность твердой фазы, особенно в образцах «4» и «5». Плотность твердой фазы зависит от минерального состава почв и от количества и типа органического вещества. Принято считать, что оптимальные значения для минеральных почв в пределах

2,6 – 2,8 г/см<sup>3</sup>, что указывает на возможно развивающийся процесс деградации исследуемых почв [3].

ЛОВ, то есть лабильное органическое вещество почвы, является обширным показателем потенциального и эффективного плодородия. Принято считать, что источники гумуса и детрит можно объединить как лабильное органическое вещество – относительно легко количественно определяемый показатель [4].

Содержание лабильного органического вещества ниже 0,1% принято считать критическим, что можно наблюдать в образце «б» отобранном в городском округе Кашира. Результаты остальных образцов также нельзя назвать оптимальными, кроме образца «7» из Зарайска, где содержание ЛОВ особо высокое [4].

По степени выпашивания почвы ранжируются на следующие группы: невыпаханные – 0 баллов, слабовыпаханные – от 0,1 до 5 баллов, средневыхпанные – от 5,1 до 15 баллов, сильновыхпанные – от 15,1 до 25 и очень сильновыхпанные [2].

По результатам расчетов можно обратить внимание, что, несмотря на то, что содержание общего углерода в образце «5» составляет 5,35, степень выпашанности качественно составила 20,8, что говорит о том, что данная почва сильновыхпанная.

Образцы «1», «2», «3», «5» идентифицируются как сильновыхпанные, почва «4» - слабовыхпанная, и к невыпаханным относится только образец «7» из городского округа Зарайск.

Выводы: по результатам исследования образцов серых лесных почв юга Московской области можно сделать вывод, что эксплуатируют земли сельскохозяйственного назначения с рядом ошибок, приводящих к значительной деградации этих почв. Отмечается уплотнение пахотного горизонта, уменьшение лабильного гумуса, что не нивелируется системой применения удобрений, применяемых в данных условиях, и что приводит к выпашиванию почв.

### **Список литературы**

1. Байбеков Р.Ф., Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А. Расчет степени выпашивания и оптимизация свойств дерново-подзолистых и черноземных почв европейской части России // Природообустройство. 2013. №5. С. 18-20.
2. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению/под редакцией доктора биологических наук, профессора Н.Ф. Ганжары. М.: Агроконсалт, 2002. 280 с.
3. Кузыченко Ю.А., Кобозев А.К. Оценка выпашанности почвы при длительном применении различных систем основной обработки в севообороте для зоны Центрального Предкавказья // Известия Оренбургского государственного университета. 2019. С. 10-13.



4. Мукина Л.Р., Шпедт А.А. Содержание и запасы лабилтного органического вещества в почвах агроценозов и залежей // Вестник КрасГАУ. №4. 2008. С. 37-41.

5. Organic matter of sod-podzolic soil after transition to a fallow state / В. А. Borisov, О. Е. Efimov, О. V. Eliseeva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 июня 2021 года. – Ussurijsk, 2021. – P. 022022. – DOI 10.1088/1755-1315/937/2/022022. – EDN DZGRRC.

## **ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС И ДРУГИЕ ВИДЫ КОРМОВ В УСЛОВИЯХ ООО «ОКА МОЛОКО СЕВЕР» ПИТЕЛЕНСКОГО РАЙОНА РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Насиров Фёдор Имамвердиевич, студент 4-го курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, fedornasirov2712@yandex.ru*

*(Научный руководитель – Куренкова Евгения Михайловна, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: кукуруза является важной культурой для обеспечения различными видами кормов высокопродуктивного молочного скотоводства. Кукурузный силос является одним из наиболее распространенных видов сочных кормов, доля которых может достигать до 80% от объемистых кормов в рационе. Зерно кукурузы – ценный высокоэнергетический концентрированный корм, который по переваримости превосходит прочие зерновые корма. Корнаж – высокопитательный корм, усвояемость которого значительно выше, т.к. плющение зерна при его заготовке, повышает скорость ферментации, положительно влияет на усвоение питательных веществ и улучшает вкусовые качества корма. Важным аспектом для получения высококачественных кормов из кукурузы является соблюдение фазы уборки, высоты скашивания и содержания сухого вещества в растении кукурузы. На формирование урожая оказывают влияние множество факторов, одним из немаловажных, является уровень рН почвы на полях, занятых этой культурой.*

*Ключевые слова: кукуруза, силос, зерно, корнаж, фаза уборки, высота скашивания, уровень рН почвы.*

Согласно данным Росстата максимальная площадь посевов кукурузы была отмечена в 2017 г., составив 4 384,4 тыс. га. Далее последовало небольшое снижение, однако в период с 2020 по 2023 гг. площади снова начали увеличиваться. В 2023 г. площадь посевов кукурузы составила 3 987 тыс. га. В 2024 г., по предварительным данным, этот показатель останется на уровне прошлого года – около 3 999 тыс. га, из них под зерно – до 2 719 тыс. га. [4].

Кукурузный силос — это высокоэнергетический корм для коров, который содержит большое количество крахмала и низкое содержание белка в силосуемой массе. Благодаря своей сочности, он стимулирует аппетит и улучшает пищеварение у животных [3].

Кукуруза является идеальной культурой для силосования благодаря своему химическому составу и энергетической ценности. Она успешно силосуется на всех этапах вегетации, но качество получаемого силоса может сильно различаться по поедаемости, питательности и соотношению кислот [2].

Для получения высококачественного кукурузного силоса необходимо убирать кукурузу при влажности 65–70%. В этом случае потери при силосовании будут минимальными, а поедаемость — высокой [3].

Оптимальным временем для уборки кукурузы на силос является конец молочно-восковой фазы. В этот период в 1 кг сухого вещества содержится максимальное количество сырого протеина — 10%, минимальное содержание клетчатки — 18,5%, и максимальное содержание обменной энергии — 11–11,5 МДж. [2]

Преждевременная уборка кукурузы может привести к недобору энергии на 1,3–1,7% за каждую неделю. В фазе восковой спелости зерно плохо переваривается коровами, поэтому при уборке в эту фазу необходимо использовать крон-крекеры и дробить зерно минимум на 4 части [6].

При уборке кукурузы на силос важно обратить внимание на высоту среза растений и степень их измельчения. Высота среза растений — это важный технологический приём, который позволяет управлять качеством кукурузного силоса. Для растений кукурузы в фазе восковой спелости она должна составлять 40–50 см [6]

При высоком срезе кукурузы (около 40–50 см) достигается более высокая концентрация энергии. Поскольку при этом увеличивается производство молока, снижение урожайности полностью компенсируется продуктивностью животных [2].

В процессе заготовки корма для коров в хозяйстве формируют курганы. Чтобы получить качественный корм, необходимо тщательно уплотнять массу. Количество техники, задействованной в процессе, составляет около трети от объёма силосуемой массы, которую доставляют за час. Для уплотнения используют катки, а также дополнительные грузы. Колёса техники заполняют водой. Для укрытия курганов используют два слоя плёнки: подкладочную толщиной 40 микрометров и покровную толщиной 150 микрометров. Для обеспечения герметичности укладывают боковины автомобильных шин. Температура силосуемой массы не должна превышать 37 градусов по Цельсию.

В хозяйстве для кормления животных используют не только кукурузный силос, но и плющенное зерно. Плющенное зерно кукурузы лучше усваивается животными, особенно жвачными, чем сухое. Если животные едят неизмельчённое зерно, то с калом выделяется от 4% до 28% от съеденного

объёма. Измельчённое зерно, в свою очередь, быстро проходит через преджелудки жвачных животных, что снижает его эффективность для микроорганизмов. Это повышает кислотность рубцовой среды, что приводит к снижению перевариваемости клетчатки и других питательных веществ. Кукурузу на зерно убирают в фазу полной спелости, когда влажность составляет 20–25%. Затем с помощью специальной техники зерно плющат и закладывают в агробеки.

Корнаж — это высокопитательный корм, который получают из измельчённых и дроблённых початков спелой кукурузы. По своей питательности стержень початка кукурузы сравним с соломой яровых культур (примерно 0,35 ЭКЕ и 20 г сырого протеина на 1 кг сухого вещества). По энергетической ценности корнаж уступает зерну (0,4–0,45 ЭКЕ, 9,5–11 МДж в сухом веществе). Этот корм подходит для кормления скота всех технологических групп. Преимущество такого способа заготовки заключается в том, что он менее зависим от погодных условий. Кроме того, с одного гектара можно получить больше питательных веществ, чем при уборке кукурузы на зерно. Однако у этого метода есть и недостаток: полученный корм менее питателен по сравнению с плющеным зерном [5].

В хозяйстве кукурузу на корнаж убирают кормоуборочными комбайнами в фазу полной спелости. Влажность и высота растений не имеют значения. Корнаж закладывают в курганы, как и кукурузный силос.

Кукуруза предпочитает почвы с определёнными характеристиками. Для её успешного роста и развития лучше всего подходят средне- и легкосуглинистые, супесчаные и песчаные дерново-подзолистые почвы, богатые гумусом. Оптимальные агрохимические показатели таких почв:

1. рН от 5,6 до 7,0;
2. Содержание гумуса не менее 1,8%;
3. Содержание подвижного фосфора и обменного калия не менее 150

мг/кг почвы.

Наши исследования проходили в условиях ООО «ОКА МОЛОКО СЕВЕР» Пителенского района Рязанской области – входит в состав «ЭкоНива-АПК» холдинг с декабря 2017 года. Основными направлениями деятельности являются: молочное животноводство и растениеводство, где задействовано более 1500 сотрудников. На сегодняшний день «ОКА МОЛОКО» — это восемь подразделений в шести районах Рязанской области: Чучковском, Пителинском, Шацком, Сараевском, Сасовском и Александро-Невском. Общая площадь сельхозугодий составляет 101 500 га.

В качестве объектов исследования выступали следующие гибриды кукурузы: РЖТ Галифакс (раннеспелый простой гибрид), Каскад 166 АСВ (раннеспелый простой гибрид), ЛГ 30189 (среднеранний простой гибрид).

Урожайность гибридов кукурузы на силос при различных показателях агрохимического состава почвы

Гибрид	Гумус, %	рН в КСІ	К <sub>2</sub> O	P <sub>205</sub>	Урожайность зеленой массы, т/га	Содержание сухого вещества при уборке, %	Урожайность сухого вещества, т/га
F1 Галифакс	1,1	5,0	170	100	20,2	32,0	6,5
	2,1	4,6	92	50	27,1	38,0	10,3
	4,1	4,8	171	50	17,1	41,0	7,0
F1 ЛГ 30189	4,2	5,2	250	150	34,2	33,0	11,3
F1 Каскад 166	2,0	4,6	200	40	15,0	42	6,3

**Заключение:** Собранные данные показывают зависимость урожайности от различных показателей агрохимического состава почвы. В хозяйстве необходимо проводить известкование для улучшения рН почвы.

### Список литературы

1. Вальцовых мельниц Murska Э. Плющенное зерно в кормлении жвачных //ЖИВОТНОВОДСТВО РОССИИ. – 2020.
2. Дутов, Максим Вячеславович, Галина Александровна Зайцева, and Ольга Михайловна Ряскова. "Урожайность кукурузы на силос в зависимости от почвенно-климатических условий в начале вегетации." *Наука и образование* 3.4 (2020).
3. Зеленко Э. Как заготовить качественные корма. Этап 5. Уборка кукурузы на силос //Наше сельское хозяйство. – 2020. – №. 16. – С. 64-71.
4. Посевные площади под кукурузой в РФ в 2024 году останутся на прошлогоднем уровне // АГРОХХІ агропромышленный портал [сайт]. URL: <https://www.agroxxi.ru/agroeconomics/posevnyie-ploschadi-pod-kukuruzoi-v-rf-v-2024-godu-ostanutsja-na-proshlogodnem-urovne.html> (дата обращения 18.10.2024)
5. Мартынова Н. М., Маслюк А. Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРНАЖА В КОРМЛЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – №. 1 (93). – С. 228-233.

6. Шульц П. Уборка кукурузы на силос //Наше сельское хозяйство. – 2021. – №. 15. – С. 88-93.

## **КОРМОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЮЦЕРНЫ В МИРОВОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ**

*Нгием Ван Чи, аспирант 1-го года обучения, кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nghietchi10@gmail.com*

*(Научный руководитель – Куренкова Евгения Михайловна, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в статье рассматривается кормовое значение люцерны как одной из самых ценных культур в мировом сельском хозяйстве и её роль в обеспечении животноводства качественными кормами. Особое внимание уделяется возделыванию люцерны во Вьетнаме, где существует ряд факторов, лимитирующих её широкое возделывание: наличие кислых почв, недостаточный уровень информированности хозяйств о биологических и экологических особенностях роста и развития данной культуры, а также особенностях её агротехники. Обсуждаются пути повышения урожайности и расширения площадей под этой культурой, а также её способность обогащать почву азотом, что способствует устойчивому развитию сельского хозяйства.*

*Ключевые слова: люцерна, кормовое значение, Вьетнам, ограничивающие факторы, урожайность, азотфиксация.*

Люцерна (*Medicago sativa*) — одна из самых ценных кормовых культур в мире, обладающая уникальными агрономическими и питательными свойствами. Она широко используется в животноводстве, особенно для кормления жвачных животных, таких как коровы и овцы, благодаря высокому содержанию белка и других необходимых питательных веществ. Люцерна также имеет ряд преимуществ, включая способность улучшать качество почвы и способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства.

В условиях быстро растущего спроса на животноводческую продукцию во многих странах, в том числе и во Вьетнаме, важность люцерны как кормовой культуры возрастает. Вьетнам, имея разнообразные климатические и почвенные условия, представляет собой потенциально благоприятную среду для возделывания люцерны. Однако, несмотря на её преимущества, в стране существуют значительные ограничения, связанные с выращиванием этого растения, включая кислотные почвы, климатические факторы и недостаток знаний у фермеров.

Цель данной статьи — проанализировать кормовое значение люцерны в мировом масштабе, рассмотреть текущее состояние её возделывания во

Вьетнаме, выявить основные ограничивающие факторы и обозначить пути повышения урожайности и расширения площадей под эту культуру. В статье будет подчеркнута важность люцерны не только как корма для животных, но и как фактора, способствующего улучшению состояния почвы и экосистемы в целом.

Люцерна (*Medicago sativa*) — это многолетнее бобовое растение, обладающее высоким кормовым значением. Она широко используется в животноводстве благодаря своему богатому питательному составу, который включает белки, витамины и минералы. Люцерна является одним из лучших кормов для сельскохозяйственных животных, обеспечивая их необходимыми питательными веществами для роста и продуктивности.

Люцерна отличается рядом питательных характеристик, которые делают её особенно ценной:

1. Высокое содержание белка: люцерна содержит от 15% до 25% протеина в сухом веществе, что делает её отличным источником белка для животных. Это особенно важно для молочных коров и откормочных быков, так как белок способствует повышению удоев и приросту массы.

2. Перевариваемая клетчатка: поскольку люцерна содержит много клетчатки, она способствует здоровью пищеварительной системы животных. Клетчатка поддерживает нормальную работу рубца у жвачных и улучшает переваривание корма.

3. Богатство витаминов и минералов: люцерна содержит витамины А, С, Е и К, а также минералы, такие как кальций, магний и фосфор, что делает её ценным кормом для поддержания здоровья животных. Например, высокое содержание кальция в люцерне помогает в предотвращении заболеваний, связанных с дефицитом этого минерала, таких как остеомаляция у коров.

4. Антиоксидантные свойства: люцерна содержит флавоноиды и другие антиоксиданты, которые помогают улучшить общее состояние здоровья животных, повышая их иммунитет и снижая риск заболеваний.

Во Вьетнаме интерес к выращиванию люцерны возрос в последние годы из-за необходимости улучшения кормовой базы для развивающегося животноводческого сектора. Однако существуют значительные ограничения для её успешного возделывания.



Рисунок – Опыты по изучению люцерны во Вьетнаме

Среди факторов, лимитирующих широкое возделывание люцерны во Вьетнаме можно выделить следующие:

1. Кислые почвы: большая часть сельскохозяйственных земель во Вьетнаме характеризуется кислой реакцией почвы, что негативно сказывается на росте и развитии люцерны. Кислые условия могут привести к недостатку важных питательных веществ, таких как кальций и магний, что снижает урожайность и качество культуры [1].

2. Климатические условия: вьетнам имеет тропический климат с высокой влажностью и значительными осадками, что может способствовать развитию грибковых заболеваний и других патогенов, которые негативно влияют на люцерну. Частые дожди могут также приводить к переувлажнению почвы, что затрудняет нормальное развитие корневой системы [2].

3. Недостаток знаний и технологий: многие фермеры не имеют достаточного опыта и знаний о технологии возделывания люцерны, что также сдерживает её массовое внедрение. Отсутствие информации о лучших агрономических практиках приводит к низкой эффективности производства [3].

4. Экономические факторы: высокие затраты на внедрение новых технологий и необходимость приобретения семян качественных сортов также могут быть ограничивающим фактором для фермеров, что ведет к тому, что многие из них продолжают использовать традиционные методы, которые не обеспечивают желаемых результатов [4].

Для формирования устойчивой кормовой базы животноводческого комплекса Вьетнама необходимо расширение площадей под люцерну. Это может быть достигнуто с помощью следующих мероприятий:

1. Улучшение агрономических практик: внедрение современных агрономических технологий, таких как мелиорация почвы и использование удобрений, поможет улучшить условия для выращивания люцерны. Мелиорация

позволит уменьшить кислотность почвы, что создаст более благоприятные условия для роста [5].

2. Развитие селекции: создание собственных устойчивых к кислотности и болезням сортов люцерны может значительно повысить урожайность и устойчивость культуры. Научные исследования и программы по селекции могут сыграть ключевую роль в этом процессе.

3. Обучение фермеров: проведение семинаров и курсов для фермеров о технологиях возделывания люцерны, включая правильный выбор времени сева и методы ухода за растениями, повысит общую информированность и практическую квалификацию.

4. Государственная поддержка: введение программ государственной поддержки для фермеров, занимающихся производством люцерны, включая субсидии на семена и удобрения, может значительно увеличить площади под эту культуру.

Люцерна обладает способностью обогащать почву азотом благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями. Этот процесс не только улучшает структуру почвы, но и повышает её плодородие, что имеет важное значение для устойчивого сельского хозяйства.

1. Симбиотическая фиксация азота: бактерии рода *Rhizobium*, образующие симбиоз с корнями люцерны, способны фиксировать атмосферный азот, превращая его в доступную для растений форму. Это позволяет улучшать состояние почвы, снижать необходимость в химических азотных удобрениях и улучшать урожайность последующих культур.

2. Увеличение биоразнообразия: выращивание люцерны в севообороте помогает увеличивать биоразнообразие на полях, что также способствует устойчивости экосистемы и уменьшению распространения болезней и вредителей.

3. Экономическая выгода: повышение урожайности люцерны приводит к снижению затрат на корма для животных и увеличивает общую рентабельность животноводческих хозяйств. Это также может способствовать улучшению качества мяса и молока, что имеет значение для конечных потребителей.

Таблица

Сравнение кормовых характеристик люцерны и других кормов

Параметр	Люцерна	Кукуруза	Сено из злаковых трав
Содержание белка			
Удобный клетчатка	Высокое	Среднее	Среднее
Витамины		Ограниченное	Ограниченное
Минералы	Кальций, магний	Низкое	Среднее



Эта таблица иллюстрирует, как люцерна превосходит другие корма по основным питательным показателям, подчеркивая её значимость для животноводства.

В заключении можно отметить, что люцерна играет важную роль в обеспечении животноводства качественными кормами в мировом масштабе. Во Вьетнаме её потенциал еще не полностью реализован из-за различных ограничений. Расширение площадей под люцерну и внедрение новых агрономических практик помогут улучшить кормовую базу и устойчивость сельского хозяйства в стране. Обогащение почвы азотом делает люцерну не только ценным кормом, но и важным элементом устойчивого сельского хозяйства.

### **Список литературы**

1. Stout, J. (2021). The Importance of Alfalfa in Livestock Production: A Global Perspective. *Livestock Science*, 243, 104318. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104318>
2. Nguyen, T. H., & Vo, T. K. (2022). Current Status and Prospects of Alfalfa Cultivation in Vietnam. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 19(4), 45-58.
3. Liu, J., & Ma, L. (2023). Soil Management Strategies for Alfalfa Production: Insights from Global Practices. *Field Crops Research*, 290, 108759. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108759>
4. Van Soest, P. J. (2018). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
5. Thuy, N. T. (2020). Challenges and Opportunities for Alfalfa Cultivation in Vietnam: A Review. *Asian Journal of Agricultural Research*, 14(3), 132-142. <https://doi.org/10.3923/ajar.2020.132.142>

### **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВАХ**

*Палязова Янгилжон Закировна, преподаватель кафедры агрохимия и почвоведении Туркменский сельскохозяйственный институт, [yangilnonnazikjema@gmail.com](mailto:yangilnonnazikjema@gmail.com)*

*Еминова Марал Чарымухмедовна, преподаватель кафедры садоводство и овощеводство Туркменский сельскохозяйственный институт, [maralochka259501@mail.com](mailto:maralochka259501@mail.com)*

*Досчанова Фируза Батыровна, студент 3 курса Туркменский сельскохозяйственный институт, [yangilnonnazikjema@gmail.com](mailto:yangilnonnazikjema@gmail.com)*

*Аннотация. Почвенные условия Северного Туркменистана несколько засолены. В связи с этим важно на научной основе изучить и усовершенствовать агротехнику возделывания сортов и гетерозисных гибридов сельскохозяйственных культур на засоленных почвах.*

*В проведенных исследованиях изучена интродукция гетерозисного гибрида подсолнечника Санлука и особенности его выращивания, а также оптимальный режим удобрений для получения высокой урожайности. В опытном участке выращивался гетерозисный гибрид подсолнечника Санлука, и определено оптимальное количество минеральных и органических удобрений для получения высокой урожайности выхода масла.*

*Ключевые слова:* сорта и гибриды подсолнечника, подкормка подсолнечника минеральными и органическими удобрениями, засоленные почвы.

**Введение.** Растительное масло издавна используется во многих отраслях экономики. В последние годы особое внимание уделяется получению масла из культур, различающихся по качеству масла. Успешным решением этой важной задачи является выращивание подсолнечника. Семена подсолнечника, льна и хлопка служат ценным кормом для скота. Они богаты белком, жиром и другими веществами.

Подсолнечное масло содержит 60% физиологически активной линолевой кислоты и большое количество витамина Е. Это масло широко используется в кулинарии, кондитерском, консервном, маргаринном производстве, а также в медицинской промышленности.

В последние годы возрос спрос на экологически чистую, качественную сельскохозяйственную продукцию. С целью создания продовольственного изобилия Туркменском сельскохозяйственном институте, проводятся обширные научные исследования в этой области. Поскольку влияние разных норм удобрений на урожайность подсолнечника в почвах Дашогузского велаята с разным уровнем засоления до сих пор не изучена.

**Объекты и методы исследований:** В научной работе гетерозисные гибриды подсолнечника, семена, растения, минеральные и органические удобрения являлись объектами исследований.

В проведенных исследованиях вегетационным методом изучены особенности выращивания подсолнечника при внесении различных норм удобрений.

В ходе работы семена подсолнечника высевали средnezасоленные почвы. Опыты проводились на полях с хлорированными засоленными почвами в 4 вариантах 4 повторности.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Данная научная работа была проведена и апробирована на почвах со средним засолением. В связи с этим было разработано и подготовлено методическое пособие по выращиванию сортов подсолнечника, устойчивых к местным почвенно-климатическим условиям, а также даны эффективные рекомендации ведущим хозяйствам в этой области.

Опыты проводились на следующих вариантах:

1. Контрольный вариант - без удобрений

2.  $N_{90}P_{90}K_{50}+$  фон (30 т/га органические удобрения)
3.  $N_{100}P_{100}K_{70}+$  фон
4.  $N_{150}P_{150}K_{90}+$  фон микроудобрения Берекет (0,2 л/га)

При разработке правил внесения минеральных удобрений в опыты определяли природную урожайность подсолнечника на среднесоленых почвах (18 ц/га) [1,3,4].

В исследованиях сравнивались и изучались влияние удобрений на скорость всех периодов роста подсолнечника, на биометрические показатели растения [2,5]. На опытном поле урожай подсолнечника созревал рано. По созреванию урожая проводились биометрические измерения: диаметр корзинки, количество семян в корзинке, масса 1000 семян.

### Выводы

В результате проведенных исследований определяли урожайность подсолнечника. В контрольном опыте без внесения удобрений урожайность составила 14,3 ц/га, в варианте  $N_{90}P_{90}K_{50}+$  фон 15,5 ц/га, в варианте  $N_{100}P_{100}K_{70}+$  фон 17,2 ц/га и в варианте  $N_{150}P_{150}K_{90}+$  фон микроудобрения Берекет (0,2 л/га) 18,8 ц/га. Из собранного урожая определяли выход масла.

В результате проведенных исследований было установлено, что выращивание подсолнечника на засоленных почвах улучшает мелиоративное состояние среднесоленых почв Дагестанского вейота. Определяли выход масла из семян подсолнечника. Максимальный выход подсолнечного масла было получено в варианте которое применялся 150 кг/га азота, 150 кг/га фосфора, 90кг/га калия и микроудобрения Берекет (0,2 л/га). В этом варианте из 1 тонны семян подсолнечника извлекли 350-380 кг подсолнечного масла, то есть выход масла составлял 35-38%. В контрольном варианте выход масла находился в пределах 25-28%, в варианте  $N_{90}P_{90}K_{50}+$  фон 28-30% и в  $N_{100}P_{100}K_{70}+$  фон варианте 28-34%.

Массовое выращивание подсолнечника создаст широкие возможности для увеличения производительности подсолнечного масла, а также приведёт к улучшению мелиоративного состояния засоленных почв.

### Список литературы

1. Бочковой А.Д. Гибридный подсолнечник // История научных исследований во ВНИИМК за 90 лет. – Краснодар, 2002. – с.15-32.
2. Бочковой А.Д. Новые гибриды подсолнечника // Российские семена. –1993. – Вып. I. – с.15-32.
3. Бочковой А.Д. Пивненко О.В. О перспективах крупноплодных форм среди сорто-образцов масличного подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2008. – Вып. I (138) – с.15-19.
4. Кулыгин В.А., Зинченко В.Е., Гринько А.В. Влияние удобрений на урожайность подсолнечника при разных способах обработки почвы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66).

5. Руководство по выращиванию подсолнечника. – А.: Наука, 2021.
6. Шафоростов В.Д., Макаров С.С. Потери урожая подсолнечника при уборке и пути их снижения // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2007. – Вып. 1 (136). – с.95-96.

## **ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ СВОЙСТВ ПОЧВ ОПЫТНОГО АГРОПОЛИГОНА ПЕРМСКОГО НИИСХ - ФИЛИАЛА ПФИЦ УРО РАН**

*Панькова Анна Андреевна, магистр 1 курса Института фундаментальных и прикладных агроэкобиотехнологий и лесного хозяйства, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ имени Д.Н. Прянишникова, anna.pankova.02@yandex.ru*

*Чащин Алексей Николаевич, к.б.н., доцент кафедры Агротехники и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ имени Д.Н. Прянишникова*

*Фомин Денис Станиславович, к.с.-х.н., старший научный сотрудник ПФИЦ УрО РАН, доцент кафедры общего земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ имени Д.Н. Прянишникова*

*Аннотация: В статье описаны результаты исследования пространственной неоднородности свойств почв опытного агрополигона. Цель исследований – геостатистический анализ пространственной неоднородности свойств почв опытного агрополигона «Пермского НИИСХ» - филиала ПФИЦ УрО РАН. В ходе исследования была выполнена оценка показателей описательной статистики и геостатистическая обработка данных.*

*Ключевые слова: Агротехнические свойства почвы, геостатистика, семивариограммы, пространственная неоднородность.*

**Введение.** Применение геостатистики, а также математико-картографических методов в изучении пространственной изменчивости почвенного покрова является стремительно развивающимся направлением в почвоведении. На опытных агрополигонах Пермского НИИСХ проводятся опыты по внедрению системы точного земледелия, неотъемлемой частью которой являются картограммы свойств почвенного покрова, построенные по регулярной сети точек. Одним из наиболее востребованных методов, который позволяет получить наглядные результаты является сплайн интерполяция. Именно его и использовали в данном исследовании в качестве математико-картографического метода.

Цель исследований – геостатистический анализ пространственной неоднородности свойств почв опытного агрополигона «Пермского НИИСХ» - филиала ПФИЦ УрО РАН.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследования является почвенный покров опытного агрополигона Пермского НИИСХ расположенного

в Очерском городском округе Пермского края в хозяйстве ООО «Талицкое». Использованная в работе выборка составила 40 индивидуальных почвенных образцов. Площадь территории составляет 245,9 га. Почва на данном участке - дерново-подзолистая.

Отбор почвенных образцов осуществлялся в августе 2023 года из слоя 0-20 см. Лабораторные методы включали в себя определение: реакции среды рНксл (ГОСТ 26483-85); органического вещества (ГОСТ 26213-84), суммы обменных оснований (ГОСТ 27821-88), гидролитической кислотности (ГОСТ 26212-91), подвижных соединений фосфора (ГОСТ 26207-91). Методы обработки пространственных данных включали геостатистическое исследование при помощи модуля «Geostatistical analyst».

**Результаты и их обсуждение.** Описательная статистика занимается обработкой эмпирических данных, их систематизацией и визуализацией через графики и таблицы, а также их количественным описанием при помощи основных статистических показателей [1,2]. Показатели описательной статистики исследованных агрохимических свойств отображены в таблице. По полученным данным территория исследованного поля характеризуется реакцией среды от сильнокислой до нейтральной, содержанием гумуса от очень низкого до низкого, гидролитической кислотностью от очень низкой до высокой, суммой обменных оснований от низкой до очень высокой, ЕКО от низкой до высокой, уровень обеспеченности подвижным фосфором от низкого до очень высокого.

Таблица

Описательная статистика агрохимических свойств почв (n =40)

Показатель	Значения показателей				Std. Dev.	V, %	Эксцесс	Асимметрия
	мин.	макс.	среднее	медиана				
рН КСл	4,0	6,3	4,9	4,8	0,5	17	0,8	0,7
Гумус,%	1,4	3,1	2,2	2,2	0,5	23	-1,3	0,1
Нг, м-экв/100г	0,6	5,8	3,2	3,2	1,2	36	-0,1	0,1
S, мг-экв/100г	5,7	30	18,2	17,8	5,1	28	0,1	-0,1
ЕКО	8,4	31,6	21,4	20,5	5,3	25	-0,1	-0,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	52,0	478,0	214,0	160,5	129,2	60	-0,5	0,8

**Примечания:** Std. Dev. – стандартное отклонение; V, % – коэффициент вариации

Варьирование реакции среды, гумуса и ЕКО – среднее, а изменчивость гидролитической кислотности, суммы обменных оснований и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> оценивается как сильная. Данные полученные в результате выполненной статистики имеют слабовыраженную, как левостороннюю, так и правостороннюю асимметрию.

Центральные значения данных по содержанию реакции среды, гумуса и гидролитической кислотности имеют близкие значения среднего и медианы, что

говорит о нормальном распределении свойств. Гистограммы распределения суммы обменных оснований, ЕКО и  $P_2O_5$  смещены вправо, что говорит о выборке малым числом точек с высокой суммой обменных оснований и ЕКО, очень высоким содержанием фосфора. Поскольку значения средней и медианы по всем показателям близки к друг другу, то данные соответствуют нормальному распределению.

В результате исследований данных были построены тренды U-образной формы (рис.).

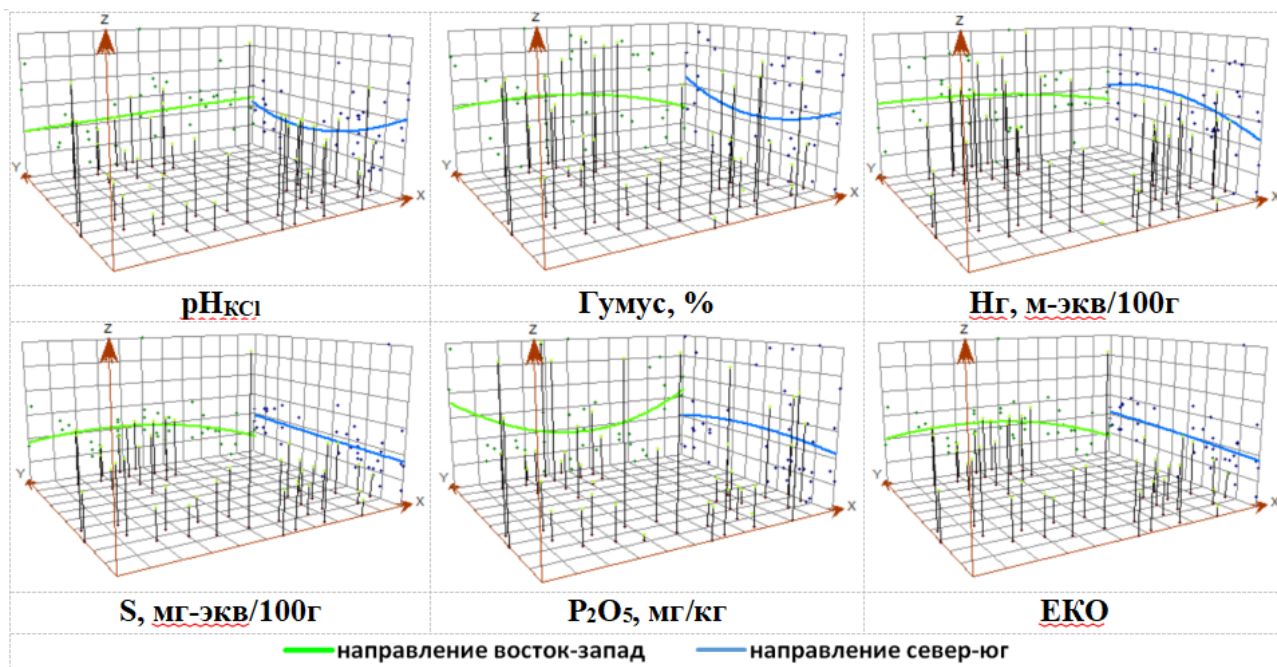


Рисунок. Тренды пространственного распределения свойств почв

Для образцов почвы на исследуемой территории анализ трендов показал, что тренд наблюдается во всех направлениях, за исключением линии запад-восток у  $pH_{KCl}$  и гидролитической кислотности, а также север-юг у суммы обменных оснований и ЕКО, которые не имели тренда или тренд был слишком слабым, чтобы его можно было идентифицировать. Наиболее значительно выражен тренд у  $P_2O_5$  и гумуса во всех направлениях. У содержания фосфора тренд восток-запад снижается по направлению к центру, а потом вновь возрастает. На север-юг, наоборот, сначала растет, а после понижается. У  $pH_{KCl}$ , гидролитической кислотности, S и ЕКО линии тренда выражены, но не так значительно.

Низким уровнем пространственной зависимости характеризуются показатели: гумус, ЕКО, сумма обменных оснований, а pH, гидролитическая кислотность и  $P_2O_5$  имеют явно выраженную пространственную автокорреляцию, что показал анализ построенных в «Geostatistical analyst» вариограмм.

**Выводы.** Анализ тренда показал линейную форму по  $pH_{KCl}$ , сумме обменных оснований, гидролитической кислотности. Это означает, что удаление тренда при их картографировании производить не нужно. По гумусу, подвижному фосфору и ЕКО установлена параболическая форма тренда, что является индикатором удаления квадратичного тренда (это тренд 2-го порядка). Геостатистический анализ данных по регулярной сети точек свидетельствует о наибольшем варьировании содержания  $P_2O_5$ .

### **Список литературы**

1. Коршунова С.А., Куклина С.Л. Статистический анализ данных химических и физических свойств аллювиальных почв долины реки Белой (Приангарье) и их интерпретация / Почвы и окружающая среда. – 2021. – №3. – С. 139-148.
2. Чащин А.Н. Картографирование агрохимических свойств почвы с применением обычного кригинга / АгроЭкоИнфо. – 2020. – №1. – С. 1-10.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕСТРОТЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПРИМЕРЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

*Поляков Николай Владимирович, студент первого курса бакалавриата кафедры генетики, селекции и семеноводства института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева*

*(Научный руководитель: Прохоров Артём Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева)*

*Аннотация: на примере десяти полей, локализованных на территории Нижнекамского района р. Татарстан, изучается взаимосвязь между интенсивностью эрозии почв на полях и урожайности разных сортов яровой пшеницы. Установлено, что самый низкий уровень урожайности был на полях с ярко выраженной расчленённостью рельефа и пестротой почвенного покрова. Полученные данные указывают на то, что эрозионные процессы и пестрота рельефа на полях играют не решающую, но очень важную роль во вкладе в урожайность яровой пшеницы.*

*Ключевые слова: эрозия, эрозионные процессы, водный режим, пестрота почвенного покрова, урожайность.*

### **Введение**

Особенности ландшафта определяют интенсивность эрозионных процессов, степень перераспределения тепла и влаги, а также возможности использования земель. [1-3]

Основная идея работы - оценка влияния пестроты почвенного покрова и рельефа на урожайность яровой пшеницы. В работе приводится сравнение и сопоставление выраженности эрозионных процессов на полях с урожаем пшеницы, по результатам 2022 года. Интенсивность эрозионных процессов является важным показателем, учитывая который, можно более точно определять предполагаемый урожай на полях.

### **Объекты и методы**

В рамках работы на примере десяти полей проведена оценка связи выраженности эрозионных процессов на полях с урожайностью яровой пшеницы. Для выявления эрозионных процессов использовались данные спутниковых снимков сервисов: Yandex, Bing, Google, данные о рельефе SRTM-global. Анализ произведен в Геоинформационной системе (ГИС) QGIS v. 3.34

По цвету почвы и данным о рельефе оценивали однородность почвенного покрова. В качестве объектов исследования было выбрано десять участков на территории Нижнекамского р-на р. Татарстан. Данные за 2022 год использовались так как в соответствии со среднесезонными данными 2022 год был наиболее оптимальным по условиям тепло- и влагообеспеченности. Оценивались следующие гибриды: Арабэлла, Гранни, Бурлак. Потенциал сортов относительно идентичен.

### **Результаты**

Среди исследуемых полей есть, как и относительно однородные по цветовым характеристикам, так и достаточно пёстрые. Наиболее однородны по условиям рельефа и расчленённости участки 4.01; 4.06. На данных полях практически нет различий в цвете почвенного покрова, а эрозионные процессы выражены крайне слабо. На полях 3.15; 3.02 присутствуют слабовыраженные эрозионные процессы - небольшие лоцины, заметно изменение цвета почвенного покрова. Тёмные участки расположены в западинах, нижних точках склонов. Однако, общий тон почвенного покрова по-прежнему остаётся относительно однородным и цельным. На участках 2.13; 5.06; 6.05; 6.08 наблюдаются ярко выраженные изменения рельефа и последствия эрозионных процессов - множество лоцин, склонов и тёмных участков, обусловленных переувлажнением. На участках 4.30; 6.07; (а также 6.05) присутствует ярко-выраженное переувлажнение, связанное с неоднородностью рельефа, а также вынос на поверхность почвы карбонатных кальцийсодержащих пород (слой мергеля), который на спутниковом снимке читается как белое окрашивание. Слой карбонатных пород выносится на поверхность почвы за счет смывания пахотного горизонта и регулярной почвообработки. Вследствие эрозионных процессов и смывания пахотного горизонта некоторые участки почвы становятся бедны гумусовыми веществами, а также нарушается водный режим почвы, что оказывает негативное влияние на общее плодородие почв.



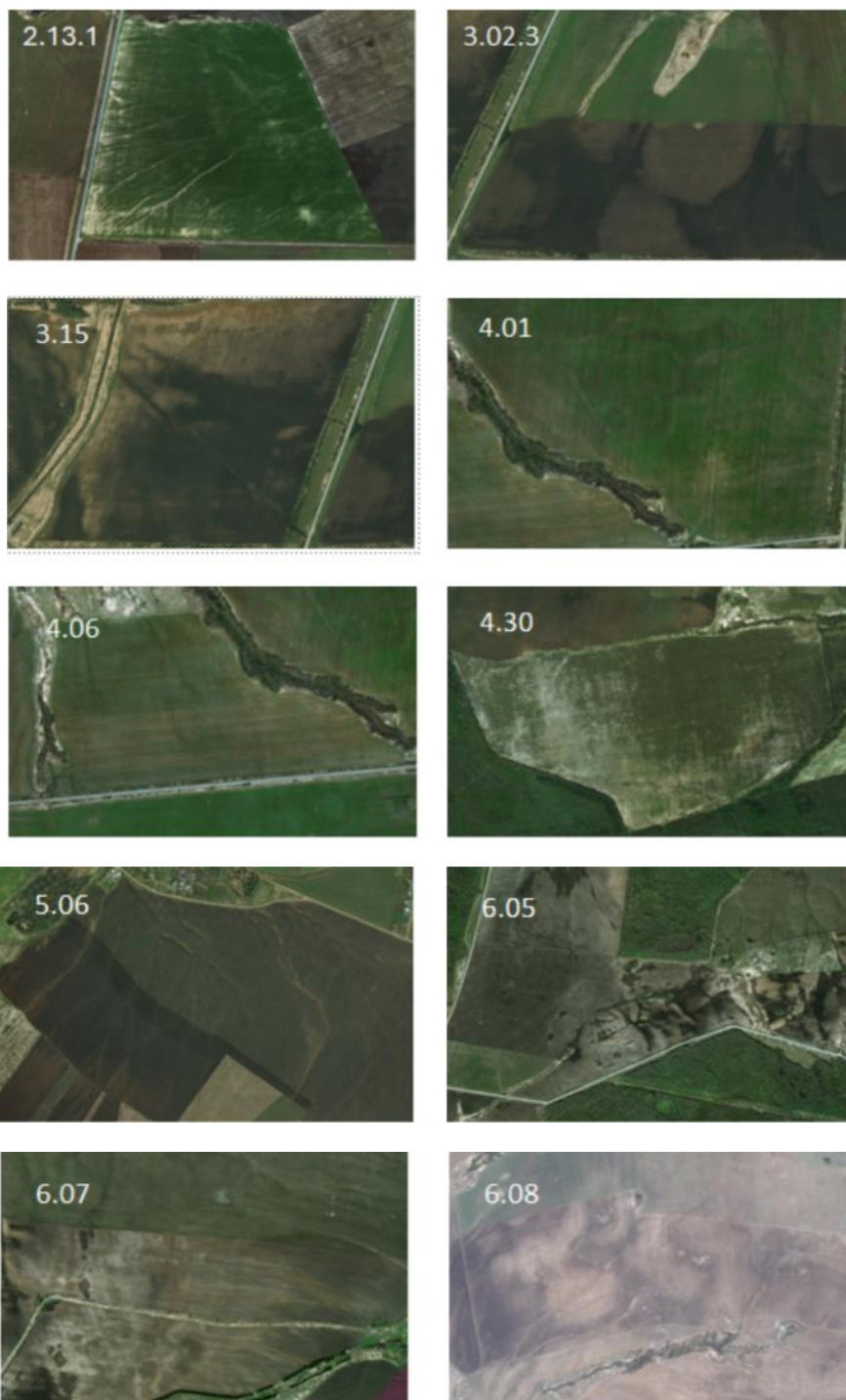


Рисунок - Исследуемые участки

Для удобства полученные данные представлены в таблице.

Данные об их урожайности и особенности рельефа на участках

Номер участка	Урожайность ц/га	Особенности участка
2.13	50,2	Участок расположен на склоне; множество лощин
3.02	48,2	Ярко выраженные изменения рельефа; в низинах - тёмные наносы смытого пахотного горизонта
3.15	43,7	В центре поля одна крупная лощина; поле расположено на склоне
4.01	62,5	Поле относительно однородно
4.06	62	Поле относительно однородно, присутствуют лощины, не влияющие на пестроту почвенного покрова
4.30	7,3	Вымывание карбонатных пород на поверхность почвы
5.06	51,9	Поле расположено на склоне; выражены лощины и переувлажнение внизу склона
6.05	24,2	Поле расчленено рельефом; наблюдается вымывание карбонатных пород и сильное переувлажнение в углублениях рельефа
6.07	22,1	Поле расположено на склоне; хорошо видны эрозионные процессы и вымывание мергеля
6.08	34,8	Поле расчленено неоднородным рельефом; в лощинах и низинах - переувлажнение

### Выводы

На примере десяти полей были рассмотрены различные последствия эрозии, и было произведено сравнение урожайности полей, основанное на особенностях каждого участка. Самая высокая урожайность яровой пшеницы была на двух из трёх наиболее однородных полях 4.01 и 4.06. На другом относительно однородном поле 5.06 урожайность была несколько хуже, что вызвано менее равномерным рельефом и большим влиянием эрозионных процессов. На полях с наиболее выраженными эрозионными процессами и с наиболее пёстрым цветом 3.02 и 3.15 урожайность была на среднем уровне. Лучшая урожайность была на поле 2.13, эрозионные процессы на котором видны со спутника, но не влияют на пестроту почвенного покрова. Самый низкий уровень урожайности был на полях с ярко выраженной расчленённостью рельефа и пестротой почвенного покрова 4.30; 6.05; 6.07. Полученные данные указывают на то, что эрозионные процессы и пестрота рельефа на полях играют не решающую, но очень важную роль во вкладе в урожайность яровой пшеницы, что необходимо учитывать при расчёте потенциальной урожайности.

### Список литературы

1. Productivity of spring barley on soils of different agroecological groups of r. Tatarstan, Nizhnekamsk district / A. A. Prokhorov, O. E. Efimov, B. A. Borisov [et

al.] // BIO Web of Conferences. – Vol. 116. – P. 01007 – DOI 10.1051/bioconf/202411601007. – EDN VINHAL.

2. Прохоров, А. А. Индексная оценка степени выпханности черноземов Предкавказской провинции / А. А. Прохоров, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN OXSZRW.

3. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008

### **ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И РЕЖИМА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ**

**Пономаренко Алина Константиновна**, магистрантка 2 курса института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [alinapn17@gmail.com](mailto:alinapn17@gmail.com)

**Рахимова Ксения Романовна**, магистрантка 2 курса института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [ksenia.rakhimova@gmail.com](mailto:ksenia.rakhimova@gmail.com)

**Научный руководитель** – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru)

*Аннотация: На основе результатов полевых и лабораторных исследований были определены коэффициенты корреляции между концентрацией аминокислот в соке листьев и дозой внесенного азота, урожайностью ячменя, содержанием в зерне белков и отдельных белковых фракций и установлена зависимость этих показателей от дозы применения азотного удобрения.*

*Ключевые слова:* ячмень, азотное питание растений, концентрация аминокислот в соке листьев, содержание и состав белков зерна.

Исследования по диагностике азотного питания и прогнозированию биохимических показателей зерна ячменя по концентрации аминокислот в соке листьев проводились на Полевой опытной станции и кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева в 2022 году.

Объектом исследования было зерно ярового ячменя сорта «Златояр» селекции Московского НИИСХ «Немчиновка», который получен в результате скрещивания сорта селекции ФИЦ «Немчиновка» «Нур» и сорта белорусской

селекции «Якобинец» [2]. Посев проводили из расчёта 6 млн. всхожих семян на 1 га.

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,5 %, Нг – 0,37 мг-экв на/100 г. почвы, рН<sub>KCl</sub> – 7,2; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O (по Кирсанову) – 351 и 186 мг/кг почвы соответственно.

Для диагностики азотного питания и прогнозирования биохимических показателей зерна проводился отбор листьев в фазе образования первого стеблевого узла на главных побегах растений. В пробу включался второй лист сверху, в котором уже стабилизировались биохимические процессы. Полученный сок листьев приливали в пробирки с 3 % раствором трихлоруксусной кислоты для осаждения белков и связанных с ними пигментов, после чего трихлоруксусную кислоту нейтрализовали 6 % раствором гидроксида натрия. После разбавления полученного раствора его подвергали спектрофотометрированию при длине волны 280 нм. Отсчёт измеренной оптической плотности для оценки концентрации свободных аминокислот в соке листьев умножали на коэффициент пересчёта в тирозин, концентрацию которого выражали в мг/мл сока [1].

Содержание в зерне белков рассчитывали по белковому азоту, отдельные фракции белков экстрагировали обессоленной водой, 10 % раствором хлористого калия, 70 % раствором этанола, 0,2 % раствором гидроксида натрия [3].

Урожай зерна и его биохимические показатели статистически оценивали методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2010. Коэффициенты корреляции также рассчитывали при помощи указанной компьютерной программы.

### **Результаты и их обсуждение**

По результатам проведенных исследований было отмечено снижение концентрации аминокислот в соке листьев при повышении уровня азотного питания растений ячменя, что было вызвано усилением ростовых процессов под влиянием увеличения доз азотного питания и более интенсивным потреблением аминокислот на синтез белков и других азотистых веществ, а это, в свою очередь, снижало их содержание в соке листьев (табл.).

При повышении дозы азота до 120 кг/га отмечалось возрастание зерновой продуктивности растений ячменя, что сопровождалось снижением концентрации аминокислот в соке листьев, тогда как более высокая доза азота 150 кг/га уже не увеличивала урожай зерна и не снижала концентрацию аминокислот в соке листьев, вследствие чего не получен достоверный коэффициент корреляции.

При оценке содержания белков можно отметить прямую зависимость их содержания от дозы внесения азотного удобрения. При повышении дозы азотного питания до 150 кг/га наблюдалось повышение содержания белков до 12,6%, в то время как при дозе азота 60 кг/га показатель содержания белков был

равен 9,9%, но тем не менее достоверной корреляции содержания в зерне белков с концентрацией аминокислот в соке листьев не выявлено.

Таблица

Изменение концентрации аминокислот в соке листьев, зерновой продуктивности и состава белков зерна в зависимости от режима азотного питания растений ячменя

Показатели	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	НСР <sub>05</sub>	Коэффициент корреляции
Концентрация аминокислот в соке листьев, мг/мл тирозина	41,2	42,2	38,2	34,4	35,4	-	-
Урожай зерна, г/м <sup>2</sup>	361	434	422	506	483	30	-0,81
Содержание белков, % сухой массы	9,7	9,9	10,4	11,3	12,6	0,1	-0,82
Азот фракций в % от общего азота белков							
Водорастворимые белки	19,0	20,3	16,0	15,4	15,8	0,6	0,94
Глобулины	34,5	38,0	32,0	20,5	26,3	0,2	0,96
Гордеины	17,2	13,6	16,0	25,6	21,1	0,6	-0,89
Глютелины	17,1	19,0	28,0	33,3	31,6	0,9	-0,97
Неэкстрагируемые белки	11,5	8,9	8,0	5,1	5,2	0,1	0,89
Корреляция достоверна с вероятностью 95 % при $r =  0,88 $							

В зависимости от режима азотного питания растений также изменялась и доля различных фракций в составе белков зерна ячменя. При дозе внесения азота 60 кг/га наблюдалась наибольшая концентрация аминокислот в соке листьев, а также в зерне, полученном в данном варианте, наблюдались самые высокие показатели по процентному содержанию водорастворимых белков и глобулинов. Наименьшие показатели по содержанию водорастворимых белков и глобулинов отмечались в варианте с внесением азота в дозе 120 кг/га, тогда как при дозе азота 150 кг/га происходило увеличение содержания данных фракций.

Под воздействием дозы азота 120 кг/га в белковом комплексе зерна ячменя наблюдалось наибольшее содержание гордеиновых и глютелиновых белков, тогда как при дозе азота 150 кг/га такой закономерности уже не наблюдалось. Содержание неэкстрагируемых белков в зерне ячменя под влиянием

возрастающих доз азота изменялось в таком же направлении, как и концентрации водорастворимых белков и глобулинов.

Исходя из выше указанных показателей концентраций аминокислот в соке листьев и фракционного состава белков установлена достоверная положительная корреляция концентрации аминокислот в соке листьев ячменя с содержанием в зерне водорастворимых, неэкстрагируемых белков и глобулинов, а также достоверная отрицательная корреляция с содержанием гордеинов и глютелинов.

### Список литературы

1. Новиков Н.Н., Жарихина А.А, Соловьева Н.Е Диагностика азотного питания и прогнозирование качества зерна злаковых культур по концентрации аминокислот в соке листьев // Известия ТСХА. - 2021. - №1. - С. 29-41.
2. Новый сорт ячменя Златояр / Л. М. Ерошенко, М. М. Ромахин, А. Н. Ерошенко [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 2(34). – С. 84-89. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11174. – EDN ZHRURE.
3. Соловьёва Н.Е Формирование качества зерна пивоваренного ячменя в зависимости от режима питания и применения фиторегуляторов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: дис. канд б наук: 03.01.05. - М., 2019. - 203 с.

### ВЛИЯНИЕ БИМОДИФИЦИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

*Пронин Алексей Максимович, магистр кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alex.poganel@mail.ru*

*Зубкова Анна Александровна, магистр кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, annazubkova26@mail.ru*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, efimov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: Изучено влияние биомодифицированного удобрения на урожайность ячменя ярового. Определено содержание в растениях азота, фосфора и калия. Установлены вынос азота растениями ячменя и коэффициенты использования питательных веществ растениями из удобрений. Отмечена положительная динамика действия биомодификации на выход сухой массы зерна и соломы, вынос азота и калия при высоких дозах внесения*

*Ключевые слова: яровой ячмень, биомодификация минерального удобрения*

В современной агробиотехнологии всё более востребованным становится применение биологической модификации удобрений, так как благодаря её использованию повышается урожайность сельскохозяйственных культур, снижается нагрузка на окружающую среду и увеличиваются коэффициенты использования основных макроэлементов растениями[1-3].

Исходя из этого на базе РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева при кафедре агрономической, биологической химии и радиологии был заложен вегетационный опыт. В качестве культуры был выбран яровой ячмень сорта Вереск, который обеспечивает хорошую всхожесть семян. Использовалась типичная для зоны проведения вегетационного опыта почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, отобранная в АО Зеленоградское Пушкинского района Московской области. Содержание гумуса составляло 2,65%; реакция среды была слабокислой ( $pH_{КСЛ} 5,7$ ), класс обеспеченности фосфором – пятый, калием – четвертый. Схема опыта состояла из семи вариантов: контроль - без внесения удобрений; варианты с внесением комплексного минерального удобрения с дозами азота 100, 150 и 200 мг д.в. на кг почвы; а также варианты с применением биомодифицированного комплексного минерального удобрения с теми же дозами азота. Используемое биомодифицированное удобрение представляло из себя комплексное минеральное удобрение, на гранулы которого нанесена оболочка из микроорганизмов.

В ходе описанного вегетационного опыта были получены следующие результаты (рис., табл.):

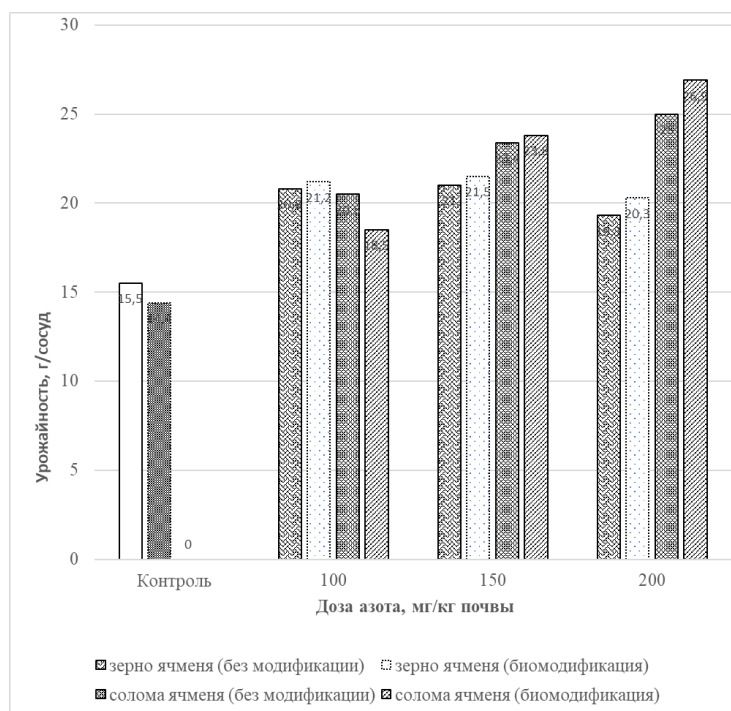


Рисунок - Влияние биомодификации удобрения на урожайность ячменя ярового

Внесение биологически модифицированных удобрений оказало положительное влияние на количество зерна в г/сосуд. Превышения биомодификации над вариантом с внесением исключительно минеральной формы не отмечается только при дозе азота 100 мг/кг. В варианте с применением биомодифицированного удобрения с дозой азота 200 мг/кг наблюдается максимальная прибавка зерна – 1 г/сосуд и соломы – 1,9 г/сосуд. При анализе влияния модификации на сухую массу всего по растению, то вариант с внесением биомодифицированного удобрения опережает свой аналог исключительно минеральной формы на 2,90 г/сосуд или 6,55%; а превышение этого варианта над контролем составило 17,30 г/сосуд или 57,86% (см. рис.).

Таблица

Влияние биомодификации удобрения на вынос азота урожаем ячменя ярового сорта Вереск

№	Вариант опыта	Доза азота, мг/кг почвы	Вынос азота, мг/сосуд		
			зерно	солома	всего
1	Контроль (без удобрений)	нет	338,75	95,55	434,30
2	Комплексное минеральное удобрение	100,0	424,47	116,69	541,16
3	Биомодифицированное комплексное минеральное удобрение		400,34	98,98	499,32
4	Комплексное минеральное удобрение	150,0	549,22	184,96	734,18
5	Биомодифицированное комплексное минеральное удобрение		490,71	111,06	601,77
6	Комплексное минеральное удобрение	200,0	500,53	310,00	810,53
7	Биомодифицированное комплексное минеральное удобрение		530,88	344,64	875,52
НСР05			37,59	6,11	-

Интересная ситуация получилась при расчёте выноса азота растениями: положительное действие биомодификации фиксируется только при дозе азота 200 мг д.в. на кг, тем не менее, вариант с применением биомодифицированного комплексного удобрения превысил аналог минеральной формы в целом по



растению на 64,99 мг/сосуд или на 8,02 %. Также при внесении биомодифицированного удобрения в максимальной дозе азота отмечается наибольшее среди всех вариантов превышение над контролем: биомодификация увеличила вынос азота растениями на 441,22 мг/сосуд или на 101,59% (см. табл. ).

Изменение коэффициентов использования макроэлементов из удобрений в урожае ячменя ярового сорта Вереск в зависимости от применения биомодификации неоднозначное. Однозначно положительный эффект фиксируется на КИУ азота в варианте с внесением биомодифицированного минерального удобрения при дозе азота 200 мг д.в. на кг, значение там является максимальным среди всех и составляет 44,1%.

На коэффициент использования из удобрений калия биомодификация оказала не такой сильный эффект, хотя наибольшее значение и отмечается в варианте с применением минеральной формы удобрения и составляет 55,8%, вариант с применением биомодифицированного комплексного удобрения при дозе азота 150 мг/кг не сильно отстаёт от него, КИУ калия там равняется 54,7%.

На коэффициент использования из удобрений фосфора внесение биологически модифицированного удобрения не оказало положительного влияния: все варианты с применением такого препарата не смогли обойти по значениям аналоги исключительно минеральной формы.

Подводя итоги, проведённый вегетационный опыт на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве показал влияние биологической модификации гранул удобрения.

Отмечена положительная динамика действия биомодификации на выход сухой массы зерна и соломы, вынос азота и калия при высоких дозах внесения.

### **Список литературы**

1. Гаврилова, А.Ю. Влияние сложных минеральных удобрений и биопрепарата бисолбифит на урожайность и качество зерна ярового ячменя / А.Ю. Гаврилова, Л.С. Чернова, А.А. Завалин // Плодородие. – 2019. - №4(109) [Электронный журнал]. – С.3-5.
2. Кидин, В. В. Использование растениями элементов питания из разных слоев дерново-подзолистой почвы / В. В. Кидин, Ю. Е. Гусева // Доклады ТСХА : Сборник статей, Москва, 01 января – 31 2015 года. Том Выпуск 286, Часть 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – С. 17-19.
3. The influence of biomodified fertilizers on the productivity of crops and biological properties of soddy-podzolic soils / A.N. Naliukhin, A.P. Glinushkin, S.M. Khamitova, Yu.M. Avdeev // Entomology and applied science letters. – 2018. – Т.5 №3 [Электронный журнал]. – Р.1-7.

## ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ЗОНАЛЬНОГО РЯДА

*Прохоров Артем Анатольевич, аспирант 3 г.о. кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Горячев Павел Сергеевич, студент 3 – го курса кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Горячев Кирилл Сергеевич, аспирант 1 г.о. кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Аннотация: На примере трех ключевых участков на территории: Предкавказской, Среднерусской-широколиственно-лесной и Среднерусской южно-таежной почвенных провинций проведена оценка чувствительности ряда почвенных параметров к процессу снижения содержания почвенного органического углерода, определяемого методом бихроматного окисления. Установлено, что вне зависимости от привязки к типу почв, наиболее чувствительный почвенный параметр – содержание легкой фракции органического вещества ( $LF < 1.6 \text{ г/см}^3$ ). Тренд сокращения  $LF < 1.6 \text{ г/см}^3$  не пропорционален скорости снижения содержания гумуса и имеет нелинейный характер, претерпевая существенные потери до 40-60% при уменьшении доли почвенного углерода на 25% относительно фоновых значений.*

### **Введение**

Показатели чувствительности и устойчивости различных параметров почв к смене режима землепользования и сокращению уровня содержания почвенного углерода являются важными маркерами качества. Основная проблема оценки заключается в определении пороговых значений, между категориями «устойчивость» и «чувствительность». [2-5] Существует большое количество методов оценки уровня деградации почв агроландшафтов относительно своих целинных аналогов. В качестве концепции, в работе [3] предложено оценивать соотношение углерода гранулоденситометрической фракции  $LF < 1.6 \text{ г/см}^3$  к общему углероду, определяемому методом Тюрина, переводя параметр соотношения в условную шкалу выпаханности также в работе [3], был предложен альтернативный вариант оценки степени выпаханности с учетом группы параметров. В зарубежной литературе аналогично встречается термин «Soil Health Gap» или «пробел в здоровье почвы» [1]

### **Объекты и методы**

В рамках работы, на примере почв трех округов проведена оценка чувствительности параметров качества к сокращению почвенного органического углерода (ПОУ) определяемого бихроматным методом по Тюри-ну. Данные, представленные для почв Предкавказской провинции, характеризуют почвы черноземного типа, локализованные в Ростовской области (Зерноградский р-н.) – в соответствии с классификацией 1977 г. черноземы обыкновенные предкавказские, для почв Среднерусской широколиственно-лесной провинции –

представлены данные для типа серых лесных почв, локализованных в Калужской области (Бабынинский р-н), для и Среднерусской южно-таежной провинции данные представлены для типа серых лесных почв, локализованных на территории Московской области (Серпуховской р-н). Пробы почв были отобраны в рамках проведения почвенно-ландшафтных обследований на территории сельскохозяйственных предприятий в 2022-2023 г. Названия почв присвоены в соответствии с классификацией почв СССР 1977 года. Анализ проб почв проведен на базе Испытательного центра почвенно-экологических исследований РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (ИЦПЭИ РГАУ-МСХА).

Среди определяемых агрохимических показателей, кроме бихроматно-окисляемого углерода определяемого методом Тюрина в модификации Симакова (Сорг), анализировали: содержание подвижных форм фосфора и калия (для серых лесных определяемых методом Кирсанова, для черноземов обыкновенных карбонатных методом Мачигина), уровень рН, содержание фракции перманганат-окисляемого углерода (РОХС), содержание легкой фракции органического вещества ( $LF < 1.6 \text{ г/см}^3$ ) в соответствии с протоколами, представленными подробно в работах [13,14], за единственным исключением - в качестве тяжелой жидкости для выделения легкой денситометрической фракции вместо поливольфрамата натрия был использован раствор йодистого калия. Данные приведены для пахотного горизонта почв (глубина отбора проб 0-25 см), общая выборка состояла из 123 наблюдений, при этом 66 ед. приходилось на серые лесные почвы Калужской области, 33 ед. на черноземы Ростовской области, и 24 ед. серые лесные почвы Московской области. Для каждого из исследуемых участков пробы были отобраны как с агроландшафтов, так и с необрабатываемых участков (фоновые показатели). В соответствии с методом, предложенным в работе [2], была построена визуализация характеризующая зависимость уменьшения содержания ПОУ и изменения других агрохимических показателей. Статистический анализ данных и построение графиков для визуализации были выполнены в программной среде RStudio v 4.3.2.

### **Обсуждение**

На рисунке представлен размах параметров в виде коробчатых диаграмм, характеризующих динамику показателей по почвенным провинциям.

Содержание подвижных форм  $P_2O_5$  варьировало в диапазоне от 28 до 336 мг/кг для почв Среднерусской провинции (метод Кирсанова) и от 4,2 до 40,7 мг/кг для почв Предкавказской провинции (метод Мачигина). Содержание подвижного  $K_2O$  варьировало в диапазоне от 43,3 до 401 мг/кг для почв Среднерусской провинции (при этом на участках Московской области отмечалось существенно меньшее его количество) и от 172 до 750 мг/кг для Предкавказской провинции. Содержание ПОУ и РОХС на черноземах обыкновенных в среднем соответствовало значениям 2,6% и 576 мг/кг, для серых лесных почв 2,2% и 401 мг/кг. При этом доля РОХС от  $C_{орг}$  (в ед. мг углерода) на черноземах соответствовала в среднем 2,2%, а на серых лесных 1,8%.

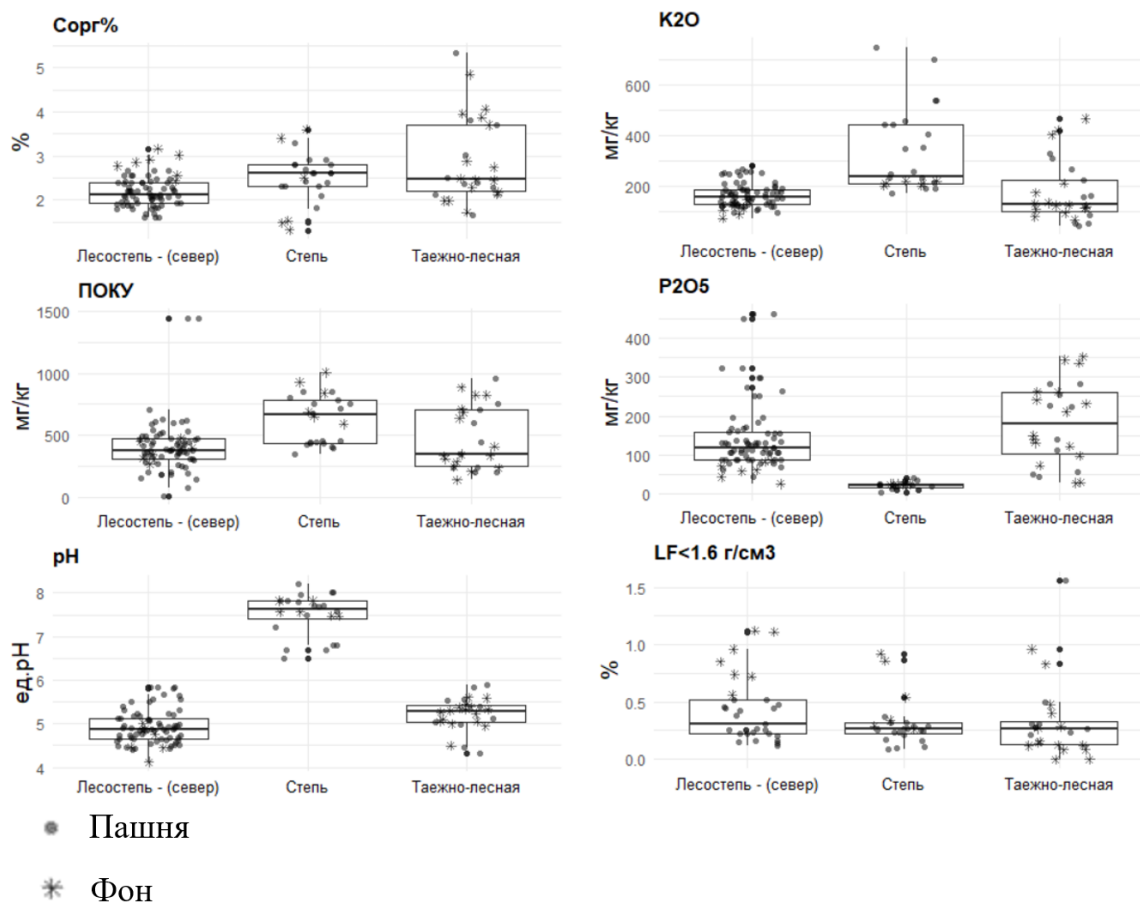


Рисунок - Диаграммы размаха почвенных параметров на исследуемых участках

Установлено что, вне зависимости от принадлежности к почвенной провинции, фракция  $LF < 1.6 \text{ г/см}^3$  была наиболее чувствительна к сокращению ПОУ, при этом для обыкновенных черноземов степень её сокращения относительно фоновых участков была выражена сильнее. Наиболее устойчивыми были показатели содержания подвижного  $\text{K}_2\text{O}$  и уровня рН, однако для серых лесных почв Московской области содержание подвижного калия было значительно более чувствительно к сокращению ПОУ. Сокращение фракции РОХС для серых лесных почв Московской области было пропорционально сокращению ПОУ при этом для черноземов обыкновенных и серых лесных почв Калужской области отмечалось наличие тенденции к более быстрому сокращению РОХС в промежутке от максимума до 3-го квартиля, в то время как при сокращении ПОУ до 50% от фоновых значений отмечается наличие сглаживания и выхода тренда среднего содержания фракции РОХС на плато.

### Список литературы

1. *Куприянов, А. Н.* Применение жидких комплексных минеральных удобрений как фактор оптимизации производства продукции растениеводства в условиях изменения климата / А. Н. Куприянов, А. А. Прохоров, А. И.

Белолобцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(233). – С. 33-40. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-233-3-33-40. – EDN MKMRXL.

2. Прохоров А.А., Агеев К.Д., Горячев К.С. Использование индексов вегетации в почвенно-ландшафтом картографировании и агроэкологической оценке, *АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал*, 2024, № 2. DOI: <https://doi.org/10.51419/202142228>.

3. Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края// *Агрохимический вестник* – 2024. – №4. – С.39-44. DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008

4. Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е. Индексная оценки степени выпаханности черноземов предкавказской провинции// *Агрохимический вестник* – 2023. – №5. – С.50-55. DOI: 10.24412/1029-2551-2023-5-009 EDN: OXSZRW

5. Productivity of spring barley on soils of different agroecological groups of r. Tatarstan, Nizhnekamsk district / A. A. Prokhorov, O. E. Efimov, B. A. Borisov [et al.] // *BIO Web of Conferences*. – 2024. – Vol. 116. – P. 01007. – DOI 10.1051/bioconf/202411601007. – EDN VINHAL.

## **ДИНАМИКА МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КАПСУЛИРОВАННОЙ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ**

*Савин Захар Дмитриевич, студент 2 курса, Института Агробиотехнологии, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, sydak228322@gmail.com (Научный руководитель - Лапушкин В.М., к. б. н., доцент, lapushkin@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в статье представлены результаты лабораторных опытов, которые показали, что покрытие гранул способствует снижению потерь нитратного азота за счет вымывания на 14% и эмиссии закиси азота на 22%. После компостирования почвы с капсулированной аммиачной селитрой в течение 28-ми суток, в почве сохраняется минерального азота на 28% больше по сравнению с обычным удобрением.*

*Ключевые слова:* аммиачная селитра, нитрификация, денитрификация, закись азота

**Введение.** Аммиачная селитра — наиболее распространённое азотное удобрение в России. В отечественном сельском хозяйстве, по данным РАПУ (Российская ассоциация производителей удобрений) аммиачная селитра занимает 35% в общем объеме применяемых удобрений и 85% от азотных удобрений [1].

Удобрение содержит азот в двух формах — аммонийный и нитратный, благодаря чему происходит быстрое наращивание зелёной массы растения и возрастает уровень урожайности.

Аммиачная селитра предназначена для основного внесения, а также для корневых подкормок [2,3]. Она одинаково хорошо показывает себя как на полевых культурах, так и на деревьях и кустарниках в садах и на дачных участках. Но у данного удобрения есть определенные минусы. При попадании в почву в анаэробных условиях под действием микроорганизмов происходит процесс денитрификации – восстановление нитратного азота до газообразных соединений:  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \uparrow \rightarrow \text{N}_2 \uparrow$  [2-4].

Это приводит к существенным потерям удобрения, вплоть до 30% от внесенной массы. Кроме того, часть содержащегося в удобрении нитратного азота может вымываться из почвы, что тоже приводит к потере удобрения [4,5].

Целью нашего исследования была оценка интенсивности превращения форм азота, денитрификации, размеров газообразных потерь и вымывания из почвы минеральных форм азота.

**Объекты и методы исследований.** Для проведения исследований АО НИУИФ были предоставлены образцы новой формы аммиачной селитры с покрытием гранул пленкой однозамещенного фосфата кальция толщиной 50 и 100 мкм. Содержание действующего вещества в изучаемых удобрениях составило: Naa – 34-0-0, Naa 50 мкм – 28-9-0, Naa 100 мкм – 24-16-0.

Для проведения лабораторных опытов использовали гумусовый горизонт дерново-неглубокоподзолистой легкосуглинистой почвой, почвообразующая порода – моренный суглинок. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями содержание гумуса – 2,53%,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  – 5,54, гидролитическая кислотность – 2,49 мг-экв./100 г., степень насыщенности основаниями 83%, содержание подвижных форм фосфора и калия соответствовало 2-й группе по Кирсанову, содержание минерального азота – 29 мг/кг.

Во всех опытах свежую, заготовленную почву тщательно измельчали, перемешивали и просеивали через сито с размером ячеек 2 мм. Определяли влажность почвы и дистиллированной водой доводили влажность до 60% НВ

Лабораторный опыт по изучению интенсивности превращения аммиачной селитры включал в себя 5 вариантов: 1. Контроль; 2 – Naa; 3 – Naa 50 мкм; 4 – Naa 100 мкм; 5 – Naa + ингибитор нитрификации. Опыт проводили в 3-х кратной повторности. После компостирования почвы с навеской удобрения (5 мг азота) через 14, 21 и 28 дней после закладки опыта фотометрически определяли содержание в почве аммонийного и нитратного азота.

Лабораторный опыт по изучению интенсивности денитрификации аммиачной селитры проводили по аналогичной схеме. Через 14 суток компостирования в сосуды вносили по 3 см<sup>3</sup> 2% раствора глюкозы и герметично закупоривали резиновыми пробками. Укупоренные сосуды выдерживали при

температуре +20°C для протекания процесса денитрификации. Концентрацию закиси азота в надпочвенном слое воздуха определяли методом газовой хроматографии.

Лабораторный лизиметрический опыт по изучению интенсивности вымывания нитратного азота из почвы проводили по следующей схеме: 1. Контроль; 2 – Naa; 3 – Naa 50 мкм; 4 – Naa 100 мкм. Для проведения лабораторного лизиметрического эксперимента использовали заполненные почвой стеклянные хроматографические колонки, в верхнюю часть почвенного столба помещали навеску удобрения и в каждую колонку небольшими порциями приливали дистиллированную воду для вымывания нитратного азота каждые 100 мл элюата отбирали для ионометрического определения нитратного азота.

**Результаты исследования.** По результатам опыта по изучению интенсивности превращения форм азота было выявлено, что по истечению 28 дней эксперимента содержание минерального азота в почве было на 28% выше в образцах с покрытием, по сравнению с обычным удобрением. При этом содержание азота в образцах с покрытием 100 мкм на 4% выше, чем с покрытием 50 мкм.

Результаты опыта по изучению интенсивности денитрификации показали, что эмиссия закиси азота при применении удобрений достигала максимума на 3-4 сутки эксперимента. При этом величина потерь азота коррелировала с наличием и толщиной покрытия гранул: 1,14 мг/сосуд в варианте с обычной селитрой, 0,99 мг/сосуд при толщине покрытия 50 мкм и 0,89 мг/сосуд при толщине покрытия 100 мкм. Это говорит о том, что минеральное удобрение с покрытием заметно снижают интенсивность процесса денитрификации, что в свою очередь уменьшает его потери и негативное воздействие на окружающую среду.

По результатам опыта по изучению интенсивности вымывания нитратного азота из почвы было установлено, что после промывания колонок 400 см<sup>3</sup> воды в варианте с внесением обычной аммиачной селитры в элюате было обнаружено 74% внесенного нитратного азота, в то время как в вариантах с капсулированными удобрениями размер потерь составил 60-61%. При этом разница между образцами с покрытием 50 и 100 мкм незначительна. Это говорит нам о том, что покрытие минерального удобрения препятствует его вымыванию из почвы.

**Заключение.** Таким образом, по результатам лабораторных опытов, можно сделать вывод, что покрытие гранул однозамещенным фосфатом кальция замедляет процессы нитрификации и денитрификации, тем самым снижая газообразные потери азота удобрений. Кроме того, способствует уменьшению вымывания содержащегося в удобрении нитратного азота, что тоже уменьшает его потери и повышает эффективность использования удобрений.

#### **Список литературы**

1. Российская ассоциация производителей удобрений: сайт. URL: <https://rapu.ru/analitics/> (Дата обращения 30.10.2024).

2. Кидин, В.В. Агрохимия: учебник / В.В. Кидин, С.П. Торшин. - М.: Проспект, 2016. - 608 с.
3. Минеев, В.Г. Агрохимия : Учебник / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков [и др.]. – Москва : Издательство Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с. – ISBN 978-5-9238-0236-8. – EDN YJNIGH.
4. Кореньков, Д.А. Агрохимия азотных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: «Наука», 1976. – 222 с.
5. Лапушкин, В.М. Эффективность новых форм НРК-удобрений с замедленным и регулируемым высвобождением питательных веществ при выращивании яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве / В. М. Лапушкин, Ф. Г. Игралиев, А. А. Лапушкина [и др.] // Агрохимия. – 2023. – № 2. – С. 29-35. – DOI 10.31857/S0002188123020096. – EDN MSXFNF.

## **УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН, НОВОШЕШМИНСКИЙ РАЙОН**

*Сафронова Анастасия Викторовна, студентка 4-го курса кафедры микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель: Прохоров Артём Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева)*

*Аннотация: На примере четырех исследуемых участков Республики Татарстан было установлено, что особенности рельефа необходимо учитывать при зонировании участков и составлении системы земледелия. Установлено, что горчица белая сорта Рапсодия показывает наилучшую продуктивность при расположении на пологих склонах, где трансаккумулятивные процессы имеют достаточную силу.*

### **Введение**

Особенности рельефа влияют на процессы переноса веществ и энергии во всех типах ландшафтов [1-3]

Данная работа рассматривает взаимосвязь урожайности в зависимости от однородности агроландшафта, выявляя наиболее оптимальные условия для горчицы.

### **Объекты и методы**

Объектом исследования послужила горчица белая сорта Рапсодия. Сорт рекомендуется к возделыванию в Республике Татарстан. Семена прорастают при низкой температуре и всходы могут выдерживать кратковременные заморозки до -5 градусов. Для возделывания пригодны почвы практически с любым рН. Вегетационный период составляет от 64 до 76 дней.



Для исследования было выбрано несколько ключевых участков, общая площадь которых составила 916 га. Средняя урожайность 9,15 ц/га.

Таблица

Исследуемые участки		
Координаты	Площадь, га	Урожайность, ц/га
55.087 с.ш. 51.038 в.д.	217	7,8
55.015 с.ш. 51.032 в.д.	121	8,6
55.090 с.ш. 51.013 в.д.	288	9,8
55.037 с.ш. 51.050 в.д.	290	10,4

Агроклиматические условия вегетационного периода 2022 года (апрель-август) были оптимальными для белой горчицы. Она не требовательна к влаге, а сумма активных температур составила 1984-2128° в зависимости от экспозиции и крутизны склона, когда для горчицы требуется 1600-1650° от посева до полной спелости. Были проанализированы картограммы исследуемых участков, отображающих крутизну и экспозицию склонов, рельеф и космоснимки местности. Аналитика была совершенна в программе QGIS.

### Обсуждение

Стоит отметить, что по крутизне 90% и более площади занимают субгоризонтальные поверхности и уклоном 0-1°. Участок с координатами 55.037 с.ш. 51.050 в.д. находится севернее остальных исследуемых площадок, однако его урожайность превышает среднюю урожайность исследуемой территории на 1,3 ц/га и составляет наивысшее значение в 10,4 ц/га. Это связано с тем, что наибольшая часть территории находится на высоте 142-137 м над уровнем моря. Благодаря близости водотоков на склонах аккумулируются илистые фракции и влага, протекающая через поверхность водосбора к пойме реки, формируется трансаккумулятивный ландшафт, стимулирующий накопление биомассы горчицы. Более половины участка с координатами 55.090 с.ш. 51.013 в.д. находится на высоте 149-142 м над уровнем моря, что не позволяет проходить аккумулятивным процессам в том же объеме, что на предыдущем участке, однако они все еще присутствуют, а плавное понижение не располагает в почвенной эрозии. Урожайность среди исследуемых участков несколько выше средней и составляет 9,8 ц/га. Расположение участка с координатами 55.015 с.ш. 51.032 в.д. значительно отличается от вышеописанных полей и находится в диапазоне 133-119 м над уровнем моря, так же вблизи ложины. Его урожайность меньше средней среди исследуемых площадок и составляет 8,6 ц/га. Из-за нахождения в понижении участку так же присущи трансаккумулятивные процессы, однако влага, поступившая с водотоком, может застаиваться и нарушать воздушный

режим почвы, что регрессивно сказывается на урожайности. Так же с водотоком могут поступать излишние питательные элементы с участков, занимающих более высокое расположение, что так же негативно сказывается на продуктивности белой горчицы.

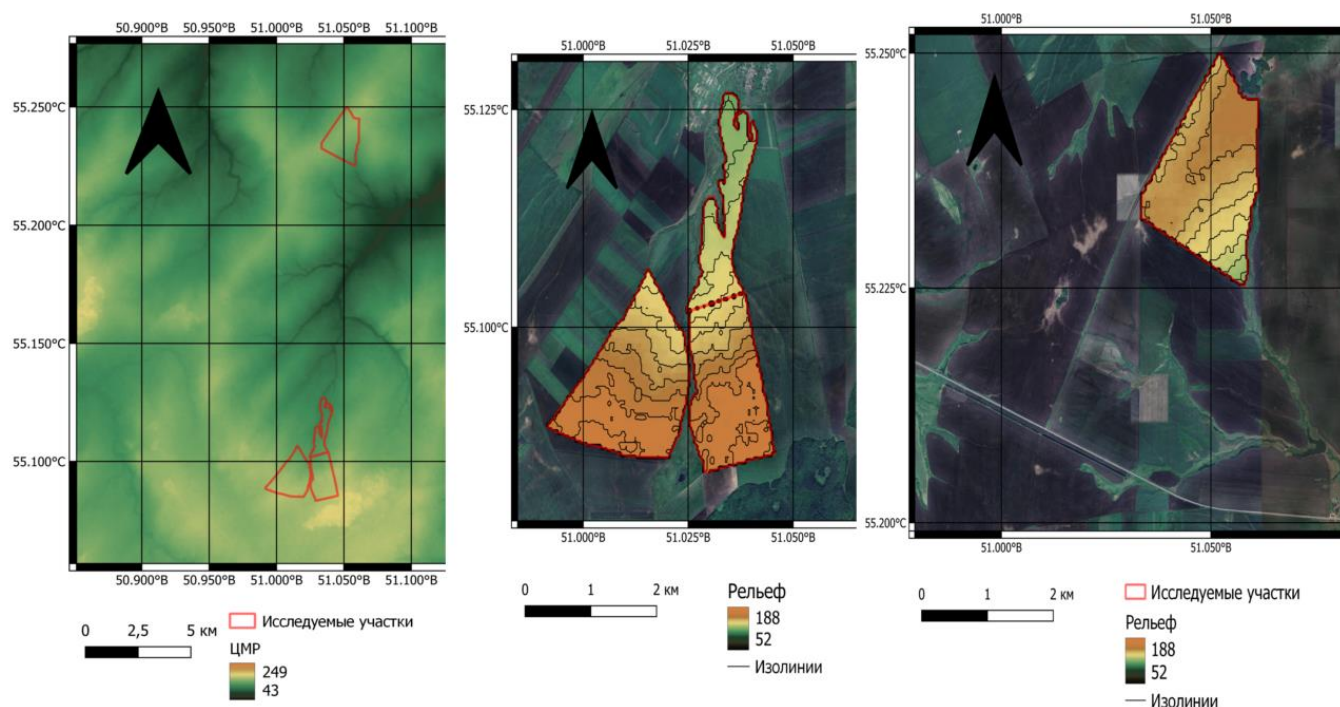


Рисунок - Пространственное расположение исследуемых участков и их рельеф

Около 70% участка с координатами 55.087 с.ш. 51.038 в.д. расположены на высоте 166-157 м над уровнем моря. Из-за этого влага, поступившая с осадками, не успевает заполнить почвенные капилляры, стекая ниже по склону, а также смывает верхний гумусный слой из-за чего почва на участке беднее и менее обеспечена влагой. Урожайность поля имеет меньшее значение среди исследуемых и составляет 7,8 ц/га.

### Список литературы

1. Лукомец В.М. Перспективная ресурсосберегающая технология производства горчицы: метод. реком. / Лукомец В.М., Горлов С.Л., Тишков Н.М. и др. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 54 с
2. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. // Агрехимический вестник. – 2024. – № 4. – С. 30-35. – DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008

3. Productivity of spring barley on soils of different agroecological groups of r. Tatarstan, Nizhnekamsk district / A. A. Prokhorov, O. E. Efimov, B. A. Borisov [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2024. – Vol. 116. – P. 01007. – DOI 10.1051/bioconf/202411601007. – EDN VINHAL

### **ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СОИ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**Светиков Владимир Александрович**, студент 4-го курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *geger.2000@mail.ru*

**Сюндюков Никита Васильевич**, студент 4-го курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *nikita03s@inbox.ru*

(Научный руководитель – Куренкова Евгения Михайловна, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *ekurenkova@rgau-msha.ru*)

*Аннотация: соя является одной из важнейших зерновых бобовых культур. В 2024 году в мире было произведено 368,6 миллиона метрических тонн соевых бобов. Крупнейшими странами-производителями являются Бразилия, США, Аргентина, Китай, Индия – эти страны производят более 85% всех соевых бобов. Соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура. Возделывание сои способствует биологизации земледелия – за счет симбиотической азотфиксации эта культура способна накапливать в почве до 100–150 кг/га атмосферного азота. Соя способна обеспечивать себя азотом на 70-90%, поэтому необходимо проводить инокуляцию сои высокоэффективными штаммами азотфиксирующих бактерий. Для успешного возделывания сои необходимо учитывать биологические и экологические факторы роста и развития, влияющие на формирование количественных и качественных показателей урожая данной культуры.*

*Ключевые слова:* соя, белок, no-till, симбиотическая азотфиксация, инокуляция.

По данным FAOSTAT, крупнейшим производителем зерна сои являются Бразилия (120,7 млн. т), США (116,4 млн. т) и Аргентина (43,9 млн. т), в рейтинге Топ-10 по объемам производства наша страна занимает 7-е место (6,0 млн.т). Согласно данным Росстата, в 2024 г. в России под соей занято 4,3 млн. га: из них 2,01 млн. га приходится на в Центральный федеральный округ (+30,2% по сравнению с 2023 г.); 1,22 млн. га – на Дальний Восток (-11%). В текущем году крупнейшим производителем сои в нашей стране является Амурская область,

посевные площади под этой культурой в регионе составили 900,3 тыс. га. Прогноз валового сбора зерна сои в целом по России составляет 7,35 млн. т. против 6,8 млн. т. в 2023 году [3, 5].

Соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура. В пищевой промышленности для производства хлебобулочных, крупяных и кондитерских изделий широко применяется обезжиренная соевая мука. Из этой культуры можно получить такие продукты, как соевое молоко, тофу, окара, текстурированный соевый белок и др. Шрот и жмых – ценные высокобелковые добавки к комбикормам, получаемые в результате переработки сои на масло, которое находит также применение в мыловаренной и лакокрасочной промышленности. В текстильной, парфюмерной, фармацевтической, бумажной промышленности востребованы белковые соевые изоляты [4].

Соя обогащает почву азотом и способствует повышению её плодородия за счет симбиотической азотфиксации. Кроме того, она хороший предшественник для многих сельскохозяйственных культур и часто используется в качестве зелёного удобрения [2].

Сою можно возделывать на разных типах почв, однако рН должна быть не ниже 5,5 с хорошей аэрацией. Соя не переносит затопления более 3 дней, а также засоления почвы более 0,05% по плотному осадку [2].

Корневая система сои стержневая, довольно мощно развитая, может проникать в глубину почвы до 1,5-2,0 м, но основная масса корней располагается в пахотном слое. Через 7-10 дней после появления всходов на корнях начинают развиваться симбиотические клубеньки детерминированного типа, азотфиксирующие бактерии, способны накапливать в почве до 100–150 кг/га атмосферного азота. Соя обеспечивает себя азотом на 70-90%. Экономически эффективно проводить инокуляцию сои высокоэффективными штаммами азотфиксирующих бактерий [2].

Бобовые, по сравнению с другими культурами, имеют повышенную усвояемость фосфора, что является актуальным и для сои. Нужно помнить, что для успешной азотфиксации соя нуждается в микроэлементах: железо, молибден, кобальт. При хорошей обеспеченности растений молибденом масса клубеньков сои на корнях увеличивается, усиливается связывание атмосферного азота [1, 2].

Наши исследования проходили в двух хозяйствах, входящих в состав «ЭкоНива-АПК» холдинг: ООО «ОКА МОЛОКО» Сасовского района Рязанской области и ООО «ЭКОНИВА АГРО-ЮЖНОЕ» Бутурлинского района Воронежской области.

Основными направлениями деятельности ООО «ОКА МОЛОКО» являются молочное животноводство и растениеводство, где задействовано более 1550 сотрудников. На сегодняшний день «ОКА МОЛОКО» - это 8 подразделений в 6 районах Рязанской области: Чучковском, Пителинском, Шацком, Сараевском,

Сасовском и Александро-Невском. Общая площадь сельхозугодий составляет 101 500 га.

В качестве объектов исследования выступали следующие два раннеспелых сорта сои масличной группы: Памяти Фадеева (индетерминантного типа развития, низкорослое) и Лидер 10 (индетерминантного типа, средней высоты).

Метеорологические условия во время вегетационного периода характеризовались высокими температурами и малым количеством осадков. Агрохимические показатели почвы характеризовались следующими показателями: рН 6,5-7,0, среднее содержание гумуса 3,1%, средняя обеспеченность почвы фосфором и калием.

Предшественником сои была озимая пшеница. Осенью проводилось дискование на 8 см, основная глубокая обработка глубокорыхлителем на 22 см и внесение диаммофоски (10:26:26); весной проводилась культивация на 6 см. Уход за посевами включал 3 опрыскивания по вегетации (1-я против двудольных сорняков, 2-я против злаковых, 3-я представляла собой баковую смесь инсектицид+фунгицид) и листовую подкормку азотными удобрениями.

Десикацию посевов проводили препаратом Суховой 2 л/га. Уборка началась 29 августа.

Урожайность сорта Памяти Фадеева составила 2,4 т/га, Лидер 10 – 2,3 т/га. Содержание белка сорта Памяти Фадеева составила 39,1 %, Лидер 10 – 41,2 % (Таблица).

Таблица

Урожайность сои в различных агроэкологических условиях

Сорт	Урожайность, т/га	Содержание белка, %
ООО «ОКА МОЛОКО» Сасовский район Рязанской области		
Памяти Фадеева	2,4	39,1
Лидер 10	2,3	41,2
ООО «ЭКОНИВА АГРО-ЮЖНОЕ» Бутурлинский район Воронежской области		
ОАК Пруденс	2,0-2,5	33,8
Султана	1,8-2,3	34,7

Основными направлениями деятельности ООО «ЭКОНИВА АГРО-ЮЖНОЕ» являются молочное животноводство и растениеводство, где задействовано более 150 сотрудников. В состав ООО «ЭКОНИВА АГРО-ЮЖНОЕ» входит 4 подразделения в Бутурлиновском и Таловском районах Воронежской области. Общая площадь сельхозугодий составляет 12400 га.

В качестве объектов исследования выступали два сорта сои масличной группы: ОАК Пруденс (очень раннеспелый, индетерминантного типа развития,

полупрямостоячее) и Султана (очень раннеспелый, полудетерминантного типа, прямостоячее).

Согласно агроклиматическому районированию Шашко Л.И. ООО «ЭкоНиваАгро-Южное» относится к засушливой зоне, агроклиматической области недостаточного увлажнения. Метеорологические условия вегетационного периода характеризовались повышенной температурой и недостатком осадков.

Агрохимическое обследование по отбору смешанных почвенных образцов в ООО «ЭкоНиваАгро-Южное» проводилось согласно «Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (Москва, 2003г.), специалистами центра агрохимической службы «Воронежский» Швец К.В., Волкодавным А.В., Плотниковым А.И., в 2019-2020 годах. Почва характеризуется средним содержанием гумуса, повышенным содержанием подвижного фосфора и высоким доступного калия (по Чирикову), близкой к нейтральной реакции среды.

Соя возделывалась по технологии No-till. Предшественником сои была кукуруза на зерно. Проводилось опрыскивали гербицидом сплошного действия Торнадо 540, ВР. Сев проводили сеялкой Amity с технологией single disc, которая, благодаря отсутствию направляющих колёс, позволяет успешно разрезать растительные остатки дисками и прикатывать борозды прикатывающими колёсами. В процессе вегетации растений сои проводилось несколько обработок против сорной растительности (гербициды Миура, Корсар, БореЙНео, и др). Против паутинного клеща, а также тлей, клубеньковых долгоносиков, личинок различных видов совок, растительноядных клопов посева сои обрабатывали препаратом Каратезеон, МКС.

Основной признак спелости семян большинства сортов – полное опадание листьев, подсыхание стеблей и побурение бобов. Уборка производилась в середине-конце сентября. Убирали сою в фазе полной спелости, прямым комбайнированием.

Урожайность ОАК Пруденс и Султана составила 2,0-2,5 т/га и 1,8-2,3 т/га соответственно. Содержание белка у сорта ОАК Пруденс – 33,8 %, у сорта Султана – 34,7 % (Таблица).

#### **Список литературы:**

1. Оптимизация режима минерального питания сои / Н. И. Мамсиров, К. Х. Хатков, С. А. Тешева, Н. Г. Таболин // Актуальные вопросы науки и образования. – 2022. – № 1. – С. 60-65. – EDN VLJBQV.
2. Кузьмин А. А. и др. 100 вопросов и ответов о возделывании сои (рекомендации для руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий)/под общей ред //МО Синеговского. Благовещенск: ООО" Одеон. – 2021.

3. 8 из 10 регионов — лидеров по производству сои увеличили площади под культурой в 2024 году // ПОЛЕ.РФ агропромышленный портал [сайт]. URL: <https://поле.рф/journal/publication/8-iz-10-regionov-liderov-po-proizvodstvu-soi-uvlichili-ploshchadi-pod-kulturoiy-v-2024-godu> (дата обращения 18.10.2024)

4. Универсальная культура // Агроинвестор [сайт]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15075-universalnaya-kultura/> (дата обращения 29.10.2024)

5. Crops and livestock products// FAOSTAT [сайт]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата обращения 22.10.2024)

### **ВЛИЯНИЕ ЭКСТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ НА СОДЕРЖАНИЕ И СВОЙСТВА АГРЕГАТОВ РАЗНОГО РАЗМЕРА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО КУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Смирнова Екатерина Андреевна, студентка 4 курса Института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sea-*

*Тулицына Елизавета Михайловна, студентка 3 курса Института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, t-*

*(Научный руководитель - Мамонтов Владимир Григорьевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mamontov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: Исследовано содержание агрегатов разного размера в черноземе типичном Курской области в следующих образцах: некосимая степь (целина), озимая пшеница, пар заповедный. Проведен Агрегатный анализ почвы по методу Н.И. Саввинова. Установлено, что наибольшее содержание агрегатов размером от 1 до 2 мм находится в образцах целины. Их процентное содержание составило 24,06% от общей массы. Определено, что наибольшее процентное содержание агрегатов размером больше 10 мм содержится в образцах озимой пшеницы и паре заповедном. Их процентное соотношение составило 15,98% и 18% соответственно. Также определено процентное содержание агрегатов, размером меньше 0,25 мм. В целине содержание агрегатов составило – 19%, в озимой пшенице – 16% и в паре заповедном – 13%. Рассчитана средняя ошибка для каждой фракции. Выяснено, что экстенсивное землепользование отрицательно влияет на структуру чернозема типичного.*

*Ключевые слова: чернозем, агрегаты, почва, почвенная структура*

#### **Введение**

Один из важнейших признаков почвы – это ее структура. От структуры почвы зависят многие ее свойства, водно-воздушный, питательный и микробиологический режимы. [1]

Структура может изменяться под воздействием на почву. Например, в результате механических и химических обработок.

Цель работы: Определить влияние экстенсивного землепользования на содержание агрегатов разного размера в черноземе типичном.

#### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследования является чернозем типичный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отобраны в Центрально – Черноземном государственном биосферном заповеднике им. А. А. Алехина в Стрелецком участке, а также на территории Петринского опорного пункта Почвенного института им. В.В. Докучаева и Курского НИИ АПП.

Научная ценность Центрально-Черноземного заповедника заключается в том, что на его территории сохраняется несколько режимов заповедания, это: участки степи с некосимым режимом и дубравы заповедника – пример абсолютного резервата; участки степи с умеренным выпасом и косимые варианты степи – режимы антропогенной охраны; участок многолетнего пара – пример антропогенного влияния на почву. [2]

*Исследуемая почва* – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый на карбонатных лессовидных суглинках.

**Некосимая степь** - это наиболее старый участок с абсолютно заповедным режимом (последнее кошение производилось в 1940 г.) Растительная ассоциация: разнотравно-ковыльно-безостовая. [2]

**Бессменный пар.** В апреле 1947 года был распахан участок целинной разнотравно-луговой степи площадью 0,6 га. До распашки этот участок Стрелецкой степи использовался как сенокосное угодье. Паровой участок расположен на водораздельном плато в 200 м на северо-восток от усадьбы ЦЧГБЗ. Этот многолетний опыт был заложен А.Ф. Большаковым, сотрудником Почвенного института им. В.В. Докучаева, с целью сравнительного изучения водного режима мощных черноземов под целинными травостоями, под пшеницей и при отсутствии растительности. Участок черного пара с весны 1947 г. До настоящего времени поддерживается в относительно чистом состоянии. Борьба с сорняками ведется путем культивации почвы и периодической вспашки на глубину 22-24 см. [2]



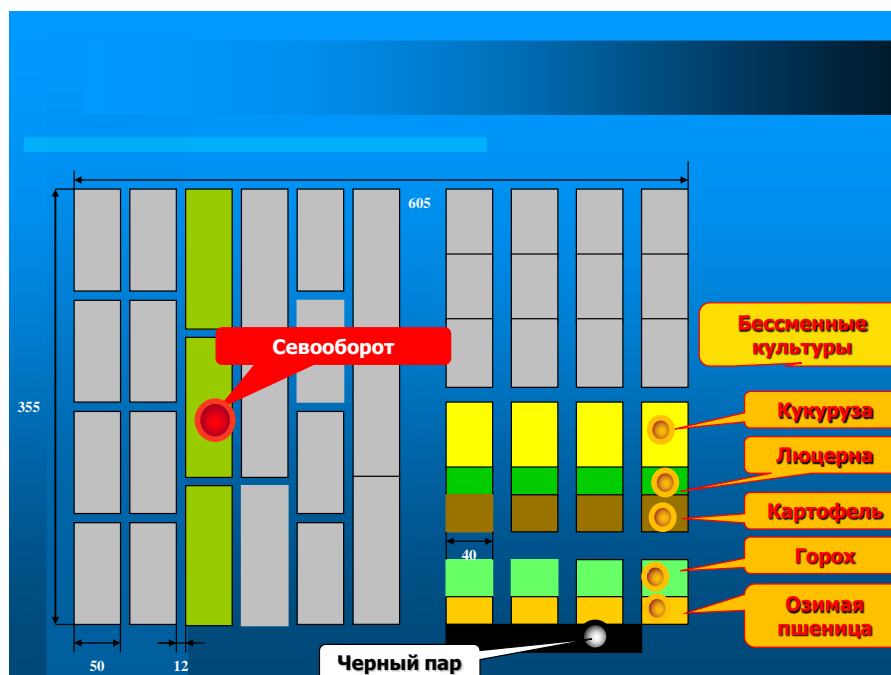


Рисунок – расположение исследуемых участков

### Методы исследования

#### *Агрегатный анализ почвы по методу Н.И. Саввинова*

Агрегатный анализ проводят для определения содержания агрегатов того или иного размера в пределах от 0,25 до 10,0 мм и качественной оценки структуры по содержанию водопрочных агрегатов.

Содержание агрегатов определенного размера находят методом «сухого» агрегатного анализа.

По данным таблицы 1, средние значения по фракциям в образцах составили:

В образце целина:  $>10 - 0,60 \pm 0,12\%$ , от 2 до 1  $-24,06 \pm 0,81\%$ ,  $<0,25$  +

/ В образце озимая пшеница:  $>10 - 15,98 \pm 1,1\%$ , от 2 до 1  $- 13,98 \pm 0,35\%$ ,  $<0,25 - 15,99 \pm 1,13\%$

В образце пар заповедный:  $>10 - 18,47 \pm 0,99\%$ , от 2 до 1  $- 13,21 \pm 0,39\%$ ,  $<0,25 - 13,35 \pm 0,54\%$

Наибольшее процентное соотношение самых крупных фракций ( $> 10$  мм) –  $18,47 \pm 0,98\%$  в образцах пара заповедного.

Наименьшее процентное соотношение самых крупных фракций ( $> 10$  мм) –  $0,60 \pm 0,12\%$  в образцах целины.

Таблица

Влияние экстенсивного землепользования на содержание и свойства агрегатов  
разного размера чернозема типичного курской области

Средние значения (М)	>10	от 10 до 7	от 7 до 5	от 5 до 3	от 3 до 2	от 2 до 1	от 1 до 0,5	от 0,5 до 0,25	<0,25
Целина	<b>0,60+/- 0,12</b>	2,13+/- 0,35	4,36+/- 0,79	16,29+/- 0,97	7,70+/- 0,89	<b>24,06+/- 0,81</b>	16,09+/- 0,86	9,68+/- 0,60	<b>19,02+/- 1,05</b>
Оз. Пшеница	<b>15,98+/- 1,1</b>	5,99+/- 0,825	5,83+/- 0,58	10,36+/- 0,68	3,89+/- 0,255	<b>13,98+/- 0,35</b>	15,92+/- 0,84	12,04+/- 0,78	<b>15,99+/- 1,13</b>
Пар зап.	<b>18,47+/- 0,98</b>	6,18+/- 0,14	6,14+/- 0,41	9,08+/- 0,49	3,35+/- 0,34	<b>13,21+/- 0,39</b>	17,18+/- 0,61	13,02+/- 0,95	<b>13,35+/- 0,54</b>

Фракции более 10 мм отрицательно сказываются на структурности почвы.

Самое большое процентное соотношение фракций от 2 до 1 мм находится в образцах целины, и составляет 24,06+/-0,81%.

Тем самым делаем вывод, что в целине наиболее подходящая структура почвы для ведения сельского хозяйства.

В образцах озимой пшеницы и пара заповедного процентное соотношение фракций от 2 до 1 мм примерно равно 13%. Это значительно ниже, чем в образцах целины. Тем самым, можно сделать вывод, что под влиянием антропогенных условий происходит деградация почвы.

Процентное содержание фракций меньше 0,25 мм во всех образцах различается. Наибольшее количество находится в образцах целины – 19,02+/-1,05%, а наименьшее в образцах пара заповедного – 13,35+/-0,540%.

Произведен расчет коэффициента структурности (К) по формуле:

$$K = \frac{A}{B}$$

где А – сумма макроагрегатов размером от 0,25 до 10 мм, %

Б – сумма агрегатов <0,25 мм и агрегатов >10 мм, %

Коэффициент структурности для образца целина составил – 4,09; для пшеницы озимой – 2,13; для пара заповедного – 2,14.

Оценка структурного состояния почвы (по С.И. Долгову, П.У. Бахтину):

Содержание агрегатов размером 0,25-10 мм от массы воздушно-сухой почвы:

В целине – 80,31%

В пшенице озимой – 67,99%

В паре заповедном – 68,16%

Образцы озимой пшеницы и пара заповедного находятся по процентному содержанию агрегатов 0,25-10 мм в пределах 60-80%, следовательно, структурное состояние почвы в данных образцах оценивается как хорошее.

Образцы целины находятся в пределе >80%, следовательно, структурное состояние отличное.

## **Выводы**

По результатам проведенных исследований, можно сделать вывод, что под влиянием экстенсивного землепользования, структура почвы деградирует. Агрегаты, размером больше 10 мм начинают преобладать в почвенной массе, что негативно сказывается на поглощении питательных элементов растениями.

Так же под действием механических обработок разрушаются наиболее ценные агрегаты, размером от 1 до 2 мм, которые впоследствии преобразуются в фракции других размеров.

По данным оценки структурного состояния, почвы в образцах озимой пшеницы и пара заповедного образцах оцениваются как хорошие, а образцы целины – отличные. Наибольший коэффициент структурности у образцов целины – 4,09.

## **Список литературы**

1. В.Г. Мамонтов, Б.М. Когут, Л.П. Родионова, О.В. Рыжков «Влияние сельскохозяйственного использования чернозема типичного на его структурное состояние и содержание органического углерода в агрегатах разного размера» Журнал «Известия ТСХА» №6 2016 с 22 – 31

2. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Гостев А.В., Пыхтин И.Г., Здоровцов И.П., Акименко А.С., Хитров Н.Б., Фрид А.С., Когут Б.М., Лазарева Р.И., Айдиев А.Ю., Лазарев В.И. Власов А.А., Рыжков О.В «Длительные полевые опыты на черноземах Курской области России», 2010. 35 с.

## **ВЛИЯНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО УДОБРЕНИЯ КВАНТИС И КОМПЛЕКСНОГО МИКРОУДОБРЕНИЯ АКВАМИКС НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ**

*Сторожев Кирилл Сергеевич, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, Email: [kirill.storojew2018@yandex.ru](mailto:kirill.storojew2018@yandex.ru)*

*(Научный руководитель – Лазарев Николай Николаевич, д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [nlazarev@rgau-msha.ru](mailto:nlazarev@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: В статье приведены результаты исследования по возделыванию 4 гибридов кукурузы на силос с целью выявления наиболее эффективных удобрений, содержащих в своем составе аминокислоты и микроэлементы.*

*Ключевые слова: кукуруза на силос, гибрид, высота растений, масса растения и початка, молочно-восковая спелость, количество листьев.*

Кукуруза – отличный корм, экономично производимый источник энергии и промышленное сырьё. Один гектар кукурузы производит годовой необходимый кислород для 50-60 человек. Урожаем кукурузы с одного гектара можно произвести 15000 литров молока, или 2000 кг говядины или 3000 кг свинины. Произведённым на одном гектаре ССМ (=Corn-Cob-Mix=смесь зерна-початка) с соответствующим белковым и минеральным дополнением можно откормить 35-40 свиней [3].

В настоящее время большинство сельхозтоваропроизводителей для стимулирования процессов роста и развития сельскохозяйственных культур все чаще используют регуляторы роста, микробиологические и аминокислотные удобрения. Применение биопрепаратов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур обеспечивает оптимальные условия питания растений, повышает качество получаемой продукции, увеличивает устойчивость агрофитоценозов к стрессовым ситуациям, таким как применение химических средств защиты и неблагоприятные условия окружающей среды [1,2].

#### **Методика исследований**

Исследования по возделыванию кукурузы на силос проводились на полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева в 2024 году. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, рН солевой вытяжки 4,9, что определяется как среднекислая. Обеспеченность подвижным фосфором очень высокая – 320 мг/кг почвы (по Кирсанову), подвижным калием высокая – 228 мг/кг (по Кирсанову). Высевали 4 гибрида: РОСС 140 (ФАО 140), Кромвелл (ФАО 180), Воронежский 160 (ФАО 160), Байкал (ФАО 170). Норма высева 80000 семян на 1 га при междурядьях 70 см. Проводилась подкормка растений аммиачной селитрой из расчёта 60 кг/га. Для стимулирования роста кукурузы проводились исследования по некорневой подкормке органическим удобрением Квантис, содержащим 20 свободных аминокислот, необходимых для синтеза белка, антиоксидантного, осмопротекторного, хелатирующего и антистрессового действия, обогащенным важными макро- и микроэлементами (калием, кальцием, фосфором, серой, бором, цинком и марганцем) и комплексным микроудобрением Аквамикс СТ, в состав которого входит Fe(ДТПА) - 1.74%; Fe (ЭДТА) - 2.1%; Mn - 2.57%; Zn - 0.53%; Cu - 0.53%; Ca - 2.57%; B - 0.52%; Mo - 0.13%. Норма применения органического удобрения Квантис: 2 некорневые подкормки в период вегетации из расчета 1-3 л/га, расход рабочей жидкости 100-200 л/га. Комплексное микроудобрение Аквамикс СТ применяется в виде 2-3 некорневых подкормок из расчета 0,5-1 кг/га, расход рабочей жидкости 300 л/га. В исследовании велись наблюдения за фенологическими фазами роста и развития растений и определялись биометрические показатели гибридов кукурузы. Учёт урожайности проводили в фазу молочно-восковой спелости.

#### **Результаты исследования**

Высота растений является косвенным показателем кормовой продуктивности [4]. У различных гибридов она варьировалась от 168,6 до 227 см (табл.). Наибольшую высоту имел гибрид Байкал и наименьшую – Росс 140. При некорневой подкормке препаратами Квантис и Аквамикс отмечалось увеличение линейного роста растений, причем в наибольшей степени стимулировал рост растений Квантис, содержащий в своем составе аминокислоты. Так, высота гибрида Кромвелл при некорневом внесении Квантиса возросла на 14,6 см, а при использовании Аквамикса только на 5,2 см.

Таблица

Биометрические показатели растений кукурузы

Вариант	Высота растения, см	Масса растения, г	Масса початков с одного растения, г	Масса листьев с одного растения, г	Кол-во листьев на одном растении, шт.
Кромвелл (I)*	200,2	809	354	146	9
Кромвелл (II)	205,4	863	396	154	9,2
Кромвелл (III)	214,8	1002	402	186	9,6
Байкал (I)	217,4	897	364	190	9,2
Байкал (II)	224,8	929	395	192	9,6
Байкал (III)	227,0	1029	400	205	9,8
Воронежский 160 (I)	213,2	826	358	174	8,8
Воронежский 160 (II)	218,6	895	374	195	9
Воронежский 160(III)	220,8	981	381	198	9,2
Росс 140 (I)	168,6	881	429	125	8,2
Росс 140 (II)	174,6	901	426	178	8,6
Росс 140 (III)	177,8	923	459	170	8,2

\*Примечание 1. I - вариант без обработки, II - обработка Аквамиксом, III - обработка Квантисом

Наибольшая средняя масса одного растения при срезе на высоте 30 см у гибрида Байкал при обработке препаратом Квантис составила 1029 г, у гибрида Кромвелл от 809 до 1002 г., у Байкала от 897 до 1029 г., у гибрида Воронежский 160 от 826 до 981 г., у Росс 140 от 881 до 923 г.

Энергетическая ценность кукурузного силоса зависит от доли початков в урожае. Масса початков по всем вариантам и гибридам варьировалась от 354 г у гибрида Кромвелл по варианту без обработки до 459 г у гибрида Росс 140 при обработке биопрепаратом Квантис. Масса початков в среднем составила 40% от массы всего растения. Наибольшая масса початков по всем вариантам исследования отмечена у гибрида Росс 140, что позволяет рекомендовать этот гибрид кукурузы для набирающего популярность производства высокопитательного корма корнажа. Корнаж — высокопитательный корм, представляющий собой измельченные и дробленые початки кукурузы.

Наибольшая масса листьев с одного растения отмечена у гибрида Байкал при некорневой подкормке аминокислотным удобрением Квантис – 205 г.

Количество листьев на растении по всем гибридам не имело резких отличий и составило от 8,2 шт. у гибрида Росс 140 (ФАО 140) до 9,8 шт. у Байкала (ФАО 170).

### **Заключение**

Погодные условия 2024 года позволили сформировать высокий урожай гибридов кукурузы при возделывании на силос. Применение новых форм удобрений при выращивании кукурузы даёт существенную прибавку урожая, увеличивается масса растений, початков, листьев, высота растений. Удобрения, содержащие в своем составе аминокислоты и микроэлементы, помогают преодолеть стресс при высоких температурах окружающей среды и отсутствии атмосферных осадков.

### **Список литературы**

1. Влащук А.М. Влияние приёмов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости / А.М. Влащук, Н.Н. Прищепо, А.С. Колпакова // Вестник Белорусской ГСХА. – 2017. – С. 105-108.
2. Лаунч С. Спелость кукурузы и тепловые единицы / С. Лаунч // Зерно. — 2006. — № 7. — С. 50–53.
3. Надь Я. Кукуруза / Я. Надь. – Будапешт: Graft Pencil, 2015. – 449 с.
4. Селекция и семеноводство многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Научное издание / И.М. Шатский, И.С. Иванов, Н.И. Переправо, В.Н. Золотарев и др. – Воронеж: ОАО «Воронежская областная типография», 2016. – 236 с.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕСТРОТЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС В УСЛОВИЯХ НИЖНЕКАМСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

*Суханов Артём Сергеевич, студент первого курса бакалавриата кафедры генетики, селекции и семеноводства института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева*

*(Научный руководитель: Прохоров Артем Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: в представленной работе на примере площадок, локализованных в Заволжской лесостепной провинции, рассматривается связь между урожайностью кукурузы (выход силоса ц/га) и внутривидовой однородностью исследуемых участков. Для оценки особенностей рельефа проведен морфометрический анализ спутниковых снимков и данных растровых картографических сервисов Google, Bing, Yandex. Актуальность работы*

*обусловлена возможностью агрегирования подобных данных, характеризующих влияние особенностей ландшафтов на продуктивность сельскохозяйственных культур, что позволит принимать решения для разработки адаптивных агротехнологий. [1]*

*Ключевые слова:* эрозионные процессы, эрозия, пестрота почвенного покрова, переувлажнение.

### **Введение**

Основания идея данной работы – оценка влияния эрозионных процессов, на величину урожайности кукурузы (силос) ц/га в условиях Нижнекамского района республики Татарстан. Раннеспелые и среднеспелые гибриды кукурузы характеризуются разным откликом на проявление эрозионных процессов и дифференциацию влагообеспеченности [2] В соответствии с этим видится разумным оценка вклада морфометрических и литологических факторов в итоговый параметр урожайности.

### **Объекты и методы**

В работе оценивали показатели урожайности кукурузы на полях с ярко выраженными эрозионными процессами и участках, на которых данные процессы выражены слабо или почти незаметны. Главной задачей был поиск наиболее выраженных отличий и неоднородностей в пестроте и цвете почвенного покрова на территории каждого поля. По цвету почвы, его однородности, наличию более светлых или темных пятен, разветвлённых и не разветвлённых структур и линий можно понять, какие процессы происходят на территории определенного участка. Также особое внимание обращалось на крутизну склона на территории всего поля или некоторых его участков, наличию небольших бугорков, западин. В рамках работы для исследования было выбрано 8 полей на территории Нижнекамского района республики Татарстан. Участки представлены на рисунке. Данные по урожайности были использованы за 2022 год т.к. в соответствии со среднемноголетними данными 2022 год был наиболее оптимальным по условиям тепло и влагообеспеченности. [2]

Оценивались следующие гибриды: Машук-171, ЛГ-30189, ЛГ-2195, ДКС-3079, Золотой початок, РЖТ-Глифакс, Машук-250. Потенциал гибридов и показатель ФАО (условный индекс скороспелости гибридов) относительно идентичен. Сравнение полей проводилось при помощи спутниковых снимков в программе «QGIS v. 3.34».



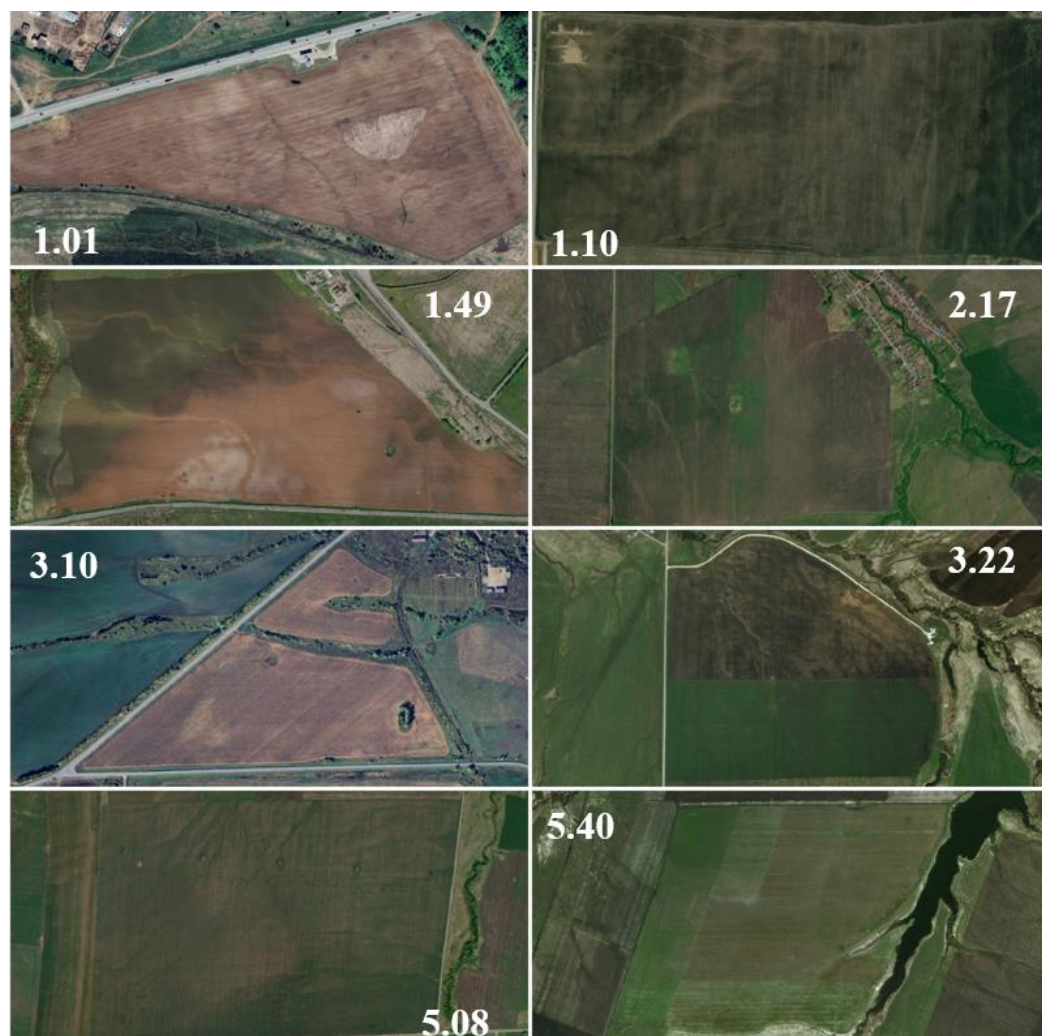


Рисунок - Исследуемые участки

### Результаты

Среди исследуемых полей есть, как и относительно однородные по цветовым характеристикам, так и достаточно пестрые. Наиболее однородны по условиям рельефа и расчленённости участки 1.01, 3.10 и 5.40. Оценивая внутрисоловую пестроту практически нет различий в цвете почвенного покрова, а эрозионные процессы выражены очень слабо. На полях 1.10 и 5.08 данные процессы выражены более явно, наблюдаются маленькие и средние по размеру лоцины, однако, общий тон почвенного покрова по-прежнему остаётся относительно одинаковым и цельным. На участках под номерами 1.49, 2.17, 3.22 заметно изменение цвета почвенного покрова. Тёмные участки располагаются в нижних точках склонов, западинах. Наиболее маленькие по размерам компоненты почвы легче переносятся водой и формируются делювиальные шлейфы. Также под действием потоков воды смывается пахотный горизонт, вследствие чего некоторые участки становятся бедны гумусовыми веществами.

Для удобства полученные данные представлены в таблице:



Поля с данными об их урожайности и особенностями рельефа

Номер поля	Урожайность, ц/Га	Особенности поля
1.01	242.4	Маленькая <b>лощина</b> в центре
1.10	317.2	<b>Одна</b> выраженная средняя по размерам <b>лощина</b> ; Небольшой склон, не влияющий на пестроту почвенного покрова
1.49	272.9	<b>Тёмные участки</b> в нижней части склона- <b>наносы</b> смытого почвенного горизонта, также на этих участках наблюдается <b>переувлажнение</b>
2.17	278.3	Можно заметить длинные <b>лощины</b> ; Поле расположено <b>на склоне</b> , вследствие чего в его нижней части имеется <b>слабое переувлажнение</b>
3.10	304.9	<b>Однородное</b> поле
3.22	244.6	<b>Крупная лощина</b> по центру; Поле слегка <b>волнистое</b> , в <b>низинах</b> <b>накапливается больше влаги</b>
5.08	341	Локализована <b>выраженная сеть лощин</b> ; Поле расположено <b>на склоне</b> , однако заметных различий в цвете почвенного покрова нет
5.40	331.4	<b>Однородное</b> поле

### Выводы

На примере восьми полей были рассмотрены различные последствия эрозии, и было произведено сравнение урожайности полей, опираясь на особенности каждого участка. На двух из трёх относительно однородных полях (3.10 и 5.40) была наиболее высокая урожайность, на поле 1.01 урожайность была худшей среди всех участков. Данное отклонение могло быть вызвано действием других факторов, не связанных с рельефом или эрозией. На полях с наиболее выраженными эрозионными процессами и с наиболее неоднородным цветом (1.49, 2.17, 3.22) урожайность была ниже среднего. Наилучшая урожайность была на поле под номером 5.08, на котором эрозионные процессы заметны со спутника, однако не влияют на пестроту почвенного покрова. Полученные данные указывают на то, что эрозионные процессы на полях играют очень важную, хоть и не самую главную роль, и способны оказать влияние на урожайность кукурузы.

### Список литературы

1. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008

2. Productivity of spring barley on soils of different agroecological groups of r. Tatarstan, Nizhnekamsk district / A. A. Prokhorov, O. E. Efimov, B. A. Borisov [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2024. – Vol. 116. – P. 01007. – DOI 10.1051/bioconf/202411601007. – EDN VINHAL.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ АО «АГРОСЕРВИС» ЛОПАТИНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Тютков Тимофей Дмитриевич, студент 4-го курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, timothy.tyutkov@mail.ru*

*(Научный руководитель – Куренкова Евгения Михайловна, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: кукуруза является ценной продовольственной, кормовой и технической культурой. Крупнейшими производителями зерна кукурузы в мире являются США и Китай, на их долю приходится более 54 % мирового производства. Анализ статистических данных за 2024 г. показал, что площадь посевов кукурузы на зерно в России составила 2 624 тыс. гектар, а валовой сбор находится на уровне 855 тыс. тонн при урожайности 4,64 т/га.*

*Ключевые слова: кукуруза, зерно, Zea mays ssp. mays, восковидная кукуруза, амилопектиновый крахмал, урожайность.*

Согласно данным FAOSTAT лидирующими регионами по производству зерна кукурузы в мире являются Америка (49,6 %) и Азия (33,5 %). По данным на 2024 год, США — крупнейший производитель зерна кукурузы в мире. Годовой объем производства в этой стране составляет 382 млн. тонн, а доля в мировом производстве – 31,54%. Вторым государством-производителем зерна кукурузы является Китай, его доля составляет 22,8 %. Доля России в мировом производстве кукурузы составляет около 2,7%. По данным Росстата, в 2024 году площадь посевов кукурузы на зерно в России составила 2 624 тыс. га. Статистика на 29 октября 2024 года показывает, что валовой сбор кукурузы на зерно в России составил 855 тыс. т. при урожайности 4,64 т/га. Площадь под кукурузой в Пензенской области в 2024 году составила 34,9 тыс. га. По данным на 3 октября 2024 года, валовой сбор кукурузы на зерно в Пензенской области составил 43,9 тыс. т. при урожайности 5,52 т/га [4, 5].

Триба Маисовые (*Maydeae*) включает семь родов, пять из них – *Coix*, *Sclerachne*, *Polytoca*, *Chinonachne*, *Trilobachne* имеют восточное происхождение и не отличаются высоким хозяйственным значением. Наибольший интерес представляют два рода, имеющих американское происхождение – *Tripsacum*

(имеет кормовое значение) и *Zea*, к которому относится культивируемый во многих странах мира вид *Zea mays ssp. mays*, в пределах которого выделяют такие подвиды как зубовидная (*Zea mays ssp. mays convar. indentata*), кремнистая (*convar. indurata*), крахмалистая (*convar. amylacea*), сахарная (*convar. saccharata*), лопающаяся (*convar. saccharata*) [2].

Кукуруза (*Zea mays ssp. mays*) является ценной продовольственной, кормовой и технической культурой. Она широко применяется в производстве муки, консервов, крахмала, патоки и других продуктов питания. В качестве кормовой культуры, кукуруза выступает источником получения разнообразных ценных по питательности кормов. В техническом направлении культура выступает в качестве сырья для изготовления спирта, уксусной кислоты, ацетона, красителей. В плане получения ценного амилопектинового крахмала интересен восковидный подвид кукурузы (*Zea mays ssp. mays convar. ceratina*). Амилопектиновый крахмал широко применяется в пищевой промышленности – придает различным соусам, молочным продуктам и т.п. необходимую вязкость, однородность и стабильность текстуры. Благодаря высоким клеящим свойствам этот вид крахмала широко используют при производстве связующих покрытий, клеев для этикеток и конвертов, клейких лент, в картонажном производстве, а также в качестве модификаторов вязкости. Еще одно важнейшее назначение амилопектинового крахмала – применение в качестве компонента противошокового кровезаменителя «Волекам», то есть искусственной крови, который был разработан еще в конце 60-х годов 20 века в «ВНИИ крахмалопродуктов» вместе с ВНИИ кровезаменителей и Центром хирургии. Гидролизированный амилопектиновый крахмал, разработанный в НИИ крахмалопродуктов, использовали как плазмозаменяющее средство [1].

До недавнего времени в Госреестре селекционных достижений не было ни одного отечественного сорта или гибрида восковидной кукурузы. Прорывом стало создание селекционно-семеноводческой компанией «Агроплазма» совместно с крупным российским производителем крахмалопродуктов, растительных полисахаридов и премиального мальтодекстрина «Рустарк» первого российского гибрида РУСТАРК АП, который показал высокую результативность в полевых испытаниях [3].

Наши исследования проходили в условиях АО «АГРОСЕРВИС» Лопатинского района Пензенской области. АО «АГРОСЕРВИС» был зарегистрирован в 2002 году. Хозяйство занимается выращиванием различных культур на полях находящихся вокруг населенных пунктов: Ларино, Сорокино, Огаревка, Колбинка, Верешим, Камаевка, Дым-чардым, Владимирский, Чардым, Бузовлево, Каргалеики. Всего в данном предприятии задействовано 17850 га посевных площадей. Большую часть посевных площадей в 2024 году занимала пшеница озимая – 4850 га, площади по остальным культурам составили: яровая пшеница – 1500 га, подсолнечник – 4500 га, кукуруза – 3000 га, лён – 2500 га, чечевица – 1500 га.

В качестве объектов исследования выступили следующие гибриды кукурузы: ДКС 2972 (зернокормовой простой раннеспелый гибрид), ДКС 3623 (зернокормовой простой среднеспелый гибрид), ДКС 3595 (зернокормовой простой среднеранний гибрид), ДКС 3361 (зернокормовой среднеранний простой гибрид), Ладожский 191 МВ (зернокормовой сложный раннеспелый гибрид), Ладожский 221 АМВ (зернокормовой среднеранний простой модифицированный гибрид).

Климат Пензенской области умеренно-континентальный. Среднегодовая температура колеблется от 3,2 °С до 4,6 °С. В течение года она изменяется от +19 °С, +20 °С в июле и до –11 °С, –13 °С в январе. Годовое количество осадков в области колеблется в пределах 450–500 мм, в засушливые годы понижается до 350 мм, а во влажные годы повышается до 775 мм. Характерны весенние засухи, а также нередко летние и осенние засухи. В 2024 году в АО «АГРОСЕРВИС» вегетационный сезон характеризовался повышенными температурами (до 36 °С) по сравнению с климатической нормой. Так же присутствовала нехватка осадков, особенно на стадии всходов кукурузы, а также на стадии формирования зерна.

В Пензенской области преобладают чернозёмные почвы. Они занимают 67,5% земельной площади. Также распространены следующие типы почв: оподзоленные, выщелоченные, серые лесные почвы.

Предшественником кукурузы на зерно была яровая и озимая пшеница. Обработка почвы включала: лушение стерни, через 10-14 дней проводили зяблевую вспашку на глубину 24-25 см. Сев кукурузы начался в третьей декаде апреля и продлился до конца мая. Сев проводился с помощью тракторов John Deere в агрегате с сеялками Great Plains UP-1625АН. Ширина междурядий составила 51 см, норма высева 65-68 тысяч, глубина заделки семян 4-6 см. Сев проводился с одновременным внесением ЖКУ (11 азота, 37 фосфора) 80 кг/га, а также с внесением в междурядья КАСа 130 кг/га.

Уход за посевами включал опрыскивание посевов от сорной растительности в фазу от 2 до 6 листьев, препарат МайсТер® Пауэр, опрыскивание при помощи опрыскивателя John Deere, норма расхода воды 200 л, норма расхода препарата 1,5л на га.

Уборка началась при появлении чёрной точки в месте крепления зерновки к стержню початка, что свидетельствует о спелости кукурузы и её готовности к уборке. Уборку начали 24 сентября, проводили комбайнами Acros 580 и Acros 595 plus с жаткой Geringhoff.

Урожайность различных гибридов кукурузы в 2024 году составила 52-75 ц/га (Таблица).

## Урожайность кукурузы на зерно в 2024 г.

Гибрид	Урожайность, т/га
ДКС 2972	55 ц/га
ДКС 3623	62 ц/га
ДКС 3595	75 ц/га
ДКС 3361	70 ц/га
Ладожский 191 МВ	52 ц/га
Ладожский 221 АМВ	64 ц/га

В заключение можно отметить, что возделывание кукурузы на зерно в АО «Агросервис» Лопатинского района Пензенской области представляет собой комплексный подход, основанный на сочетании традиционных агрономических практик и современных технологий. Регулярный мониторинг состояния культур, адаптация к изменениям климата и внедрение инновационных решений способствуют получению высококачественного урожая. Успешная реализация этих методов повышает экономические показатели предприятия. Дальнейшее совершенствование технологических процессов в возделывании кукурузы окажет положительное влияние на развитие агросектора и обеспечит устойчивый рост АО «Агросервис». Учитывая вышесказанное, можно порекомендовать компании внедрить систему орошения, благодаря чему можно минимизировать снижение урожая вследствие участвовавших засух.

### Список литературы

1. Бурнацева А. А., Хмелевская А. В. Перспективные направления комплексного использования продуктов переработки кукурузы для производства специализированных продуктов питания // Актуальные проблемы биологии и экологии. – 2018. – С. 131-136.
2. Куренкова, Е. М. Гамаграсс восточный (*Tripsacum dactyloides* (L.) L) и кукурузно-трипсакумные гибриды – перспективные кормовые культуры / Е. М. Куренкова, В. В. Соколова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 234-238. – EDN MWAZGV.
3. Агроплазма создала первый отечественный гибрид восковидной кукурузы // ГЛАВАГРОНОМ [сайт]. URL:

<https://glavagronom.ru/news/agroplazma-sozdala-pervyy-otechestvennyy-gibrid-voskovidnoy-kukuruzy> (дата обращения 01.11.2024)

4. Посевные площади под кукурузой в РФ в 2024 году останутся на прошлогоднем уровне // АГРОХИ агропромышленный портал [сайт]. URL: <https://www.agroxxi.ru/agroeconomics/posevnye-ploschadi-pod-kukuruzoi-v-rf-v-2024-godu-ostanutsja-na-proshlogodnem-urovne.html> (дата обращения 19.10.2024)

5. FAOSTAT // Crops and livestock products [сайт]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата обращения 21.10.2024)

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА»**

**Фролова Екатерина Владимировна**, студент 2 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, [matsuy.ekaterina09@gmail.com](mailto:matsuy.ekaterina09@gmail.com)

**Мишина Любовь Сергеевна**, студент 2 курса магистратуры кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, [libtmish@mail.ru](mailto:libtmish@mail.ru),

(Научный руководитель: Наумов Владимир Дмитриевич, доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, [naumovsol@rgau-msha.ru](mailto:naumovsol@rgau-msha.ru))

*Аннотация:* В работе дается оценка состояния почвенного покрова на территории производственных полей Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса.

*Ключевые слова:* дерново-подзолистые почвы, пахотные почвы, свойства почв, деградация почв, почвенный покров, разрез, морфогенетическая оценка

Современное состояние пахотных земель свидетельствует о том, что за последние десятилетия уровень плодородия почв снижается в результате неправильного сельскохозяйственного использования [1].

Вопросы антропогенной деградации пахотных почв приобретают всё большую актуальность, в связи с ростом потребности населения в продовольствии, получения высоких урожаев сельскохозяйственных растений, а также сохранения почвенного плодородия.

Объектами исследования были выделены четыре участка дерново-подзолистых почв, представленных производственными полями. На выбранных участках в настоящее время выращиваются следующие культуры: вико-ржаная травосмесь (№1), клевер луговой (№2), рапс (№3), фестулолиум (гибрид овсяницы и райграса) (№4).

Почвенный покров представлен средне- и мелкопахотными дерново-подзолистыми почвами разной степени оподзоливания легкосуглинистыми и среднесуглинистыми разновидностями, сформированными на покровных тяжелых суглинках.

Задачи исследования:

1. Провести морфогенетическую оценку профилей и отбор образцов с участков дерново-подзолистых почв, представленных производственными полями;
2. Выполнить лабораторные исследования по определению физико-химических и агрохимических свойств дерново-подзолистых почв на выбранных участках и провести их сравнительный анализ.

**Результаты исследований.** По результатам полевого почвенного обследования, было установлено, что наибольшей мощностью (41 см) характеризуется пахотный горизонт на поле с фестулолиумом, что свидетельствует о проведении на этом участке плантажной вспашки (рис. 1), промежуточное положение заняли почвы участков с вико-ржаной травосмесью и рапсом (22 м 25 см соответственно) наименьшее на поле с луговым клевером (13 см).

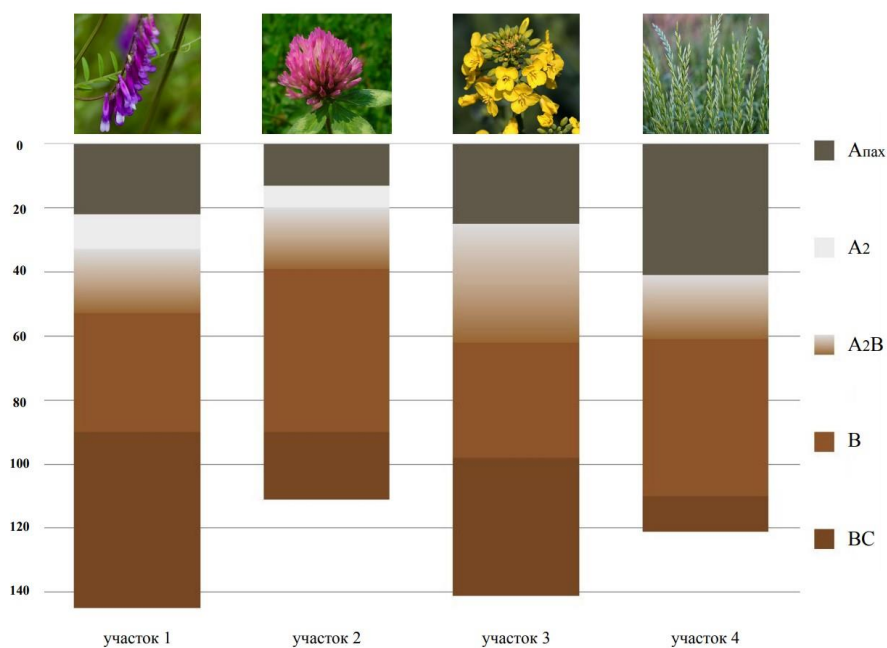


Рисунок - Соотношение мощностей генетических горизонтов на исследуемых участках

Подзолистый горизонт выражен в виде неоднородно окрашенного самостоятельного горизонта на почвах под травосмесью и клевером. В дерново-подзолистых почвах под рапсом и фестулолиумом горизонт А2 почти полностью

припахан и проявляется в виде неоднородно покрашенного затечного горизонта А<sub>2</sub>В (табл. 1).

Таблица 1

Морфологическое сравнение профилей почв на исследуемых участках

Показатели	1 участок Вико-ржаная травосмесь	2 участок Клевер луговой	3 участок Рапс	4 участок Фестулолиум
Глубина проникновения (присутствия) корней	до 6-7 см (обильно) до 33 см (единично)	до 13 см (обильно) до 20 (единично)	до 25 см	до 20 см (обильно) до 50 см (единично)
Мощность горизонта А <sub>пах</sub>	22 см	13 см	25 см	41 см
Выраженность горизонта А <sub>2</sub>	неоднородный	неоднородный (в виде пятен)	следы (в виде затеков горизонта А <sub>2</sub> В)	следы (в виде затеков горизонта А <sub>2</sub> В)
Мощность горизонта А <sub>2</sub>	11 см	7 см	-	-
Мощность горизонта А <sub>2</sub> В	20 см	19 см	37 см	20 см
Глубина, на которой встречаются охристо-рыжие пятна	с 90 см	13-39 см	25-62 см	43-60 см
Глубина, на которой встречаются железомарганцевые конкреции (примазки)	12-33 см (единично) 53-90 (обильно) с 90 см (единично)	39-90 см (небольшими скоплениями) С 90 см (обильно)	до 60 см (единичные) после 60 см (обильные скопления)	26-41 см (практически ровной полосой) до 110 см (единично)

Общим для всех почвенных профилей является наличие признаков переувлажнения в виде железомарганцевых конкреций и охристо-рыжих пятен, расположенных на различной глубине. На поле с клевером охристо-рыжие пятна встречаются на глубине 13-39 см, что свидетельствует о наличии сезонного поверхностного переувлажнения. В почвах трех других участков обилие железомарганцевых конкреций приходится на среднюю и нижнюю часть профилей почв, это является признаком, что позволяет их отнести к дерново-подзолистым профильно-глееватым почвам. Состояние растений на этих участках свидетельствует об отсутствии негативного влияния на культурные растения.



Проведенное исследование показало, что агрохимические показатели в профилях дерново-подзолистых почв на четырех исследуемых участках имеет ряд особенностей (табл. 2).

Таблица 2

Показатели рН солевой вытяжки, содержания гумуса и содержание подвижных форм фосфора и калия в дерново-подзолистых почвах на исследуемых участках

Угодье, местонахождение разреза	Название почв по классификации 1977 г.	Горизонт	Глубина, см	рН сол.	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг	
						P2O5	K2O
Участок 1 Вико-ржаная травосмесь	Дерново-подзолистая окультуренная среднепахотная неглубокоподзолистая легкосуглинистая на покровном тяжелом суглинке	Апах	0-22	4,97	1,32	75	90
		А2	22-33	4,58	0,62	32	49
		А2В	33-53	4,22	0,55	30	53
		В	53-90	3,85	0,53	12	79
		ВС	90-145	3,69	0,50	3	76
Участок 2 Клевер луговой	Дерново-подзолистая окультуренная мелкопахотная слабоподзолистая легкосуглинистая на покровном тяжелом суглинке	Апах	0-13	4,79	1,68	65	72
		А2	13-20	4,28	0,72	13	65
		А2В	20-39	3,97	0,69	9	60
		В	39-90	3,84	0,50	10	78
		ВС	90-111	3,71	0,48	12	66
Участок 3 Рапс	Дерново-подзолистая окультуренная среднепахотная слабоподзолистая легкосуглинистая на покровном тяжелом суглинке.	Апах	0-25	4,80	1,98	264	83
		А2В	25-62	4,45	0,60	34	71
		В	62-98	3,77	0,48	25	91
		ВС	98-141	3,67	0,38	8	81
Участок 4 Фестулолиум	Дерново-подзолистая окультуренная глубокопахотная слабоподзолистая среднесуглинистая на покровном тяжелом суглинке.	Апах	0-41	4,86	2,75	251	101
		А2В	41-61	4,19	0,95	15	55
		В	61-110	3,89	0,55	13	90
		ВС	110-121	3,85	0,58	42	85

Верхние горизонты на всех участках имеют величину рН от 4,79 до 4,97, что соответствует среднекислой реакции среды. Полученные результаты свидетельствуют о недостаточном уровне известкования полей, необходимого для обеспечения благоприятных условий выращивания культур.

По содержанию гумуса в верхнем горизонте почв отличается значительным колебанием. Наибольшее его содержание наблюдалось в пахотном горизонте на участке с фестулолиумом (2,75%), что, по нашему мнению, может быть связано со способностью озимых злаков поддерживать гумусированность почвы на порядок выше, чем другие культуры и пар. Промежуточное положение по содержанию гумуса выявлено на участках под клевером и рапсом, на которых содержание гумуса составило 1,68% и 1,98% соответственно. В почве на поле с вико-ржаной травосмесью определено наиболее низкое содержание гумуса в верхнем горизонте (1,32%), что может быть результатом длительного использования почв без компенсации потерь гумуса и макроэлементов [2].

Распределение подвижных форм фосфора и калия на дерново-подзолистых почвах так же имеет ряд особенностей на выделенных участках (табл. 2).

Дерново-подзолистые почвы под вико-ржаной травосмесью и клевером отличаются средним содержанием подвижного фосфора в пахотном горизонте. Очень высокий уровень обеспеченности подвижными формами фосфора наблюдается на участках рапса и фестулолиума. Как известно, фосфорное состояние почвы, в сравнении с другими агрохимическими показателями плодородия, является более устойчивым. На основании этого можно сделать вывод, что фосфор на полях рапса и фестулолиума был внесен в избытке, накопился и не был использован в полной мере сельскохозяйственными растениями [2,3].

По содержанию обменного калия на всех участках дерново-подзолистых почв наблюдается средний уровень обеспеченности по всему профилю. Также на всех исследуемых участках отмечается общая тенденция: в подпахотном горизонте наблюдается снижение содержания калия, затем увеличение вниз по профилю почв (но его количество не выходит за пределы низкой обеспеченности). Такой характер распределения может быть связан с элювиально-иллювиальным характером профиля дерново-подзолистых почв.

Отмеченные особенности по содержанию подвижных форм фосфора и калия свидетельствует о неравномерной обеспеченности полей этими питательными элементами.

## **Выводы**

1. Почвенный покров исследуемых участков представлен средне- и мелкопахотными дерново-подзолистыми почвами разной степени подзолистости легкосуглинистой и среднесуглинистой разновидности, сформированными на покровных тяжелых суглинках. Исследовались участки, представляющие собой производственные поля.

2. В строении почвенного профиля выявлены следующие особенности: максимальная мощность пахотного (гумусового) горизонта наблюдается на участке, где произрастает фестулолиум (41 см), значительно меньше – на полях с

вико-ржаной травосмесью и рапсом (22 и 25 см), наименьшая мощность наблюдается в почве на поле луговым клевером (13 см).

3. По содержанию гумуса в пахотном горизонте выявлена следующая специфика: максимальное содержание гумуса определено на поле фестулолиума (2,75%), наиболее низкие показатели содержания гумуса определены в почвах под вико-ржаной травосмесью (1,32%).

4. Дерново-подзолистые почвы всех участков характеризуются кислой величиной рН (рН солевой вытяжки пахотного горизонта – 4,76-4,97), однако начиная с горизонта В (на участке с клевером начиная с А2В), почвы становятся очень сильнокислыми (рН солевой вытяжки – 3,77-3,89).

5. Распределение подвижных форм фосфора и калия на исследуемых участках определяется обеспеченностью удобрениями, так как различия наблюдаются только в пахотных горизонтах, вниз по профилю их содержание уменьшается и их количество изменяется незначительно. Максимальное содержание подвижного фосфора отмечается в пахотных горизонтах полей с клевером и рапсом (264 и 251 мг/кг), обменного калия – вико-ржаной смесью и фестулолиумом (90 и 101 мг/кг).

### **Список литературы**

1. Иванов А.И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах / А. И. Иванов, В. А. Воробьев, Ж. А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 3. – С. 15-19.

2. Поддымкина Л. М. Действие культур, удобрений и севооборота на содержание гумуса и кислотность почвы / Л. М. Поддымкина, А. Ф. Сафонов, М. А. Золотарев // Плодородие, 2007, № 3(36). – с. 12-13.

3. Трунова Е.О. Проблемы деградации почвы на сельскохозяйственных угодьях в Нечерноземной зоне / Е. О. Трунова, Н. А. Малыш // Оригинальные исследования. – 2022. – Т. 12, № 6. – С. 153-159.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛО ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА УРОЖАЙ ЯРОВОГО РАПСА В НИЖНЕКАМСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

*Чернятьева Екатерина Андреевна, студент 4 г.о. направления агрохимия и агропочвоведение, кафедра микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Давыдова Дарья Сергеевна, студент 4 г.о. направления агрохимия и агропочвоведение, кафедра микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель: Прохоров Артём Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева)*

*Аннотация: На примере восьми полей на территории Нижнекамского района, республики Татарстан, проведена оценка чувствительности ярового рапса к неоднородности рельефа полей. Установлено, что более однородные поля имеют показывают более высокий урожай при возделывании. При этом выявлено, что значительное снижение урожая наблюдается на тех участках, где имеются балки и лощины, создающие неравномерное увлажнение.*

## **Введение**

Рапс является важнейшей масличной культурой в экономике Татарстана и в мире в целом; выведение двулузевых сортов рапса – содержащих минимальным количество эруковой кислоты и глюкозинолатов, веществ, негативно влияющих на организм при питании, позволило повысить посевные площади рапса и увеличить его производство. Также рапс обладает высокой маржинальностью, именно по этой причине все больше сельскохозяйственных компаний вводят в свои севообороты рапс. [2] По данным 2018 года, республика Татарстан имела наибольшую посевную площадь рапса в сравнении с другими регионами: яровым рапсом было засеяно 171 тыс. га. [1] Преимуществом рапса также является тот факт, что он усваивает труднодоступные формы фосфора из глубоких слоев почвы и является прекрасным предшественником для многих культур, особенно для яровой пшеницы. Урожайность яровой пшеницы повышается на 2-3 ц/га, а содержание клейковины - на 3-4 процента. [2] Произрастает рапс на всех типах почв. Исключение глинистые тяжелые и песчаные почвы из-за низкой водоудерживающей способности. Очень негативно реагирует на повышенную кислотность почв. Требователен к количеству элементов питания в почве. [3] Из всего вышеописанного мы можем прийти к выводу, что для получения хороших урожаев рапса, для повышения маржинальности и для увеличения площади его посевных площадей в республике Татарстан, необходимо проводить учет особенностей полей.

## **Объекты и методы**

В ходе работы, на примере восьми полей была проведена оценка влияния почвенного покрова на урожай данной культуры. Для выявления неоднородности полей использовались данные спутниковых снимков сервисов: Yandex, Bing, Google, данные о рельефе SRTM-global. Анализ произведен в Геоинформационной системе (ГИС) QGIS v. 3.34.

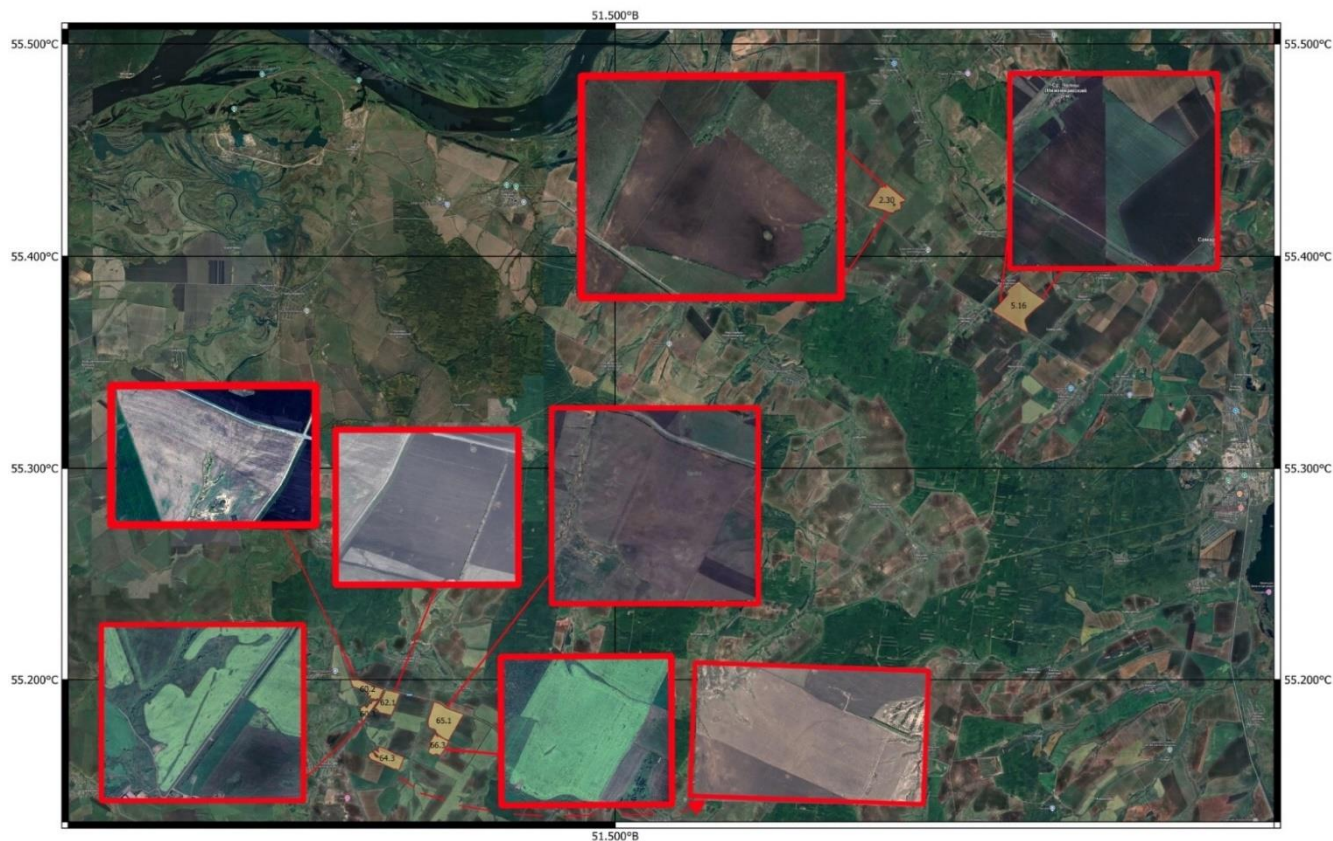


Рисунок - Расположение полей

Общая площадь исследуемых участков составила 1135 га, участки также распределены по группам: северный массив (38°3'28"-38°11'59" в.д.; 51°56'29" - 52°2'51" с.ш.) общей площадью 505 га, южный массив (37°27'54"-37°33'31" в.д.; 51°34'45"-51°31'6" с.ш.) общей площадью 630 га.

Объектами выступали восемь участков с культурой ярового рапса в двух вариациях сортов Форпост и Перформ 50% Джером 50%.

Согласно данным за 2022 год, агроклиматические показатели за вегетационный период (с апреля по август) были наиболее оптимальными для такой влаголюбивой культуры, как рапс. [4] В весенне-летний период дефицита влаги не наблюдалось, а теплообеспеченность и сумма температур  $> 10^{\circ}$  за период апрель-август 2022 г. варьировались в пределах  $1984-2128^{\circ}$  в зависимости от экспозиции и крутизны склона. Анализируемым показателем был «условный индекс однородности поля», который определялся визуально. Он включает в себя любые особенности в рельефе поля, делающие его неоднородным.

### **Обсуждение**

В таблице представлены основные параметры, по которым анализировались поля: урожайность, неоднородность и сорт рапса.

Данные об их урожайностях и особенностях рельефа

№ Поля	Культура	Сорт/Гибрид	Урожайность ц/га	S поля, га	Однородность поля
60.2	Рапс	Форпост	13,4	84	Выражен «амфитеатр» в который стекает влага в балку; есть сеть лощин; экспозиция преимущественно теплая.
60.3	Рапс	Форпост	18,6	36	Врезан овраг в начальной стадии образования; склон юго-западный, слабая волнистость; экспозиция теплая
62.1	Рапс	Форпост	17,2	101	Проходит ЛЭП; поле условно однородное; без экспозиции
64.3	Рапс	Форпост	15,7	120	Есть балка и эрозионный участок, а также небольшой лес; неоднородный рельеф в западной части; экспозиция больше холодная
65.1	Рапс	Форпост	11,5	215	Рельеф неоднородный; возможно есть выход мергелей
66.3	Рапс	Форпост	15,8	72	Рельеф неоднородный; возможно есть выход мергелей; экспозиция не выражена
2.30	Рапс	Форпост	18,7	165	Есть эрозионные линейные структуры; неравномерное увлажнение и переувлажнение; поле однородное, но волнистое; без экспозиции
5.16	Рапс	Перформ 50% Джером 50%	18,1	340	Поле без экспозиции; ровное

Максимальная урожайность рапса была зафиксирована на поле 2.30, а минимальная на поле 65.1, различие между двумя этими вариантами в 7,2 ц/га, что можно считать существенной и экономически значимой разницей. Условия влаго- и теплообеспеченности были одинаковыми на всех полях.

Тем не менее, на поле 2.30, с характерным волнистым рельефом и эрозионными структурами, была достигнута максимальная урожайность. Это позволяет предположить, что в этом поле находятся более плодородные почвы.

Поле 60.3 также демонстрирует высокую урожайность. Мы считаем, что это связано с его расположением на склоне юго-западной экспозиции, что обеспечивает поступление тепла и света, поскольку рапс является растением длинного светового дня.

Поле 5.16 характеризуется высокой урожайностью, составляющей 18,1 ц/га, благодаря однородности рельефа и равномерному распределению тепла и влаги. Кроме того, только на этом поле использованы сорта рапса Перформ (50%) и Джером (50%), которые, возможно, обладают большей устойчивостью к различным неблагоприятным факторам. На поле 62.1 была достигнута урожайность 17,2 ц/га. Это поле отличается ровным рельефом и отсутствием экспозиции, что стало благоприятным фактором для формирования урожайности. Ровный рельеф также облегчает работу техники на полях.

На поле 66.3 получена урожайность 15,8. мы можем предположить, что это связано с неровным рельефом. На поле 64.3 получена урожайность 17,7 ц/га. Это поле отличается неоднородным рельефом и эрозионными участками. На поле 60.2 была отмечена урожайность 13,4. На данном поле влага распределяется неравномерно из-за наличия неровностей рельефа: амфитеатра и балки. На поле 65.1 зафиксирована урожайность 11,5 ц/га. Это поле имеет наименьшую урожайность; наличие светлых и темных пятен позволяет судить о неравномерном увлажнении поля, возможно сочетании различных почвенных структур, чьи особенности сказались на урожае рапса.

Следовательно, мы можем сделать вывод, что особенности рельефа существенно влияют на урожай ярового рапса. Также стоит заметить, что поля 60.2, 64.3, характеризующиеся наличием эрозионных форм рельефа отличаются более низким уровнем урожайности в сравнении с другими полями. Это позволяет предположить, что наличие эрозионных структур в виде разветвленных сетей лощин в рельефе оказывают существенное влияние на тепло и влагообеспеченность, а впоследствии и на формирование урожая. Те же поля, что имеют более высокий индекс условной однородности поля, показывают более высокий урожай соответственно.

### **Список литературы**

1. Каримов, А. З. Эффективность взаимодействия макроудобрений и микроудобрительно- стимулирующего состава Изагри форс на посевах гибридного ярового рапса Сальса в почвенно-климатических условиях республики Татарстан / А. З. Каримов, М. М. Хисматуллин, Ф. Н. Сафиоллин // Основные проблемы сельскохозяйственных наук : Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, Волгоград, 10 октября 2015 года. Том Выпуск II. – Волгоград: ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, 2015. – С. 25-28. – EDN UMFRPGV.

2. Лакисов, В. В. Сельскохозяйственная культура - рапс / В. В. Лакисов, А. В. Лакисов, Г. М. Абикенова // СТАРТ в НАУКЕ 2023 : сборник статей III

Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 10 июня 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 30-33. – EDN OWGMVP.

3. Ашпина О. Рапс—культура стратегическая //The Chemical Journal (Химический журнал). – 2005. – №. 9. – С. 40-44.

4. Productivity of spring barley on soils of different agroecological groups of r. Tatarstan, Nizhnekamsk district / A. A. Prokhorov, O. E. Efimov, B. A. Borisov [et al.] // BIO Web of Conferences. – Vol. 116. – P. 01007 – DOI 10.1051/bioconf/202411601007. – EDN VINHAL.

## **АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗНЫХ ОКРУГОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ**

*Шуневич Илья Андреевич, студент 2 курса Института фундаментальных и прикладных агроэкобиотехнологий и лесного хозяйства, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, FreeDaz@yandex.ru*

*(Научный руководитель – Лобанова Евгения Сергеевна, к.б.н., доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,*

*Аннотация: Изучен агрегатный состав дерново-подзолистых почв Чернушинского, Верещагинского и Кочевского округов, расположенных в разных частях Пермского края. Лучшим структурным состоянием характеризуются почвы тяжелого гранулометрического состава и с большим содержанием гумуса. Дерново-подзолистые почвы Пермского края имеют удовлетворительные и хорошие показатели оценки агрегатного состава.*

*Ключевые слова: структурные и водопрочные агрегаты, коэффициент структурности, критерий водопрочности, водостойчивость.*

Агрегатный состав почв оказывает влияние на произрастание сельскохозяйственных культур и их плодородие в целом. От него зависят: плотность почвенных горизонтов и их пористость; способность почв удерживать и пропускать воздух и воду, соответственно водный и воздушный режимы; обитаемость и активность почвенных микроорганизмов, которые участвуют в разложении органического вещества и обеспечения почвы элементами питания; развитие корневых систем растений; устойчивость почв к эрозионным процессам [1, 2, 3]. Оструктуренные почвы устойчивее к заплыванию, требуют меньших усилий при обработке, не переуплотняются, устойчивы к водной эрозии [2, 3].

На территории Пермского края в почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся под влиянием промывного типа водного режима, под смешанными травянистыми лесами на бескарбонатных породах. Изучение их агрегатного состава позволит определить возможность



использования под сельскохозяйственные культуры и устойчивость к эрозионным процессам, рекомендовать мероприятия по улучшению структурного состояния.

Цель исследования – провести оценку показателей агрегатного состава дерново-подзолистых почв Чернушинского, Верещагинского и Кочевского округов Пермского края.

Объектом исследования являются дерново-подзолистые почвы трех округов, расположенных в разных частях Пермского края:

ОО «Совхоз Дружный» Чернушинский муниципальный округ. Изучены почвы: дерново-глубокоподзолистая глубокопахотная легкосуглинистая на древнеаллювиальных отложениях – П<sup>Д</sup><sub>4</sub><sup>III</sup>ЛАД; дерново-неглубокоподзолистая среднепахотная легкосуглинистая на древнеаллювиальных отложениях – П<sup>Д</sup><sub>3</sub><sup>II</sup>ЛАД; дерново-неглубокоподзолистая мелкопахотная легкосуглинистая на древнеаллювиальных отложениях – П<sup>Д</sup><sub>3</sub><sup>I</sup>ЛАД.

ОО АП «Заря Путино» Верещагинский городской округ. Изучены почвы: дерново-неглубокоподзолистая глубокопахотная легкосуглинистая почва на покровных отложениях – П<sup>Д</sup><sub>3</sub><sup>III</sup>ЛП ; дерново-неглубокоподзолистая глубокопахотная среднесуглинистая почва на элювии пермских глин – П<sup>Д</sup><sub>3</sub><sup>III</sup>СЭ<sub>1</sub>; дерново-мелкоподзолистая глубокопахотная легкосуглинистая почва на элювии пермских глин – П<sup>Д</sup><sub>2</sub><sup>III</sup>ЛЭ<sub>1</sub>.

ПФ Колхоз «Родина» Кочевский муниципальный округ. Изучены почвы: дерново-слабоподзолистая среднепахотная тяжелосуглинистая на элювии пермских глин – П<sup>Д</sup><sub>1</sub><sup>II</sup>ТЭ<sub>1</sub>; дерново-мелкоподзолистая среднепахотная легкосуглинистая почва на водноледниковых отложениях – П<sup>Д</sup><sub>2</sub><sup>II</sup>ЛВ; дерново-неглубокоподзолистая среднепахотная легкосуглинистая на водноледниковых отложениях – П<sup>Д</sup><sub>3</sub><sup>II</sup>ЛВ.

Агрегатный состав изучаемых почв определен с помощью сухого и мокрого просеивания по методу Н.И. Саввинова. Оценка показателей агрегатного состава дерново-подзолистых почв проведена с помощью следующих показателей: коэффициент структурности (К), критерий водопрочности (А), водостойчивость (агрегаты размером >0,25 мм), содержание агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов [3].

В Чернушинском муниципальном округе дерново-подзолистые почвы в пахотном слое характеризуются хорошим и удовлетворительным содержанием структурных агрономически ценных агрегатов (54-64%) и неудовлетворительным – водопрочных; хорошим и удовлетворительным коэффициентом структурности; недостаточно удовлетворительной водостойчивостью (21-26); в основном хорошей водопрочностью агрегатов и повышенной глыбистостью (34-39 %) (таблица).

Дерново-подзолистые почвы Верещагинского городского округа пахотные слои почв оцениваются хорошим и удовлетворительным содержанием структурных агрономически ценных агрегатов, неудовлетворительным

водопрочных; хорошим и удовлетворительным коэффициентом структурности (1,2-1,9); хорошим критерием водопрочности (218-265); удовлетворительной и недостаточно удовлетворительной водоустойчивостью (25-36).

В Кочевском муниципальном округе изученные почвы обладают хорошим и удовлетворительным структурным состоянием по содержанию агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов; повышенной глыбистостью (> 10 мм 33-45 %); отличным и хорошим суммарным количеством агрегатов >0,25 мм при мокром просеивании; хорошим и удовлетворительным коэффициентом структурности; хорошим и очень хорошим критерием водопрочности агрегатов.

Таблица

Агрегатный состав дерново-подзолистых почв Пермского края

Почва	Горизонт, глубина, см	Размер агрегатов, мм; содержание, %										К	А	В
		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	10-0,25			
<b>ООО «Совхоз Дружный» Чернушинского муниципального округа</b>														
ПД <sub>3</sub> <sup>III</sup> ЛА	А <sub>лпх</sub> (0-32)	13,2	15,7	15,0	17,2	13,1	17,0	2,4	4,0	2,4	84,4	5,4	338	26,0
Д		-	-	-	1,6	1,2	1,6	9,8	11,8	74	26,0			
ПД <sub>3</sub> <sup>II</sup> ЛА	А <sub>лпх</sub> (0-24)	34,3	17,2	11,8	15,8	9,8	8,4	0,5	1,2	1,0	64,7	1,8	159	22,5
Д		-	-	-	2,3	0,9	0,8	15,5	3,0	77,5	22,5		1	
ПД <sub>3</sub> <sup>I</sup> ЛАД	А <sub>лпх</sub> (0-18)	39,9	12,9	9,1	11,0	7,0	9,8	1,5	3,0	5,8	54,3	1,2	311	21,5
		-	-	-	1,8	2,3	3,4	9,7	4,3	78,5	21,5			
<b>ООО АП «Заря Путино» Верещагинского городского округа</b>														
ПД <sub>3</sub> <sup>III</sup> ЛП	А <sub>лпх</sub> (0-35)	32,8	15,2	13,4	10,0	6,7	4,4	1,7	3,4	12,4	54,8	1,2	231	31,9
		-	-	-	3,7	7,9	8,5	7,2	4,6	68,1	31,9			
ПД <sub>3</sub> <sup>III</sup> СЭ <sub>1</sub>	А <sub>лпх</sub> (0-35)	16,4	12,1	8,6	8,6	10,6	19,6	2,4	3,1	18,6	65,0	1,9	265	25,8
		-	-	-	1,4	2,0	7,8	8,4	6,2	74,2	25,8			
ПД <sub>1</sub> <sup>III</sup> ЛЭ <sub>1</sub>	А <sub>лпх</sub> (0-32)	29,6	13,4	9,8	12,8	15,8	7,2	4,6	2,3	4,5	65,9	1,9	218	36,3
		-	-	-	5,5	6,3	9,4	10,9	4,2	63,7	36,3			
<b>ОПФ Колхоз «Родина» Кочевского муниципального округа</b>														
ПД <sub>1</sub> <sup>II</sup> ТЭ <sub>1</sub>	А <sub>лпх</sub> (0-28)	21,9	7,9	11,7	21,3	4,5	12,9	12,2	0,3	7,3	70,8	2,4	326	56,0
		-	-	-	1,4	2,8	11,0	12,0	28,8	44,0	56,0			
ПД <sub>1</sub> <sup>II</sup> ЛВ	А <sub>лпх</sub> (0-28)	33,7	4,2	5,6	5,2	7,8	9,7	5,4	13,4	15	51,3	1,1	200	66,6
		-	-	-	16,2	4,0	8,8	12,0	25,6	33,4	66,6			
ПД <sub>3</sub> <sup>II</sup> ЛВ	А <sub>лпх</sub> (0-21)	45,9	7,9	9,1	11,0	7,0	8,8	1,5	3,0	5,8	48,3	0,9	710	43,4
		-	-	-	-	4,6	6,8	32,0	-	56,6	43,4			

Примечание: в числителе результаты по «сухому» просеиванию, в знаменателе по «мокрому» просеиванию; К – коэффициент структурности; А – критерий водопрочности; В – водоустойчивость.

Оценив агрегатный состав дерново-подзолистых почв разных округов Пермского края, было установлено что лучшим структурным состоянием обладает дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая почва Кочевского муниципального округа, так как все структурные показатели относятся к градации «хорошо». Это связано, в первую очередь, с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом данной почвы.

Обобщив полученные результаты можно сделать вывод, что изученные дерново-подзолистые почвы характеризуются неудовлетворительными,

удовлетворительными и хорошими показателями агрегатного состава, что обусловлено их легкосуглинистым и среднесуглинистым гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса и кислой реакцией среды. Более плодородные серые лесные почвы Пермского края за счет более высокого содержания гумуса и менее кислой реакции среды характеризуются лучшим структурным состоянием [2].

Таким образом, для улучшения структурных показателей дерново-подзолистых почв Пермского края рекомендуется внесение органических удобрений, известкование и утяжеление гранулометрического состава.

### Список литературы

1. Карпушенков В.В. Агрофизические свойства и гидрологический режим почв тяжелого механического состава Предуралья. Автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Ленинград - Пушкин, 1984. 16 с.
2. Лобанова Е.С. Структурное состояние серых лесных почв Пермского края // Эволюция почв и развитие научных представлений в почвоведении: сборник научных трудов / Международная научная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения Бурлаковой Лидии Макаровны (г. Барнаул, 16-21 августа 2022 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. С. 66-70.
3. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство / Под ред. Е.В. Шеина. М.: Изд-во МГУ, 2001. 200 с.

## SOYBEAN - MULTISPECIES INTERCROPPING AND WEED MANAGEMENT

*Negassi Berhane Teklesenbet, 3<sup>rd</sup> year PhD student at Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [berhaneteklesenbet2@gmail.com](mailto:berhaneteklesenbet2@gmail.com)*

*(Scientific supervisor - Shitikova Aleksandra Vasilievna, Doctor of Agricultural Science, Professor, Director of Institution of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [plant@rgau-msha.ru](mailto:plant@rgau-msha.ru))*

*Abstract: An experiment was investigated at the RGAU-MSHA in 2024 to explore the effects of multispecies intercropping on weed management and soybean growth and yield. The study used RCBD design with 13 crop combinations and control. Results showed variations in weed reduction whereby Soybean+rye showed highest weed smothering efficiency, and soybean height and grain yield, with the highest yields from Soybean +oat intercropping.*

*Keywords: soybean, rye, oat, weed smothering efficiency, multispecies*

## **Introduction**

Soybean (*Glycine max*), the "golden bean" or "miracle bean," is a versatile oleaginous-leguminous crop, known for its diverse applications including vegetable oil, animal feed, and various food products like bread, milk, tofu, and flour. Nutritionally, soybeans contain approximately 35% protein, 25-30% carbohydrates, and significant amounts of polyunsaturated fatty acids, antioxidants, vitamins, minerals, and fiber. Globally, soybean production reached about 370 million tons in 2022-2023 and is expected to surpass 400 million tons in 2023-2024 [1]. The leading producers- Brazil, the USA, Argentina, China, and India- illustrate the crop's agricultural significance. Brazil leads production with 114.3 million tons.

Intercropping is a crucial farming practice for long-term productivity, agro-ecological improvement, land management, and land use. Intercropping soybeans with other crops can reduce weed infestation, enhance soil nitrogen, improve yields, and decrease soil erosion. However, crucial factors like crop species selection, plant density, and spatial arrangement affect biomass accumulation and yield of intercropped crops and their effectiveness in weed suppression strategies. Weeds pose a significant threat to soybean yields, reducing grain productivity and quality of harvest. Thus, employing agronomic techniques like intercropping is vital for managing weed infestations. Research indicates that single species intercropping can impact yield and weed control positively. For example, maize-soybean intercropping resulted in lower biomass and an abundance of grass and broadleaf weeds compared to sole crops [2]. According to [3] in Soybean +maize intercropping, soybean plant height increased by 35.27–38.94% but yield was lower by 6.4% than mono-cropping soybeans. Conversely, studies by [4] on soybean-multispecies intercropping in 2018 revealed varied weed biomass yields, with lentil-soybean combinations demonstrating higher weed biomass alongside soybean yields of 2.18 t/ha. Moreover, [5] reported that soybean intercropped with camelina showed lower performance in weed suppression efficiency (0.01 or 1%) than the mono-cropped soybean and no significant difference in yield of soybean was observed in intercropped and mono-cropped soybean. However, there remains limited information on the effects of soybean-multispecies intercropping on weed species infestation and management, highlighting a gap in understanding necessary for effective weed control. The objective of the study is to investigate how multispecies intercropping can suppress weeds and enhance soybean productivity. We hypothesize that intercropping soybean with multispecies crops will influence grain yield, weed infestation and biomass.

## **Materials and Methods**

An experiment was conducted at the experimental field of the Russian State Agrarian University—Moscow Agricultural Academy Timiryazev (RGAU-MSHA), in 2024. Soil of the experimental site was medium loam to sandy loam. The experimental field was laid in a randomized complete block design (RCBD) with four replications, 13 combinations of multi-species crops, and one solo-crop (control). Mageva soybean variety was used as a base crop, while cereals and legumes were used as associated

crops. Cereal crop species include: rye, wheat, oat, barley, and maize; and legume crops include: blue and white lupin, chickpea, garden pea, field pea, common vetch, and mustard.

Soybean was planted in an experimental plot of four rows of 3m length and 45 cm row spacing using a hand-push seed planter calibrated at a seeding rate of 0.35 million seeds per ha. The multi-species crops (associated crops) were interplanted 13 days after planting of the principal crop soybean (May 02). The metrics measured in this paper include soybean plant height and grain yield, and weed abundance, biomass (fresh and dry biomass) and weed smothering efficiency (WSE). Soybean grain yield was recorded from 1m<sup>2</sup> and converted to kg/ha. Weed samples were taken 45 Days After Sowing of soybean from 50cm\*50cm quadrat of sample area and were counted, uprooted, dried and both fresh and dry biomass weight recorded to calculate weed density (Wd) and WSE and expressed on hectare basis. The weed species recorded are classified into two groups: (1) Annuals- *Chenopodium album*, *Amaranthus palmeri*, and *Matricaria chamomilla*, (2) Perennials- *Taraxacum officinale* and *Equisetum arvense*. WSE and Wd were used to measure the efficiency of the multispecies intercropping, as per the following formula:

$$WSE = \frac{DW_m - DW_i}{DW_m} * 100$$

Where  $DW_m$ - weed dry weight in mono-cropping (kg/ha);  $DW_i$ - weed dry weight in intercropping (kg/ha).

WSE is an index used to determine the effect of intercropping on suppression of weeds in comparison to mono-cropping.

Weed density is calculated as:

$$Wd = \frac{\text{total number of all weed spp in a quadrant}}{\text{area of the quadrant}}$$

The recorded data were analyzed using GenStat software and an ANOVA table was computed using means at 95% confidence level.

### **Result and Discussion**

Data on weed fresh (WFW), dry weight (WDW), density (Wd) and smothering efficiency (WSE), and soybean plant height at harvesting and grain yield are presented in table and results showed significant variation in all the treatments. With regard to weed, all the intercropping combinations showed statistical differences. It was found that the total dry weed biomass was significantly reduced in all the intercropping treatments. Following the control group (85kg/ha), the highest WDW was recorded in the soybean+white lupine mixture (49 kg/ha) and the lowest was in soybean+rye (7.5 kg/ha) mixture. This result is supported by [2] who reported that lower weed biomass yield was observed in maize-soybean mixture than the mono-cropped treatment. The higher WDW indicated that white lupine was less effective at dealing with weeds which eventually diminished the grain yield of soybean and lupine. Meanwhile, soybean+rye intercropping treatment showed higher weed smothering efficiency performance (91.8%) than the other intercropping treatments and control. These results were in

contrary with [5] who reported that soybean intercropped with camelina crop showed lower performance in weed suppression efficiency (0.01 or 1%) than the mono-cropped soybean.

Table

Impact of multispecies intercropping on weed fresh (WFW, kg/ha) and weed dry weight (WDW), WSE, weed density (number, 1000/ha), and soybean height at harvesting (PHh, cm) and grain yield (GY, kg/ha).

Treatment	WFW	WDW	WSE %	Wd (№)	PHh	GY
Soybean (control)	540 a	85 a	00 i	662.3	39.22 i	1318.1 k
S. + rye	27.75 l	7.5 i	91.18 a	107.4	73.89 a	2568.1 c
S. + wheat	65.25 i	12.75 gh	85b	145.6	67.78 b	2190.1 g
S. + oat	128.5 g	27.75 d	67.35f	254.6	57.51 f	2948 a
S. + barley	31 k	11.25 h	86.76b	98.7	47.40 h	1967.7 j
S. + maize	133.5 f	28 d	67.06f	200.2	73.65 a	1028 l
S. + blue lupin	170.75 d	29.25 d	65.59f	254.6	63.97 c	2220.1 f
S. + white lupin	346 b	49 b	42.35h	476.5	47.03 h	1324.8 k
S. + chickpea	283.75 c	43.75 c	48.53g	404.2	62.50 d	2637.8 b
S. + garden pea	130.75fg	20.25 f	76.18d	206.9	59.23 e	2030 h
S. + field pea	152 e	24.75 e	70.88e	151.1	51.96 g	2025.9 i
S. + common vetch	51 j	10.75 hf	87.35b	157.4	68.90 b	2293.3 e
S. + oat + vetch	70.75 h	15 g	82.35c	137.4	67.57b	1958.7 j
S. + amaranths	50.25 j	11.50 h	86.47b	95.1	68.69 b	2440.3 d
Grand mean	155.8	26.89	68.36	239.4	60.67	2067.9
S.E.D.	0.992	0.933	1.097	2.136	0.658	1.37
LSD 5%	2.837	2.668	3.139	6.12	1.331	39.3
CV %	1.3	6.9	3.2	1.8	1.5	0.1
<i>N.B.: S.E.D- standard errors of differences of means; LSD- least significant difference; CV-coefficient of variation</i>						

There was a significant difference in plant height and grain yield of soybean by all the intercropping treatments (table). Soybean plant height at harvesting was affected by the crop mixtures where the tallest plant height was recorded in soybean+rye (73.89cm) and soybean+maize (73.65cm) and shortest height in white lupine (47.03 cm) mixture which is similar to the finding reported by [3]. They found taller height in intercropped soybean than the solo-cropped one. The highest grain yield was obtained from the soybean+oat mixture (2948 kg/ha) followed by soybean+chickpea and soybean+rye mixtures. The minimum grain yield prior to control was recorded by soybean+maize and white lupine, which are statistically at par. These results were in line with the findings reported by [4]. They reported that soy grain yield was positively affected by multispecies mixtures. Meanwhile, [5, 6] reported that no statistical difference in yield was observed between mono and intercropped soybean. In contrast, [3] found reduced soybean grain yield when intercropped with maize. The possible reason for the decreased yield could be the higher height of intercropped crop species

which slows down the growth rate of soybean at an early stage in which the mixed species crops get opportunity to overcome height competition for sunlight, and higher weed infestation in white lupine intercropping.

### **Conclusion**

The study presents data on weed management and soybean plant height as well as grain yield across different intercropping treatments, showed significant variations. Notably, the tallest soybean plants and highest grain yields were associated with rye and oat mixtures, while white lupine mixtures resulted in the lowest soybean height and yield due to reduced competition against weeds. All intercropping treatments successfully reduced weed biomass compared to the control, with the highest weed smothering efficiency observed in soybean+rye, supporting in enhancing crop yields and weed control.

### **References**

1. Lukyanova O. et al. Increasing the protein content of seeds as a factor in increasing the efficiency of soybean production // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2024. Vol. 510.
2. Berdjour A. et al. Maize–soybean intercropping effect on yield productivity, weed control and diversity in northern Ghana // Weed Biol Manag. Blackwell Publishing, 2020. Vol. 20, № 2. P. 69–81.
3. Wei W. et al. Effect of Maize (Zea mays) and Soybean (Glycine max) Intercropping on Yield and Root Development in Xinjiang, China // Agriculture. MDPI, 2022. Vol. 12, № 7. P. 996.
4. Cherié T., Lorin M., Corre-Hellou G. Species choice and spatial arrangement in soybean-based intercropping: Levers that drive yield and weed control // Field Crops Res. Elsevier B.V., 2020. Vol. 256.
5. Richard D. et al. Soybean yield response to different mechanical weed control methods in organic agriculture in Luxembourg // European Journal of Agronomy. Elsevier B.V., 2023. Vol. 147.
6. Shitikova, A. V., N. V. Zarenkova, and B. T. Negassi. "Soybean yield in mixed crops." BIO Web of Conferences. Vol. 82. EDP Sciences, 2024.

## **SOIL APPLICATION OF ALBIT<sup>BR</sup> BIOSTIMULANT ON FLOWER PRODUCTION OF TOMATO PLANTS**

*Bahran knfe Yakob, PhD student, faculty of Agro-biotechnology, Peoples' Friendship University of Russia named after Patric Lumumba, [bahrknfe@gmail.com](mailto:bahrknfe@gmail.com)*

*Gins Murat Sabirovich, Supervisor (PhD), professor of the Russian Academy of Sciences, Faculty of Agro-biotechnology, Peoples' Friendship University of Russia named after Patric Lumumba, [anirr@bk.ru](mailto:anirr@bk.ru)*

**Abstract:** *Four cultivars of tomato were treated with a bio-stimulant Albit<sup>br</sup> in doses (0 L/ha, 0.1 L/ha, 0.5 L/ha, 1 L/ha, 2.5 L/ha, 5L/ha, 10 L/ha and 50 L/ha). Highest*

*number of flowers per cluster (7) was obtained from Fenaric cultivar treated with 2.5 L/ha.*

*Key words:* Albit<sup>br</sup>, Bio-stimulant, Cultivars, Fenaric, and Tomato

## **INTRODUCTION**

Currently chemical fertilization of soil is widely used to correct soil nutrient deficiency thereby improving plant growth. However, the excessive use of chemical fertilizers causes surface and groundwater contamination [1] and the environmental pollution may increase in the future because of the predicted decrease in precipitation and the increase in evapotranspiration in many regions of the world in the context of global warming [1]. The excessive application of fertilizers contributes to the decrease of soil organic matter and fertility [2]. Progressing global soil degradation as a result of agricultural intensification [3] is further exacerbated by climate change [4]. The European Commission has developed a comprehensive green action plan to achieve the European Green Deal target of 25% of agricultural land being farmed organically by 2030 [5] with the aim of combating climate change, ensuring environmental protection and preserving biodiversity. The use of plant bio-stimulants tends to be the best option to rectify the problems posed by the excessive applications of the inorganic fertilizers. Thus, in the current study, the effect of the bio-stimulant “Albit<sup>br</sup>” was studied in four different cultivars of tomato with respect to the flower production potential. Improved flower production is expected through the application of the bio-stimulant not only due the nutrient replenishment capacity of the bio-stimulant but also due its better effect in nutrient uptake.

## **MATERIALS AND METHODS**

The experiment was carried out on four cultivars of tomato namely; Revansh, Malets, Telecman and Fenaric in the experimental station (Vniccok), during May-August 2024. The bio-stimulant “Albit<sup>br</sup>” was applied on the soil one day before transplanting in different doses (0 L/ha, 0.1 L/ha, 0.5 L/ha, 1 L/ha, 2.5 L/ha, 5 L/ha, 10 L/ha, 50 L/ha. The field was laid out to fit with a completely randomized block design (RCBD) and each plot was made to have an area of 2.1m<sup>2</sup> (3m\*0.7m) and in each plot eight seedlings were transplanted at a spacing of 70cm\*37.5cm row to row and plant to plant respectively. Three plants were randomly taken as samples to collect the data on the number of flower clusters and on the number of flowers produced in each cluster. The data obtained was finally subjected to analysis using a genestat software through Analysis of variance and the mean comparison was done at 5% level of significance.

## **RESULTS**

### **Number of flower clusters**

The number of flower clusters produced from the cultivar-albit<sup>br</sup> bio-stimulant interaction treatments were found to differ insignificantly among each other. Despite their differences being insignificant, the highest number of flower clusters (6.63) was observed from Revansh cultivar treated with 0.1 L/ha of the bio-stimulant followed by Malets cultivar treated with bio-stimulant doses 0.5 L/ha as well as its control each



producing the same value (6.47) and the lowest number of tomato flower clusters (5.47) was seen in plants of the cultivar Fenaric treated with 2.5 L/ha of the bio-stimulant.

### **Number of flowers per cluster**

The number of flowers produced within a cluster tends to be significantly influenced by the cultivar- albit<sup>br</sup> bio-stimulant interaction treatments. Out of the 32 interaction treatments, plants of the Fenaric cultivar treated with 2.5 L/ha dose of the bio-stimulant produced the highest number of flowers per cluster (7) followed by the same cultivar but treated with 10 L/ha dose of the bio-stimulant (5.67), Malets cultivar treated with 5 L/ha (5) whereas the lowest the lowest number of flowers per cluster (1.33) were exhibited by Telecman cultivar applied with 0.5 L/ha. The highest value obtained from the interaction treatment (Fenaric-2.5 L/ha) was found to have a significantly surpassing result as compared to all the other interaction treatments of the study except the Fenaric cultivar treated with 10 L/ha dose of the bio-stimulant. In addition to this, all the Fenaric cultivar interaction treatments showed significantly higher results as compared to all the interaction treatments of the Telecman cultivars.

### **CONCLUSIONS**

As per the experimental results, the number of flowers produced within each flower cluster tend to vary significantly with plants of the cultivar Fenaric treated with 2.5 L/ha of the albit<sup>br</sup> bio-stimulant possessing the highest significant value (7) as compared to all the interaction treatments of all the cultivars. Thus, the farmers are recommended to make use of fenaric cultivar and should be treated with 2.5 L/ha of the bio-stimulant for maximizing flower production and thereby yield.

### **REFERENCES**

1. Yousfi, S.; Marín, J.; Parra, L.; Lloret, J.; Mauri, P.V. A Rhizogenic Biostimulant Effect on Soil Fertility and Roots Growth of Turfgrass. *Agronomy* 2021, 1
2. Wang, J.; Li, R.; Zhang, H.; Wei, G.; Li, Z. Beneficial bacteria activate nutrients and promote wheat growth under conditions of reduced fertilizer application. *BMC Microbiol.* 2020, 20, 38
3. Hossain, A.; Krupnik, T.J.; Timsina, J.; Mahboob, M.G.; Chaki, A.K.; Farooq, M. Agricultural land degradation: Processes and problems undermining future food security. In *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth*; Fahad, S., Hasanuzzaman, M., Alam, M., Ullah, H., Saeed, M., Ali Khan, I., Adnan, M., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2020; pp. 17–61
4. Hari, V.; Rakovec, O.; Markonis, Y.; Hanel, M.; Kumar, R. Increased future occurrences of the exceptional 2018–2019 central European drought under global warming. *Sci. Rep.* 2020, 10, 12207.
5. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions—The European Green Deal, Brussels. 2019. Available online: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f01aa75ed71a1.0016.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF) (accessed on 23 October 2024).

## **ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ**

### **ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И СВОЙСТВ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

*Абзапарова Екатерина Константиновна, магистрант 2 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [abzaparova@yandex.ru](mailto:abzaparova@yandex.ru)*

*Абзапарова Богдана Константиновна, студентка 1 курса агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель – Минаев Николай Викторович, к.б.н., доцент, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [ntinaev@rgau-msha.ru](mailto:ntinaev@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в статье рассматриваются особенности процессов почвообразования, проходящих на территории Северного Казахстана. Структура почвенного покрова крайне неоднородна, что проявляется как с севера на юг, так и с запада на восток. Это обусловлено разнообразием почвообразующих пород и геоморфологическим строением.*

*Ключевые слова: почвенный покров, Северный Казахстан, южные черноземы, особенности почвообразования.*

Северо-Казахстанской область обусловлена сочетанием уникальных природных объектов, представляющих ландшафтную и сельскохозяйственную ценность, и нарушенных вследствие неразумной агрохозяйственной деятельности в целинный период [1].

Южные черноземы Северного Казахстана представляют собой важный компонент почвенного покрова региона. Эти почвы характеризуются рядом уникальных особенностей, которые определяют их свойства и использование. Почвенный покров южных черноземов Северного Казахстана включает различные комбинации и сочетания почв, обусловленные рельефом, почвообразующим и породами и режимом увлажнения [5].

Экспедиция по изучению демутиационных процессов умеренно-засушливых степей Северного Казахстана проводилась на юго-востоке Северо-Казахстанской области (Уалихановский, Акжарский административные районы). Протяженность маршрута составила более 500 км, площадь исследуемой территории порядка 8 тыс. кв. км. Полевые исследования выполнялись в период с 22 по 27 июня 2023 г.

Территория исследования располагается на южной окраине Западно-Сибирской равнины, на стыке Западно-Сибирской эпигерцинской плиты и древнепалеозойского Казахского щита и относится к древнеозерным неогеновым плато между долинами рек Тобола и Иртыша [5].

Исследуемая территория представляет собой возвышенную равнину, где отметки поверхности не превышают 200 м над уровнем моря с выраженным микрорельефом в виде небольших блюдцеобразных западин, нередко занятых озерами, среди которых выделяется крупнейшее в Северном Казахстане озеро Силетитениз. Расположено озеро на дне обширной впадины на высоте 64 м, с площадью 750 км<sup>2</sup>, при незначительной глубине, в среднем составляющей 2 м и наибольшей 3,2 м.

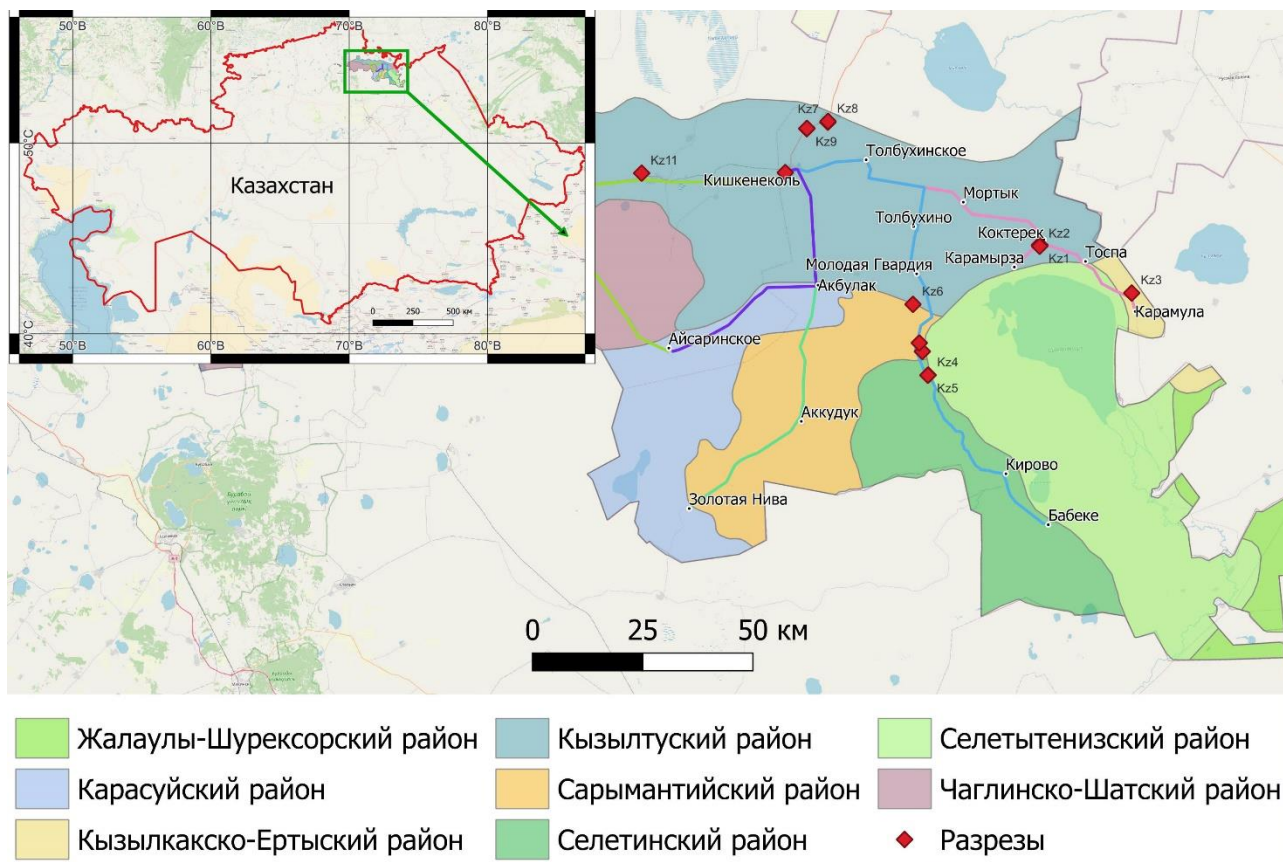


Рисунок - Схема расположения территории исследования и мест заложения разрезов

Основными типами почв исследуемой территории являются черноземы южные. Данные почвы представлены следующими родовыми группами: черноземы южные обычные, черноземы южные карбонатные, черноземы южные солонцеватые, черноземы южные смытые, черноземы южные слитые. Почвы по маршруту исследования имеют ряд сходств и различий. В основном все автоморфные почвы возможно отнести к подтипу черноземов южных. Мощность гумусового горизонта в основном достаточно небольшая и в среднем составляет порядка 27 см. Глубина вскипания от 10% соляной кислоты существенно различается по разрезам и варьирует от поверхности до глубины порядка 1 м, что тесно связано с гранулометрическим составом почв [3].

Основная отличительная особенность профилей почв по маршруту связана именно с особенностью гранулометрического состава. Во-первых, следует отметить, что гранулометрический состав почв имеет явно выраженную опесчаненность, которая ощутимо меняется от разреза к разрезу. Во-вторых, гранулометрический состав в полевых определениях меняется от супесчаного к среднесуглинистому. Соответственно, чем более легкий гранулометрический состав и сильнее выражена опесчаненность, тем глубже наблюдается линия вскипания. Карбонаты в почвах в основном не выделяются в виде белоглазок, что характерно для южных черноземов Европейской части, а выражается в пропитке всей массы почвы с глубины вскипания. При этом возможно изменение линии вскипания в зависимости от увлажнения года [4].

Изучение особенностей почвенного покрова и свойств южных черноземов Северного Казахстана позволяет лучше понять их структуру, состав и свойства, что важно для рационального использования этих почв в сельском хозяйстве и других отраслях [3].

### Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Северо–Казахстанской области [Текст] : научно–прикладной справочник / ; [под ред. С. С. Байшоланова] ; М-во образования и науки РК ; ТОО "Ин-т географии"... – Астана : [б. и.], 2017. - 125 с., ил. ; табл. ; . – Библиогр.: с. 122-125 . – [б. т.] – 978-601-7150-88-4
2. Классификация и диагностика почв СССР [Текст] / [Сост. чл.-кор. ВАСХНИЛ В. В. Егоров, профессора В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова и др.] ; Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. - Москва : Колос, 1977. - 223 с.; 20 см.
3. Проведение почвенного обследования сельскохозяйственных земель : Научно-методические рекомендации / О. М. Голозубов, В. Д. Наумов, Р. В. Некрасов [и др.] ; Научно-методические рекомендации рассмотрены и одобрены на Ученом Совете ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» 21.04.2022, Протокол № 5. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – 188 с. – ISBN 978-5-9238-0270-2. – DOI 10.25680/VNIIA.2019.19.17.029. – EDN TSSGJW.
4. Савич, В. И. Информационно-энергетическая оценка плодородия почв / В. И. Савич, К. С. Бородина, Н. В. Минаев // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 3(57). – DOI 10.51419/202133307. – EDN WORNUU.
5. Хусаинов А. Т., Сейдалина К. Х. Мониторинг плодородия гумусового состояния черноземных почв Северного Казахстана // Почвоведение и агрохимия. 2008. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-plodorodiya-gumusovogo-sostoyaniya-chernozemnyh-pochv-severnogo-kazahstana> (дата обращения: 01.10.2024).

## **ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ СКЛОНОВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: АНАЛИЗ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

*Агеенко Елизавета Ивановна, студент 4 курса института  
Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,  
ageenkolisa@gmail.com*

*Волков Владимир Алексеевич, студент 4 курса института  
Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Бородина Кира Сергеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и  
ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,  
k.bor@rgau-msha.ru*

*Аннотация: В работе рассматривается содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном горизонте чернозема выщелоченного по катене, пересекающей различные эрозионные элементы двух пахотных участков, которая захватывает два противоположных склона. Содержание обменного фосфора варьирует от 21 до 593 мг/кг почвы, что соответствует очень низкой и очень высокой степени обеспеченности. Степень обеспеченности калием по Чирикову колеблется от среднего значения (54 мг/кг почвы) до очень высокого (466 мг/кг почвы). Связи содержания питательных элементов с крутизной и длиной склона не наблюдается, а выбросы по содержанию питательных элементов можно связать с антропогенным фактором внесения удобрений.*

*Ключевые слова: водная эрозия, чернозем выщелоченный, подвижный фосфор, обменный калий.*

Проблема деградации почв вследствие водной эрозии является одной из наиболее актуальных для многих регионов России, в том числе Тульской области. Эрозионные процессы не только способствуют физическому разрушению почвенного покрова, но и вызывают снижение плодородия почв в целом. Тульская область является одним из регионов России, где проблема эрозии почв стоит особенно остро. Склоновые земли занимают значительную часть территории области, и их плодородие подвергается серьезному испытанию под воздействием эрозионных процессов. В связи с этим изучение влияния эрозии на плодородие почв склонов Тульской области приобретает особую актуальность [1].

Целью данной работы является анализ состояния питательных веществ в черноземе выщелоченным пахотных угодий эрозионных склонов Тульской области.

Объектом исследования являются почвы агроландшафтов лесостепной зоны, расположенные на пахотных угодьях Тульского НИИСХ Филиала ФИЦ «Немчиновка», который находится в Плавском районе Тульской области вблизи п. Молочные Дворы.

В ходе исследования была заложена катена, пересекающая различные эрозионные элементы двух пахотных участков, которая захватывает два противоположных склона. Катена направлена с юго-востока на северо-запад. Образцы для определения питательных веществ были отобраны из пахотного горизонта с помощью бура из 18 точек, расположенных вдоль этой линии. В точках были определена мощность гумусового горизонта. Нижняя часть профиля представляет собой днище балки, которая находится вне пашни, образцы с данного места не отбирались. Полевые изысканий проводились на основе научно-методических рекомендаций [3].

В качестве основы для заложения катены и дальнейшего анализа содержания гумуса по рельефу использовалась цифровая модель рельефа ALOS с разрешением 30 метров на пиксель. На основе нее были рассчитаны базовые морфометрические характеристики рельефа (крутизна, кривизны, относительное положение на склоне и пр.) [2].

Исследования подвижных соединений фосфора и обменного калия проводились согласно методике Ф.В. Чирикова в модификации ЦИНАО в трех повторностях.

На рисунке представлены основные полученные результаты по определению подвижного фосфора и обменного калия в пахотном горизонте чернозема выщелоченного по эрозионной катене.

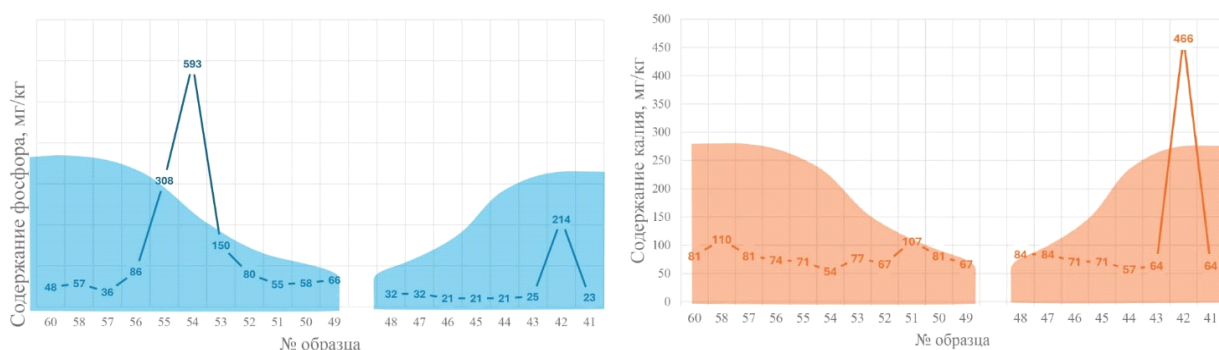


Рисунок – распределение среднего показателя содержания фосфора и калия в пахотном горизонте почв на фоне профиля склонов

Содержание подвижного фосфора по Чирикову варьируется от 21 до 593 мг/кг, что соответствует очень низкой и очень высокой степени обеспеченности данным элементом. Можно предположить, что образец 54, расположенный в средней части склона (рис., левый график), находится в зоне предела водосбора, где, вероятно, происходит локализация внесенного удобрения, и поэтому результат этого образца выбивается из общей статистической картины. Аналогичную ситуацию можно заметить с образцом 42. Очень низкую степень обеспеченности показали образцы 46, 45 и 44. Таким образом мы наблюдаем на юго-восточном склоне изменение содержания подвижного фосфора от 48 до 68



мг/кг и резкое повышение его содержания в средней части склона практически в ~10 раз. Такое изменение сложно сопоставить с протеканием эрозионных процессов, в результате которого возможен перенос тонких почвенных частиц по склону, а соответственно и перемещение вместе с ними в том числе питательных элементов. Возможно предположить, что это локальный эффект повышенного содержания обменного фосфора связан с антропогенным фактором внесения удобрений на данном поле. На северо-западном склоне изменения в содержании обменного фосфора практически нет, значения меняются от 64 до 84 мг/кг, наблюдается незначительный тренд на увеличение в нижней части склона поля. Выброс значения в образце 42 до 214 мг/кг носит локальный характер и в данном случае его скорее можно связать с антропогенным фактором внесения удобрений, так как в этом образце также наблюдается выброс по содержанию обменного калия до 466 мг/кг почвы (рис., правый график).

Степень обеспеченности калием по Чирикову колеблется от среднего значения (54 мг/кг почвы) до очень высокого (466 мг/кг почвы). На юго-восточном склоне содержание обменного калия по Чирикову меняется от 54 до 110 мг/кг почвы, то есть находится на уровне средней и повышенной степени обеспеченности калием. При этом расположение точки отбора проб по склону никак не связано с уровнем его содержания, что является свидетельством отсутствия связи содержания обменного калия в почве с эрозионными процессами в данном случае. На северо-западном склоне содержание обменного калия по Чирикову меняется от 64 до 84 мг/кг почвы, то есть находится на уровне средней и повышенной степени обеспеченности калием. Нужно отметить, что в образце 42 на верхней части водораздельной поверхности наблюдается выброс по содержанию обменного калия до 466 мг/кг почвы, что, как уже отмечалось, вероятно связано с антропогенным фактором внесения удобрений.

Исходя из различия содержания подвижного фосфора и обменного калия в образцах, относительно точек отбора образцов, зависимость изменения их содержания относительно рельефа не устанавливается. Максимальное значение в ряде образцов, вероятно, связано с накоплением в этой точке вносимых удобрений по антропогенным причинам.

### **Список литературы**

1. Агробиотехнологии XXI века / И.И. Серегина, С.П. Торшин, Н.Н. Новиков [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 516 с.
2. Минаев, Н.В. Цифровая модель почвенно-ландшафтных связей Владимирского ополья: специальность 03.02.13 "Почвоведение": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Минаев Николай Викторович. – Москва, 2020. – 149 с.
3. Проведение почвенного обследования сельскохозяйственных земель: Научно-методические рекомендации / О.М. Голозубов, В.Д. Наумов, Р.В.

Некрасов [и др.]; Научно-методические рекомендации. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – 188 с.

## **ОЦЕНКА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ХВОЙНЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ 4 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

*Аргеткина Софья Алексеевна студентка 4 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева*

*(Научные руководители: Каменных Наталья Львовна - к.б.н., доцент кафедры, почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; Наумов Владимир Дмитриевич - д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.)*

*Аннотация: В статье представлена таксационно-лесорастительная оценка хвойных насаждений на территории 4 квартала ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. Установлены закономерности в смене состава древостоя и отличия в морфологическом и химическом составе почв.*

*Ключевые слова:* древостой, лесорастительные свойства почв, постоянная пробная площадь, хвойные древостои, дерново-подзолистые почвы, гумусовый горизонт, подзолистый горизонт, гумус, реакция среды, географические культуры.

Между лесной растительностью и почвой существует тесная взаимосвязь. Народная мудрость гласит: «Каков грунт земли, такой и лес». По мнению Л.О. Карпачевского, Ю.П. Демакова с соавторами почва является ведущим компонентом биогеоценоза, определяющим его структурную организацию, динамику и продуктивность. Вместе с тем имеется и обратная связь: лесные насаждения изменяют свойства почв, делая их лучшими в лесорастительном отношении [4]. В связи с этим были проведены исследования в 4 квартале Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по взаимодействию и взаимовлиянию между хвойными насаждениями и строением, составом и свойств почв.

Для оценки лесорастительных свойств почв под хвойными насаждениями были рассмотрены следующие пробные площади 4 квартала: А(8С1Б1Кл,едЕ,Д), В(9С1Лп), Д(9С1Лп), З(7С3Лп, ед Б,Д), Р(7С1Е1Д1Б, ед Кл), С(7С1Е1Лп1Д, ед В), Т(5С3Е1Б1Лп), У(9С1Е, ед Лп, Д), Ф(9С1Е, ед Д).

На ПП-А в 1892 г. была произведена посадка однолетней сосны. Семена сосны — из Московской области. Изучение хода роста хвойных насаждений проводилось с 1912г (10С+Е+Ос+Д+Б) С 1912 по 1975 гг чистое хвойное с незначительным количеством березы, дуба, липы и вяза (10С+Е+Б+Д+Лп+В )



переходит в условно чистое (9С1Б). В 2005 году в незначительном количестве появляется клен остролистный, а также липа и дуб. В настоящее время вместо одноярусного чистого хвойного древостоя появляется второй ярус с кленом остролистным (I: 9С1Б+Лп+Д; II: 10Кло)

На ПП-В в 1892 г. была произведена посадка однолетней сосны. Семена сосны - с Пермского края. Оценка изменений проводилась с 1912г. Чистый хвойный древостой с 1912 по 1986 гг, в небольшом количестве присутствовали дуб и липа (10С+Д+Лп). С 1999 по 2024 одноярусный хвойный древостой изменился на двухъярусный. Общий состав древостоя в настоящее время: I: 8С1Лп1Кло; II: 10Кло

ПП-Д была заложена в 1892 году посадкой однолетней сосны. Семена сосны для посадки взяты из Архангельской области. Наблюдения за древостоем ведутся с 1910г. Состав древостоя с 1910 по 1975 гг был (10С+Д+Б+Лп). Значительные изменения в древостое начинаются с 1986 г, когда вторым ярусом появляется клен остролистный. Общий состав древостоя в настоящее время: I:10С+Лп+Б; II: 6Кло2С1Лп1Б

На ПП-З была произведена посадка сосны в 1891 г. Семена сосны взяты из Вологодской области. Наблюдения за хвойными насаждениями проводилась с 1908г (10С+Д+Б). До 1959г древостой значительно не изменялся. Древостой меняется с 1987г (5С3Б1Д1Лп), возрастает число лиственных пород: березы (значительно вышла в примесь), дуба и липы. Общий состав древостоя в настоящее время: I: 6С4Лп+Б; II: 10Кло

На пробных площадях Р, С, Т, У, Ф в 1889 г. производилась посадка однолетней сосны вместе с двухлетней елью.

Семена сосны для посадки на ПП-Р взяты из Владимирской области. Наблюдения за ходом роста насаждений проводилась с 1912 г. Ель вторым ярусом выделялась с 1912 до 1959 г. Наблюдается возрастающее количество дуба во втором ярусе, и с 1939 по 1959 г. состав древостоя характеризуется так: в первом ярусе преобладает чистый хвойный лес с породой сосен, а второй ярус - смешанный лес с преобладанием лиственных пород (а именно дуба). С 1986 года ель в качестве примеси присутствовала в общем составе древостоя. После 1991 года ель полностью отсутствует в составе древостоя. В настоящее время древостой представлен сложным насаждением: I: 8С1Лп1Е+Д; II: 5Лп3Кло1Е1В.

Семена сосны для посадки на ПП-С в 1889 г взяты из Липецкой области. Оценка хода роста древесных пород проводилась с 1912г. В 1912 году состав древостоя диагностировался, как чистый хвойный; ель встречалась в незначительном количестве, как дуб и береза (10С+Е+Д+Б). С 1916-1942гг. состав древостоя изменился (9С1Е+Д+Б), а с 1969 году тип он превращается в смешанное насаждение с преобладанием хвойных пород (6С2Д2Е+Лп+В). Состав древостоя в настоящее время: I: 8С1Лп1Е; II: 8Е2В.

Семена сосны для посадки ПП-Т в 1889 г взяты из Германии (город Эрфурт). Оценка динамики хода роста проводится с 1912г. Береза в

незначительном количестве присутствует с 1912 по 1927 год (8С2Е+Б). В 1933-1959 годах появляется второй ярус: (I: 10С+Б II: 6ЕЗД1В). Состав древостоя в настоящее время: I: 6С2Е2Лп; II: 6Е4В.

Семена сосны для посадки в 1889 г на ПП-У взяты из Тамбовской области (город Мичуринск). Оценка изменения - с 1912г.(9С1Е) С 1916 по 1959 год наблюдается появляется второй ярус: (I: 10С II: 4Е2Д2Лп). В 2016 году состав изменился на смешанный с преобладанием сосны, с примесью липы и ели и дубом в незначительном количестве (8С1Лп1Е+Д). Состав древостоя в настоящее время: I: 7С2Лп1Е; II: 8Е2В.

Семена сосны для посадки на ПП-Ф в 1889 г. взяты с ЛОД РГАУ-МСХА. В 1912-1916 годах состав древостоя оценивается, как условно чистый хвойный с преобладанием сосны (9С1Е) В 1923-1959гг древостой изменяется и выделяется два яруса. (I: 10С II: 7ЕЗД). С 1988 по 2009 год второй ярус исчезает, древостой представлен простым насаждением (9С1Е+В+Д). В настоящее время: I: 9С1Е II: 6Е4В

Для изучения влияния древостоев различного состава на строение, состав и свойства дерново-подзолистых почв были выполнены аналитические исследования по трем группам древесных растений: чистые хвойные, смешанные с преобладанием хвойных и смешанные.

Чистые хвойные насаждения представлены ПП-Д, Условно чистые – ПП А, Ф, смешанные с преобладанием хвойных (ПП В, С, Р, У) и смешанные ПП-Т, ПП-З [1,2].

Дерново-подзолистые почвы ПП 4 квартала отличаются на классификационных уровнях: вид, разновидность и разряд. При этом почвы под чистыми и условно чистыми хвойными насаждениями формируются на одинаковых почвенных разностях (дерново- подзолистая глубокодерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая на супесчаных моренных отложениях); под смешанными с преобладанием хвойных отличаются по мощности гумусового горизонта, гранулометрическому составу почв и почвообразующих пород.

В таблице представлена характеристика дерново-подзолистых почв 4 квартала.

Средняя мощность гумусового горизонта (А1+А1А2) под чистыми хвойными насаждениями - 24,0 см. Под условно чистыми хвойными - 16,0см (7,0-25,0 см). Под смешанными насаждениями с преобладанием хвойных - 27,8см (23,0-36,0см). Под смешанными насаждениями - 32см(30,0-34,0см)

Характеристика почв пробных площадей 4-го квартала

Пробная площадь	Мощность горизонта, см		Содержание гумуса по методу Тюрина, %			Содержание фосфора и калия в гумусовом горизонте по методу Кирсанова, мг/кг		pH <sub>KCl</sub> гумусового горизонта
	A <sub>1</sub> +A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Чистые хвойные								
Д	24,0	17,0	3,5	1,4	0,1	28,4	10,8	3,8
Условно чистые хвойные								
А	7,0	32,0	4,3	2,2	0,4	66,3	97,5	3,2
Ф	25,0	20,0	3,1	1,4	0,3	28,4	19,4	3,6
Смешанные с преобладанием хвойных								
В	36,0	20,0	2,9	2,1	0,2	116,7	49,9	3,5
У	26,0	16,0	4,1	1,6	0,3	53,4	62,4	3,6
Р	26,0	27,0	4,8	2,0	0,6	47,4	35,0	3,7
С	23,0	18,0	4,9	2,4	0,4	47,4	23,8	3,6
Смешанные								
Т	34,0	24,0	2,9	0,5	0,3	34,6	15,1	3,9
З	30,0	13,0	4,3	2,4	0,3	28,4	36,6	3,5

В почвах под чистыми хвойными насаждениями средняя мощность горизонта А<sub>2</sub> - 17,0 см. Под условно чистыми – 26 см(20,0-32,0 см). Под смешанными с преобладанием хвойных - 20,3 см(16,0-27,0 см). Под смешанными - 18,5 см (13,0-24,0 см).

Среднее содержание гумуса в горизонте А<sub>1</sub> в почвах под чистыми хвойными насаждениями - 3,5%; под условно чистыми хвойными - 3,7%(3,1-4,3%); под смешанными с преобладанием хвойных - 4,2% (2,9-4,9%); под смешанными - 3,6% (2,9-4,3%).

Среднее содержание гумуса в горизонте А<sub>1</sub>А<sub>2</sub> следующее. В почвах под чистыми хвойными насаждениями - 1,4%; под условно чистыми хвойными - 1,8% (1,4-2,2%); под смешанными с преобладанием хвойных - 2,0% (1,6-2,4%); под смешанными - 1,5% (0,5-2,4%).

Содержание подвижных форм калия и фосфора в дерново-подзолистых почвах характеризуются колебаниями. по исследованным постоянным пробным площадям.

В почвах под пологом чистых хвойных насаждений среднее значение подвижного калия 28,4 мг/кг; условно чистых 47,4 мг/кг (28,4-66,3 мг/кг);

смешанными с преобладанием хвойных 66,0 мг/кг (47,4-116,7 мг/кг); смешанными 31,5 мг/кг (28,4-34,6 мг/кг).

В почвах под пологом чистых хвойных насаждений среднее значение подвижного фосфора 10,8 мг/кг; условно чистых 68,2 мг/кг (19,4-97,5 мг/кг); смешанными с преобладанием хвойных 42,8 мг/кг (23,8-62,4 мг/кг); смешанными 25,9 мг/кг (15,1-36,6 мг/кг).

Величина солевой вытяжки  $pH_{KCl}$  гумусового горизонта под чистыми хвойными составляет - 3,8; под условно чистыми хвойными насаждениями - 3,4; под смешанными с преобладанием хвойных - 3,6, под смешанными - 3,7.

### **Выводы:**

1. Ход роста сосновых насаждений из семян, взятых их различных регионов в условиях мегаполиса г. Москва, имеют свои особенности. Наиболее устойчивые по составу насаждения – чистые хвойные, были выращены их семян Архангельской области (ПП-Д), условно чистые насаждения с преобладанием хвойных были выращены из семян, взятых из Московской области и Лесной опытной дачи Тимирязевки (ПП- А, Ф). Большая часть пробных площадей представлена смешанными насаждениями с преобладанием хвойных. Значительные изменения по составу насаждений сосны выявлены на ПП-З, посаженные из семян Вологодской области. Выявлена общая закономерность – простые чистые сосновые насаждения в течении периода наблюдений преобразуются в сложные.
2. В условиях городской среды клен остролистный выделяется вторым ярусом в общем древостое хвойных насаждений на пробных площадях А, В, Д, З, появляясь с 1986г.
3. Оценка лесорастительных условий показала, что под смешанными насаждениями мощность гумусового горизонта больше. Наибольшее содержание гумуса наблюдается в почвах под смешанным составом насаждений с преобладанием хвойных пород. Наименьшую величину солевой вытяжки имеют почвы под условно чистыми хвойными древостоями.

### **Список литературы**

1. Дубенок Н.Н., Кузьмичев В.В., Лебедев А.В. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии Изд-во: Наука, 2020 – 382 с. – ISBN 978-5-02-040248-5.
2. Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием VIII Вильямсовские чтения URL:<http://elib.timacad.ru/dl/full/sb3-05-13024.pdf/download/sb3-05-13024.pdf?ysclid=m2bzxtk6ug961801541>
3. Наумов, А. Н. Поляков, Н. Л. Поветкина. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 766 с. – ISBN 978-5-4497-0626-3. – EDNJCLNVH. 5. Наумов В.Д., Поляков

А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2009. 512 с. 6.

4. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 345 с.

5. Почвенно-эколого-лесоводственная характеристика насаждений на геоморфологическом профиле Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных, А. В. Лебедев [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 2. – С. 11-16. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-2-002. – EDNZAWVUC.

### **КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД РАЗЛИЧНЫМ ДРЕВОСТОЕМ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

*Афони́на Ирина Константи́новна, студент 2 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, irisha.afo@yandex.ru*

*(Научный руководитель: Каменных Наталья Львовна, к.б.н., доцент РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nl-povetkina@mail.ru)*

*В работе дается оценка состояния почвенного покрова на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К, А. Тимирязева. Рассматривается гранулометрический состав почвы, состояние почвы по тяжелым металлам и сделана корреляция по Спирмену.*

*Ключевые слова:* дерново-подзолистые почвы, лиственный древостой, хвойный древостой, гранулометрический состав, фосфор, тяжелые металлы

Лесная опытная дача РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева богата на историю и проведение научных исследований. В нашей работе, для характеристики почвенного покрова было выбрано четыре участка на 3 кварталах с различным древостоем на Лесной опытной дачи. Целью работы состоит в выявлении закономерностей изменения свойств почвы под лиственным древостоем и хвойным.

В качестве объекта исследований было выбрано 3 квартала ЛОД. Исследуемые кварталы отличаются типом древостоя. На 3 квартале был рассмотрен разрез пробной площади Е, где наблюдается древостой в виде сосен (10С), а на 4 квартале пробная площадь Н можно наблюдать два яруса. Первый ярус представлен соснами (10С), а второй ярус ели и вязы (10С + 7Е, 3В). Квартал 8 отличается наличием только лиственного древостоя и исследуются пробные площади К и О. Площадь К характерна липе (10Лп), а пробная площадь О представляет собой дубовые насаждения (10Д).

В полевых условиях были исследованы и описаны все морфологические признаки почвы, а в лаборатории проведён детальный анализ её гранулометрического состава.

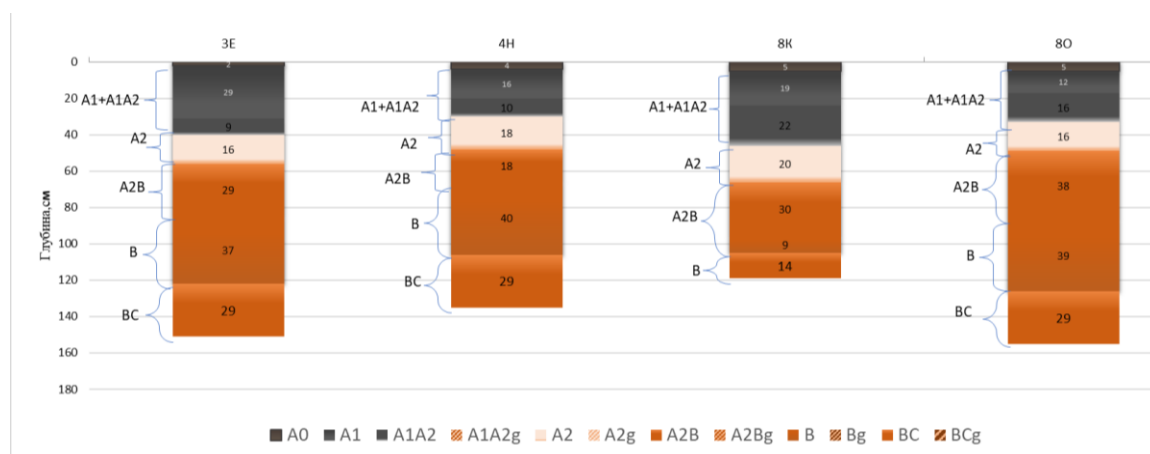


Рисунок – соотношение мощностей генетических горизонтов

Согласно классификации 1977 года, дерново-подзолистые почвы, которые мы изучаем, относятся к категории глубокодерновых, а оценка глубины подзолистого процесса относит почвы к глубокоподзолистым. [2].

В соответствии с классификацией 2004 года, мощность гумусовых горизонтов классифицирует почвы как сверхглубокоподзолистые. [2].

На территории ЛОД почвы формируются под влиянием двух основных почвообразовательных процессов – дернового и подзолистого. Отношение горизонтов A1+A1A2 к горизонту A2 позволяет судить о преобладании дернового процесса, поскольку во всех исследуемых профилях этот коэффициент варьируясь от 1,44 до 2,38 (рисунок). [2].

Полученные данные показывают, что дерново-подзолистые почвы на исследуемых участках имеют сильнокислую реакцию, с показателями обменной кислотности от 3,5 до 4,8. Этот уровень кислотности зависит от типа растительности: под чистыми хвойными лесами почвы имеют более кислую среду в гумусовых горизонтах, что объясняется опадом хвойных пород с преобладанием веществ кислой природы, которые воздействуют на показатель обменной кислотности почвы.

Лабораторный анализ гранулометрического состава, проведённый методом Н.А. Качинского, показал, что почвенные разрезы делятся на супесчаные и легкосуглинистые. Разрезы кварталов 4 пробной площади Н и 8 на пробной площади О относятся к легкосуглинистым, тогда как разрезы кварталов 3 точки Е и 8 на пробной площади К – к супесчаным. Преобладающей фракцией являются крупнопылевато-песчаные. В почвах наблюдается элювиально-иллювиальное распределение ила по профилю, выражающееся в выносе частиц из верхнего горизонта и их накоплении в иллювиальной части профиля. На основе

содержания механических фракций полное название гранулометрического состава по профилям можно дать следующим образом: легкосуглинистая крупнопылевато-песчаная (4Н, 8О) и супесчаная крупнопылевато-песчаная (3Е, 8К). Нижняя часть профиля всех разрезов является илисто-песчаной.

Лесную опытную дачу интересно рассматривать с точки зрения влияния леса на почву. Чаще всего рассматривается почва на полях и пашнях. На лесной территории это сделать сложнее, так как корни деревьев мешают, а также лесные территории не пригодны для ведения классического полевого сельского хозяйства.

На сегодняшний день города оказывают значительное антропогенное воздействие на растительный и почвенный покров, что приводит к развитию деградационных процессов. Из-за техногенного влияния замедляется развитие и формирование почв, что влечёт за собой нарушение их основных функций [3].

Тем не менее, наблюдается снижение уровня загрязнения почв тяжелыми металлами, что связано со снижением выбросов промышленных предприятий. Регулярная замена газонов и грунтов в скверах, жилых районах и других зеленых зонах способствует уменьшению концентрации загрязняющих веществ в почве. Однако, несмотря на эти положительные изменения, антропогенная нагрузка и использование механизированных средств продолжают способствовать росту загрязнения, особенно концентраций свинца и серебра, которые увеличились почти в 300 раз [1].

Важно отметить благоприятное влияние зеленых насаждений, таких как газоны и парковые зоны, а также закрытие загрязняющих предприятий. Эти меры способствуют снижению уровня загрязнения такими элементами, как медь (Cu), цинк (Zn), свинец (Pb) и кадмий (Cd), в 1,7 раза [1].

Таким образом, комплексный подход к управлению экологической нагрузкой может значительно улучшить состояние почвенного и растительного покрова, обеспечивая устойчивое развитие нашей цивилизации.

В лабораторных условиях был произведен анализ по определению тяжелых металлов, в именно Cu, Zn, Pb и Ni в исследуемых почвах.

Самый простой для рассмотрения элемент — это Pb. Данный элемент обнаруживался только в горизонте A1 и не превышал допустимые нормы. Максимальное загрязнение определяется в профиле квартала 8 пробной площади К – 18,2 мг/кг. Самое минимальное в квартале 4 точке Н – 3,95 мг/кг. В остальных же горизонтах менее 0,16 мг/кг.

Остальные элементы определяются по всем профилям. Во всех разрезах Zn распределен без превышений. Самые высокие значения наблюдаются в квартале 8 пробной площади О. Самое высокое значение определяется в горизонте A1A2 - 194,8 мг/кг. Второе по величине горизонт A2B – 154,8 мг/кг. Остальные же горизонты совпадают с остальными горизонтами кварталов и не выходят за какие-либо рамки. Самые минимальные значения Zn в квартале 8 точке К - 26,19

мг/кг, а самые высокие значения, помимо уже названных, - 166,7 мг/кг в квартале 3 пробной площади Е.

Тяжелый металл Ni также не выделяется. Его минимальные значения мы наблюдаем в пробной площади О квартала 8 - 42,6 мг/кг, а самые высокие для рассматриваемых профилей в квартале 4 точке Н - 61,4 мг/кг. В среднем, значение Ni составляет 49,6 мг/кг и существенного разброса по горизонтам не имеет.

По элементу Cu есть самые большие значения в 4 квартале пробной площади Н, но все в пределах допустимых значений ПДК - 130. Превышения были найдены в горизонтах А2В (23,56 мг/кг) и В (25,96 мг/кг). Остальные же горизонты превышений не имеют и их распространение идет закономерно. Минимальные значения были найдены в квартале 8 точке О - 3,7 мг/кг, а максимальные без превышения - 19,82 мг/кг квартала 4 точки Н.

Можно сделать вывод по тяжелым металлам, что рассмотренные элементы, кроме Pb, имеют тот же тип распределения по профилю, а именно элювиально-иллювиальный. Происходит вынос и накопление элемента по профилю к горизонту ВС.

Для установления силы линейной связи между исследуемыми показателями качества почв, была построена таблица корреляционной матрицы по Пирсону. По результатам, где положительное значение, можно судить об наличии прямой связи между параметрами, а отрицательное значение показывает обратную связь (таблица).

Таблица

Корреляционная матрица по Спирмену

	Состав	Мощ- сть глубина (до), см	pH	ФГ, %	Ил,%	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Ni, мг/кг
Состав	1,00	-0,04	0,53	-0,67	-0,42	-0,37	-0,28	0,04	-0,35
Мощ- сть глубина (до), см	-0,04	1,00	-0,49	0,23	0,52	0,36	-0,17	-0,15	0,37
pH	0,53	-0,49	1,00	-0,81	-0,79	-0,72	0,13	0,05	-0,73
ФГ, %	-0,67	0,23	-0,81	1,00	0,69	0,72	0,21	-0,12	0,73
Ил,%	-0,42	0,52	-0,79	0,69	1,00	0,64	0,01	-0,33	0,78
Cu, мг/кг	-0,37	0,36	-0,72	0,72	0,64	1,00	0,17	0,19	0,92
Zn, мг/кг	-0,28	-0,17	0,13	0,21	0,01	0,17	1,00	-0,06	0,09
Pb, мг/кг	0,04	-0,15	0,05	-0,12	-0,33	0,19	-0,06	1,00	-0,05
Ni, мг/кг	-0,35	0,37	-0,73	0,73	0,78	0,92	0,09	-0,05	1,00



При условии наличия выборки, состоящей из 24 образца почвенных горизонтов, связь по коэффициенту корреляции можно считать существенной при  $r \geq \pm 0,4$ .

Анализируя таблицу, мы можем сказать, что существует прямая корреляция тяжелых металлов в зависимости от рН и гранулометрического состава почвы.

На состав древостоя влияют такие показатели как рН и гранулометрический состав.

Рассматривая рН, мы можем сказать, что от этого показателя зависят Cu и Ni. Чем выше значение рН почвы, тем меньше становится содержание валовых форм исследуемых металлов и особенно Cu (коэффициент корреляции -0,72). С кислотностью почвы также тесно связан состав древостоя (коэффициент корреляции 0,53) – под листовыми насаждениями рН менее кислый, нежели под хвойным.

От физической глины и ила зависят те же тяжелые металлы. При этом, чем больше содержание ила, тем больше содержание Cu (коэффициент корреляции 0,64), у Ni связь теснее – коэффициент 0,78.

#### **Выводы.**

1. Почвы делятся на легкосуглинистые и песчаные и древостой влияет мало, т.к. и под листовыми, и под хвойными встречаются оба вида почв. Также, все почвы являются крупнопылевато-песчаными.
2. Почвы имеют элювиальный-иллювиальный тип распределения элементов.
3. Также мы можем сказать, что загрязнение тяжелыми металлами в целом отсутствует, но точечно могут встречаться.
4. Существует прямая зависимость тяжелых металлов от рН и физической глины и ила.

#### **Список литературы**

1. Борисочкина Т.И., Когут Б.М., Хаматнуров Ш.А. Эколого-геохимическое состояние почв и грунтов зеленых насаждений Москвы (аналитический обзор) // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2021. Вып. 109. С. 129-164.
2. Наумов В.Д., Поветкина Н.Л., Гемонов А.В.; Лебедев А.В., Закономерности изменения мощности почвенных горизонтов под древостоями различного состава Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева // Известия ТСХА: выпуск 1. – М.: РГАУ-МСХА, 2018. – с. 18-35.
3. Наумов В.Д., Поляков А.Н., Гречин П.И. Наумова Л.М., Морфогенетическая оценка почвы Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // Известия ТСХА, выпуск 2. – М.: Изд. РГАУ-МСХА, 2001. – с. 105-123.

## ОТ ПОЧВЫ К УРБОПОЧВЕ: ОБЗОР ПОДХОДОВ К КЛАССИФИКАЦИИ И ИЗУЧЕНИЮ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ

*Бердникова Людмила Анатольевна, студент 2 курса института  
Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,  
mb20052005@gmail.com*

*(Научный руководитель – Минаев Николай Викторович, к.б.н., доцент  
кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева, nminaev@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в условиях быстрого роста городов и изменения ландшафтов  
урбопочвы становятся уникальными исследовательскими объектами. В данной  
обзорной статье рассматриваются основные характеристики урбопочв и  
анализируется их применение в современных условиях.*

*Ключевые слова: урбопочвы, изменение систематики почв, урбанизация,  
городские почвы.*

Разнообразие климатических и географических условий на Земле способствовало образованию множества типов почв, характерных для различных экологических зон. Урбанизация создает необходимость разработки новых подходов к классификации и исследованию почв, которые учитывают их антропогенное происхождение и изменения. Эти новые типы почв могут дополнить существующие категории в систематике почв.

Одним из ключевых направлений для исследования в современных условиях являются урбаноземы. Городские почвы образуются в результате различных занятий человека в населённых пунктах. Поверхностный слой достигает более 50 см.

Если рассмотреть разнообразные виды человеческой деятельности, можно выделить несколько категорий влияния на почву: техногенное (включающее добычу и переработку полезных ископаемых, промышленное производство и транспорт, непосредственно связанные с техникой), агрогенное (связанное с сельским хозяйством) и урбогенное – возникающее в результате влияния городской среды. Обычно различные формы антропогенного влияния возникают совместно или сменяют друг друга в процессе времени.

На территории города можно выделить несколько типов почв: природные естественные почвы, поверхностно измененные почвы (урбо-почвы), глубоко преобразованные почвы (урбаноземы) и искусственные почвы с гумусированным верхним слоем (урботехноземы) [1].

Почвы в городе обладают особыми физико-химическими свойствами и составом, которые значительно отличаются от естественных. Например, в городских условиях часто наблюдаются повышенные уровни загрязнений, которые влияют на плодородие и качество почвы. К тому же, в городах

осуществляется интенсивное перемешивание и трансформация почвенных горизонтов.

Диагностический элемент «урбик» (Urbic) используется в различных версиях легенд к мировой почвенной карте, разработанной ФАО. Этот термин применяют для обозначения почв, сформировавшихся в городских районах. В международной классификации почв не существует отдельного генетического горизонта, который бы учитывал специфику диагностики в мегаполисах.

В последние годы внимание научного сообщества к проблемам изучения почвы, постоянно изменяемой человеком, заметно увеличилось. Исследования, проведенные Герасимовой (2019), особое место отводят необходимости пересмотра классификаций почв России с акцентом на специфику городских ландшафтов. При интенсивной урбанизации возникают новые формирования почвы, требующие индивидуального подхода в их исследовании и систематизации. Герасимова подчеркивает важность создания более детализированной классификации, которая учла бы не только естественные, но и антропогенные факторы, влияющие на структуру и свойства почв городов [2].

Красильников и Таргульян (2019) в своем обзоре акцентируют внимание на вызовах и возможностях, которые стоят перед своей дисциплиной в контексте «новой географии почв». Они отмечают, что современная почвенная наука сталкивается с необходимостью адаптировать существующие классификации к новым реальностям, включая урбанизацию, что, требует системного пересмотра подходов к изучению почв на территории городов. В этом свете разрабатываемые концепции должны учитывать, как общие, так и особые черты почв в городе, формирование и их развитие под антропогенным воздействием [3].

Прокофьева и ее соавторы (2014) также делают важный вклад в изучение почв городской среды. Они аргументируют, что для полноценной классификации почв необходимо учитывать, как генетические, так и эколого-географические аспекты формирования урбанизированных почвенных комплексов. Это создает базу для дальнейших исследований с учетом экосистемных услуг, которые предоставляют городские почвы и их роль в улучшении условий жизни в мегаполисах [5].

Работа Герасимовой и др., посвященная антропогенным почвам, также подчеркивает растущую значимость изучения почв, которые формируются под влиянием человеческой деятельности. Авторы выделяют различные виды антропогенных почв и акцентируют внимание на их особенностях, что является важным аспектом для понимания экосистемных функций и устойчивости городских почв [1].

Сейчас в современной русской системе классификации почв (КиДПР) отмечается отсутствие вариантов полноценно охарактеризовать урбопочву. По этому поводу ведутся активные научные изыскания. Ученые из МГУ в своей научной работе разрабатывают новый подход к классификации урбанизированных почв. Исследователи выделяют данные типы городских почв:

урбаноземы; культуроземы; рекреоземы; урбохемоземы; реплантоземы; конструктороземы; некроземы. Для каждого типа выделяются подтипы. Помимо урбика используются следующие диагностические горизонты: гумусовый горизонт с признаками урбопедогенеза (AYur); техногенный рекультивационный горизонт (RAT); органический техногенный рекультивационный горизонт (RT) (табл.) [4].

Таблица

Свойства диагностических горизонтов природно-антропогенных почв [4]

Горизонт	pH	С орг	CaCO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Твердость, кг/см <sup>2</sup>	Содержание микроэлементов (вытяжка 1 н. HNO <sub>3</sub> ), мг/кг	
		%		мг/кг			Zn	Pb
RAT	6.7 ± 0.3	Не опр.		99.4 ± 54.7	Не опр.			
TCH	6.9 ± 0.2	3.3 ± 1.3	2.1 ± 0.9	94.8 ± 30.1	32.7 ± 13.4	14.0 ± 2.7	128.5 ± 19.3	81.1 ± 10.4
AYur	6.8 ± 0.2	2.7 ± 0.6	0.7 ± 0.3	26.8 ± 10.5	23.7 ± 6.4	Не опр.	69.8 ± 22.3	75.4 ± 39.6
U	7.5 ± 0.2	2.8 ± 0.5	2.9 ± 0.6	163.0 ± 30.1	92.7 ± 25.1	7.7 ± 2.3	135.7 ± 51.6	225.7 ± 100.2

Таким образом, современное понимание городской почвы требует комплексного и системного подхода, который должен учитывать уникальные характеристики и влияния, связанные с урбанизацией. Опираясь на выводы предыдущих исследований, можно утверждать, что дальнейшее развитие научной классификации почв в России неизменно приведет к более глубокому пониманию взаимодействий между антропогенными и природными процессами, наблюдаемыми в условиях городских экосистем. Эти знания имеют критическое значение для градостроительного планирования и разработки устойчивых экологических стратегий.

### Выводы

Растущий интерес к экологическим проблемам, касающимся городских зон, приводит к более глубокому исследованию и улучшению методов оценки, картирования и мониторинга городских почв. На данный момент почвы и почвоподобные образования в городских условиях и на промышленных территориях становятся всё более актуальным объектом изучения для ученых в области почвоведения.

Новые типы почв, выделяемые рядом ученых в связи с урбанизацией, могут стать дополнением как к Русской (КиДПР), так и к различным мировым классификациям.

Изучение урбопочв становится критически важным для научного сообщества, градостроителей и экологов. Оно позволит обеспечить понимание того, как эффективно использовать и защищать почвенные ресурсы в условиях быстро меняющейся городской среды, что, в свою очередь, влияет на качество жизни населения.

### Список литературы:

1. Антропогенные почвы: учебное пособие для вузов / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 237 с.
2. Герасимова М.И. Классификация почв России: путь к следующей версии // Почвоведение. – 2019. – № 1. – С. 32-42.
3. Красильников П.В., Таргульян В.О. На пути к "новой географии почв": вызовы и решения (обзор) // Почвоведение. – 2019. – № 2. – С. 131-139.
4. Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // Почвоведение. – 2011. – № 5. – С. 611-623.
5. Прокофьева Т.В. и др. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. – 2014. – № 10. – С. 1155-1155.

### **ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВ КУРОРТА «КЛЮЧИ»**

*Волдырева Надежда Михайловна, студентка 4 курса Пермского государственного аграрно-технологического университета им. академика Д.Н. Прянишникова, [nvoldyрева@imbox.ru](mailto:nvoldyрева@imbox.ru)*

*(Научный руководитель – Кондратьева Мария Александровна, доцент, к. геогр. наук, Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова, [mariya.kondrateva03@mail.ru](mailto:mariya.kondrateva03@mail.ru))*

*Аннотация: Антропогенно-преобразованные почвы курорта «Ключи» имеют неоднородный гранулометрический состав. Влажность в приповерхностных горизонтах почв составила 12–15 %, в нижележащих – 12–22 %. В приповерхностных горизонтах полная влагоемкость варьирует в пределах 31–35 %, в срединных – 30–57%. Доля влажности от полной полевой влагоемкости составила 37–45 %, в нижележащих горизонтах – 35–58 %.*

*Ключевые слова: влажность почв, антропогенно-преобразованные почвы, водно-физические свойства.*

Актуальность: Растения зон рекреации, курортов являются важным элементом, обеспечивающим потребности людей в безопасной и комфортной среде. Влага — важнейший фактор для роста и развития растений, особенно в урбанизированных ландшафтах, где почвы испытывают антропогенную нагрузку, часто переуплотнены и засолены. Зеленые насаждения могут страдать как от недостатка, так и от избытка воды. Недостаток влаги приводит к развитию слабых поверхностных корней, которые первыми страдают от засухи. В условиях повторяющихся засушливых периодов летнего сезона почвы под зелеными насаждениями нуждаются в регулярном увлажнении.

### **Объекты и методы исследований**

Бальнеологический курорт «Ключи» находится в Суксунском районе Пермского края. В ландшафтном отношении территория района относится к лесостепной зоне. Район относится к зоне достаточного увлажнения с неравномерным выпадением осадков. Годовое количество осадков составляет 489 мм, из них 68% приходится на период с мая по октябрь, однако за пять последних лет количество осадков летнего периода снизилось до 56% [2].

Почвенный покров курорта «Ключи» формировался под влиянием природных и антропогенных факторов почвообразования. Территория курорта расположена в пойме р. Иргина, что способствует гидроморфным условиям почвообразования, и определяет переменный гидрологический режим. Для предотвращения подтопления при освоении территории курорта проводили мероприятия по поднятию уровня поверхности, включая подсыпку техногенных грунтов и рекультивацию торфо-компостными смесями. В результате проведенных мероприятий территория оказалась отрезанной от влияния поверхностных паводковых вод в период весенне-летних половодий, источниками поступления влаги в почвах являются осадки и грунтовые воды.

Полевые исследования почв проводились во третьей декаде июня 2023 г. Были заложены четыре почвенных разреза, в которых определялись гранулометрический состав органолептическими методами, плотность почв. Отбор образцов для определения влажности производили послойно через 10 см с помощью бура в двухкратной повторности. Влажность определялась термостатно-весовым методом [4]. Предельная полевая влагоемкость (ПВ) определялась расчетным методом.

### **Результаты исследований**

Почвы газонов и скверов на территории курорта диагностированы как аллювиальные серогумусовые глеевые стратифицированные и стратоземы. Мощность поверхностных гумусо-стратифицированных горизонтов составляет 35-65 см. Горизонты имеют серую окраску, зернистую либо зернисто-мелкоореховатую структуру, более легкий гранулометрический состав в сравнении с нижележащей толщей. Нижележащие толщи представлены погребёнными аллювиальными почвами [1].

Разрез 1 заложен в лесопарковой зоне рядом с летней эстрадой. Мощность профиля 88 см. Строение имеет вид: O – AYrh – AYrh,g – [AYg] – Gox – CGox. Под слоем дернины находится серогумусовый гумусово-стратифицированный гор. AYrh, мощностью 20 см, серый, среднесуглинистый, зернисто-мелкоореховатой структуры. Признаки урбопедогенеза здесь проявляются в виде уплотнения, включений щебня. Нижележащий гор. AYrh,g сизовато-серый, тяжелосуглинистый, плотный с единичными включениями щебня, пронизан корнями. Мощность горизонта 10 см. Гор. [AYg] сизовато-серый, глинистый, комковато-зернистый, очень плотный. На глубине 54 см переходит в гор. Gox буровато-сизоватый, с пятнами охристого цвета, глинистый, бесструктурный, неяснослоистый, незначительное включение дресвы, очень плотный. На глубине

70 см переходит в гор. CGox ~ неоднородной сизовато-серой окраски с пятнами с охристого цвета, очень плотный, легкосуглинистый опесчаненый.

Разрез 2 заложен в мелколиственном лесу вблизи уреза воды ручья Серный в притеррасной части поймы р. Иргина. Строение профиля имеет вид: O – AU – C(ca) – CG~(Css~). Под слоем дернины находится гумусовый гор. AU мощностью 9 см, супесчаный, серого цвета, комковато-зернистый, содержит обильные включения дресвы и слабоокатанной гальки. Материнская порода C(ca) залегает на глубине 55 см и представляет собой смесь супеси с галькой, горизонт очень плотный, местами вскипает. Ниже 55 см залегает гор. CG~(Css~) влажный, черного цвета со стальным оттенком, с выраженным запахом сероводорода. Мощность профиля 65 см.

Разрез 6 заложен на разнотравном лугу в центральной части поймы реки Иргина. Строение профиля: O – PУра – AUg – G1– G2 – CGox. Весь профиль содержит незначительное количество щебня. Под слоем дёрна залегает слегка увлажнённый гор. PУра мощностью 16 см, тёмно-оливково-серый со стальным оттенком, среднесуглинистый, крупнозернистый, слегка уплотнён. Нижележащий гор. AUg мощностью 12 см тёмно-серой со стальным оттенком окраски, тяжелосуглинистый, мелкоореховатой структуры, плотный. Гор. G1 мощностью 13 см, красновато-бурый, тяжелосуглинистый, творожистой структуры, очень плотный, присутствует запах сероводорода. На глубине 46 см залегает гор. G2 мощностью 37 см, влажный, среднесуглинистый, бесструктурный, очень плотный. На глубине 83 см подстилается гор. CGox мощностью 18 см, тёмно-фиолетовый с желтовато-бурыми пятнами, среднесуглинистый, бесструктурный, с запахом сероводорода. Мощность профиля 101 см.

Разрез 8 заложен на газоне в хозяйственной зоне санатория. Эта часть территории находится в притеррасной части поймы реки Иргина. Глубина разреза 110 см. Признаки оглеения в профиле появляются с глубины 46 см. Верхняя часть профиля содержит щебень, количество которого убывает с глубиной. Строение профиля имеет вид: O – AYur – AYrh – AYrh,g – [AU] – [AUg] – [AYg]. Под слоем дернины находится серогумусовый урби-стратифицированный гор. AYur мощностью 22 см, светло-серый с буроватым оттенком, легкосуглинистый, ореховато-зернистой структуры, сильнощебнистый, рыхлый, слабо вскипал при взаимодействии с HCl. Ниже расположен гор. AYrh мощностью 22 см, серогумусовый гумусово-стратифицированный, светло-серый, легкосуглинистый, комковато-зернистый, с единичными включениями щебня, был уплотнён. Гор. AYrh,g залегает на глубине 24 см, буровато-чёрный с охристыми пятнами, среднесуглинистый, комковато-зернистый, с единичными включениями щебня. На глубине 65 см залегает гор. [AU], погребенный темногумусовый глееватый, среднесуглинистый, ореховато-зернистый. Гор. [AUg] мощностью 15 см, влажный, серый с фиолетово-чёрным оттенком, среднесуглинистый,

уплотнённый, трещиноватый. На глубине 100 см залегает горизонт [AYg], влажный, буровато-серый с охристыми пятнами, среднесуглинистый, содержит включения гальки.

Таким образом, признаки оглеения, присутствующие во всех изученных почвах, наиболее отчетливо проявляются с глубины 33-55 см и усиливаются в профилях исследуемых почв по мере удаления разрезов от линии естественного дренажа.

Водно-физические свойства аллювиальных почв курорта представлены в таблице.

Таблица

Водно-физические свойства аллювиальных почв

Горизонт и глубина, см	ГМС	Плотность, г/см <sup>3</sup>	ПВ, %	Влажность, %
Разрез 1. Аллювиальная серогумусовая глеевая стратифицированная на современном аллювии				
AYrh (5-24 см)	С	1,26	34	15
AYrh,g (24-35 см)	Т	1,29	36	18
[AYg] (35-54 см)	Г	1,42	30	14
Gox (54-70)	Г	1,42	35	12
CGox~(70-88 см)	Л	1,46	32	13
Разрез 2. Аллювиальная темногумусовая супесчаная на современном аллювии				
AU (2-11 см)	У	1,27	37	12
C(ca) (11-55 см)	У	1,51	57	17
CG~(Css~) (55-65 см)	Г	1,45	54	16
Разрез 6. Аллювиальная агрогумусовая глеевая (аллювиальная луговая кислая)				
PUra (5-21 см)	С	1,28	31	14
AUg (21-33 см)	Т	1,32	36	15
G <sub>1</sub> (33-46 см)	Т	1,45	31	15
G <sub>2</sub> (46-83 см)	С	1,49	28	16
CGox (83-101 см)	С	1,51	28	20
Разрез 8. Стратозем серогумусовый глееватый на погребенной аллювиальной серогумусовой глеевой почве				
AYur (2-24 см)	Л	1,21	37	14
AYrh (24-46 см)	Л	1,25	35	14
AYrh,g (46-65 см)	С	1,25	41	14
[AU] (65-85 см)	С	1,27	41	19
[AUg] (85-100 см)	С	1,30	38	22

\*Гранулометрический состав Г-глинистый, Т-тяжелосуглинистый, С-среднесуглинистый, Л-легкосуглинистый, У-супесчаный

Приповерхностные горизонты изученных почв имеют плотность 1,21–1,28 г/см<sup>3</sup>, полная влагоемкость варьирует в пределах 31–35 % (табл.). В срединных горизонтах плотность возрастает до 1,27 – 1,49 г/см<sup>3</sup>, а полная влагоемкость равна 30–57 %.



По данным метеорологических сайтов, в первой декаде июня на обследуемой территории установилась теплая погода, без осадков, температура воздуха днем составляла +11—+26<sup>0</sup>С. Во второй декаде температура воздуха колебалась в пределах +12—+23<sup>0</sup>С. За месяц, предшествующий отбору проб, интенсивные осадки зафиксированы лишь однажды – в дневное время 18 июня. Отбор образцов производился 19-20 июня. Влажность в приповерхностных горизонтах почв составила 14–18 %, несколько снижаясь в срединных горизонтах до 12-14% (рис.). В глеевых горизонтах влажность составляла 19–25 %. В супесчаных почвах влажность была ниже, чем в суглинистых.

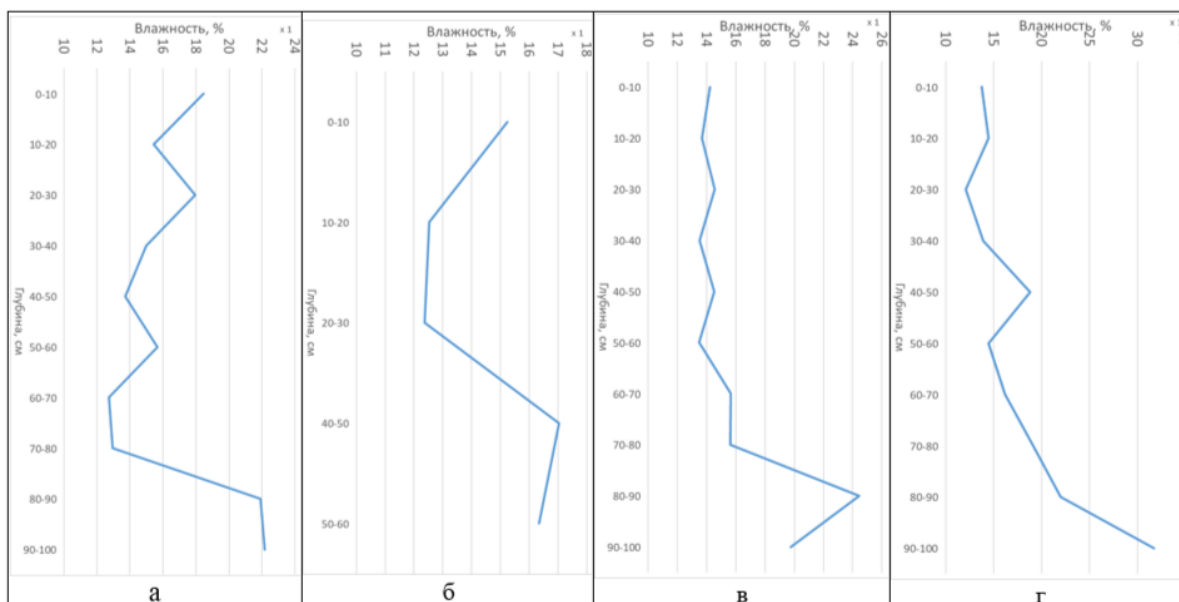


Рисунок. Профильное распределение влажности: а) аллювиальная серогумусовая глеевая стратифицированная (р.1); б) аллювиальная темногумусовая супесчаная (р.2); в) Аллювиальная агротемногумусовая глеевая (р.6); г) Стратозем серогумусовый глееватый на погребенной аллювиальной серогумусовой глеевой (р.8)

Доля влажности от полной полевой влагоемкости в слое 0-20 см составила 37–45 %, в то время как для развития сильной и глубокой корневой системы газонных культур, которая сможет поддерживать растение в неблагоприятных погодных условиях, необходимо поддерживать влажность почвы около 75 % полной влагоемкости [3], а оптимальная глубина увлажнения почв газонов - около 20-30 см. В нижележащих горизонтах доля влажности от полной влагоемкости достигает 35–58 %. Для древесных культур в парковых насаждениях оптимальная влажность в корнеобитаемом слое почвы должна составлять 60% от полной влагоемкости. В противном случае, недостаток влаги в почве сокращает доступность для растения элементов минерального питания.

Запасы влаги в почвах курорта в слое 0-20 см варьируют от 34 до 43 мм, а в слое 0-50 см – 90–107 мм.

### **Выводы**

Приповерхностные горизонты исследуемых почв характеризуются низкой плотностью и высокой влагоемкостью, что позволяет предположить их хорошую водоудерживающую способность. В срединных горизонтах плотность почв выше 1,25–1,42 г/см<sup>3</sup>, а полная влагоемкость изменяется в пределах 30–57 %. Доля влажности от полной влагоемкости варьирует от 37 до 45 %, что значительно ниже требуемого уровня для формирования сильной корневой системы газонных культур. В нижележащих горизонтах влажность, достигает 35–58 % от полной влагоемкости, что может быть недостаточным для нормального роста древесных культур.

### **Список литературы**

1. Волдырева Н.М. Морфологические особенности почв курорта «Ключи» // Материалы Международной научной конференции XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении» / Под ред. Б.Ф. Апарина. СПб., 2024. С. 97–98.
2. Каменских Н.Ю., Богомаз М.В. Характеристика условий почвообразования в пределах горного отвода над кунгурской ледяной пещерой // Горное эхо. 2023. № 4. С. 3–9.
3. Об утверждении Регламента по содержанию зеленых насаждений I и II категории города Москвы для засушливой жаркой погоды // Распоряжение департамента жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы от 3 декабря 2010. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456036229?marker=6540IN> (дата обращения 05.11.2024).
4. Романова А.В. Оксидогенез железа и марганца и тяжелые металлы в аллювиальных почвах южной тайги среднего Предуралья. 2012. С. 25.

## **МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ КАЛУЖСКОГО БОРА**

*Жукова Елизавета Михайловна, бакалавр, институт  
Агробиотехнологии, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, [zukovalizok@gmail.com](mailto:zukovalizok@gmail.com)*

*Селянина Анна Михайловна, бакалавр, институт Агробиотехнологии,  
РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, [selyanina\\_anna@mail.ru](mailto:selyanina_anna@mail.ru)*

*(Научные руководители: Каменных Наталья Львовна, к. б. н., доцент  
кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА им. К. А.  
Тимирязева, [kamennyh@rgau-msha.ru](mailto:kamennyh@rgau-msha.ru)*

*Поляков Алексей Михайлович, инженер кафедры почвоведения, геологии и  
ландшафтоведения, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, [polyakov@rgau-msha.ru](mailto:polyakov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: Калужский бор находится на стыке лесостепной и южно-таёжно-лесной зоны, сопрягаясь с речной долиной реки Оки. В связи с этим, почвенный покров данной местности весьма сложен и неоднороден. Принято считать, что в Калужском бору доминируют почвы, дерново-подзолистые и подзолистые [3]. Чтобы понять сложную корреляцию между факторами, влияющими на формирование почвы Калужского бора, и её морфологическими особенностями, необходимо провести исследование при помощи систем катен.*

*Ключевые слова:* Калужский бор, дерново-подзолистая почва, подзолистая почва, морфогенетическая характеристика, катена.

**Цель:** Исследование специфики генезиса почв и почвенного покрова Калужского бора с использованием данных, полученных на двух участках.

**Задачи:**

1. Проанализировать морфологическое описание почв;
2. Оценить изменение почвенного покрова по системе катен;
3. Сопоставить особенности изменения почвенного покрова с факторами почвообразования.

Морфологический анализ почв Калужского бора представляет собой значимое научное и историческое исследование. Калужский бор является объектом природного наследия федерального значения, и поэтому необходимо изучить и дополнить знания о почвенном покрове этой территории.

Основными почвообразующими породами в бору являются аллювиальные и делювиальные пески и супеси, моренные отложения и двучлены. На песках формируются подзолистые и слабоподзолистые почвы, характерные для Калужской области, а в северной части бора преобладают сильноподзолистые почвы [4].

Изучение почв при помощи катен позволит разрешить вопросы, связанные с происхождением и распространением почв, а также обогатить научные знания региона подробными данными об изменении почвенного покрова Калужского бора в зависимости от различных факторов.

Морфологические признаки почвы формируются в процессе почвообразования и в значительной мере отражают внутренние свойства почвы. Детальное изучение морфологии почв дает возможность получить представление об их генезисе, характере и степени выраженности процессов и режимов, под воздействием которых развивается почвообразование. Поэтому не случайно морфология почв лежит в основе их диагностики, а, следовательно, и классификации [1,2].

**Описание почвенно-ландшафтной катены по линии  
разрезов №1, №2, №5, №6**

Разрезы 1, 2 и 6 формируются под хвойной древесной растительностью, а также под разнообразной травянистой и моховой растительностью. Но каждый из них имеет свои особенности.

Почвенный профиль разреза 1 отличается от других мощным гумусовым горизонтом - 20 см, что можно объяснить более интенсивным лесным опадом и корнями травянистых растений. Разрез расположен на склоне 2-3. Лёгкий гранулометрический состав способствует интенсивному вымыванию веществ вниз по профилю и формированию затёчных границ между горизонтами.

В разрезе 2 почва относится к среднедерновой, так как мощность гумусового горизонта - 10 см, что можно объяснить немного отличным составом травянистого яруса и меньшим количеством опада. В профиле присутствует горизонт  $A_2B$ , которого нет в других разрезах, что говорит о силе подзолистого процесса и возможном отсутствии вмешательства человеческого фактора на формирование почвы. Стоит обратить внимание на то, что горизонт  $A_1A_2$  имеет более серую окраску по сравнению с другими в катене. Это может быть свидетельством большего содержания гумуса в почве.

Разрез 6 отличается от других наличием в профиле затёчно-языковатых границ между горизонтами и наличием железистого горизонта ( $B_{Fe}$ ). Данное строение можно объяснить микропонижениями рельефа в месте разреза, что приводит к накоплению воды и интенсивному промыванию профиля. Этому также способствует лёгкий гранулометрический состав. Железо мигрирует вниз по профилю и накапливается в иллювиальном горизонте.

Разрез 5 формируется под такой же растительностью, как и другие разрезы, но при этом профиль значительно отличается от других в катене тем, что почва относится к подзолистой, горизонт  $A_1$  имеет очень маленькую мощность - 3 см, а подзолистый горизонт представлен фрагментарно. Столь специфическое строение можно объяснить, тем, что, почва совсем молодая и тем, что она была подвержена перемешиванию или смешиванию горизонтов, предположительно из-за антропогенного влияния, связанного с пожаром на данной местности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что различное строение профилей в катене обусловлено:

- 1) составом травянистого яруса и количеством опада;
- 2) условиями увлажнения из-за разного расположения на склоне и микропонижений;
- 3) человеческим фактором, а именно, возможным нарушением верхней части профиля из-за последствий пожара.

Однако, не смотря на различия, профили имеют и схожие свойства:

- 1) лёгкий гранулометрический состав;
- 2) небольшой гумусовый горизонт;
- 3) одна почвообразующая порода - древнеаллювиальные пески;
- 4) дифференциация горизонтов по элювиально-иллювиальному типу;

- 5) формирование под хвойной древесной растительностью и схожим по составу травянистым покровом;

**Описание почвенно-ландшафтной катены по линии  
разрезов №3, №4, №7, №8, №9**

Разрез 3 формируется под хвойной и широколиственной древесной растительностью с разнообразным травянистым ярусом. Профиль расположен в нижней части склона, что способствует большому накоплению влаги и просачиванию почвы. В совокупности с постоянным гранулометрическим составом, проявляющимся в виде поверхностного оглеения почвы и формирования запасов гумуса. В сравнении с разрезом 4 обладает схожим по мощности гумусовым горизонтом, но он разделён на  $A_1$  и  $A_{1'}$ , так как они отличаются по гранулометрическому составу (средний и легкий суглинок). Мощность средних горизонтов практически не отличается, небольшие различия связаны с гранулометрическим составом и более интенсивным процессом оподзоливания, связанным с промывным режимом почвы.

Разрез 4 формируется под хвойно-широколиственным лесом и травянистым покровом. Гумусовый горизонт довольно мощный - 22см. Горизонт  $A_2B$  имеет более светлую окраску, в отличие от разреза 3, потому что не имеет в своём составе железомарганцевых конкреций и признаков оглеения, следовательно, соединения железа не накапливаются в горизонте и не окрашивают его в бурые тона. Это также может быть связано с менее интенсивным иллювиальным процессом. Главным отличием этого профиля является резкая смена гранулометрического состава. Верхние песчаные горизонты лежат на водоупорном суглинистом  $B_g$  горизонте, благодаря чему формируются контактно-глееватые почвы. На стыке накапливается вода, что приводит к оглеению. Данное явление объясняется развитием профиля на двучленной почвообразующей породе.

Разрез 7 формируется под хвойно-широколиственной растительностью. В травянистом покрове присутствуют хвоши, что говорит о переувлажнении территории. Гумусовый горизонт довольно малый по мощности - 9 см, что связано с меньшим количеством опада, интенсивным промывным режимом, это, в свою очередь, ослабляет дерновый процесс и усиливает подзолистый. Предположительно, данный профиль имеет схожее строение с разрезом 4, так как вероятно располагается на двухчленных отложениях и имеет водоупорный горизонт, но из-за избыточного увлажнения вода начинает сочиться уже на глубине 60 см.

Разрез 8 формируется преимущественно под лугово-травянистой растительностью, что способствует проявлению дернового процесса. Благодаря количеству корневого опада, гумусовый горизонт сравнительно мощный – 16 см. Профиль находится в небольшом понижении, из-за этого усиливается накопление влаги и процесс вымывания. Благодаря этому горизонт  $A_2B$  более бурый, чем в других разрезах из-за перераспределения соединений железа. Так

же в профиле из-за интенсивного поверхностного увлажнения наблюдается оглеение с горизонта  $A_2B$ , дальнейшее описание разреза осложнилось из-за сочившейся воды.

Разрез 9 формируется под преимущественно широколиственной растительностью, а также происходит смена состава травянистого покрова на более злаковый и богатый азотом, что влияет на формирование гумусового горизонта - 11 см и на состав гумуса, в котором начинают преобладать гуминовые вещества. Из-за этого гумусовый горизонт имеет более тёмную окраску в сравнении с разрезом 3, но меньшую мощность, что можно связать с меньшим вымыванием гуминовых кислот из профиля, чем фульвокислот. Профиль расположен на верхней части склона. Если сравнивать с разрезом 4, то можно заменить разницу в мощности  $A_2B$  и  $B$ . Данные горизонты более мощные в разрезе 3, что связано с более интенсивным промыванием профиля и преобладанием элювиальных процессов. Так же в разрезе 9 оглеение присутствует только в нижней части профиля, что является отражением отсутствия сильного поверхностного увлажнения.

Исходя из описания разрезов катены, можно сделать выводы о том, что различное строение профилей в данной катене обусловлено:

- 1) расположением разрезов на склоне, что влияет на условия увлажнения и вымывания веществ из почвы;
- 2) разными почвообразующими породами (двухчленные и моренные отложения);
- 3) составом растительности;
- 4) сменой гранулометрического состава в пределах профиля почв большинства разрезов катены, что в ряде случаев, приводило к формированию водоупора и, как следствие, развитию контактного оглеения.

### **Заключение**

Подводя итоги, можно сказать, что почвенный покров территории Калужского бора весьма неоднородный и пестрый. Прежде всего это связано со сложной литологической обстановкой. В основном почвенный покров территории занимает различные по гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы. Большая пестрота четвертичных отложений приводит к разнообразной растительности. На флювиогляциальные отложения распространены смешанные леса, а на древнеаллювиальных отложениях произрастают хвойные леса.

### **Список литературы**

1. Еремина, У. В. Морфогенетическая оценка почв катены Калужского филиала РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / У. В. Еремина // СБОРНИК ТРУДОВ Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием VIII Вильямсовские чтения, посвященной 160-летию выдающегося ученого, одного из основоположников агрономического почвоведения В.Р. Вильямса (1863-1939), Москва, 30 ноября – 02 2023 года. – Москва: Российский

государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 20-22. – EDN DMGVGD.

2. Наумов, В. Д. Морфология почв: методические указания/В.Д. Наумов, Н.Л. Каменных, А.М. Поляков, К.А. Шмакова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева. - Москва: РГАУ-МСХА, 2023. 70 с. – Текст: электронный

3. Наумов, В. Д. Почвоведение и география почв / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина. Том Часть 1. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 144 с. – ISBN 978-5-9675-1874-4. – EDN FBUBMG.

4. Решетникова Н.М. Растения Калужского городского бора Н.М. Решетникова, С.Р. Майоров, В.В. Телеганова — Тамбов: Министерство природных ресурсов и экологии Калужской области, 2021 — 171 с.

### **ОБЗОР РОЛИ *SPALAX MICROPHTHALMUS* В ГЕНЕЗИСЕ ПОЧВ**

**Кравченко Екатерина Денисовна**, студентка 2 – го курса института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [catkkravchenko@yandex.ru](mailto:catkkravchenko@yandex.ru)

(Научный руководитель – Агеев Кирилл Дмитриевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения института агробиотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [k.ageev@rgau-msha.ru](mailto:k.ageev@rgau-msha.ru))

*Аннотация:* В данной статье рассматривается влияние слепышей *Spalax microphthalmus* на процесс почвообразования. Слепыши играют значительную роль в разложении органического материала, обогащении почвы питательными веществами и её разрыхлении. Исследования показывают, что присутствие слепышей в почве способствует улучшению ее структуры, повышает плодородие и способствует росту растений. Таким образом, понимание роли слепышей в процессе почвообразования имеет важное значение для поддержания здоровья почвы и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.

*Ключевые слова:* биологический фактор почвообразования, педотурбация, плотность почвы, органическое вещество, генезис почв.

#### **Определение и общие сведения о *Spalax microphthalmus*.**

Слепыши — это небольшие зверьки, длиной всего до 30 см, без ушек, без выраженной шеи, с атрофированными, скрытыми под кожей глазами, очень маленьким неприметным хвостом и коротким серым мехом. В отличие от кротов, питающихся насекомыми, животные кормятся растительной пищей — объедают корневища, корни, клубни, луковицы. Чтобы добраться до надземной части растений, затаскивают их за корень в нору. Особенно любят бобовые, зонтичные, сложноцветные. Стебли и листья едят в основном весной и в начале лета [1].

В целом, животные встречаются в зоне степей, лесостепей, полупустынь, пустынь, и очень редко на окраинах лесов. Предпочитают почвы умеренной плотности, избегают глинистого и песчаного гранулометрического состава. Не живут в местах с повышенной влажностью и на солончаках [1].

Если кроты разрыхляют почву передними лапами, то слепыши при помощи мощных резцов. «Слепышины» - кучи выброшенной земли, оставляемые ими, несколько больше, чем у кротов. Выбрасываемая на поверхность почва достигает массы до 10 кг и образует холмики диаметром около 50 см [1].

Системы ходов слепышей отличаются ярисностью. Первый ярус — пищевой, располагается на глубине 20-25 см от поверхности почвы. Второй, включает соединительные туннели, летние и зимние гнезда, хранилища припасов, располагается на глубине 3-4 м [1].

#### **Влияние слепышей на генезис почв.**

Одним из основных способов, которым слепыши влияют на почвообразование, является перемешивание почвенных слоев. Они активно копают норы и ходы, перемещая вверх и вниз минеральные частицы, органические вещества и микроорганизмы. Этот процесс способствует формированию почвенных агрегатов, улучшает ее структуру, способствует проникновению воздуха и воды и уменьшает засорение почвы [2].

Кроме того, слепыши являются важными участниками в процессе разложения органического материала в почве. Они питаются растительными остатками и экскрементами других животных, разлагая их и внося в почву питательные вещества. Таким образом, слепыши улучшают плодородие почвы, способствуя росту растений [2].

Также стоит отметить, что слепыши являются одними из основных распространителей семян растений. Они употребляют семена в пищу и разносят их по различным участкам почвы, что способствует сохранению биоразнообразия и обогащению почвы новыми видами растений [2].

#### **Исследования о влиянии слепыша обыкновенного на структуру почв.**

В одной из работ изучалась пространственная организация системы пороев слепыша (*Spalax microphthalmus*). Для этого был заложен экспериментальный полигон на участке степной целины в Днепропетровской области. По углам ячеек производили измерения почвенных свойств и отбирали пробы для агрохимического анализа. В результате было установлено, что педотурбационная активность слепыша приводит к уменьшению твердости почвы от поверхности до глубины 25 см [3].

В другой работе изучалось влияние роющей активности слепыша на электропроводность почв. Для этого использовали ГИС-технологии и сенсор HI 76305, который оценивает общую электропроводность почвы, то есть объединенную проводимость почвенного воздуха, воды и частиц. Характеристика поверхности почвы в области пороев слепыша с помощью ландшафтных показателей сложности и разнообразия позволила количественно



оценить роль роющей активности слепыша в создании разнообразия условий на уровне нанорельефа [4].

Также была разработана методика изучения активности подземных млекопитающих с использованием цифровых портативных диктофонов. С её помощью можно точно определять, является система нор жилой или нежилой, и определять время суток, когда зверьки перемещаются по системе нор [5].

Важным результатом педотурбационной активности слепышей является изменение физических свойств почвы. Плотность почвы может быть надежным индикатором роющей активности слепышей [2].

Наиболее пригодными для местообитания слепышей являются места, в которых сохранились участки степной растительности с обилием злаков и разнотравья. В условиях сильной распашки земель они занимают овражно-балочные системы. Нередко слепыш продвигается до опушек леса на границе ковыльно-разнотравных, луговых и кустарниковых степей. В лесостепи вид способен проникать в глубь леса по дорогам, занимая просторные поляны и опушки. В условиях дефицита норопригодных биотопов использует для поселений ползающие полосы, пастбища, старые залежи [1].

### **Выводы**

Педотурбационная активность почвенных млекопитающих приводит к формированию в почве сложно организованной пространственной структуры ажурного типа, в которой сочетаются механически устойчивые конструкции твердой почвы, с промежутками, занятыми менее плотной почвенной массой. Такая организация почвенного тела приводит к выгодному сочетанию свойств твердой и менее твердой почвенных масс. Миграция органического вещества и микроорганизмов за счёт разрыхления земли слепышами способствует формированию почвенных агрегатов, улучшает ее структуру, способствует проникновению воздуха и воды, а также уменьшает засорение почвы. Важной особенностью ажурной организации является длительный положительный эффект от педотурбационной активности млекопитающих для других компонентов экосистемы почвенных беспозвоночных, микроорганизмов и растений.

### **Список литературы**

1. Андрейчев, А. В. Кормовая суточная и сезонная активность обыкновенного слепыша (*Spalax microphthalmus*, Rodentia, Spalacidae) / А. В. Андрейчев // Зоологический журнал. – 2019. – Т. 98, № 4. – С. 467-476. 2019.
2. Kornas S, Pucek Z, Ryu O. Geodetic methods for monitoring and analyzing the effects of *Nannospalax* (*Spalax*) *microphthalmus* activities on underground structures. *Geoscience Frontiers*. 2018.
3. Пахомов А.Е., Кунах О.Н., Коновалова Т.М., Жуков А.В. Пространственная организация системы пороев слепыша *Spalax microphthalmus*. 2010.

4. Сборник "ГИС-подход к оценке изменчивости электропроводности почвы под влиянием педотурбационной активности слепыша (*Spilax microphthalmus*)". Днепропетровск: Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара, Днепропетровский государственный аграрный университет. 2006.

5. Andreychev A. Proportion faunal assemblage of rodents in geoeological districts of Mordovia, Russia. Biodiversitas. 2020 .

## **КЛАССИФИКАЦИОННАЯ И МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ КОЛЛЕКЦИИ ПОЧВЕННО-АГРОНОМИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА**

*Кузакова Мира Александровна, студентка 2 – го курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Кузнецова Глафира Александровна, студентка 2 – го курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Дмитревская Полина Андреевна, студентка 2 – го курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Куликова Кира Андреевна, студентка 2 – го курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель: Наумов Владимир Дмитриевич - д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)*

*На примере трех почвенных монолитов была проведена корректировка классификационных названий в соответствии с классификацией 1977 года. Также было установлено, что почвы ЛОД РГАУ-МСХА формируются при взаимодействии: дернового процесса, подзолистого и оглеения. В ходе анализа ландшафтной катены ЛОД было установлено влияние рельефа на почвообразовательные процессы.*

*Ключевые слова:* классификация, почва, дерново-подзолистые почвы, дерновый процесс, подзолистый процесс, процесс оглеения, ландшафт, рельеф, почвенно-ландшафтная катена, ЛОД.

Для морфогенетической характеристики дерново-подзолистых почв использовали монолиты из коллекции Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса. Монолиты были отобраны на территории Лесной опытной дачи (ЛОД) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. «Лесная опытная дача» (ЛОД) – это уникальная природная научно- исследовательская лаборатория, где, начиная с

1862 года ведутся регулярные наблюдения за состоянием лесных насаждений. В сущности, ЛОД представляет собой уникальную научную природную лабораторию под открытым небом, старейшим в Европе опытным участком, представляющим собой единственную по своему богатству живую коллекцию-музей насаждений, созданную заботами известнейших ученых лесоводов [1, 3].

Лесная опытная дача расположена на самом высоком в пределах территории РГАУ-МСХА плоском водораздельном моренном холме с очень пологим склоном на юго-запад и с более крутым склоном на северо-восток. По составу почвообразующих пород все дерново-подзолистые почвы ЛОД можно разбить на 3 группы: образующиеся на суглинистых породах; на песчаных моренных отложениях; на супесчаных отложениях. Растительность представлена естественными и насаждения различного состава и возраста. Произрастают сосна, лиственница, береза, осина, дуб и ель, липа, клен и др. Наземная растительность крайне изрежена, представлена, в основном, осокой, снытью, будрой, недотрогой, папоротником, кислицей [1].

Формирование дерново-подзолистых почв связано с дерновым, подзолистым процессами и оглеением. Они обусловлены климатическими особенностями и преобладающей растительностью, почвообразующей породой и рельефом. Подзолистый процесс протекает в условиях промывного типа водного режима при низком содержании оснований в почвообразующих породах и низком уровне их поступления с опадом. Для подзолообразования характерно сочетание элювиальных элементарных почвенных процессов (ЭПП) (оподзоливание – ведущий ЭПП, лессивирование, элювиально-глеевый процесс) в сочетании с иллювиально-аккумулятивными ЭПП (глинисто-иллювиальный, иллювиально-гумусовый, иллювиально-железистый и др.). Проявление дернового почвообразовательного процесса заключается в накоплении гумуса, оснований, элементов питания, в формировании водопрочной структуры под воздействием травянистой растительности. В результате дернового процесса – почвах идет накопление гумуса, но одновременно с подзолистым процессом из верхних горизонтов происходит вынос оксидов железа и алюминия и илистой фракции, поэтому гумусовый горизонт называется гумусово – элювиальным и обозначается символом А1 [2].

Для исследования дерново-подзолистых почв были выбраны монолиты из коллекции музея: №2998, №115 и №124.

Разрез №2998.

Разрез заложен на водоразделе Лесной опытной Дачи. В процессе морфогенетической характеристики почв были выделены следующие генетические горизонты:

А0 0-2 (2 см): Лесная подстилка.

А1 2-27 (25 см): Гумусо-элювиальный горизонт, светло-серого цвета, комковато-пылеватой структуры, уплотнен, включениями среднего щебня.

A2 27-42 (15см): Подзолистый горизонт, белёсо-палевого цвета, листовато-пластинчатой структуры, обильная кремнеземистая присыпка, встречаются включения мелкого щебня.

A2B 42-65 (23 см): Переходный подзолисто-иллювиальный горизонт, жёлто-бурый цвета с белёсыми затёками.

B 65-100 (35 см): Иллювиальный горизонт, представленный моренными отложениями с включениями крупной дресвы и мелкого щебня.

По данным почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса почва в монолите №2998 имеет название «Среднедерново-глубокоподзолистая лёгкосуглинистая на моренном суглинке».

На основании морфогенетического описания разреза проведена корректировка названия: «Дерново-подзолистая глубокодерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке».

Индекс: Пд<sub>3/4</sub>лсМс.

Отмечено различие на таксационном уровне вид почвы «глубокодерновая» [4].

Разрез №115.

Разрез заложен в верхней части склона Лесной опытной дачи. Выделены следующие генетические горизонты:

A0 0-3 (3см): Лесная подстилка, представлена хвойным опадом.

A1 3-10 (7см): Гумусово-элювиальный горизонт, светло-серого цвета, пылевато-комковатой структуры, уплотнен.

A2 10-37 (27см): Подзолистый горизонт белёсовато-серого цвета, структура неясно выражена, уплотнен, обильная кремнеземная присыпка, включения мелкого щебня.

A2B 37-59 (22см): Переходный подзолисто-иллювиальный горизонт с белёсыми затёками, редкие включения мелкого щебня.

B 59-90 (31 см): Иллювиальный горизонт коричнево-бурый цвета, призматической структуры, плотный.

По данным почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса почва в монолите №115 имеет название «Дерново-подзолистая легкосуглинистая почва на моренном суглинке».

На основании морфогенетического описания разреза проведена корректировка названия: «Дерново-подзолистая слабодерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном суглинке».

Индекс: Пд<sub>1/4</sub>лсМс.

В этикетке Почвенного музея отсутствует указание на вид почвы [4].

Разрез №124.

Разрез заложен в нижней части склона Лесной опытной дачи. Выделены следующие генетические горизонты:

Ад 0-1 (1см): Дернина, слабо разложившаяся.

A1 1-14 (13см): Гумусово-элювиальный горизонт темно-серого цвета,

непрочно-комковатой структуры, уплотнен.

A2g 14-39 (25см): Подзолисто-оглеенный горизонт, белёсовато-светлой окраски, листовато-пластинчатой структуры, уплотнен, наблюдаются ржаво-охристые пятна оглеения, включения мелкого щебня.

Bg 39-90 (51см): Иллювиально-оглеенный горизонт, ржаво-бурого с сизоватыми и оранжевыми новообразованиями, включения мелкого щебня.

По данным почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса почва монолита №124 имеет название «Дерново-подзолистая легкосуглинистая почва на моренном суглинке»

На основании морфогенетического описания разреза проведена корректировка названия: Болотно-подзолистая дерново-подзолистая грунтово-оглеенная профильно-глееватая глубокоподзолистая среднесуглинистая на моренном среднем суглинке.

Индекс: Пб<sup>Д</sup>Гл<sup>2</sup><sub>5/3</sub> ссМс.

Выявлены различия на уровне типа, подтипа, вида почв [4].

В работе представлены почвы, расположенные на разных элементах рельефа: водоразделе, верхней части и нижней части склона. В соответствии с этим была построена почвенно-ландшафтная катена – последовательность почвенных разновидностей, которые сформировались на одних почвообразующих породах, но при разном высотном уровне, уклоне рельефа и различной характеристике стока воды. На рисунке представлена почвенно-ландшафтная катена.

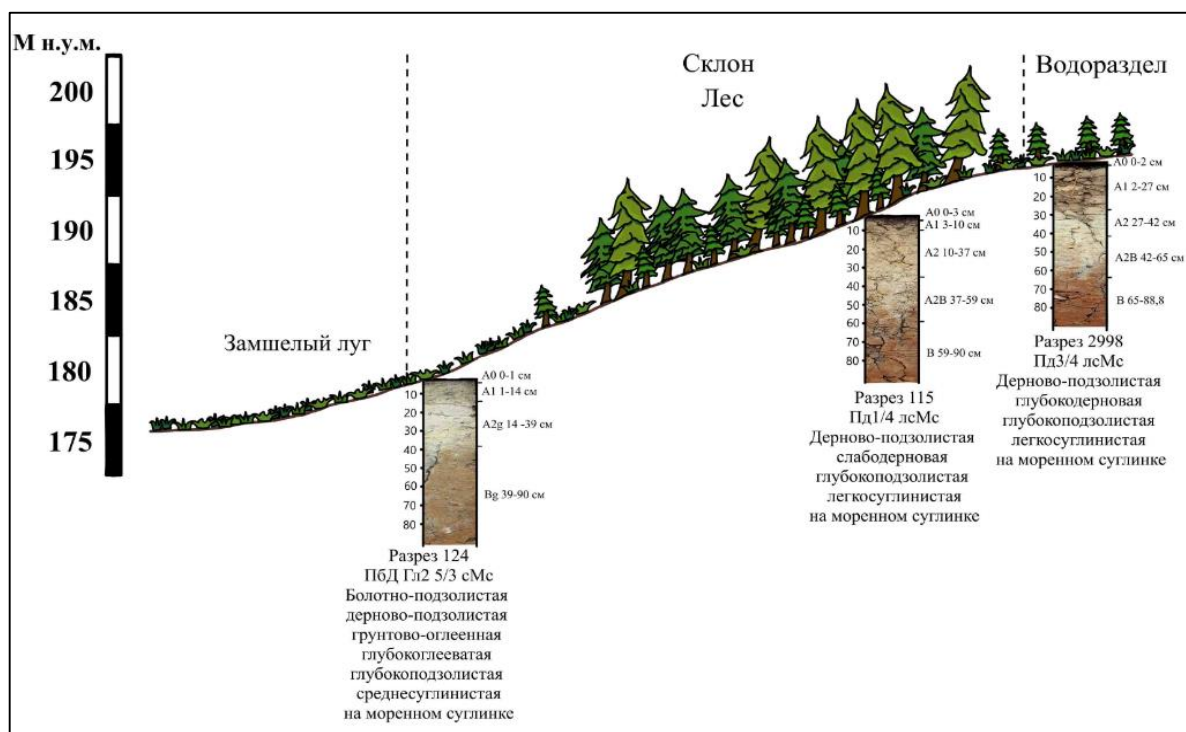


Рисунок - Почвенно-ландшафтная катена.

Представленный на рис. ландшафт можно разделить на три части: водораздел с посадкой лиственницы, лес на склоне (предположительно сосновый и/или лиственный) и замшелый луг на подошве. Отметки самой верхней точки составили 197 м, нижней 179 м над уровнем моря.

Мощность органогенного горизонтов в почвах катены изменяется от 2 см на водоразделе, 3-х см на склоне и 1 см в подошвенной части, что объясняется и местоположением разрезов на склоне и характером растительности.

Мощность гумусово-элювиальных горизонта 25 см находится в профиле почвы, расположенной на водоразделе, по склону она изменяется от 7 см, разрез 115, до 13 см в нижней части склона.

Обратная закономерность выявлена на мощности подзолистого горизонта. Минимальная мощность подзолистого горизонта выявлена в разрезе, расположенном на водоразделе, в почве на склоне она увеличивается до 27 см, в нижней части склона составляет 25 см. Известно, что интенсивность проявления подзолистого процесса зависит от многих факторов, среди которых характер увлажнения играет важную роль. Именно в гумидных областях, в условиях промывного водного режима мы отмечаем наиболее интенсивное проявление этого почвообразовательного процесса. На склоне и в нижней части катены почвы получают дополнительно к атмосферным осадкам, влагу за счет бокового поверхностного и внутрипрофильного стока, что и обуславливает более интенсивное проявление подзолистого процесса, а вместе с этим и более мощные подзолистые горизонты на исследованной катене. Дополнительная влага, получаемая почвой в нижней части склона, привела к формированию болотно-подзолистой почвы.

На основе проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1. Проведена корректировка классификационных названий коллекции дерново-подзолистых почв музея в соответствии с классификацией 1977 г.
2. Дерново-подзолистые почвы Лесной опытной дачи формируются при взаимодействии трех элементарных почвообразовательных процессов: дернового, подзолистого и оглеения, что нашло отражение в строении их почвенных профилей.
3. Почва является функцией почвообразования. Анализ почвенной катены территории Лесной опытной дачи свидетельствует о важной роли рельефа, который во многом определяет мощность и интенсивность проявления почвообразовательных процессов, что нашло отражение в мощности, структуре, сложении основных генетических горизонтов дерново-подзолистых почв.

### **Список литературы**

1. Наумов В.Д. 145 лет Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Под редакцией проф. В.Д. Наумова, член-корр. РАСХН. проф. В.М. Баутина. — Изд. РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. — Москва, 2009. — 669 с.

2. Наумов В.Д. География почв: Общая часть / В.Д. Наумов - Изд-во РГАУ-МСХА. - Москва, 2010. - 340 с.
3. Наумов, В. Д. Морфология почв: методические указания/В.Д. Наумов, Н.Л. Каменных, А.М. Поляков, К.А. Шмакова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева. - Москва: РГАУ-МСХА, 2023. 70 с. – Текст: электронный
4. Розов Н.Н., Иванова Е.Н. Классификация и диагностика почв СССР / В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова [и др.]. — Изд. Колос. — Москва, 1977. — 221 с. — УДК: 631.4/47.

### **КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННОГО ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ПРОВИНЦИИ ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА РАЗНЫХ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОДАХ**

*Кузакова Мира Александровна, студентка 2 – го курса кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Куликова Кира Андреевна, студентка 2 – го курса кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Аркатова Маргарита Александровна, студентка 2 – го курса кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Карандеев Иван Сергеевич, студент 2 – го курса кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Научный руководитель: Прохоров Артем Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*На примере анализа почв Каменского район Воронежской области проведено сравнение величины ЕКО и Нг в почвах черноземного типа, формирующихся на разных почвообразующих породах. Установлено, что в зависимости от материнской породы значения ЕКО в одном ландшафте могут варьировать в пределах 50%, Вариация пахотных горизонтов по уровню гидролитической кислотности отмечается более чем на 100% в зависимости от генетического типа почвообразующей породы.*

*Ключевые слова:* катионный состав, ППК, емкость катионного обмена, гидролитическая кислотность, почвообразующие породы.

Геологическое строение Воронежской области весьма разнообразно. Современные поверхностные образования представлены различными породами, которые отличаются друг от друга по происхождению, возрасту, минералогическому, гранулометрическому и химическому составу. Вследствие сложных и разнообразных геологических процессов, протекавших и протекающих на территории Воронежской области, поверхность ее в прошлом

сильно менялась как по вещественному составу, так и по форме. Среди образований докайнозойской эры меловые отложения занимают наибольшие площади на территории Воронежской области. Третичные отложения характеризуются таким же широким распространением, как и отложения меловой системы. Самые распространённые - четвертичные отложения занимают важное значение в генезисе современных почв, . На территории Воронежской области отложения четвертичного периода представлены разнообразными по своему генезису и составу породами: 1) водно-ледниковые, или флювиогляциальные, 2) ледниковые, 3) речные, или аллювиальные, 4) эоловые, 5) элювиально-делювиальные (продукты выветривания и смыва различных пород) и 6) пролювиальные, или отложения временных потоков. Валовой химический состав материнских и подстилающих пород Воронежской области разнообразен. [1]

Оценка состава обменных катионов почв важный фактор повышения продуктивности агроландшафтов. [3] В связи с этим разработка рациональных алгоритмов оценки качества почв и оценки почвенных свойств являются важной задачей в области агропочвоведения. [4]

### Объекты и методы

В рамках данной работы оценивали 14 профилей почв, сформированных на разных почвообразующих породах: покровных суглинках и глинах, ППК, его состав и свойства наследуются от материнской породы. [2] Анализировали почвы Каменского района Воронежской области. Описание почвенных профилей были сделаны в период августа 2024 года в ходе проведения почвенно-ландшафтного обследования. Лабораторные анализы определения состава ППК выполнены в сентябре 2024 года в ИЦПЭИ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

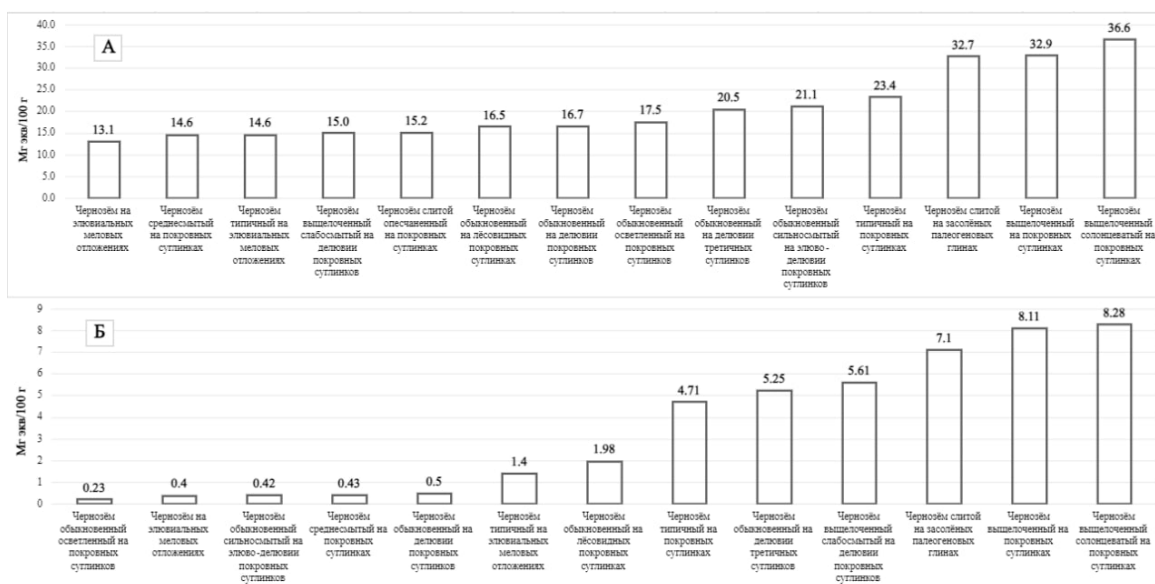


Рисунок - График А - величина ЕКО, график Б - величина Nг пахотных горизонтов исследуемых почв



На рисунке (графике А) представлены данные о величине емкости катионного обмена (ЕКО) в пахотном горизонте почв черноземного типа. Несмотря на то, что величина ЕКО зависит от большого числа внешних и внутренних факторов (гранулометрический состав, тип растительности, особенности климата и т.д.) в рамках данной работы был рассмотрен вклад разных почвообразующих пород на почвах, формирующихся в однотипных климатических условиях.

Величина ЕКО в Чернозёме остаточного солонцеватом формирующимся на засоленных палеогеновых глинах была максимальной и соответствовала 32,7 мг-экв/100 г из которых Са - 19,1, Mg - 6,1, Na - 0,38. При этом минимальная величина ЕКО была характерна для чернозёма слитого опесчаненного формирующегося на покровных суглинках 15,2 мг-экв/100 г что составляет только 54% от величины ЕКО чернозема формирующегося на палеогеновых глинах, соотношения Са:Mg:Na также несколько смещены в сторону преобладания Na из которых Са - 13,0, Mg - 1,5, Na - 0,60. Почвы формирующиеся на породах более тяжелого гранулометрического состава наследуют свойства пород и тем самым емкость их поглощения, который благоприятен для сорбции катионов на поверхности твердой фазы.

ЕКО чернозёма типичного сформированного на четвертичных покровных суглинках превышает последнюю относительно чернозёма типичного сформированного на элювии меловых отложений на 38%.

Величина ЕКО чернозёма обыкновенного на покровных суглинках лессовидного типа 16,5 мг-экв/100 г практически не отличается от значений чернозёма обыкновенного сформированного на делювиальных суглинках 16,7 мг-экв/100 г.. Соотношение катионов в чернозёме обыкновенном на покровных суглинках лессовидного типа - Са - 12,7, Mg - 1,4, Na - 0,41, в чернозёме обыкновенном на делювиальных суглинках - Са - 14,9, Mg - 1,0, Na - 0,25. Относительно друг друга почва на суглинках лессовидного типа обладает большим количеством Са, а на делювиальных суглинках Mg и Na.

Величина ЕКО чернозёма обыкновенного сформированного на третичных отложениях соответствует значению 20,5 мг-экв/100 г, что на 19% выше относительно почв сформированных на четвертичных породах.

На графике Б представлены данные о величине гидролитической кислотности (Нг) в пахотном горизонте почв черноземного типа. Величина гидролитической кислотности (Нг) чернозёма типичного на покровных суглинках соответствовала значению 4,7 мг экв./100 г, что превышает уровень Нг чернозёма типичного на элювиальных меловых отложениях 1,4 моль/100 г в 3 раза.

В чернозёме обыкновенном на покровных суглинках лессовидного типа Нг соответствует величине 2,0 мг экв./100 г, а в чернозёме обыкновенном на покровных суглинках 0,5 мг экв./100 г что в 4 раза ниже. Максимальные значения

уровня Нг отмечались в профиле чернозема сформированного на третичных суглинках 5,2 мг экв./100 г, что в 3 раза больше сформированного на лессовидных суглинках и в 10,5 раз больше чем уровень Нг чернозёма сформированного на покровных суглинков.

### **Заключение**

Величина ЕКО в Чернозёме остаточного солонцеватом формирующимся на засоленных палеогеновых глинах была максимальной и соответствовала 32,7 мг-экв/100 г. Величина ЕКО чернозёма обыкновенного на покровных суглинках лессовидного типа 16,5 мг-экв/100 г практически не отличается от значений чернозёма обыкновенного сформированного на делювиальных суглинках 16,7 мг-экв/100 г. Относительно друг друга почвы на суглинках лессовидного типа содержатся в обменной форме в большом количестве катионы Са, а на делювиальных суглинках катионы Mg и Na. Максимальные значения уровня Нг отмечались в профиле чернозема сформированного на третичных суглинках 5,2 мг экв./100 г, что в 3 раза больше сформированного на лессовидных суглинках и в 10,5 раз больше чем уровень Нг чернозёма сформированного на покровных суглинков.

### **Список литературы**

1. Адерихин, Прокопий Гаврилович. Почвы Воронежской области, их генезис, свойства и краткая агропроизводственная характеристика/ П. Г. Адерихин. — Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1963. — 264 с. : ил. : 22 см.
2. Семендяева Н.В. Методы исследования почв и почвенного покрова: учеб. пособие/Н.В. Семендяева, А.Н. Мармулев, Н.И. Добротворская; Новосиб. гос. аграр. ун-т, СибНИИЗиХ. – Новосибирск: Издво НГАУ, 2011. – 202 с.
3. Прохоров, А. А. Индексная оценка степени выпаханности черноземов Предкавказской провинции / А. А. Прохоров, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN OXSZRW.
4. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. //

### **КУЛАКОВ А.П. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

*Кулаков Артем Павлович, младший научный сотрудник лаборатории геокриологии Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, cryolithozone@mail.ru*

*Аннотация: в работе рассмотрено формирование и распространение криогенных почв горной криолитозоны Северного Забайкалья на примере*

*ключевых участков Верхнечарской впадины и хребта Кодар. В условиях горной криолитозоны почвенный покров играет одну из ключевых ролей в стабилизации многолетнемерзлых пород (ММП) и развитии криогенных процессов. Изучение криогенных почв позволит составить необходимые природоохранные рекомендации с целью дальнейшего планирования и мониторинга хозяйственной деятельности при отсутствии стационарных постов в районе исследования.*

*Ключевые слова:* дифференциация почвенного покрова, криогенные почвы, горная криолитозона, Северное Забайкалье, Верхнечарская впадина, хребет Кодар.

К особенностям формирования и дифференциации почвенного покрова на территории исследования можно отнести высокое влияние многолетнемерзлых пород (ММП) на почвообразующие процессы, которое выражается в почвах в виде укороченного профиля почвенных горизонтов, малой мощности гумуса и высоким содержанием подвижного железа в почвах. Все это усложняется коротким биологическим циклом, сложным строением рельефа территории и грубообломочным литологическим составом поверхностных отложений.

В зависимости от наличия в основании ММП выделяются мерзлотные и немерзлотные типы почв. Почвы немерзлотного типа преимущественно приурочены к крупным долинам с распространением таликовых зон и характеризуются широким видовым разнообразием. Мерзлотные типы почв являются доминирующими как во впадине, так и в горных условиях и формируются в условиях близкого залегания к поверхности ММП.

**Верхнечарская впадина.** По особенностям осадконакопления и строения аккумулятивного рельефа во впадине преобладают шесть типов почв – подбуры, подзолистые, мерзлотно-таежные, пойменные мерзлотные, болотные и луговые мерзлотные. В зависимости от условий увлажнения, положения в рельефе и уровня залегания ММП преобладают процессы ожелезнения, оглеения, торфообразования и подзолообразования. Отмечается, что процесс подзолообразования выражен очень слабо из-за высокой повсеместной подавленности остальными процессами (в том числе и мерзлотными), несмотря на отсутствия глинистых и суглинистых отложений [3].

На высоких грядках, валах и буграх песчаных террасах и возвышенных конечно-моренных комплексах преобладают подзолистые почвы. Они имеют небольшую мощность (до 50 см), кислую реакцию и малое содержание гумусовых веществ, а также выделяются выраженной структурой профиля. Среди данного типа преобладают иллювиально-железистый и обычный роды. Отмечаются слабо-, средне- и сильноподзолистые виды, а также песчаные, супесчаные, суглинистые и гравийно-песчаные разновидности [4].

Наиболее сухие и хорошо прогреваемые водоразделы с песчаным заполнителем занимают малогумусовые подбуры. К таким территориям относится крупный незакрепленный растительностью песчаный массив с его

залесенными склонами. Характер подбуров определяют процессы ожелезнения и оглеения. В отличие от соседних возвышенных территорий с подзолистыми почвами в подбурах минеральные компоненты преобразованы достаточно слабо [1,2].

Оглеение и торфопроявление свойственны многим почвам с тяжелым механическим составом отложений, расположенных в пониженных участках котловины с высоким уровнем залегания слоя мерзлоты. При недостаточных условиях развития процесса оглеения и торфообразования происходит мерзлотно-таежный процесс накопления свободного железа [4].

На относительно пониженных, но достаточно дренируемых увлажненных территориях аккумулятивного рельефа формируются мерзлотно-таежные почвы. Возможный переизбыток влаги, который происходит довольно часто, провоцирует развитие процессов оглеения в почвах. Реакция в мерзлотно-таежных почвах кислая с высоким количеством подвижного железа. Профиль почв может содержать следы криотурбации, довольно распространенных в данном типе почв. Мерзлотно-таежный тип подразделяется на оподзоленные и глеевый подтипы, в зависимости от преобладающего процесса в почвах. Обычно мерзлотно-таежные оподзоленные ожелезненные почвы представлены на слабаразмываемых песчаных террасах и сухих континентальных дельтах на возвышениях. Прибортовые участки наклонных подгорных равнин и пониженные участки конечно-моренных комплексов со склонами характеризуются мерзлотно-таежными глееватыми ожелезненными почвами. На территории впадины распространены преимущественно малогумусовые и супесчаные мерзлотно-таежные почвы.

Большое распространение во впадине получили мерзлотно-болотные типы почв на низких террасах полигенетических отложений и глубоких проточных ложбинах, а также на высоких поймах аллювиальных равнин. Территории являются слабо дренируемыми из-за очень близкого залегания ММП к поверхности (20-40 см от дневной поверхности). Почвы характеризуются небольшим слоем торфяного горизонта и высоким содержанием железа ближе к дневной поверхности. Из-за особенностей торфяного горизонта и его состава (суглинистые и глинистые отложения), ММП может находиться внутри торфяного слоя. На территории впадины распространены болотные торфянисто-перегнойные и торфянисто-глеевые почвы, а также луговой мерзлотно-таежный тип почв.

Пойменные мерзлотно-таежные и немерзлотно-таежные аллювиальные почвы представлены в крупной долине реки Чары, а также в узких поймах Среднего Саукана. Почвы подразделяются на слоистые примитивные слабодерновые, дерновые, дерново-глеевые и болотные подтипы в зависимости от флювиальных процессов. Для многих подтипов почв характерен высокий слой гумуса и разнообразный механический состав [1,2,4].

**Хребет Кодар.** В горных условиях почвенный покров разнообразен благодаря высокой расчлененности рельефа, высотной поясности, склонам разной крутизны и их инсоляции.

Для склонов разной крутизны и экспозиции в горно-таежном поясе (поясе сомкнутой древесной растительности) характерны подбуры, горно-таежные и подзолистые почвы. Горно-таежные обычные почвы преобладают на склонах южной экспозиции, занимая положения между дренированными крутыми склонами и слабодренированными низкими пологими склонами на высотах от 1000 до 1600 метров. Горно-таежные торфянисто-мерзлотные почвы располагаются на склонах северной экспозиции на высотах от 1000 до 1400 м. Подбуры и торфянисто-перегнойные почвы распространены на низких склонах средней и пологой крутизны ближе к крупным поймам горных рек на высотах до 1400 метров. Подзолистые почвы представляют наиболее дренированные участки и простираются довольно высоко, сосредоточиваясь преимущественно на склонах южной экспозиции. Наименее дренированные участки пологих склонов занимают мерзлотно-таежные глееватые ожелезненные и торфянисто-глеевые почвы.

Вдоль поймы, в условиях прируслового талика, распространены почвы немерзлотного ряда и представлены подзолистыми и аллювиальными (пойменными) почвами без признаков оглеения. Для почв характерен довольно каменистый профиль. Горно-таежные примитивные слоистые почвы (аллювиальные) распространены в низовьях устья троговых долин, где поймы широкие и преобладает процесс аккумуляции аллювиальных отложений.

Верховья горно-таежного пояса на границе с подгольцовыми редколесьями и рединами представлены подзолистыми почвами. Здесь почвы имеют уже укороченный профиль и малую мощность, а также высокую каменистую структуру и легкость механического состава. Начиная с высот 1300 м, почвы сосредоточены лишь на склонах южной экспозиции до 1500-1600 м. Это связано с удовлетворительными условиями прогрета и ослабленным влиянием ММП.

Редины и редколесья подгольцового пояса представлены горно-таежными глееватыми почвами с мощной мохово-лишайниковой подушкой, которая играет роль водоупора и значительно переувлажняет почву. Данный подтип почв широко распространен на значительных площадях склонов северной экспозиции, на высотах 1200-1600 метров. На улучшенных микроклиматических и мерзлотных условиях склонов южной экспозиции располагаются горные мерзлотно-таежные поверхностно-ожелезненные почвы.

В гольцовом поясе на высотах начиная от 1500-1600 м, почвенный покров имеет разреженный характер и представлен преимущественно органогенно-щебнистыми почвами, профиль которых имеет торфянистый или перегнойный горизонт, сформированный на стабилизированных осыпных щебнистых отложениях, часто лишенных мелкозема. В условиях хорошего дренажа могут формироваться подбуры [4].

В гольцовом поясе на выровненных участках преобладают горно-тундровые перегнойные глеевые почвы, а на пологих увлажненных склонах горно-тундровые дерново-перегнойные глеевые почвы с легким механическим составом и скелетной структурой.

На слабо дренируемых территориях днищ троговых долин сосредоточены горно-тундровые торфянисто-глеевые почвы.

Сухие выпуклые и дренированные местоположения занимают горные аркто-тундровые оподзоленные почвы. Для них характерно относительно высокое содержание гумуса, песчаный и супесчаный состав среди щебнистого материала [4].

Малое распространение в гольцовом поясе получили горно-тундровые луговые и мерзлотные болотистые почвы, которые приурочены к плоским поверхностям с близким залеганием ММП на высотах более 1600 м. Горно-тундровые луговые почвы характеризуются значительным слоем гумуса и разнотравной луговой растительностью.

В верховьях троговых долин, на современных конечно-моренных валах, абляционных каменных глетчерах и коллювиальных отложениях формируются горные аркто-тундровые примитивные почвы.

**Заключение.** Почвенный покров Верхнечарской впадины и хребта Кодар имеют прямую связь с ММП, и со своей стороны указывает на возможную устойчивость криогенных ландшафтов к внешним и внутренним природным и антропогенным воздействиям. Поэтому изучение формирования, структуры и распространения криогенных почв, их связи с остальными компонентами ландшафта, способно получить информацию о состоянии природного комплекса в целом и его дальнейшего развития в условиях хозяйственной деятельности человека и природно-климатических изменений.

### **Список литературы**

1. Кузьмин В.А. Почвы котловин байкальского типа. Иркутск, 1976. 143 с.
2. Кузьмин В.А. Почвы лесов Чарской котловины / Лес и почва // Вост.-Сиб. кн. изд-во. 1968. С. 71–78.
3. Михеев В. С. Верхнечарская котловина: Опыт топол. изучения ландшафта. Новосибирск: Наука, 1974. 143 с.
4. Ногина Н.А. О почвах и почвенном покрове Забайкальской горной тайги // Почвоведение. 1972. № 4. С. 55–61.

## СОСТАВ И СВОЙСТВА ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДРЕВОСТОЯМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

*Мартынова Полина Николаевна – студентка 2 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель: Шмакова Кристина Алексеевна – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: Изучение состава и свойств лесных подстилок позволяет оценить роль лесных биогеоценозов, интенсивность и направленность процессов почвообразования. Горизонт А0 становится основным источником образования гумусовых веществ почв, обеспечивает растения элементами питания, влияет на физические и химические свойства, водный режим почвы.*

*Ключевые слова: лесная подстилка, состав, лиственные породы, хвойные породы*

**Актуальность исследования:** Лесная подстилка – основная индикаторная система лесного биогеоценоза. Она, являясь источником органических соединений и резервуаром биогенных элементов, признана неотъемлемым фактором, формирующим лесные почвы. Лесная подстилка является важнейшим показателем биологического круговорота веществ, от запаса и состава её напрямую зависят процессы миграции, накопления и перераспределения химических элементов в лесной экосистеме. При воздействии как антропогенных, так и природных факторов изменения запаса и состава подстилки могут носить разноплановый характер – увеличивается либо уменьшается доля той или иной фракции, изменяется соотношение активной и неактивной фракций в лесной подстилке, наблюдаются изменения в общем запасе и т.д. Поэтому вопросы изучения лесных подстилок, их трансформация под воздействием различных факторов (*состав опада, тип субстрата, водный режим почвы, антропогенная нагрузка*) остается актуальным направлением исследований.

**Цель:** изучение состава лесных дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава.

### **Задачи:**

1. Провести оценку древостоев по их составу
2. Изучить фракционный состав лесных подстилок
3. Дать оценку взаимодействия между свойствами почв и составом древостоя

Лесная подстилка – составная и важнейшая часть лесных биогеоценозов. Она представляет собой органогенный слой на поверхности почвы, состоящий, преимущественно, из растительного опада, находящегося на разных стадиях разложения, – от свежего до материала, обогащенного трудноразлагаемыми компонентами. Исследователи неоднозначно оценивают это природное образование. Одни считают лесную подстилку самостоятельным природным телом, биогеоценоотическим горизонтом [1]. Этот горизонт резко отличается от остальных почвенных горизонтов и обладает рядом специфических свойств и экологических функций [1, 2]. Другие рассматривают лесную подстилку как верхний генетический горизонт почвы и включают ее характеристику в показатели гумусового состояния почв [3]. Несмотря на расхождения во взглядах о статусе лесной подстилки в лесном биогеоценозе, единодушно признается, что она имеет огромное значение для формирования почвенного профиля и условий произрастания лесной растительности.

Взаимосвязи и взаимовлияния лесной растительности с почвой многообразны и специфичны, они зависят в наибольшей степени от генетических свойств последних, от их естественной устойчивости и изменения динамических процессов, связанных с нарушением их человеком. В естественных условиях их взаимосвязи прямые и обратные. При этом почва становится тем образованием, которое отражает как генетические, так и биогеоценоотические свойства [3].

Исследования проводились на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, где можно наглядно изучить особенности роста древесных пород, их влияние на состав и свойства дерново-подзолистых почв и влияние антропогенного фактора на формирование почв.

ЛОД – уникальный объект для исследования лесных почв, расположенный в центре крупного мегаполиса. Наличие датируемых постоянных пробных площадей ЛОД позволяет оценить роль древесного сообщества на почвообразовательный процесс, свойства и строение дерново-подзолистых почв, выявить взаимосвязи почвенных характеристик в зависимости от состава древесных насаждений.

Объектами исследования являются постоянные пробные площади: 3/Е, 4/Н, 5/З, 7/Р, 7/К, 8/К, 8/О, 8/Н, 11/Е, 11/М, местоположение которых отмечено на рисунке .





Рисунок – Схема расположения пробных площадей ЛОД РГАУ-МСХА

Было проведено таксационное и почвенное обследование на постоянных пробных площадях III-IV, VII, VIII и XI кварталов, которые отличаются составом древостоев, их происхождением и возрастом. Было выделено 4 группы древостоя (чистые хвойные, чисто лиственные и смешанные древостои с преобладанием хвойных и лиственных пород.

К первой группе чисто хвойных относятся пробные площади 7P ( $10Л+Лп$ ) и 53 ( $10Л$ ) с простым по форме древостоем и площадь 4H ( $I-10С$ ,  $II-7ЕЗВ$ ) со сложным по форме древостоем.

Площадь 3E ( $6СЗД1Кло+Б+Лп+В$ ) заложена А.Р. Варгасом в 1862 г имеет простой по форме состав древостоя и относится ко второй группе – это смешанные с преобладанием хвойных пород естественного происхождения древостои (*ранее это чисто хвойное сосновое насаждение с примесью березы и подростом из дуба со сложным по форме древостоем*). В эту группу также входит пробная площадь 7K ( $I-8С2Кл$ ,  $II-10Кл$ ), заложённая в 1905 г. профессором Н. С. Нестеровым. Она представляет собой площадь с естественным происхождением, но уже со сложным по форме древостоем, состоящим из 2 ярусов.

К группе с чисто лиственным составом древостоя относятся пробные площади 11E ( $10Д+С+Лп$ ) и 8K ( $10Лп$ ). Площадь 11E состоит из насаждений естественного происхождения с преобладанием дуба, образовавшееся из второго яруса, после вырубki первого яруса сосны и березы. Была заложена профессором В. П. Тимофеевым в 1950 г., восстановлена А. Н. Поляковым в 1992г. Площадь 8K, заложённая в 1898 году М.К. Турским, отличается преобладанием липы в составе древостоев.

К четвертой группе – смешанные породы с преобладанием лиственных – относятся пробные площади 8H ( $8Д+Лп$ ), 8O ( $8Д2Лп$ ) и 11M ( $5Лп5Д+Б+Кл+В$ ). На пробных площадях 8 квартала была проведена вырубка сосны, после которой

в первый ярус перешёл дуб. Это древостои естественного происхождения. Были заложены профессором В. П. Тимофеевым в 1950 г. Пробная площадь 11М также естественного происхождения с преобладанием липы, находившаяся ранее во втором ярусе.

В таблице 1 показаны мощность каждой подстилки, с разделением ее на подгоризонты:  $A_0'$  – слаборазложившийся и  $A_0''$  – ферментативный.

Как известно, толщина подстилки в пределах даже одного участка может подвергаться сильным колебаниям. Это зависит и от степени однородности участка, и от микрорельефа, и от особенностей самих лесных насаждений.

Как известно, толщина подстилки в пределах даже одного участка может подвергаться сильным колебаниям [1]. Это зависит и от степени однородности участка; и от состава древостоя, подроста и подлеска; и от микрорельефа; и от особенностей самих лесных насаждений. Но, к сожалению, в силу того, что ЛОД в последние годы подвергается все большему антропогенному воздействию, становится намного труднее оценить варьирование мощности подгоризонтов лесных подстилок.

Таблица 1

Мощность лесных подстилок

Мощность горизонта, см	Квартал/Проба/Состав древостоя									
	Чистые лиственные		Смешанные с преобладанием лиственных			Чистые хвойные			Смешанные с преобладанием хвойных	
	8К	11Е	8О	8Н	11М	4Н	5З	7Р	3Е	7К
	10Лп	10Д+С+Лп	8Д2Лп	8Д+Лп	5Лп5Д+Б+Кл +В	1-10С II-7Е3В	10Л	10Л+Лп	6С3Д1Кло+Б +Лп+В	1-8С2Кл II-10Кл
$A_0'$	0-1	0-5	0-1	0-2	0-1	0-3	0-4	0-4	0-1	0-2
$A_0''$	1-2	5-6	1-3	2-3	1-3	3-5	4-7	4-6	1-3	2-4

Небольшая мощность  $A_0$  видимо связана не только с составом древостоя, но и со значительной рекреационной нагрузкой.

Наиболее мощные подстилки отмечены под чисто хвойными насаждениями, но также можно отметить и пробную площадь 11Е под чисто лиственными насаждениями. В целом мощность подстилки в среднем составляет 2-3 см, что можно объяснить неравномерным перераспределением опада, возникающим в виду особенностей, о которых упоминалось ранее.

Морфология изучения лесных подстилок показала, что чем темнее цвет лесной подстилки (например, от светло-бежевого, под чистыми хвойными насаждениями, до темно-бурого, под смешанными насаждениями), тем больше плотность лесной подстилки и тем сильнее степень ее разложения. Из этого

следует, что быстрее разлагается подстилка под смешанными насаждениями, так как в листовном опаде содержится меньше трудно разлагаемых соединений и бактерицидных веществ и он богаче легкодоступными веществами.

В таблице 2 представлен фракционный состав подстилок: листья, ветки, кора, шишки, желуди, хвоинки (с разделением на листовничные и сосновые), семена клена/липы, травянистые включения и непосредственно детрит. Следует отметить, что к активной фракции относятся листья, хвоя, травянистые остатки, почки, труха, к неактивной – все другие компоненты; к неустойчивым – листья, травянистые остатки; к устойчивым – все другие компоненты.

Можно выделить четыре преобладающих фракций во всех группах древостоев: листва (у хвойных пород хвоинки), ветки и кора, а также детрит. Остальные фракции составляют незначительную часть от общего содержания.

В подстилках под чисто листовным составом древостоев ведущее место принадлежит листве, второе место – коре и веткам, третье – детриту.

Таблица 2

Фракционный состав подстилок

Фракционный состав подстилки, г	Квартал/Проба/Состав древостоя									
	Чистые листовные		Смешанные с преобладанием листовных			Чистые хвойные			Смешанные с преобладанием хвойных	
	8К	11Е	8Н	8О	11М	4Н	5З	7Р	3Е	7К
	10Лп	10Д+С+Лп	8Д+Лп	8Д2Лп	5Лп5Д+Б+К л+В	I-10С II-7ЕЗВ	10Л	10Л+Лп	6СЗДКло+Б +Лп+В	I-8С2Кл II-10Кл
<b>Листва</b>	52,43	40	40,12	53,35	23,85	1,1	1,2	18,8	34,15	19,04
<b>Ветки</b>	28,05	26,57	23,28	17,68	42,63	9,07	15,53	22,15	13,08	7,71
<b>Кора</b>	1,59	5,88	11,93	4,2	9,35	22,55	12,49	14,64	4,87	7,46
<b>Шишки</b>	0	0	0	0	0	24,85	18,85	3,12	16,94	27,89
<b>Желуди</b>	0	0,31	0,24	1,35	0	0	0	0	0	0
<b>Хвоинки: лиственница</b>	0	1,12	0	0	0	0	34,13	8,33	0	0
<b>сосна</b>	0	0,08	0,16	0,03	0,27	24,82	0	0	5,43	8,94
<b>Семена клена/липы</b>	0	0	1,3	0	0,94	0	0,14	0	0,1	0,94
<b>Травянистые включения</b>	0,65	0,78	2,28	2,63	2,16	0,53	2,2	0,41	1,53	3,1
<b>Детрит</b>	17,28	25,26	20,69	20,76	20,8	17,08	15,46	32,55	23,9	24,92
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

В подстилках под смешанными древостоями с преобладанием лиственных пород практически аналогичное соотношение – преобладает фракция листвы, второе место принадлежит веткам и детриту, небольшая часть представлена корой.

Высокое содержание листвы и веток в этих группах объясняется видовым составом – лиственные породы, такие как липа и дуб.

Подстилки под чисто хвойными насаждениями отличаются значительной массой хвоинок (*как лиственницы, так и сосны*) в составе. Ветки и кора в равном количестве уступают детриту и занимают третье место. В этой группе можно выделить еще одну фракцию – шишки, которая по количеству немного уступает веткам и коре. Значительное содержание этой фракции так же объясняется видовым составом древостоев группы. Поскольку это хвойные породы, то содержание таких фракций как хвоинки и шишки занимают большой процент от общего количества.

В подстилках смешанных с преобладанием хвойных пород древостоев на первое место выходит листва, шишки немного уступают по содержанию, но тоже занимают значительную часть от всех фракций. Ветки и кора, по сравнению с другими тремя группами древостоев, значительно уступают по содержанию фракции и занимают третье место вместе с фракцией хвоинок.

Анализ фракционного состава лесных подстилок показал его значительную дифференциацию в зависимости от компонентного состава подстилок и состава древостоя каждой из групп.

Содержание такой фракции, как детрит, во всех четырех группах древостоев незначительно отличается друг от друга. Наибольшее содержание в лесных подстилках под смешанными с преобладанием хвойных пород древостоями, наименьшее – под смешанными с преобладанием лиственных пород. Это объясняется тем, что хвоинки разлагаются медленнее, чем листва.

### **Выводы:**

1. На территории ЛОД имеется значительное разнообразие пробных площадей по составу древостоев, их происхождению и возрасту. Было выделено 4 группы: чистые лиственные, смешанные с преобладанием лиственных пород, смешанные с преобладанием хвойных пород, чистые хвойные насаждения.

2. Более мощные лесные подстилки формируются под лиственным и смешанным древостоем с преобладанием лиственных пород;

3. Выделено четыре преобладающих фракций во всех группах древостоев: листва (у хвойных пород хвоинки), ветки и кора, а также детрит.

4. Фракционный состав лесных подстилок, напрямую зависит от состава древостоя и растений напочвенного покрова.

### **Список литературы**

1. Богатырев Л.Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 501–511.
2. Лосев А.И. Характеристика гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв, формирующихся в условиях мегаполиса, на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / А. И. Лосев, В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 3. – С. 40-45. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-3-009. – EDN EZUHFM.
3. Наумов, В. Д. Лесорастительная характеристика дерново-подзолистых почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, К. А. Шмакова // Сборник трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 24–25 октября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 47-50. – EDN IEYGBE.
4. Наумов В.Д. Почвенно-эколого-лесоводственная характеристика насаждений на геоморфологическом профиле Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных, А. В. Лебедев [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 2. – С. 11-16. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-2-002. – EDN ZAWVUC.

## **ОЦЕНКА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ЛИСТВЕННЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ 8 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА**

*Пономарева Полина Георгиевна, студент 4 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*

*(Научные руководители: Каменных Наталья Львовна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева; Наумов Владимир Дмитриевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева)*

*Аннотация: в статье представлена таксационно-лесорастительная оценка лиственных насаждений на территории 8 квартала ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. Установлены закономерности в смене состава древостоя и отличия в химическом составе почв под различными видами лиственных насаждений.*

*Ключевые слова: состав древостоя, лесорастительные свойства почв, квартал, пробная площадь, насаждения, дерново-подзолистые почвы, гумусовый горизонт, подзолистый горизонт, ход роста, оглеение, лесная подстилка.*

В ходе проведения таксационно-лесорастительной оценки лиственных древостоев на пробных площадях (ПП) О, П, З и Л 8 квартала ЛОД за период с 1897 по 2005 годы выявлена тенденция смены смешанного хвойно-лиственного

древостоя на широколиственный с преобладанием липы и дуба. Данная тенденция сохраняется и по настоящее время.

Для изучения состава древостоев и лесорастительных свойств почв были исследованы 4 постоянные пробные площади и 1 выдел на территории 8 квартала.

Исследуемые участки по составу древостоев разделены на 3 группы: чистые лиственные древостои (пробные площади З и О); смешанные с преобладанием лиственных (пробная площадь Н и выдел точка 1); смешанные (пробная площадь П)

При анализе хода роста древостоев на пробной площади З с 1912 по 1924 было выявлено что в составе преобладали смешанные хвойно-лиственные древостои с преобладанием сосны. Формула состава древостоя на 1912 год - 6СЗЛп1Б+Е+Д. С 1931 года по 2005 год в составе древостоя начинают преобладать насаждения липы. Хвойные насаждения исчезли из состава древостоя в 1992 году и древостой приобрел следующий состав - (10Лп+Д+Кло). К 2005 году состав древостоя изменился и из чистого лиственного превратился в смешанный с преобладанием лиственных (8Лп2Д). Таким образом, за исследуемый период (с 1912 по 2005 года) произошла смена состава смешанного хвойно-лиственного древостоя с преобладанием сосны (6СЗЛп1Б+Е+Д) на чистый лиственный (10Лп+Д+Кло), а затем на смешанный с преобладанием липы (8Лп2Д). За период с 2005 года по 2019 год состав древостоя изменяется и приобретает формулу 9Лп1Дед.Кл. Почва на пробной площади З по классификации 1977 г.: болотно-подзолистая дерново-подзолистая профильно-огненная глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке – Пб<sup>Д<sub>гл</sub><sub>3/4</sub></sup> лсМсс.

На пробной площади Н до 1862 года был сосновый древостой и примесью березы, возрастом 50 лет (7СЗБ). В 1906 г. была проведена сплошная рубка с сохранением дубового подростка. В 1909 г. произвели посадку липы, клёна и дикой яблони. К 1915 г. сформировано дубовое с примесью насаждение. В 1950 г. проф. В.П.Тимофеевым была заложена постоянная пробная площадь. Насаждение дуба естественного происхождения в возрасте 70-75 лет, образовавшееся из 2 яруса после вырубки сосны. С 1950 г по 2019 г формула состава древостоя 8Д2Лп. В 1980 году появляются единичные хвойные насаждения сосны, но выпадают из состава древостоя через 25 лет.[3]. Почва: болотно-подзолистая дерново-подзолистая грунтово-оглеенная глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке - ПбД гр.ог3/4 лсМсс. [1].

Пробная площадь П заложена проф. В.П. Тимофеевым в 1957 г для изучения хода лиственницы сибирской. Ход роста древостоя пробной площади П показал, что с 1958 по 1968 года в составе господствовали хвойные смешанно-лиственные насаждения с преобладанием лиственницы (6Лц4Б+Д+Лп+В+С). Через 4 года формула древостоя видоизменяется на 6Б4Лц+Д+Лп+В+С, береза преобладает над лиственницей. В 1978 году лиственница сменяет березу по численности, в

древостое сохраняются единичные насаждения дуба, липы, вяза и сосны (5Лц5Б+Д+Лп+В+С). В 2005 году единичные насаждения дубы, липы и вяза выпадают из состава древостоя, формула древостоя сохраняется в течении периода с 2005 по 2019 года (5Лц+5Б+С). Почва: болотно-подзолистая дерново-подзолистая грунтово-оглеенная глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке – Пб<sup>Д гр.ог<sub>3/4</sub></sup> лс Мсс.

Пробная площадь О была образована на месте насаждения дуба естественного происхождения возрастом 75 лет, который образовался из второго яруса после вырубki сосны. С 1950 по 1955 года в составе древостоя присутствует дуб и единичные насаждения осины (10Д+О), которые исчезают через 5 лет. С 1960 по 1980 года насаждения из простого превратилось в двухъярусное (I-10Д; II-10Лп). В 2019 году состав древостоя становится чистым лиственным - 10Д, липа выпадает из насаждений. Почва: Болотно-подзолистая дерново-подзолистая грунтово-оглеенная глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке – Пб<sup>Д гр.ог<sub>3/4</sub></sup> лс Мсс.

Наряду с изучением постоянных пробных площадей VIII были проведены исследование на выделе (на точке 1, расположенного по склону вдоль ул. Вучетича), состав древостоя 4Кл2Лп2Б2Д на 2019 год. Почва: болотно-подзолистая дерново-подзолистая грунтово-оглеенная глубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке – Пб<sup>Д гр.ог<sub>3/4</sub></sup> лс Мсс. [1].

Исследования лесной подстилки показало следующее: Мощность лесной подстилки под чисто лиственными насаждениями от 2 до 6 см, под смешанными с преобладанием лиственных - от 2 до 3 см, под смешанными - 4 см. В среднем, под лиственными древостоями значение мощности лесной подстилки составляет 4 см, под смешанными с преобладанием лиственных - 2,5 см, под смешанными с преобладанием хвойных - 4 см.

Таблица

Физико-химическая характеристика почв под древостоями пробных площадей 8 квартала

Насаждения	ПП	Горизонт, см	Мощность, см	Содержание гумуса, %	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>
Чистые лиственные	З	A <sub>0</sub>	6	-	-	-
		A <sub>1g</sub>	30	3,38	4,96	3,84
		A <sub>1</sub> A <sub>2g</sub>	17	1,22	4,66	3,76
		A <sub>2g</sub>	23	0,18	4,80	3,89
		B <sub>g</sub>	60	-	4,61	3,88
		BC <sub>g</sub>	14	-	4,76	3,35
	О	A <sub>0</sub>	2	-	-	-
		A <sub>1</sub>	14	3,80	4,64	3,59
		A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	24	1,53	4,63	3,67
		A <sub>2</sub>	7	0,64	4,50	3,59
A <sub>2</sub> B		17	-	4,61	3,80	

		B <sub>1g</sub>	20	-	4,79	3,42
		B <sub>2g</sub>	41	-	4,85	3,51
		BC <sub>g</sub>	27	-	5,09	3,60
Смешанные с преобладанием лиственных	Н	A <sub>0</sub>	2	-	-	-
		A <sub>1</sub>	24	3,12	4,68	3,68
		A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	9	1,86	4,56	3,75
		A <sub>2</sub>	15	0,79	4,65	3,91
		A <sub>2</sub> B	22	-	4,66	3,70
		B <sub>1g</sub>	21	-	4,82	3,40
	точка 1	B <sub>2g</sub>	57	-	4,85	3,37
		A <sub>0</sub>	3	-	-	-
		A <sub>1</sub>	31	3,69	-	-
		A <sub>2</sub>	18	0,51	4,73	3,71
		A <sub>2</sub> B	15	-	4,60	3,41
		B <sub>1g</sub>	38	-	4,46	3,19
Смешанные	П	B <sub>2g</sub>	45	-	4,45	3,19
		A <sub>0</sub>	4	-	-	-
		A <sub>1</sub>	31	2,23	4,27	3,47
		A <sub>2</sub>	20	0,43	4,34	3,79
		A <sub>2</sub> B	26	-	4,52	3,87
		B <sub>1g</sub>	17	-	4,44	3,55
		B <sub>2g</sub>	52	-	4,25	3,26

Особенностью дерново-подзолистых почв ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева является мощный гумусовый горизонт (A<sub>1</sub>+A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>). Морфогенетический анализ почв квартала показал, что мощный гумусовый горизонт выявлен на пробных площадях под чистыми лиственными древостоями (ПП – 3, О) и на пробной площади Н под смешанными с преобладанием лиственных древостоев. При этом мощность гумусового горизонта под чистыми лиственными насаждениями колеблется от 38 до 47 см, в среднем 42,5 см. Под смешанными насаждениями с преобладанием лиственных мощность гумусового горизонта составляет от 33 до 49 см, в среднем - 41 см. Под смешанными насаждениями мощность гумусового горизонта составляет 31 см.

Мощность подзолистого горизонта у чистых лиственных насаждений изменяется от 7 до 23 см, среднее значение - 15 см. У смешанных с преобладанием лиственных она колеблется от 15 - 18 см, в среднем - 16,5 см. Под смешанными насаждениями мощность горизонта A<sub>2</sub> - 20 см.

Анализ мощностей основных генетических горизонтов дерново-подзолистых почв показал, что мощность гумусового горизонта снижается от чистых лиственных древостоев (42,5 см), к смешанным с преобладанием лиственных (41 см) и смешанным древостоям (31 см).

Содержание гумуса в горизонте A<sub>1</sub> почвах под чистыми лиственными древостоями колеблется от 3,38 до 3,80%. Среднее значение содержания гумуса в горизонте A<sub>1</sub> - 3,59 %. Под смешанными насаждениями с преобладанием



лиственных содержание гумуса в гумусовом горизонте 3,12 - 3,69 %, среднее значение - 3,41%. Под смешанными древостоями содержание гумуса в горизонте  $A_1$  - 2,23%.

Таким образом, выявлена определенная закономерность изменения мощности гумусовых горизонтов и содержание гумуса под древостоями различного состава, которая состоит в снижении мощности гумусовых горизонтов и содержание гумуса в почвах под чистыми лиственными к смешанным древостоям.

Величина рН водной вытяжки в дерново-подзолистых почвах от 4,50 до 5,09, солевой вытяжки от 3,35 до 3,91. Не выявлено различий по характеру изменений величин рН как по профилю исследованных почв, так и в почвах под различными древостоями.

### **Выводы:**

1. Исследования хода роста древостоев на территории VIII квартала показали, что на ПП-З смешанные хвойно-лиственные древостои превратились в смешанные с преобладанием лиственных; на ПП-Н из простых смешанных с преобладанием лиственных, через чистые дубовые древостои, в настоящее время представлены простыми смешанными древостоями с преобладанием дуба; на ПП-П из смешанных хвойно-лиственных древостоев представлен простыми смешанными насаждениями; на ПП-О древостои изменялись от чистых дубовых, через двухъярусное сложное насаждение в чистый дубовый древостой. Характер изменения состава древостоев свидетельствует о тенденции изменения их от хвойных к лиственным древостоям.

2. Почвы постоянных пробных площадей представлены болотно-подзолистой дерново-подзолистой грунтово-оглеенной глубокоподзолистой легкосуглинистой на моренном среднем суглинке. Различия между почвами под древостоями имеющих разный состав не выявлено, за исключением почвы ПП – 3, где почва отличалась на уровне вида и представлена профильно-оглееной разностью.

3. Анализ мощностей основных генетических горизонтов дерново-подзолистых почв показал, что мощность гумусового горизонта снижается от чистых лиственных древостоев (42,5 см), к смешанным с преобладанием лиственных (41 см) и смешанным древостоям (31 см).

4. Содержание гумуса в горизонте  $A_1$  почвах под чистыми лиственными древостоями колеблется от 3,38 до 3,80%. Среднее значение содержания гумуса в горизонте  $A_1$  - 3,59 %. Под смешанными насаждениями с преобладанием лиственных содержание гумуса в гумусовом горизонте 3,12 - 3,69 %, среднее значение - 3,41%. Под смешанными древостоями содержание гумуса в горизонте  $A_1$  - 2,23%.

5. Величина рН водной вытяжки в дерново-подзолистых почвах от 4,50 до 5,09, солевой вытяжки от 3,35 до 3,91. Не выявлено различий по характеру

изменений величин рН как по профилю исследованных почв, так и в почвах под различным древостоем.

### Список литературы

1. Агеева, Е.Г. Характеристика свойств дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава и происхождения: магистр: 35.04.03: защищена ..2019 — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2019. — 95 с. — Коллекция: Выпускные квалификационные работы.
2. Наумов В.Д., Бардачева О.Г. Экологическая оценка состояния древостоя на территории Лесной опытной дачи РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2008. – Вып. 2
3. Пономарева, Полина Георгиевна. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ НАСАЖДЕНИЙ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ 8 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА / П. Г. Пономарева, Н. Л. Каменных. — с.32-35. — Электрон. текстовые дан. // Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием VIII Вильямсовские чтения, посвященной 160-летию выдающегося ученого, одного из основоположников агрономического почвоведения В.Р. Вильямса (1863-1939). – 2023. – сб. — Коллекция: Конференции РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева.
4. Наумов В. Д., Поветкина Н. Л., Лебедев А. В., Гемонов А. В. Оценка гумусового состояния дерново-подзолистых почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева // Известия ТСХА. 2019. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gumusovogo-sostoyaniya-derново-podzolistyh-pochv-lesnoy-opytnoy-dachi-rgau-msha-imeni-k-a-timiryazeva> (дата обращения: 22.10.2024).
5. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 345 с.

### ЦЕННЫЕ ПОЧВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ ПАМЯТНИКА АРХЕОЛОГИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ ГОРЫ «ГОРОДИЩЕ»

*Тякин Александр Маратович, студент 4 курса Пермского государственного аграрно-технологического университета им. академика Д.Н. Прянишникова, [alexandertyakin@mail.ru](mailto:alexandertyakin@mail.ru)*

*(Самофалова Ираида Алексеевна, доктор биологических наук, доцент, профессор Пермского государственного аграрно-технологического университета им. академика Д.Н. Прянишникова, [samuofalovairaida@mail.ru](mailto:samuofalovairaida@mail.ru))*

*Впервые для памятника археологии горы «Городище» дано морфолого-генетическое описание почв. Территория уникальна произрастающей степной и лесостепной растительностью, которая не характерна для таежно-лесной*

*зоны. Почвенный покров представлен дерново-карбонатными типичными и выщелоченными маломощными почвами на элювии известняков и гипсов, светло-серой лесной на элюво-делювии карбонатных пород.*

*Ключевые слова:* почвы, гора «Городище», морфологические признаки почв, кремнистые известняки, памятник археологии и гидрогеологии.

В России создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является традиционной и эффективной формой природоохранной деятельности. Экологическая доктрина России рассматривает развитие системы ООПТ как одно из ключевых направлений государственной политики в области экологии [1]. В условиях антропогенной трансформации природной среды необходимо постоянно прилагать усилия по сохранению ландшафтного и биологического разнообразия.

В России более 13000 ООПТ различных категорий. На территории Пермского края расположено 389 ООПТ – памятников природы, охраняемых ландшафтов, природных резерватов, историко-природных комплексов и т.п. Общая площадь ООПТ в Пермском крае составляет 1541,3 га или 9,62 % от общей площади края [2].

Кроме того, на территории Пермского края существуют курортные зоны, в пределах которых не проводились исследования почвенного покрова. Так, в Пермском крае в Суксунском городском округе рядом с территорией курорта «Ключи» расположена гора «Городище» (268 м н.у.м.), которая имеет статус памятника археологии Пермского края регионального значения.

Цель исследования: изучить почвы горы «Городище» на территории курорта «Ключи». Расположение курорта связано с его принадлежностью к островной Кунгурско-Красноуфимской лесостепи. Массив горы «Городище» (или второе название Ильинской) является саргинским рифом, являющийся результатом высыхания древнего Пермского моря (280-260 млн. лет назад). Гора расположена в Среднем Предуралье у правого берега р. Иргины. Полосы саргинских рифов тянутся от бассейна р. Печоры через Верхнечусовские городки до восточной окраины Уфимского плато. Саргинские рифы не выходят за пределы саргинской свиты артинского яруса приуральского отдела пермской системы и везде залегают на известняках иргинской свиты [3]. Окрестности Городищенского рифа закрыты чехлом аллювиальных отложений, а непосредственно к массиву горы прилегают известняки.

Особенностью местности является то, что в долине р. Иргины на одинаковых гипсометрических уровнях горизонтально залегают литологически различные породы. На западе рифовый массив соприкасается с кремнистыми известняками, а на востоке с доломитизированными, которые проникают под массив. Ниже кремнистых известняков обнаружены коралловые, гидроактиноидные и органогенно-детритовые известняки. Мощность рифового массива горы Городище достигает 250 м н.у.м. Сам массив горы сложен

органогенными и органогенно-обломочными вторичными доломитами, основной каркас которых образуют мшанки [3].

У подножия горы выбиваются ключевские минеральные источники. С южной и западной сторон гору омывает р. Иргина, в которую впадает до 100 ключей, многие из которых являются минерализованными и различного состава: железистые, соляные, сернистые (преобладающие). Источники выходят на дневную поверхность и расположены в основном на правом берегу рукава р. Иргины [3]. Вода сернистых источников относится к группе маломинерализованных вод сульфато-кальциевой гидрохимической фации с повышенным содержанием натрия и хлора. Таким образом, гора Городище является также и гидрогеологическим памятником Пермского края.

Территория уникальна произрастающей степной и лесостепной растительностью, которая не характерна для таежно-лесной зоны.

Проведено рекогносцировочное обследование территории, и её геоботаническое описание. Установлено, что растительный покров по видовому составу различается в зависимости от экспозиции склонов [4]. В связи с этим, определены постоянные площадки (ПП) на склонах юго-западной, юго-восточной и северо-западной экспозиции (рис.), в пределах которых заложены почвенные разрезы и проведена диагностика почв и определено классификационное положение по [5].



Рисунок – Местоположение постоянных площадок на горе «Городище» (1,2,3,4,5 – номера ПП)

В средней части склона юго-западной экспозиции на крутизне 35° расположена постоянная площадка 1. В верхней и нижней части склона юго-восточной экспозиции были определены 2 постоянные площадки (ПП2 и ПП3 соответственно). Склон северо-западной экспозиции представлен также двумя постоянными площадками: в верхней (ПП4) и средней (ПП5) части склона.

Видовой состав на склонах юго-западной и юго-восточной экспозиций представлен растениями лугового и степного биомов (ПП 1, 2, 3), что обусловило

проявление дернового процесса почвообразования на теплых склонах горы и, соответственно формированию дерново-карбонатных типичных маломощных почв на элювии известняков и гипсов (порода с глубины 34-40 см). В профиле почв в большом количестве имеется щебень разного размера.

На холодном склоне северо-западной экспозиции (ПП 4, 5) отмечается смена растительного покрова с лугового и опушечного биомов (травянистые растительные группировки) в верхней части склона на лесной биом в нижней части склона. Таким образом, по изменению растительности, мы наблюдаем смену гидротермических условий в пределах склона, что в свою очередь создает различные условия для почвообразования и проявления не только дернового, но и в некоторой степени, подзолистого процессов. Соответственно, под травянистой растительностью на холодных склонах сформировалась дерново-карбонатная выщелоченная тяжелосуглинистая почва, а под ельником (ниже по высоте местности) – светло-серая лесная почва на элюво-делювии карбонатных пород. Следует отметить, что в этих более увлажненных условиях почвообразования формируются более развитые профили почв.

Степень развития профилей почв указывает на разновозрастность генетических горизонтов и самих ландшафтов. Выстраивается почвенный хроноряд с учетом высоты местности сверху вниз: дерново-карбонатные типичные маломощные на элювии гипса и известняков (238 м н.у.м.) → дерново-карбонатная выщелоченная на элювии известняков (230 м н.у.м.) → светло-серая лесная на элюво-делювии карбонатных пород (221 м н.у.м.).

Наиболее развитым профилем характеризуется светло-серая лесная почва на постоянной площадке ПП5. Данная площадка представляет ельник, максимальный возраст ели около 80-100 лет. Характеристика пробной площади – крутизна 16°, координаты: 57.017761; 57.427340, высота 221 м н.у.м. Участок включает примерно равные по размеру участки: во-первых, ельник-зеленомошник с зелёными мхами, ельник травяной с выраженным травяным ярусом и ельник мёртвопокровный; единично встречаются кустарники: крушина ломкая, ирга овальнolistная, можжевельник обыкновенный, жимолость лесная. Ниже приводим описание профиля светло-серой лесной почвы на элюво-делювии карбонатных пород.

A<sub>0</sub> (0-3 см) – лесная подстилка.

A<sub>1</sub> (3-9 см) – свежий, светло-серый, среднесуглинистый, комновато-зернистый, рыхлый, много корней, переход ясный.

A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> (9-18 см) – свежий, белесовато-светло-серый, среднесуглинистый, порошистый, рыхлый, единично щебень, много корней, переход ясный.

A<sub>2</sub>B (18-29 см) – свежий, белесовато-светло-серый с бурыми пятнами, среднесуглинистый, порошисто-мелкоореховатый, мелкопористый, уплотненный, мало корней, переход постепенный.

V<sub>1</sub> (29-49 см) – свежий, буроватый, тяжелосуглинистый, ореховатый, мелкопористый, плотный, мало корней, затеки гумуса, переход постепенный по плотности.

V<sub>2</sub> (49-68 см) – влажноватый, бурый, глинистый, ореховатый, мелкопористый, плотный, единичные древесные корни, переход заметный.

BC (68-95 см) – влажный, оранжевато-бурый, тяжелосуглинистый, крупноореховатый, мелкопористый, плотный, переход постепенный.

C (95-110 см) – влажный, оранжевато-бурый, среднесуглинистый, крупноореховатый, включения известняка, мелкопористый, плотный, бурно вскипает соляной кислотой.

Морфологически в профиле отчетливо представлена элювиальная часть (A<sub>1</sub>, A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, A<sub>2</sub>B) мощностью 26 см (от 3 до 29 см). Иллювиальная часть представлена горизонтами V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, BC и составляет мощность 66 см. Для почвы характерна дифференциация по гранулометрическому составу от среднесуглинистой разновидности в элювиальной части до тяжелосуглинистой и глинистой разновидности в иллювиальной части, с последующим облегчением до среднесуглинистой разновидности в материнской породе.

Определена кислотность почвы по профилю. Кислотность почвы в водной вытяжке изменяется от слабокислой в элювиальной части с последующим снижением до близкой к нейтральной в иллювиальной части профиля и слабощелочной в породе (8 ед.). Кислотность в солевой вытяжке изменяется по профилю более дифференцировано: в гумусовом горизонте – близкая к нейтральной; в элювиальной части профиля – 4,14-4,30 ед.; в иллювиальной части – 4,40-4,80-5,75 ед.; в породе – 7,64 ед. Рассчитана разница между формами кислотности ΔрН, которая демонстрирует и подтверждает хорошо выраженную элювиальную часть в профиле, где и проявляется в большей степени процесс оподзоливания (ΔрН=1,15-1,33 ед.). В иллювиальной части профиля этот показатель варьирует в пределах 0,26-0,87 ед. Таким образом, в профиле сочетаются процессы как лесостепного, так и таежного почвообразования.

Впервые для памятника археологии горы «Городище» дано морфолого-генетическое описание почв. Территория уникальна произрастающей степной и лесостепной растительностью, которая не характерна для таежно-лесной зоны. По изменению растительности, мы наблюдаем смену гидротермических условий в пределах склона, создает различные условия проявления дернового и подзолистого процессов, выщелачивания.

Степень развития профиля почв указывает на разновозрастность ландшафтов, различную интенсивность и скорость процессов выветривания и почвообразования, что позволяет выделить почвенный хроноряд с учетом высоты местности. Результаты исследований обосновывают статус особо охраняемой природной территории, и позволяют отнести её к охране не только как ботаническую составляющую, а как уникальный биогеоценоз, где почвы являются объектом охраны.

## Список литературы

1. Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А., Матинян Н.Н., Сухачева Е.Ю. Красная книга Почв Ленинградской области. Отв. ред. Б. Ф. Апарин: / СПб.: Аэроплан, 2007. 320 с.
2. Атлас особо охраняемых территорий Пермского края / под ред. С.А. Бузмакова. Пермь: Астер, 2017. 512 с.
3. Геологические памятники Пермского края: Энциклопедия / под общ. Редакцией И.И. Чайковского. Горный институт УРО РАН. Пермь, 2009. С. 480-483.
4. Самофалова И.А., Лобанова Е.С., Жакова С.Н., Новоселова Л.В., Путилова А.Э. Почвенно-растительный покров горы «Городище» курорта «Ключи» Суксунского городского округа Пермского края // Материалы Международной научной конференции II Никитинские чтения «Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах» [посвящ. Первому проф. почвовед. на Урале, зав. каф. почвоведения (1924-1932) В. В. Никитину, а также 100-летию первой кафедры почвоведения на Урале, 140-летию науки почвоведения], 14-17 ноября 2023 г. Пермь: Издательство «ОТ и ДО», 2023. С. 102-106.
5. Классификация и диагностика почв СССР. М. Колос, 1977. 223 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МЕРЗЛЫХ БУГРИСТЫХ БОЛОТ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО» (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

*Фахретдинов Артур Венерович, м.н.с. сектора Геоэкологии Института проблем освоения Севера, ТюмНЦ СО РАН, arthurfahretdinov@gmail.com*

*(Научный руководитель – Московченко Дмитрий Валерьевич, д.г.н., заведующий сектором Геоэкологии Института проблем освоения Севера, ТюмНЦ СО РАН, moskovchenko1965@gmail.com)*

*Аннотация: проведено исследование морфологии олиготрофных мерзлотных почв и определена глубина сезонноталого слоя на территории Природного парка «Нумто» (Западная Сибирь). Профиль почв плоскобугристых торфяников отличается близким к поверхности залеганием мерзлоты и различиями в условиях торфонакопления. Развитие почв крупнобугристых типов во многом зависит от интенсивности проявления криогенных процессов.*

*Ключевые слова: торфяные почвы, потепление климата, многолетнемерзлые породы, бугры пучения, термокарст*

Усиление влияния климатических изменений на природные комплексы, фиксируемое на севере Западной Сибири, приводит к трансформации почвенно-растительного покрова. Особенно заметно данные изменения проявляются в



южной криолитозоне, где мерзлота оказывает значительное воздействие на свойства и режим почв [4]. Учитывая слабую устойчивость мерзлых торфяных болот, обусловленную потеплением климата и активизацией криогенных процессов, возникает необходимость изучения особенностей формирования их почвенного покрова. Примером специфичного почвообразования в условиях близкого к поверхности залегания многолетнемерзлых пород и переувлажненности являются олиготрофные торфяные почвы природного парка «Нумто», расположенного в северной тайге Западной Сибири (рисунок).

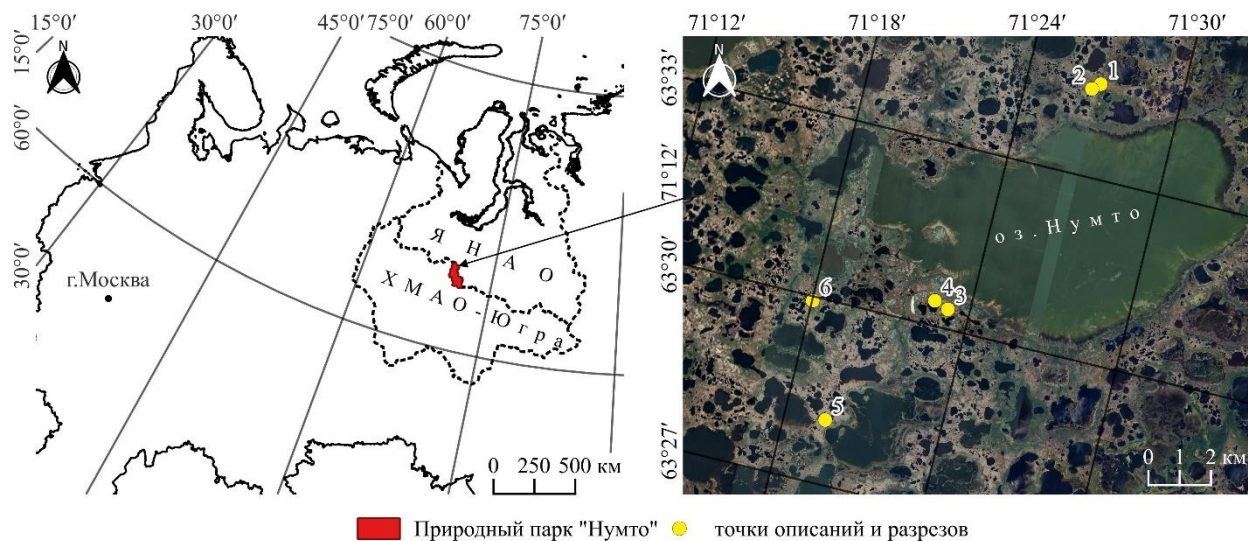


Рисунок – расположение территории исследования

Под торфяниками на территории Парка наиболее широко распространен подтип деструктивных почв [1]. Отличительной чертой этих почв является изолированность торфяного слоя от постоянной влаги, его постепенное разрушение. Отмечено интенсивное проявление процессов термокарста [5].

В ходе полевых исследований, проведенных в августе–сентябре 2024 года в юго-восточной части Парка, изучено морфологическое строение олиготрофных торфяных мерзлотных почв крупно- и плоскобугристых торфяников на основе 6 разрезов (рисунок), определена глубина сезонноталого слоя, произведено описание растительного покрова, отмечены признаки деградации мерзлоты по различным формам проявления термокарста.

Наибольшее распространение среди бугристых торфяников имеют плоскобугристые. Растительный покров представлен подростом *Pinus sibirica* и *Pinus sylvestris*, кустарничками *Ledum palustre*, *Betula nana*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Rubus chamaemorus*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum* и *Chamaedaphne calyculata*, мхами из рода *Sphagnum*, реже зелеными мхами (*Dicranum*, *Polytrichum*), лишайниками из рода *Cladonia*. Почвенный покров отличается комплексностью и зависит от проявления криогенных процессов, среди которых были определены небольшие термокарстовые просадки и трещины. Глубина



сезонного протаивания на вершинах бугров, высота которых достигает 1–1,5 м, обычно не более 60 см, а на склонах может превышать 1 м. Органофиль состоит из подстильно-торфяного горизонта (О), ниже расположены слои олиготрофного торфяного (ТО), подстилаемые мерзлым торфяным, рассматриваемым как порода (ТТ). Как правило, степень разложения торфа растет с глубиной, однако часто наблюдается чередование слоев разной степени разложения торфа, что указывает на смену температурного режима и увлажнения в голоценовый период [3]. Описание почвенного разреза представлено ниже.

Разрез №5. N63° 28' 03.49", E71° 19' 35.42".

Плоскобугристый озерно-болотный комплекс, микрорельеф бугорковатый. Торфяная олиготрофная деструктивная почва.

О 0–2 см	торфяная подстилка из мха, ягеля, опада кустарничков
ТО <sub>1md</sub> 2–9 см	темно-коричневый среднеразложившийся рыхлый влажный торф, переплетён корнями кустарничков, переход ясный по цвету
ТО <sub>2</sub> 9–22 см	коричневый слаборазложившийся сырой торф, переход резкий по цвету, ровный
ТО <sub>3</sub> 22–24 см	темно-коричневый среднеразложившийся влажный торф, переход резкий по цвету, ровный
ТО <sub>3</sub> 24–29 см	бурый слаборазложившийся влажный торф, переход резкий по цвету, ровный
ТО <sub>4</sub> 29–33 см	неоднородный темно-коричневый с бурыми пятнами сырой уплотненный торф, переход заметный по цвету
ТО <sub>4L</sub> 33–60 см	бурый слаборазложившийся сырой уплотненный торф. На глубине 60 см мерзлый.

При описании разрезов почв плоскобугристых торфяников были выделены подтипы деструктивных (при деградации поверхностного слоя торфа) и остаточно-эутрофных почв (если регрессивные процессы не отмечены, а в нижней части профиля залегает мезотрофный и эутрофный торф). Как правило, деструктивные почвы залегают в центральных частях обширных торфяных массивов под ерничково-кустарничково-лишайниковыми сообществами. Остаточно-эутрофный подтип распространен под низкими буграми и невысокими грядами.

Крупнобугристые торфяники занимают ограниченные пространства. Превышение бугров над поверхностью относительно окружающих болотных систем на 2-3 м определяет меньшую степень увлажнения за счет прекращения грунтового питания [4]. Поэтому крупнобугристые торфяники очень часто покрыты трещинами и деградируют. Растительность та же, что и на плоскобугристых торфяниках, но с большим доминированием *Ledum palustre* и наличием невысоких экземпляров *Betula pubescens*, являющихся индикатором

активной деградации мерзлоты [5]. У подножий крупных торфяных бугров изредка встречаются «черные мочажины», почвы под которыми было предложено выделить в особый подтип влажных регрессивных почв [2]. Термокарст на буграх пучения отличается более выраженным проявлением и разнообразием форм: пятна денудации, воронки и просадки, трещины-разрывы на склонах. Выпуклая форма способствует неравномерной степени прогревания поверхности на различных уровнях (склоны, вершина), что определяет заметную разницу в глубине сезонного протаивания (от 50 до 150 см). Профиль почв, как правило, близок по строению к профилю плоскобугристых торфяников: ниже нескольких слоёв горизонта Т<sub>0</sub>, различающихся цветом и степенью разложения, залегает ТТ, скованный мерзлотой на глубине свыше 1 м. Однако отмечен профиль, где при небольшой общей мощности торфяной залежи (менее 1 м) после Т<sub>0</sub> следует криотурбированный минеральный (ВС<sub>кр</sub>) и торфяной (ТТ<sub>кр</sub>) горизонты с признаками криотурбации, переходящими в мерзлую материнскую породу. Описание почвенного разреза представлено ниже.

Разрез №1. N: 63° 34' 33.06", E: 071° 26' 52.17".

Крупнобугристый торфяник, склон Ю экспозиции, в 100 м от ручья, вблизи расположена крупная болотная сплавина. Микрорельеф бугорковатый. Торфяная олиготрофная перегнойно-торфяная криотурбированная почва.

Т <sub>0</sub> <sub>1</sub> 0–15 см	однородный бурый среднеразложившийся свежий торф из кустарничков и мхов, рыхлый, переход заметный по цвету, слегка волнистый
Т <sub>0</sub> <sub>2h</sub> 15–55 см	однородный почти черный хорошо разложившийся влажный торф, пронизан корнями, переход резкий по цвету, прямой
ВС <sub>кр</sub> 55–69 см	белесый рыхлый песок, переход резкий по цвету, ровный
ТТ <sub>кр</sub> 69–91 см	темный хорошо разложившийся влажный уплотненный торф, с древесными остатками, в нижней части с примесью песка, переход резкий по цвету и составу
С <sub>1</sub> 91–106 см	светло-бежевый бесструктурный песок с охристыми пятнами, скован мерзлотой на глубине 106 см.

Таким образом, большинство олиготрофных мерзлотных почв характеризуются увеличением вниз по профилю степени разложения, при этом в плоскобугристых торфяниках переход происходит от слабой к средней или отмечается чередование слоёв; в крупнобугристых – от средней к сильной. В почвах бугров пучения в результате термокарста отмечается заметное протаивание мерзлоты и присутствие признаков криотурбации. Крупнобугристые торфяники часто деградируют. При дальнейшем развитии криогенных процессов будет происходить разрушение почвы и вовлечению ее в болотную стадию развития.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФ 23-27-00366 «Современная динамика мерзлых торфяников на южной границе распространения в Западной Сибири»*

### **Список литературы:**

1. Аветов Н.А., Кузнецов О.Л., Шишконокова Е.А. Опыт использования классификации и диагностики почв России в систематике торфяных почв биогеоценозов олиготрофных болот северотаежной подзоны Западной Сибири // Вестник Моск. Ун-та. Сер.17: Почвоведение. 2019. № 4. С. 37–47.
2. Аветов Н.А., Шишконокова Е.А. Некоторые аспекты систематики и диагностики торфяных почв бореальных болот // Почвоведение. 2019. № 8. С. 901–909.
3. Валеева Э.И., Московченко Д.В., Арефьев С.П. Природный комплекс парка «Нумто». Новосибирск, 2008. 280 с.
4. Особенности развития почв гидроморфных экосистем северной тайги Западной Сибири в условиях криогенеза / Г.В. Матышак, Л.Г. Богатырев, О.Ю. Гончарова, А.А. Бобрик // Почвоведение. 2017. № 10. С. 1155–1164.
5. Растительная индикация термокарстовых образований бугристых болот в южной части парка Нумто (Западная Сибирь) / Е.А. Шишконокова, Н.А. Аветов, Т.Ю. Толпышева, А.А. Тарлинская // Социально-экологические технологии. 2019. № 1. С. 27–57. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-1-27-5

### **INNOVATIVE FORMULATION OF PLANT GROWTH REGULATOR AND SPRING WHEAT VARIETIES EFFECT: ON WEEDS, AND QUALITY PRODUCTIVITY**

*Shimendi Gde Okbagabir, 3<sup>rd</sup> year PhD student, Department of Agrobiotechnology: Agrarian Institute Technological, Peoples' Friendship University (RUDN), Moscow, Russia, named after Patrice Lumumba, [shimendigde20@gmail.com](mailto:shimendigde20@gmail.com),*

*Berhane Teklesenbet Negassi, 3<sup>rd</sup> year PhD student, Russian State Agrarian University- Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [berhaneteklesenbet2@gmail.com](mailto:berhaneteklesenbet2@gmail.com)*

*(Scientific supervisor - Pakina Elena N, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Department of Agrobiotechnology, Agrarian Institute Technological, Peoples' Friendship University (RUDN), Moscow, Russia, named after Patrice Lumumba, [pakina-en@rudn.ru](mailto:pakina-en@rudn.ru))*

*Abstract: The effect of varieties and growth regulators (GR) is crucial for optimizing wheat production. Eight treatment combinations, namely two wheat varieties, and four different dosages of GR: were laid out in three replications. The interaction effect of VIGR0 exhibited statistically significant maximum weed densities*

*and the highest weed biomass. Conversely, the lowest weed densities, and the highest grain yield, biological yield, and 1000 grain weight, were recorded in V2GR1 interaction and GR1 and V1 main treatments.*

*Keywords:* Growth Regulator; Integrate; Varieties; Weeds; Wheat; and Yield.

## **Introduction**

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the truly extensively cultivated cereal crop. Yield reached from 732.1 to 760.9 million tons, including a total area of 213.9 to 219.0 million hectares. The four foremost wheat-producing countries globally in the 2020–2021 season were China (134.3 million tonnes), India (107.6 million tonnes), Russia (85.9 million tonnes), and the USA (49.7 million tonnes). Weeds are plants that proliferate in unsuitable locations, compete with cultivated crops, or obstruct human activity in various manners, subsequent in yield losses of 45–95%, contingent upon environmental conditions and agronomic techniques [2].

Plant secondary metabolites (PSM) may be reduced or increased because of GR treatment's ability to modify plant metabolism. Growth regulators function by requiring the activation of physiological and biochemical processes, hence increasing the absorption concentration of nutrients and mineral compounds found in soil clusters. Certain characteristics, such as taller plants, larger flag leaves, larger leaf sizes and leaf area indices, high specific leaf area during vegetative growth, and allelopathic abilities, distinguish one variety from another and make it more competitive with weeds [1]. The current study aimed to diminish weed proliferation and enhance crop growth and production using select spring wheat varieties and growth stimulant within a sustainable agricultural framework.

## **Research Methodologies**

**Overview of the research area:** The experiment was carried out at the Research Institute of Agrochemistry in Barybino, Moscow, in 2023 and 2024, at a latitude of 55° 15' 53.6248" N, longitude of 37° 52' 13.1712" E, and an elevation of 137 meters above sea level. Two spring wheat varieties, Kanyuk (V1) and Radmira (V2), along with the growth regulator Centrino, which includes non-treatment (GR0), Centrino-1 (GR1), Centrino-2 (GR2), and Centrino-3 (GR3), contain the active ingredient chlormequat chloride at a concentration of 750 g/l and are formulated as a water-soluble concentrate, functioning through contact action. GR was applied once, during the tube phase, at rates of 0.0, 1.0, 1.25, and 1.5 l ha<sup>-1</sup>, with a working fluid flow rate of 300 l ha<sup>-1</sup>.

**Designs of the experimental layout:** The land was cultivated with a disc harrow and a disc plow. A randomized complete block design (RCBD) was utilized in the field, with three replications implemented in the experiment. Each replication had eight treatments arranged in a plot size of 5 m × 2 m, with a spacing of 12–15 cm between rows, 2–5 cm between plants within rows, 0.5 m between plots, and 1 m between blocks.

**Statistical analysis:** Collected parametric data were analyzed using IBM SPSS Statistics v23x64 software. Mean separation tests utilized Fisher's protected Least

Significant Difference (LSD) to distinguish differences among treatment means at a  $p < 5\%$  level significance.

### **Results and Discussions**

#### ***The effects of Varieties and Growth regulator on weed density, and weed biomass, and***

**Weed flora:** The experimental field of spring wheat crops contains a diverse array of weed species. The predominant weed species identified in the experimental area included field bindweed (*Convolvulus arvensis*), wild mustard (*Sinapis arvensis*) foliage, catch weed (*Galium aparine*) foliage, Canada thistle (*Cirsium arvense*) plant(s), pineapple-weed (*Matricaria discoidea*) flower(s), and Buckhorn plantain (*Plantago lanceolata*) were found to have abundant foliage. In this experimental trial field, buckhorn plantain grows the lowest weed (2-3) number per meter ( $\text{no m}^{-2}$ ) relative to the other weed species, whereas bindweed, wild mustard, and pineapple weed demonstrated considerably the largest populations with 6, 10, and 13  $\text{no m}^{-2}$ , respectively were obtained in V1GR0 treatment with no application of GR. The application of growth regulators and resistant types, however, reduced and less suppressed the weed infestation, as seen by the results presented in figure, and as a result, the population at the vegetative and maturity stages dramatically dropped.

**Weed density( $\text{m}^2$ ):** An analysis of variance revealed a statistically significant difference in weed control efficiency at  $P < 0.05$ , attributed to the effects of wheat cultivars and GR, as presented in Figure. The interaction effect illustrated in Figure indicates that V1GR0 exhibited statistically significant maximum weed densities at the tillering, and vegetative, with values of 51.6, 54, and 47  $\text{no m}^{-2}$ , respectively. Conversely, the lowest weed densities were recorded in V2GR1 and V2GR3, which were statistically comparable, with numerical values of 12.67  $\text{no m}^{-2}$  and 14.33  $\text{no m}^{-2}$ , respectively, at the maturity stage when interacting with growth regulators. In line to these studies the most significant weed impact was seen in the BARI Gom 22 type (69.92%), whereas the least was noted in BARI Gom 24 (49.51%) [3].

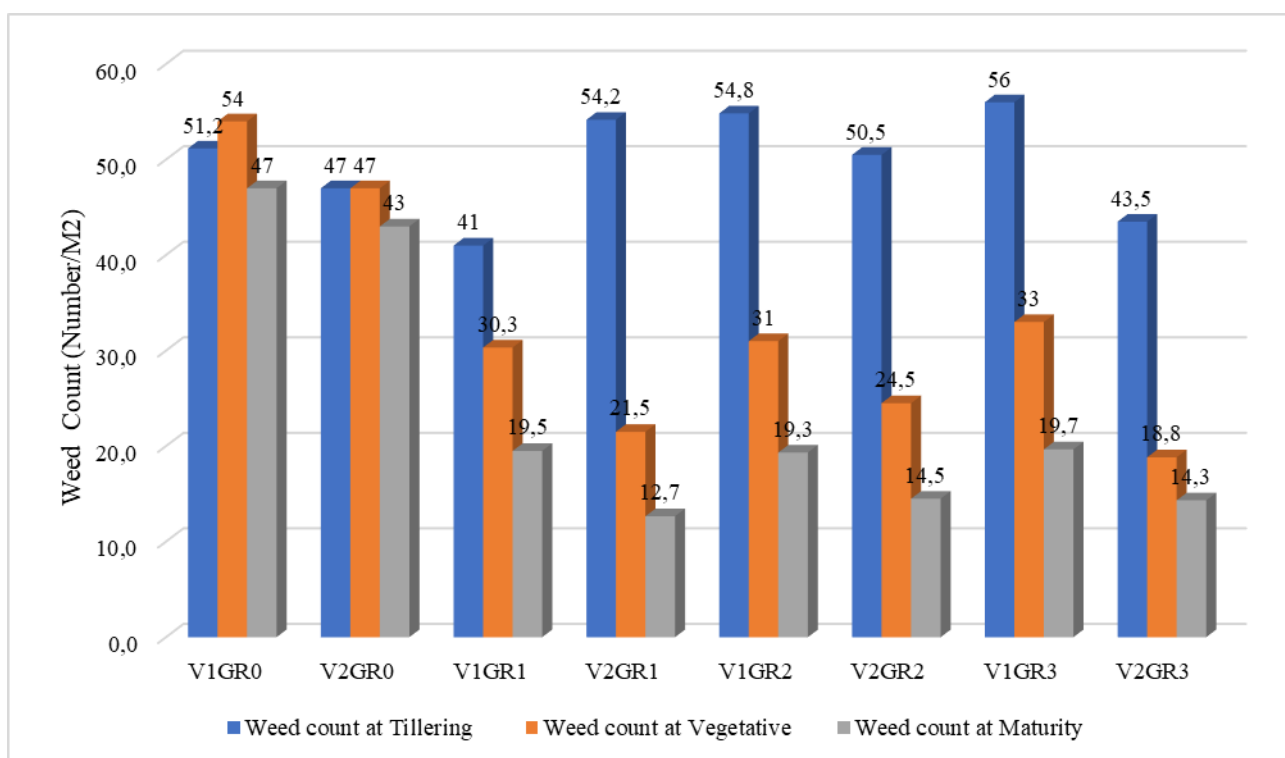


Fig: Interaction effect of GR and wheat varieties on weed parameters.

### ***Impact of Growth Regulators and Varieties on Spring Wheat Yield and Yield Components***

***1000-grain weight (g):*** The analysis of variance in Table indicated that wheat varieties, and growth regulator (GR) interactions, and GR significantly influenced thousand-grain weights at  $P < 0.05$ . According to the stated results, V2 and GR1 achieved the maximum 1000 grain weight (TGW), followed by GR2, while V1 and the non-treated (GR0) recorded the lowest TGW values of 33.37 g, 35.36 g, 35.27 g, 32.57 g, and 29.08 g, respectively.

***Grain yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ):*** Throughout all experimental periods, a significant difference was seen in the effects of wheat types, GR, and their interaction on grain yield at  $P < 0.05$ , as illustrated in Table. V2 achieved the maximum grain yield of  $4172.52 \text{ kg ha}^{-1}$ . GR1 produced the highest grain output among all growth regulators ( $4498.33 \text{ kg ha}^{-1}$ ), whereas GR0 resulted in the lowest yield ( $3275.77 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Decreased yield occurred due to weeds competing with wheat crops for nutrients, oxygen, water, sunshine, and space. The maximum grain production was achieved due to an increased number of grains per spike and a greater total and effective tiller count per hill. An environment devoid of weeds enabled the crop to absorb moisture, nutrients, and sunlight more effectively, hence enhancing yield. As per [4], the enhancement in grain yield within a 1-square meter area was noted at 26.5% and 31% for treatments T1 and T2, respectively, relative to the control group.

***Biological Yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ):*** The findings shown in Table on the effect of GR and the interaction between Varieties and GR on biological yield at  $P < 0.05$  demonstrated a

significant impact, although no notable differences in biological yield were seen across the varieties. In V1, the completely weed-free plots yielded the highest biological output of 12317.63 kg ha<sup>-1</sup> followed by V2 with 12229.43 kg ha<sup>-1</sup>. The untreated (GR0) yield of 3275.77 kg ha<sup>-1</sup> exhibited the lowest biological yields, whereas the highest yields were recorded in GR1 at 4498.33 kg ha<sup>-1</sup>. The results were attributable to the favorable performance of all growth characteristics and yield parameters throughout the specified growing seasons in Table. Based on these findings, wheat, and other small grain crops, which are crucial in mitigating crop lodging, were administered a typical dosage of plant growth regulators [5].

Table

Effect of GR and Varieties on Yield parameters of spring Wheat

Treatments	Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Biological yield (kg ha <sup>-1</sup> )	1000 grain weight(g)
<b>Varieties</b>			
V1	3706.30	12317.63	33.37
V2	4172.52	12229.43	32.57
Mean	3939.41	12273.53	32.97
LSD(0.05)	424.22	NS	NS
<b>Growth regulators</b>			
GR0	3275.77	9396.80	29.08
GR1	4498.33	14785.53	35.36
GR2	4217.53	14785.53	35.27
GR3	3766.00	11735.87	32.167
Mean	939.41	12675.93	32.97
LSD(0.05)	844.94	2184.00	5.33

The investigation's findings indicated substantial potential weed management in wheat varieties via the use of growth regulators. Research on the effects of growth regulators and spring wheat varieties indicates that, V1GR0 exhibited statistically significant maximum weed densities at the tillering, and vegetative stages. Conversely, the lowest weed densities were recorded in V2GR1 and V2GR3, which were statistically comparable, with numerical values of 12.67 no m<sup>-2</sup> and 14.33 no m<sup>-2</sup>, respectively, at the maturity stage. The result of the data showed that V1 and GR1 achieved the maximum 1000 grain weight, biological yield with mean value of 33.37 g, 12317.63 kg ha<sup>-1</sup> and 35.36 g, 14785.53 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. However, the highest Grain yield was attained on V2 and GR1 with a value of 4172.52, and 4498.33, respectively. This result demonstrated efficacy as a cost-effective and ecologically sustainable weed control strategy, ultimately, in the productivity.

### Acknowledgments

The authors acknowledge the RUDN University of Moscow's ATI faculty for funding this research project and the Agrochemistry Research Station for all their support in facilitating this research fieldwork.

## REFERENCES

1. Espindula M.C. et al. Use of growth retardants in wheat // *Planta Daninha*. 2009. Vol. 27, № 2.
2. Islam S. et al. Effect of Cultivar and Seed Rate on Weed Infestation and Crop Performance of Wheat // *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*. 2021. Vol. 8, № 1.
3. Kaur S., Kaur R., Chauhan B.S. Understanding crop-weed-fertilizer-water interactions and their implications for weed management in agricultural systems // *Crop Protection*. 2018. Vol. 103.
4. Mahmood Z.H., Nasir S.A., Ali M.H. Application of Safety-First Approach to Measure Risk Behavior of Wheat Farmers in Reclaimed Lands in Iraq for the Season 2019 (Wasit province as an Applied Model) // *Basrah Journal of Agricultural Sciences*. 2022. Vol. 35, № 1.
5. Thakur O. Recent advances of plant growth regulators in vegetable production: A review // ~ 1726 ~ *The Pharma Innovation Journal*. 2022. Vol. 11, № 3



## **МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОЭКСТРАКЦИИ КАДМИЯ РУККОЛОЙ ИЗ ПОЧВЫ**

*Бабичева Линда Вячеславовна, бакалавр I курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lindahightv@gmail.com*

*(Научные руководители – Панова Милена Денисовна, магистрантка, преподаватель детского технопарка «Альтаир» кафедры химии и технологии редких элементов имени Большакова К.А. ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», Каменных Наталья Львовна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kamennyh@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: Изучены механизм фитостабилизации и фитоэкстракции растениями, накопление кадмия и его влияние на живые организмы. Проведены эксперименты с целью выявления эффективности метода фитоэкстракции микрозеленью (рукколы) кадмия из почвы, в ходе которых были использованы методы спектрофотометрии и качественной реакции на кадмий.*

*Ключевые слова: фитоэкстракция, фитостабилизация, почва, фитомеридиация, поллютанты, кадмий, спектрофотометрия, микрозелень, севооборот.*

Актуальность и целесообразность: тяжелые металлы, накапливаясь в почвах, пагубно влияют на окружающий мир, приводя к мутациям генного профиля в организме.

Цель работы: оценить эффективность технологии фитоэкстракции микрозеленью при загрязнении почвы кадмием.

Почва – сложная экосистема, которая подвергается постоянным изменениям под действием техногенных факторов. Она способна связывать токсичные соединения и накапливать органические и неорганические вещества. Негативным фактором, оказывающим влияние на здоровье людей и животных, является загрязнение земель тяжелыми металлами.

Большинство тяжелых металлов поступает в почву при использовании удобрений, пестицидов, промышленных отходов и сточных вод, в результате извержений вулканов и лесных пожаров, а также вследствие деятельности промышленности и транспорта. Металлы сохраняются в почве в течение гораздо более длительного периода, чем в других частях биосферы [1].

Большую часть загрязнителей сельскохозяйственных земель составляют неорганические поллютанты, которые не могут быть уничтожены только почвенными процессами. Это макроэлементы растений (нитраты, фосфаты), микроэлементы (Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), несущественные для растения элементы (Cd, Co, F, Hg, Se, Pb, V, W) и радиоактивные изотопы (U238, Cs137 и Sr90) [2].

Тяжелые металлы – это условно названная группа металлов с атомным весом более 50 а.е.м. При дефицитном или нормальном их содержании в почвах и живых организмах они выступают как микроэлементы, при избытке – как ядовитые вещества. В естественных условиях почвы содержание определенного количества тяжелых металлов называется фоновым содержанием. Тяжелые металлы возникли из горных пород, на продуктах выветривания которых сформировался почвенный покров. Фоновое содержание металлов в почвах в естественных условиях зависит от почвообразующей породы. Наименьшее содержание их присуще флювиогляциальным пескам и супесям. Моренные, покровные и лессовидные суглинки содержат значительно большее количество тяжелых металлов [2].

В профиле почвы распределение ионов загрязнителей неравномерно: больше тяжелых металлов содержится в гумусовом слое, незначительное количество их наблюдается в иллювиальном и карбонатном горизонтах и совсем мало – в подзолистом. Дерновый процесс почвообразования способствует накоплению, а подзолистый процесс – вымыванию элементов и закреплению их в иллювиальном горизонте почвы [2].

Начальный орган защиты растительного организма от токсикантов – корковая система корня. Защита сводится к задержке избыточных ионов в корнях, к ограничению их поступления в важные обменные центры, репродуктивные и запасающие органы. В результате содержание тяжелых металлов в корнях может быть в десятки раз больше, чем в наземных органах [2].

Применение для очистки среды растений стало эффективным и экономически выгодным методом только после того, как были обнаружены растения – гипераккумуляторы поллютантов, способные накапливать в своих тканях значительное количество тяжелых металлов в пересчете на сухой вес – то есть в десятки раз больше, чем обычные растения [2].

Кадмий относится к веществу 1 класса опасности. ОДК данного вещества в почве - 0,5 мг/кг. Он поступает в составе отходов, образующихся при добыче и переработке цинковых, свинцово-цинковых, медно-цинковых руд; в виде примесей оксидов, сульфидов и иных галогенидов, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, попадает с суперфосфатом и входит в состав фунгицидов.

Влияние кадмия на растения и животных заключается в подавлении образования хлорофилловых пигментов у растений, а также в нарушении процессов транспирации и фиксации CO<sub>2</sub>, происходит изменение проницаемости клеточных мембран. Для животных кадмий инактивирует цинксодержащие ферменты и ухудшает усвоение цинка, меди, железа, кальция и фосфора из корма. Основную опасность представляют хроническая интоксикация, которая характеризуется анорексией, снижением массы тела и продуктивности.

Фитоэкстракция — использование естественных растений аккумуляторов, способных накапливать поллютанты в наземных органах специально выведенных сортов растений и определенных обработок почвы для переноса

элемента-загрязнителя в надземные части растения, которые затем утилизируются. Данная технология главным образом используется для очистки от неорганических поллютантов.

В системах земледелия выращивание культур организовано в большинстве случаев в форме севооборотов. Известно, что в большинстве случаев севооборот эффективнее возделывания монокультуры. Севооборотом отчасти решаются вопросы засоренности поля. Использование севооборота можно решать проблемы борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. Введение в севооборот сидератов, промежуточных культур, активных паров способствует активизации почвенной микрофлоры. С учетом климатических и почвенных условий, состава основных загрязнителей, технологий дальнейшего использования урожая, содержащего фитоекстрагированные загрязнители, можно разработать оптимальный севооборот для практически любого поля. Например, для очистки широко распространенной в Волго-Вятском регионе России светло-серой лесной почвы от соединений тяжелых металлов можно чередовать клевер, овес, кормовую свеклу, горчицу в качестве сидерата и чистый пар с внесением минеральных удобрений для активизации почвенной микрофлоры и борьбы с сорняками, вредителями и болезнями культур [2].

При принятии решения о выборе конкретного севооборота для проведения фитоекстракции необходимо, во-первых, иметь достоверную информацию о перечне и содержании поллютантов, против которых направлен процесс. Также желательно подобрать в севообороте среди культурных или местных диких растений виды, производящие большую биомассу и максимально аккумулирующие тяжелые металлы в надземной биомассе без выраженных признаков фитотоксичности, растения таким образом, чтобы процесс происходил максимально эффективно, то есть знать потенциальные возможности растений накапливать в разных частях организма имеющиеся поллютанты. В качестве фитоекстракторов успешно применяли горчицу *Brassicajuncea* и подсолнечник *Helianthusannuus* (неорганические поллютанты) [2].

Фитостабилизация подразумевает сокращение мобильности и биологической доступности металлов в почве с помощью растений посредством иммобилизации или предотвращения миграции. Связывание металлов достигается преимущественно путем абсорбции и аккумуляции корнями в ходе их роста и транспирации, адсорбции на поверхности корней, осаждения в корневой зоне благодаря связыванию органическими соединениями и физической стабилизации почв. Она нацелена не на очистку загрязненной почвы, а на инактивацию загрязняющих металлов и снижение загрязнения сопредельных сред. Фитоекстракция намного удобнее фитостабилизации, поскольку надземные органы растений можно сразу собрать и утилизировать, а корни раскапывать дольше [3].

Экспериментальная часть. Для проведения эксперимента был выбран набор для выращивания микрозелени рукколы, рассчитанный на 6 урожаев за

недельный срок выращивания. Поскольку масса соли кадмия не должна была во много раз превышать ПДК, чтобы растения не погибли, необходимо было взять 0,003 гр нитрата кадмия на 1 кг почвы (превышение ПДК в 1,5 раза). В три контейнера была посажена микрозелень с незагрязненной почвой (контрольная группа), в остальные — с почвой, где соль кадмия превысила ПДК в 1,5 раза. Растения поливались проточной водой и выращивались в течение недели. После этого микрозелень была срезана и высушена в сушильном шкафу при 250С в течение часа. Высушенные растения были измельчены и помещены в муфельную печь на 40 минут при температуре 550-600С. Микрозелень подвергалась озолению, чтобы убрать органическую часть и оставить только минеральный состав. Полнота озоления определялась визуально: зола должна была иметь белый цвет без вкрапления черных угольных частичек. Получившаяся зола была растворена в азотной кислоте. Далее проведены измерения на спектрофотометре.

Спектрофотометр — прибор, предназначенный для измерения отношений двух потоков оптического излучения, один из которых — поток, падающий на исследуемый образец, другой — поток, испытавший то или иное взаимодействие с образцом.

Для того, чтобы узнать концентрацию иона, надо узнать, на какой длине волны он поглощает свет. На длине в **305 нм** этот ион поглощает и даёт пик, что соответствует длине волны иона кадмия. (Рисунок)

График синего цвета — загрязненный образец, красного — образец сравнения. На синем графике мы видим пик, соответствующий ионам  $Cd^{2+}$ .

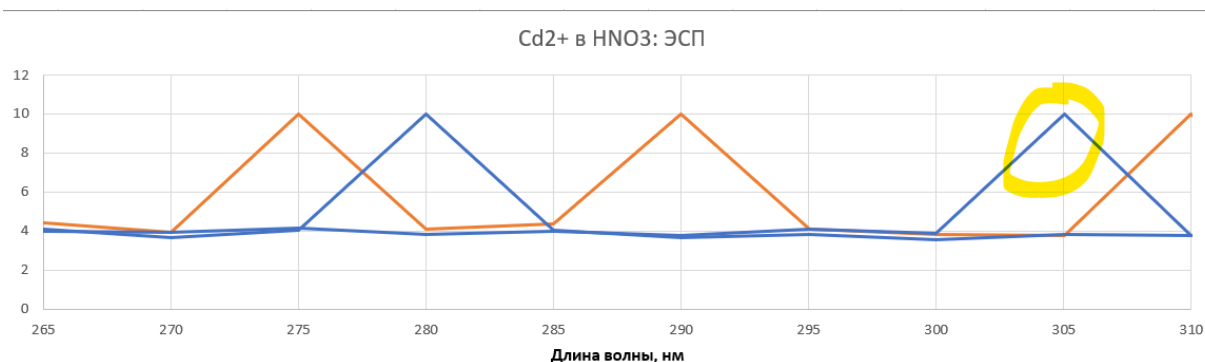


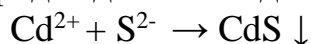
Рисунок - Данные измерения спектрофотометра.

Для того чтобы определить концентрацию кадмия в золе (а точнее уже в азотнокислом растворе), необходимо было связать кадмий в комплексное соединение с дитизоном, и это окрашенное получаемое соединение спектрофотометрировать. Дитизон не растворяется в воде, слабо растворяется в этаноле и хорошо растворится в хлороформе. Выбор пал на этанол, потому что он хорошо смешивается с водным раствором золы, а вот хлороформ с водой не смешивается. Был приготовлен раствор этанола с дитизоном 0,001 г/100 мл. Он

плохо растворялся и давал оранжевую окраску, когда должен быть насыщенно зелёным. Скорее всего, этанол был не абсолютизирован, то есть не был 96-98%, и вода, которая в нём присутствовала, мешала. Пришлось отказаться от идеи спектрофотометрировать, ведь такой реактив брать не имеет смысла.

Для сравнения был приготовлен раствор аналогичной концентрации с хлороформом. Он дал нужный зелёный цвет. Также был приготовлен стандартный раствор кадмия с известной концентрацией 0,1 г/100 мл, и к нему добавлен дитизон. Органическая фаза вбирает, экстрагирует из себя кадмий в водном растворе, меняя цвет. Затем то же самое было проведено с нашим раствором, в нём были не растворённые частички золы. На её поверхности после добавления дитизона появилась нужная розовая окраска.

В раствор был добавлен  $\text{Na}_2\text{S}$ , чтобы посмотреть, может ли осадиться сульфид кадмия. В воде появилась муть осадка жёлтого цвета.



Таким образом, в результате качественной реакции, было доказано наличие ионов  $\text{Cd}^{2+}$  в золе растений.

**Выводы:**

1. При дефицитном или нормальном содержании тяжелых металлов в почвах они выступают как микроэлементы, при избытке – как ядовитые вещества.
2. С целью увеличения эффективности фитоэкстракции целесообразно применять специальные севообороты, включающие возделывание гипераккумуляторов.
3. Фитостабилизация нацелена на инактивацию загрязняющих металлов и снижение загрязнения сопредельных сред.
4. Наличие тяжелых металлов проверяется не только методом спектрофотометрии, но и качественной реакцией.
5. Результаты полученного опыта показывают, что метод фитоэкстракции прост в использовании и подходит для очистки загрязненных почв лучше всего.

### **Список литературы:**

1. М.А.Х. Аль Аруд, Автухович Ирина Евгеньевна. Загрязнение окружающей среды свинцом и кадмием и их влияние на некоторые физиологические свойства растения кукурузы (*Zea mays L.*) и оценку процесса фитоэкстракции Pb-Cd из загрязненных почв // Известия ТСХА. 2011. №5. С.250
2. Мартьянычев Александр Владимирович. Фитоэкстракция как способ фиторемедиации почв сельскохозяйственного назначения // Вестник НГИЭИ. 2013. №4 С.23
3. Глекнер, Артур Александрович. Оценка воздействия загрязнения почв медью и цинком на растения (на примере *Sinapis alba*, *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea*, *Labularia maritima*): выпускная квалификационная работа бакалавра

## **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА АКТИВНОСТЬ В ПОЧВЕ БАКТЕРИЙ РОДА AZOTOBACTER**

*Егорова Александра Евгеньевна, студентка 1 курса бакалавриата кафедры селекции и семеноводства полевых культур РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель - Шмакова Кристина Алексеевна – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: рассмотрено влияние антропогенных факторов на активность азотфиксирующих бактерий велико. В четырех точках г.Ногинск Московской области были отобраны образцы с разной антропогенной нагрузкой. Были проведены исследования из каких образцов почвы наблюдался более интенсивный рост бактерий рода Azotobacter. В ходе исследований были выделены свободноживущие бактерии, предположительно Azotobacter chroococcum. В различных образцах почвы обнаружена разная активность микроорганизмов, что связано с антропогенной нагрузкой данных участков.*

*Ключевые слова: антропогенная нагрузка, почвы, Azotobacter*

Почва — природный объект, формирующийся в результате преобразования поверхностных слоев суши при совместном воздействии факторов почвообразования. Главное свойство почвы — плодородие, способность снабжать растения питательными веществами, водой и воздухом для их полноценного роста и развития [2].

Азот - один из важнейших макроэлементов. Без его участия невозможно развитие растений. Он отвечает за обмен веществ. При этом находится в составе всех белков, цитоплазмы, ядер клеток, аминокислот, хлорофилла, гормонов, витаминов и других соединений. Азотный цикл описывает движение элемента из воздуха в биосферу и органические соединения, а потом обратно в атмосферу. Благодаря азоту синтез белковых веществ увеличивается, растения будут создавать полноценные листья и стебли [1].

Азотфиксирующие микроорганизмы, в основном бактерии, связывают атмосферный воздух в органических соединениях и делают его доступным для растений. Таким образом, поддерживается баланс азота в природе. Важным вопросом является изучения влияния деятельности человека на содержание азотфиксирующих бактерий в почве [4].

Азотфиксация — это процесс перевода молекулярного азота (N<sub>2</sub>) из атмосферы в восстановленную растворимую форму. Растворимые соединения азота доступны для усваивания растениями, а почва, насыщенная такими соединениями, считается более плодородной. Содержание и соотношение

растворимых форм азота в почве постоянно изменяются в результате их усвоения растениями, сбором урожая, а также вследствие эрозии, вымывания и денитрификации. Описанные процессы относят соединения азота к одному из главных и дефицитных элементов питания естественных и сельскохозяйственных экосистем, а азотфиксаторы играют важную роль в круговороте азота в природе и биосфере [4].

*Azotobacter* — это род свободноживущих грамотрицательных бактерий, обитающих в почве. *Azotobacter chroococcum* был впервые выделен в чистой культуре голландским ученым М. Бейеринком в 1901 г. Представители рода *Azotobacter* чаще всего обитают в нейтральных и слабощелочных почвах, а также в пресноводных водоемах и болотах. Однако, некоторые представители *Azotobacter* были обнаружены и в экстремальных условиях: в почвах северного и южного полярного и антарктического региона [1]. *Azotobacter* нередко образуют симбиотическую связь с растениями и живут в ризосфере – узком слое почвы, прилегающем к корням растения толщиной около 2-5 мм. Представители данного рода получают энергию в ходе окислительно-восстановительных реакций, используя углеводы, спирты и соли органических кислот. Азотфиксаторы способны фиксировать по крайней мере 10 микрограмм азота на один грамм потребленной глюкозы. Бактерии *Azotobacter* способны расти и осуществлять процесс фиксации азота в диапазоне pH от 4,8 до 8,5, а оптимальным для жизнедеятельности данных организмов считается диапазон pH 7,0—7,5. Дефицит питательных элементов, засоление почв, наличие тяжелых металлов, биоциды, ограниченная влажность и сочетание всех вышеперечисленных неблагоприятных условий может приводить к исчезновению популяции азотфиксаторов и изменению микробиоценоза почвы [1].

### **1. Экспериментальная часть**

Образцы были отобраны на территории Московской области г. Ногинск: с территории МБОУ ЦО №3, полигона ТБО «Тимохово», Горьковского шоссе, железнодорожной станции «Ногинск» при помощи мерного квадрата со сторонами 10x10 см, который вырезается в поверхностном слое почвы ножом. Предварительно удалялась дернина и для исследования отбирался исключительно образец минерального гумусового горизонта.

В почвах проводилось определение гранулометрического состава полевым методом; наличие карбонатов (нанесением на почвенные образцы несколько капель 0,1М HCl с помощью пипетки Пастера), pH водной вытяжки (с помощью индикаторной бумаги), а также определение нитратов (погружением тест-полоски в почвенную водную вытяжку) [3].

В таблице представлены результаты проведенных анализов.

Свойства почв исследуемых участков Ногинского района

Образцы почвы	Механический состав	Наличие карбонатов	рН почвенной вытяжки	Содержание нитратов в почве (мг/мл)
Территория школы	Средний суглинок	Есть	8	<10
Горьковское шоссе	Тяжелый суглинок	Нет	6	<10
Железнодорожная станция «Ногинск»	Глина	Нет	8	25
Полигон «Тимохово»	Легкий суглинок	Нет	6	25

По данным таблицы 1 заметны различия по гранулометрическому составу, в основном почвы имеют суглинистый состав, один образец, отобранный у железнодорожной станции «Ногинск», имеет глинистый состав, в среднем почвы можно оценить, как тяжелые.

Почвы преимущественно бескарбонатные, однако образец с Территории школы имеет остаточные следы карбонатов. При оценке кислотности почв получены данные о том, что образцы имеют нейтральную и слабощелочную реакцию среды.

Содержание нитратов в почвах можно оценить, как хорошее санитарное состояние почв и хорошим индикатором доступного азота для растений. Самое высокое содержание обнаружено у железнодорожной станции и полигона. Такие результаты предположительно объясняются тем, что на этих почвах нитраты образуются в результате нитрификации при разложении органических веществ и поступающие в почву при антропогенном загрязнении. Однако, антропогенные факторы нарушают ритм естественной фиксации нитратов, увеличивая их количество. Различные виды транспорта-источники антропогенного загрязнения почв и техногенные источники поступления нитратов в почву. В результате сгорания топлива в атмосферу выбрасываются азот в виде оксидов NO, NO<sub>2</sub>. Второй оксид способен растворяться в воде с образованием HNO<sub>3</sub>, в результате попадает с осадками в почву и дальнейшем превращается в нитраты [4].

Исходя из исследуемых свойств почв, можно сделать вывод, что в данных образцах почвы могут расти и осуществлять фиксацию азота бактерии Azotobacter.

## 2. Посев и наблюдение за ростом колоний бактерий

Для изучения микробиологического состава почв был произведен посев почвенных комочков на среде Эшби и наблюдение за ростом колоний Azotobacter. Исследование проводилось в трех повторностях. Из увлажненной



почвы отобрано 40-50 комочков диаметром 3-4мм и размещено по трафарету на чашке Петри. Чашки были оставлены при комнатной температуре и через разные промежутки времени проводились наблюдения за ростом бактерий.

На рисунке 1 отражена динамика роста бактерий на 4, 6, 10 и 15 дни после посева. На 6 день обростание наблюдалось во всех образцах, но самое активное обростание отмечено в пробах с полигона «Тимохово» и территории школы.

Во всех образцах наблюдалось образование колоний с бурым, почти чёрным пигментом, что позволило предположить наличие *Azotobacter chroococcum* в почвах. На рисунке 2 представлен сводный график по числу колоний *Azotobacter chroococcum* по отношению ко всем обростаниям почвы. Как видно из представленных данных на 15 день эксперимента в образцах «Школа» и «Полигон» самым распространенным было обростание комочков темными колониями данного представителя азотфиксирующих бактерий.

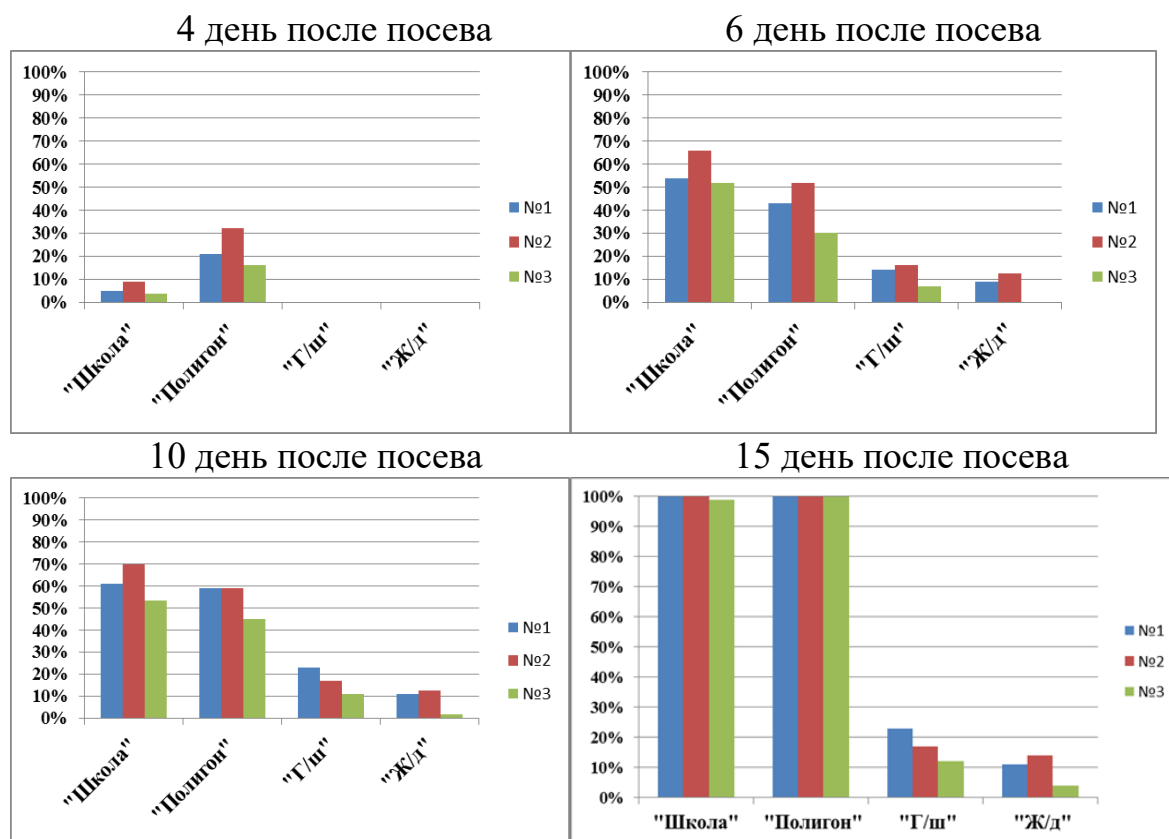


Рис. 1 – Динамика роста бактерий *Azotobacter* в разных образцах почвы

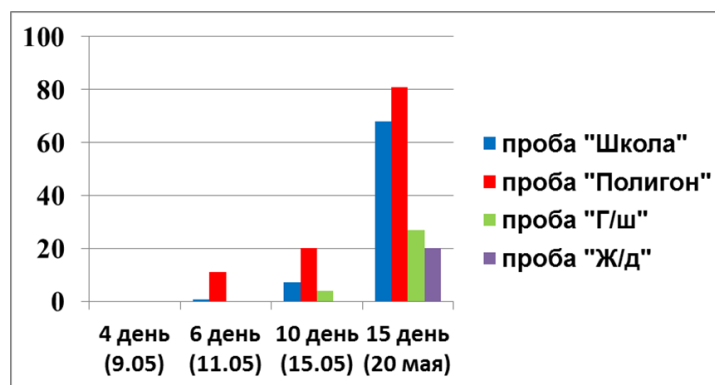


Рис. 2 - Число потемневших колоний от общего числа обрастаний (в %)

Из данных образцов были отобраны пробы и изучены микроорганизмы методом микроскопирования. Во всех пробах были заметны клетки овальной формы, расположенные скоплениями.

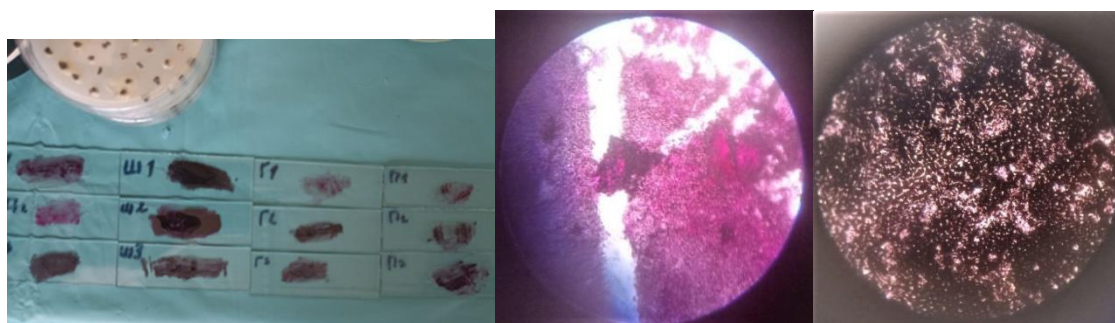


Рис. 3 – Микроскопирование образцов

### Выводы

1. Во всех образцах почвы найдены образцы бактерий рода *Azotobacter*
2. В пробах почвы, которые взяты у Горьковского шоссе и железнодорожной станции «Ногинск» был также обнаружен *Azotobacter*, но колоний было крайне мало и рост их был не интенсивным
3. Наибольшее число колоний и самый интенсивный рост колоний обнаружен в пробах почвы с территории школы и около полигона ТБО «Тимохово»
4. Обрастания были темного, почти черного цвета *Azotobacter chroococcum*
5. Накопление органического вещества в почве от полигона ТБО «Тимохово» не угнетает, а усиливает рост и активность бактерий рода *Azotobacter*.

Для растений необходимы растворенные формы азота. В ходе исследований были выделены свободноживущие бактерии, предположительно *Azotobacter chroococcum*. В различных образцах почвы обнаружена разная активность микроорганизмов, что связано с антропогенной нагрузкой данных участков.

## Список литературы

1. Жеруков, Б. Х. Биологический азот в сельском хозяйстве: проблемы, решения и перспективы развития / Б. Х. Жеруков // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 47, № 2. – С. 43-47. – EDN NCZPMR.
2. Качинский Н.А. Почва, ее свойства и жизнь. М., «Наука», 1975.
3. Наумов В.Д., Лабораторный практикум по почвоведению / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, А. М. Поляков, К. А. Шмакова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 165 с. – EDN DDAYAC.
4. Попова Л. Ф., Шевчинская Н. В. Особенности накопления нитратов в различных типах почв селитебного ландшафта Архангельска // Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/5493> (дата обращения: 15.10.2024).

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И СПОСОБЫ ЕЁ ОЧИСТКИ

*Зайко Мария Андреевна, студентка 2 курса бакалавриата Института зоотехнии и биологии, ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, marylimeowlet@gmail.com*

*(Научный руководитель – Каменных Наталья Львовна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФБГОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, katennych@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: авторы статьи рассмотрели влияние нефти и нефтепродуктов на почвы, растения и микроорганизмы. Были рассмотрены механические, физико-химические и биологические методы очистки почвы от нефти и нефтепродуктов.*

*Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, загрязнение, почвы, очистка, методы*

В настоящее время, когда увеличиваются объёмы добычи и переработки нефти, существенно возрастает риск попадания нефтепродуктов в почвы, что может приносить большой вред экологии.

При попадании нефти и нефтепродуктов в почвы наблюдаются существенные биологические, морфологические, физические изменения её свойств. Эти признаки разнятся в зависимости от типа загрязняющего продукта. Их можно разделить на лёгкие (петролейный эфир, керосиновая, безниновая, лигроиновая и дизельные фракции нефти) и тяжёлые (некоторые виды сырой нефти, мазут, гудрон) [4].

Лёгкие нефтепродукты более подвижны, чем тяжелые, а потому способны распространиться на большие территории, а также более легко проникать в

грунтовые воды и атмосферу. Вместе с этим, 20-40% легких нефтепродуктов способны вывестись из почв естественным путём.

Тяжелые нефтепродукты мигрируют гораздо тяжелее, нанося более существенный вред. При таком загрязнении она меняет цвет, приобретая более тёмный окрас: от чёрного в верхних слоях до буро-охристых в нижних [4]. В результате проникновения нефтепродуктов происходит изменение физических свойств почвы. Содержащиеся в них парафины, обладая низкой температурой застывания, выступают цементирующими веществами, изменяя плотность почвы и препятствуя влаго- и газообмену в ней. Так же вытеснению воздуха способствуют смолы и асфальтены. В результате почва теряет способность впитывать и удерживать воду [4].

Оба вида нефтепродуктов оказывают сильное токсичное действие на почвы. Наиболее серьёзные изменения происходят в гумусовом слое. Высокое содержание углеводов повышает концентрацию углерода, что приводит к смещению углеродно-азотного баланса. Увеличивается способность органических веществ к минерализации, а общий азотный режим нарушается, отчего страдают корни растений.

В некоторых видах почв может наблюдаться изменение кислотности, которое зависит от конкретного вида почвы и загрязняющего продукта. Изменение pH может составить 1-2 единицы [3].

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами стимулирует деятельность нефтеокисляющих микроорганизмов, но вместе с этим угнетается деятельность аэробной микропоры.

В совокупности эти факторы наносят огромный ущерб растениям загрязнённых почв. Нарушаются фотосинтетические процессы, происходит всасывание лёгких нефтепродуктов корнями растений. В районах полупустынь и пустынь отмечается аномалии, такие как существенное увеличение длины растения, появление наростов и утолщений.

Для предотвращения серьёзного вреда почвам и её обитателям проводятся мероприятия по очистке от нефти и нефтепродуктов. Методика будет зависеть от многих факторов: степень загрязнения, тип загрязняющего продукта, физико-химический состав почвы, территориальное расположение и т.д.

Методы очищения почв можно разделить на 3 категории: механические, физико-химические и биологические [1].

Механические методы представляют собой перемещение загрязнённых масс из места загрязнения для дальнейшей утилизации. При этом степень очищения загрязнённых территорий может достигать 80% [1]. К таким методам относится откачка крупных разливов в резервуары и удаление загрязнённого гумусового слоя с последующей застилкой почвы сорбентом. Сорбентом может выступать шерсть, хорошо поглощающая легкие нефтепродукты, опилки, не меняющие свои поглотительные свойства в широком спектре температур. Исследование эффективности сорбентов, проведенных Цомбуевой Б.В,

Горяшкиевой З.В. и Щербаковой Л.Ф из Калмыцкого государственного университета им. Б.Б. Городовикова и Самарского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина, показали, что наиболее эффективным сорбентом является многокомпонентная смесь из шерсти, опилок и торфа (эффективность вырастает на 70%) [3].

К физико-химическим методам можно отнести сжигание, промывку с применением ПАВ, ультразвуковое очищение.

Сжигание – самый небезопасный способ очистки. Его суть заключается в механическом сжигании загрязняющих веществ. При таком методе велика вероятность повторного загрязнения почвы продуктами разложения нефтепродуктов. Так же продукты окисления попадают в атмосферу. Происходит выгорание органической составляющей почвы, что создаст больше трудностей при её рекультивации.

Промывка включает в себя помещение загрязнённой почвы в специальные установки, куда добавляются растворы ПАВ. Раствор связывается с частицами углеводородов, образуя эмульсию, которая удаляется после отстаивания раствора. В зависимости от состава очищаемого раствора может использоваться как для удаления свежерозлитых нефтепродуктов, так и для сбора давних загрязнений [2].

Ультразвук позволяет разделить связи между нефтью и почвой, что способствует их окислению и разрушению. Очищение метода составляет около 99%, однако требует более длительной подготовки.

Активно обсуждаются на данный момент биологические методы очистки, так как они наносят наименьший ущерб почве. Они разделяются на фито и биоремедиацию.

Фиторемедиация – это способ очищения почвы путём высаживания на загрязнённый участок растений, жизнедеятельность которых способна разрушать углеводороды. Наиболее частыми растениями выступают виды из семейств Мятликовые, Бобовые, Зонтичные и Ивовые. Помимо связывания частиц нефтепродуктов, они так же способны пополнять почву азотом и стабилизировать грунт. Важным фактом является возможность безопасной переработки таких растений [5].

Биоремедиация предполагает внесение в загрязнённую почву культуру микроорганизмов, способных утилизировать нефть и нефтепродукты (биодополнение), или стимуляцию активности микробных культур самой почвы (биостимуляция) [2]. Удаляемость нефтепродуктов при таких методах составляет 90-98%. На данный момент известны 6 родов микроорганизмов, способных к нефтеокислению: *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*. На их основе изготавливаются препараты, представляющие собой лиофилизированные культуры или пасту, из которых приготавливаются рабочие растворы для обработки нефтяного загрязнения. Как результат, токсичные для почв соединения преобразуются в безопасные, вроде воды или углекислого газа.

Очистка почв от нефтепродуктов – трудоёмкий процесс, требующий учитывания множества факторов. Поэтому важно изучать и находить новые, а также улучшать старые методы. Важно своевременно проводить очистку, чтобы не допустить масштабных загрязнений.

### Список литературы

1. Поколение будущего: взгляд молодых учёных – 2017: сб. науч. ст. / Юго-Зап. гос. ун-т; под ред. А.А. Горохова: Университетская книга, 2017. С. 328-330
2. Скворцов А.П. Способы очистки почвы после аварийных разливов нефти и нефтепродуктов // Политехнический молодёжный журнал. 2020. №2. С. 6-7
3. Цомбуева Б.В., Горяшкиева З.В., Щербакова Л.Ф. Метод очистки почвы от нефтяного загрязнения с помощью природных сорбентов // Вестник ВолГУ. 2017. №2. С. 20-23
4. Шамраев А.В., Шорина Т.С. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. №6(100). С. 642-644
5. Юнусова Д.М., Елизарьева Е.Н. Очистка почвы от нефтяных загрязнений с помощью растений // Форум молодых ученых. 2016. №6 С. 1110-1112

## ПОЧВЫ ПОЛЕЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЛЬГОВСКОГО САХАРНОГО ЗАВОДА

*Котюн Дарья Николаевна, студентка 2 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МХСХА имени К.А. Тимирязева, [dasha.kotyun.ru@gmail.com](mailto:dasha.kotyun.ru@gmail.com)*

*(Научный руководитель - Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МХСХА имени К.А. Тимирязева, [efimowoe@gmail.com](mailto:efimowoe@gmail.com))*

*Аннотация: Представлены почвы, формирующиеся на очистных сооружениях одного из сахарных заводов, лесостепной зоны Курской области. Выделены основные типы почв для действующих и заброшенных полей фильтрации, приведены некоторые количественные показатели характерные для них (рН, ЕС, СаСО<sub>3</sub> Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, К<sub>2</sub>О, СN), а также сравнение с фоновой черноземной почвой. По сочетанию свойств и признаков почвы очистных сооружений сахарной индустрии не имеют прямых природных аналогов в Центральном Черноземье и являются ярким примером почв, развивающихся в экстремальных условиях “избытка ресурса”.*

*Ключевые слова: поля фильтрации, сахарная промышленность, почвообразование под воздействием сахарной индустрии, избыток ресурса.*

Сахарная промышленность по распространению масштабов производства, считается одной из наиболее крупных ветвей мировой промышленности [1]. Основные посевы сахарной свеклы на 2022 г. были сосредоточены в Центральном (55,4%) и Южном (25,8%) федеральных округах. Всего на территории России в 2022-2023 году функционировало 68 заводов по переработке сахарной свеклы [4]. Помимо этого, сахарная промышленность также является очень ресурсоемкой, а на отходы от производства приходится более трети всех отходов пищевой промышленности. Производство сахара потребляет значительные количества воды (на единицу продукции приходится 350% сточных вод), соответственно, объемы сброса сточных вод сахарных заводов чрезвычайно велики. Их очистка требует сложных технологических приемов, одним из которых, несмотря на современные методы, остаются особые гидротехнические сооружения – поля фильтрации [2].

Очистные сооружения при сахарных заводах занимают от 70 до 250 га. Они формируют особый локальный ландшафт, имеющий специфическую ячеистую структуру рельефа и функционирующий под воздействием водного режима, связанного с технологией производства сахара, состава сточных вод и природно-климатических условий местности [5].

Ранее поля фильтрации сахарных заводов рассматривались прежде всего с природоохранных позиций, не затрагивая почвообразование на осадках сточных вод [3]. В связи с этим очевидна необходимость изучения всего комплекса факторов и процессов формирования и трансформации почв в условиях воздействия сахарной индустрии.

Цель работы: рассмотреть свойства и особенности почв полей фильтрации Льговского сахарного завода.

Объекты исследования: почвы полей фильтрации Льговского сахарного завода. При обследовании в 2023 году заложено 7 почвенных разрезов на четырех картах, включающих в себя точки как на насыпном валу, так и непосредственно на днище самой карты. Фоновой почвой для территории исследования был выбран целинный чернозем типичный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке (Классификация..., 1977) или миграционно-мицелярный зоотурбированный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке (Классификация 2004) Курской биосферной станции (КБС), где был заложен 8 разрез.

Методы исследования: определение  $pH_{H_2O}$  и удельной электрической проводимости, содержание (%) органических углерода и азота, содержание подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по методу Мачигина, содержание карбонатов по Козловскому, определение гранулометрического состава (вариант Н.А.Качинского с подготовкой почвы к анализу пирофосфатным методом по С. И. Долгову и А.И. Личмановой).

На валах, сложенных механической смесью материала фоновых природных черноземных почв и лёссовидного суглинка, извлеченного из карт при их строительстве (1950-е гг.), широко распространен инвазивный чрезвычайно агрессивный вид – клен ясенелистный (*Acer negundo*). Под его мертвопокровными зарослями обнаружены почвы по формуле профиля АU–С, они отнесены к темногумусовым, соответствующим отделу органо-аккумулятивных (таб.) [5]. При этом два из трех профилей (1.1 и 3.1 разрезы соответственно) являются абрадированными, за счет наличия, в верхнем почвенном горизонте АU, бурых пятен от почвообразующей породы. Разрез 2.1 можно отнести к темногумусовой типичной почве, верхний почвенный горизонт обладает черной окраской и в нем отсутствуют фрагменты почвообразующей породы.

На не затопляемых с 2021 года обросших днищах действующих карт ПФ Львовского сахарного завода описаны два почвенных профиля, различающихся периодичностью циклов затопления:

1) *перегнойно-гумусовая техногенная арти-стратифицированная квазиглеевая почва на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном* (таб.), относится к регулярно затопляемым

2) *перегнойно-гумусовая арти-стратифицированная квазиглееватая на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном* (таб.) По наличию сформированного опада и очеса в верхней части почвенного профиля, карта относится к периодически затопляемым.

На днище карты, не затопляемой с 2000-х гг., сформирована *темногумусовая арти-стратифицированная на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном* (таб.).

На очищенной от осадков сточных вод, заброшенной с 1980-х гг. карте, под кленом американским описан профиль *темногумусовой зоотурбированной почвы на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном* (таб.).

Для фоновой почвы характерно подщелачивание вниз по профилю, рН водной вытяжки варьирует от слабокислой (6,3 ед.рН) в верхних почвенных горизонтах АU<sub>1</sub> и АU<sub>2</sub> до среднещелочной (8,7 ед.рН) реакции среды в горизонте ВСА. Удельная электрическая проводимость колеблется от низкой в верхнем горизонте АU<sub>1</sub> (0,13 мСм/см), до очень низкой (0,05-0,09 мСм/см) по всему профилю. Содержание СаСО<sub>3</sub> характерно для данного типа почв, до 60 см оно не поднимается выше 0,2%, далее в горизонте ВСА<sub>1</sub> с 84 см увеличивается до 7,9% и достигает пика в ВСА<sub>2</sub> (14,9%). Содержание органического вещества в верхних гумусовых горизонтах до 84 см колеблется от 6,6 до 2,0% при соотношении С:N 12,0-10,0. Содержание соединений подвижного фосфора от 63,4 до 3,3 мг/кг вниз по профилю. Содержание обменного калия колеблется в пределах 301-170 мг/кг вниз по профилю, что в целом характерно для почв данной природной зоны.

Согласно полученным данным, почвы межсекционных валов характеризуются: щелочной реакцией почвенного раствора (8,0-8,7 рН), хорошей



обеспеченностью элементами минерального питания. В верхних почвенных горизонтах содержание  $P_2O_5$  несколько выше, чем в фоновой почве (53-160 мг\кг), а  $K_2O$  значительно выше (859-1038 мг\кг). Изменение содержания карбонатов (значения  $CaCO_3$ ) по профилю зависит от их исходного содержания в перемещенном материале, поэтому их содержание в почвах межсекционных валов варьирует от разреза к разрезу (0,8-3,0 или 8,0-10%). Все исследуемые горизонты обладают среднесуглинистым гранулометрическим составом (от 34,0 до 44,4% физической глины).

Таблица

Краткие сведения о почвенных разрезах

№ разреза	Шифр	Год осушения	Режим работы карты	Формула профиля	Наименование почвы по КиДПР (2004,2008)
1	1 днище	2021	Регулярно затопляемая	ТСНq rr АН ТСН Qur [BCA]zoo	Перегнойно-гумусовая техногенная артистратифицированная квазиглеевая почва на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном
2	7 днище	2021	Периодически затопляемая	О АНrr ТСН <sub>1</sub> ТСН <sub>2</sub> [BCA1qlc ] BCA2qlc	Перегнойно-гумусовая артистратифицированная квазиглееватая на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном
3	3 днище	2000-е	Заброшена, нечищена	О AU <sub>1</sub> rr AU <sub>2</sub> ТСН→А Нq [BCA <sub>1</sub> ] BCAzoo	Темногумусовая артистратифицированная на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном
4	9 днище	1980-е	Выведена из эксплуатации	О AU <sub>1</sub> AU <sub>1</sub> B AUB dc BC <sub>1</sub> zoo BC <sub>2</sub> q,zoo [BCAdc,q]	Тёмногумусовая зоотурбированная на погребенном абраземе аккумулятивно-карбонатном
1.1	2 вал	-	-	AUpd- C1d-C2d	Темногумусовая абрадирующая на органолитострате
2.1	8 вал	-	-	AUpd- AUC- C1d-C2d	Темногумусовая на органолитострате
3.1	4 вал	-	-	AU <sub>1</sub> -AU <sub>2</sub> - AU <sub>3</sub> C	Темногумусовая абрадирующая на органолитострате

Перегноино-гумусовые почвы разрезов 1-2: щелочные (8,0-8,5 рН) по всему профилю, обогащены питательными элементами, высокие и очень высокие уровни обеспеченности  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (245-340 мг/кг и 842-2000 мг/кг соответственно), органическим веществом (3-8%), легкорастворимыми солями (ЕС – 1,05-0,52 мСм/см), с высоким содержанием карбонатов в верхних горизонтах (28-39%) и постепенным их уменьшением вниз по профилю (9,9-13,7%). Далее после прекращения циклов затопления, по прошествии более 20 лет, формируется профиль темногумусовой аркти-стратифицированной почвы (разрез 3), которая практически теряет признаки горизонта ТСН, также имеет щелочную реакцию среды (рН 8,2-8,8), очень высокую обеспеченность элементами питания (63-162 мг/кг  $P_2O_5$  и 775-1270 мг/кг  $K_2O$ ), меньшее содержание карбонатов (5,6-27%) и легкорастворимых солей (ЕС – 0,22-0,13 мСм/см). На карте, выведенной из эксплуатации в 1980-х гг. (разрез 4) сформирована темногумусовая зоотурбированная почва, которая по результатам исследования имеет наиболее приближенные свойства к фоновой черноземной почве. Это средняя обеспеченность элементами питания (53-8,2 мг/кг  $P_2O_5$  и 659-197 мг/кг  $K_2O$ ), низкое содержание карбонатов в верхних почвенных горизонтах (1,2-0,3%), отсутствие признаков засоления (ЕС - 0,14-0,07 мСм/см).

Таким образом, субстраты полей фильтрации представляют собой разнородные по составу и минералогии породы. Они служат для формирующихся на них почв материнскими и специфическими, во многом являются новыми объектами для изучения процессов почвообразования с маркированным нуль-моментом. Это является крайне важным аспектом в оценке скорости и направлении формирования почв и почвенного покрова на территориях очистных сооружений сахарной промышленности Центрального Черноземья. Почвообразующие породы днищ карт ПФ являются ярким примером экстремальных субстратов для черноземных ландшафтов и почв из-за высокого содержания в них органического вещества, карбонатов, фосфатов и биофильных элементов (т.н. «избыток ресурса») [5].

### Список литературы

1. Егорова, Я. А. Динамика развития российской сахарной промышленности (1914-1923 гг.) / Я. А. Егорова // Лучшие студенческие исследования: сборник статей VII Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 10 апреля 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 46-50. – EDN VDYMRO.
2. Замотаев И.В., Грачева Р.Г., Конопляникова Ю.В., Долгих А.В., Карелин Д.В., Белоновская Е.А., Добрянский А.С., Михеев П.В. Почвообразование на отходах сахарной промышленности в Центральном Черноземье // Почвоведение, издательство ФГБУ "издательство "Наука" (Москва), № 11, с. 1450-1471 DOI

3. Замотаев И.В. Почвоподобные техногенные образования: свойства, процессы, функционирование: автореферат дис. ... доктора географических наук: 25.00.36, 25.00.23 / Замотаев Игорь Викторович; [Место защиты: Ин-т географии РАН]. - Москва, 2009. - 50 с.

4. Салтык И.П., Гранкин В.Ф., Болохонцева Ю.И., Глебова И.А. Внедрение ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий и организация вторичной переработки отходов – надёжная основа дальнейшего развития свеклосахарного производства // Биотехнологические приёмы производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Курск: КГСА, 2021. Т. 2. С. 209–221.

5. Почвообразование, биота и эмиссия парниковых газов в техногенных ландшафтах: поля фильтрации сахарной промышленности в Центральном Черноземье / Коллективная монография. – М.: ГЕОС, 2024. 185 с. + 16 с. вкл.

### **НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ**

*Крохина Алина Владимировна, студент 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [alina.krokhina1605@gmail.com](mailto:alina.krokhina1605@gmail.com)*

*Сенчихина Ольга Дмитриевна, студент 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [Senchihinaolga@yandex.ru](mailto:Senchihinaolga@yandex.ru)*

*(Научный руководитель – Бородина Кира Сергеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [k.bor@rgau-msha.ru](mailto:k.bor@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: статья посвящена исследованию негативных последствий использования противогололедных реагентов (ПГР) на физико-химические свойства почв. Применение ПГР стало распространённой практикой для обеспечения безопасности на дорогах. Однако описанные исследования демонстрируют, что употребление ПГР содействует засолению почв и вызывает серьезные экологические проблемы.*

*Ключевые слова: противогололедные реагенты, засоленность, структура и свойства почвы, рН, почва, электропроводность.*

В центральной России, характеризующейся длительным зимним периодом и частым замерзанием дорог, препятствующим движению людей, одним из методов борьбы со льдом на данный момент является использование противогололедных реагентов (ПГР). Противогололедные реагенты содержат в себе соли хлороводородной кислоты, а потому зачастую становятся одной из причин засоления почв. Засоление почв реагентами — одна из актуальных экологических проблем, связанных с антропогенной деятельностью. Ежегодный

объем ПГР, используемый для обработки дорог в зимний период в среднем составляет 206913,0 тонн жидких реагентов; 194894,0 тонн твердых противогололедных реагентов; 62117,0 тонн, комбинированных противогололедных реагентов [2]. Данные реактивы попадают в почву, влияя на ее состав и среду.

Целью работы является обзор негативных последствий, оказываемых составом ПРГ на почвы в городских условиях.

Дождевые черви — почвенные животные, подверженные опасной ситуации, создаваемой при внедрении ПГР в почву. В статье Зубковой В. М., Белозубовой Н. Ю. и Дрябжинского О.Е. [3] изучено и представлено содержание элементов, входящих в состав ПГР в снеговой воде и в дождевых червях.

Исследователи оценивали результаты анализов на четырех пробных площадках, одна из которых находится вблизи особо охраняемой природной территории России, а три остальных — прилегали к дороге. На основе проведенных исследований, они составили выводы о содержании элементов, входящих в состав ПГР в снеговой воде с каждой из площадок.

Исходя из значений, полученных исследователями, можно сделать вывод о повышенном содержании элементов, входящих в состав ПГР, в снеговой воде. Особенно заметно повышение уровня хлоридов, являющихся основным компонентом противогололедных реагентов. На особо охраняемой территории, где дороги не обрабатываются реагентами, показатель хлорида значительно ниже.

Наблюдения за червями также показали, что вблизи дорог, обрабатываемых реагентами, показатели тяжелых металлов в животных повышены.

Это позволяет нам сделать вывод о том, что ПГР сильно влияют на состав почвы, насыщая ее хлоридами и другими солями. Повышение концентрации солей ведет к засоленности почв, негативно сказывается на живых организмах почвенной экосистемы. По сравнению с территорией, прилегающей к ООПТ, на территории, обработанной ПГР, численность червей снижается в 1,2 раза, что несет отрицательный характер с точки зрения насыщения почвы кислородом и снижения ее кислотности.

Противогололедные реагенты, используемые для обеспечения безопасности на дорогах зимой, оказывают негативное влияние на почвы агроценозов, особенно вблизи автомагистралей. Изменение физико-химических свойств почвы, ее структуры угнетает жизнедеятельность почвенного биоценоза. В статье Л. А. Бабкиной и А. В. Бабенкова изучается влияние противогололедных средств на физико-химические показатели почв [1]. Для выявления результатов были использованы образцы почв, собранные осенью до появления гололедицы и внедрения противогололедных реагентов, и весной после таяния снега. Пробы собирались на глубину 20 см со следующих точек: на обочине дороги (проба 1), на расстоянии 2 м (проба 2) и 5 м от дороги (проба 3).

Таблица

Влияние противогололедных реагентов на электропроводность и показатели актуальной кислотности почвенных вытяжек.

Проба	Осень	Весна	$t_{st} = 2,45$
Значение актуальной кислотности			
Проба 1 (обочина автодороги)	8,03 ±0,07	8,53±0,15	3.14*
Проба 2 (2 м от дороги)	8,00	8,27±0,07	4.00*
Проба 3 (5 м от дороги)	8,13±0,07	8,23 ±0,03	1,34
Электропроводность, мСм/см			
Проба 1 (обочина автодороги)	0.305±0.026	0,483±0,067	2,46*
Проба 2 (2 м от дороги)	0,371 ±0,027	0,321±0,009	1,74
Проба 3 (5 м от дороги)	0,311 ±0,018	0,243±0,025	2.15

Примечание: \*— различия достоверны.

На основе проведенного анализа, по данным [таблицы](#), оказалось, что на обочине и на расстоянии 2 м от дороги наблюдается щелочная реакция почвенных вытяжек, почвы оказались богаты ионами натрия, кальция и хлора, повышение водородного показателя равно 0,53±0,85 и 0,27±0,7 соответственно. В пробе почвы, взятой на расстоянии 5 м от автодороги, не выявлено влияния противогололедных материалов на pH почвы. Сравнение кислотности почвенных вытяжек осенью и весной также не выявило значительных различий.

Электропроводность почвенных вытяжек отражает содержание легкорастворимых солей, включая ионы натрия, кальция, магния и хлорид-ионов, которые поступают в почву из противогололедных реагентов. В весенний период на обочине дороги наблюдается повышение электропроводности, что связано с дополнительным внесением электролитов. Однако на расстоянии 2 и 5 м от автодороги влияние противогололедных препаратов на электропроводность не обнаружено. Согласно критериям оценки экологического состояния почв, разработанным МГУ им. М.В. Ломоносова, НИиПИ Экологии города и института лесоведения РАН, образцы безопасны для растительности ввиду электропроводности ниже 2 мСм/см, но могут негативно влиять на рост растений из-за подщелачивания.

Применение противогололедных смесей приводит к изменению химического состава почв и подпочвенных грунтов обочин дорог, их структуры и свойств. В статье Воронина Л.П., Кеслер К.Э., Матвеева И.С., Водянова М.А., Азовцева Н.А., Смагин А.В. сравниваются основные показатели поверхностных горизонтов почв, расположенные вблизи основных трасс г. Москвы (опытные

образцы) и на территориях, которые не обрабатываются ПГР (контрольные образцы) [4].

Увеличение рН с 5,7 в контрольных образцах до значений 7.5-9.1 в опытных образцах говорит о щелочной реакции, что может привести к снижению подвижности тяжелых металлов и других элементов. Значительное повышение электропроводности (1826-5350 мкСм/см) также свидетельствует о высоком содержании растворимых солей, что может влиять на здоровье растений и микробиологическую активность почвы. Наблюдаемое увеличение содержания натрия и хлора в почве указывает на необходимость контроля за их концентрацией, так как это может привести к солонцеватости и другим проблемам с качеством почвы.

Таким образом, как прямое, так и косвенное воздействие противогололедных реагентов ослабляет защитные функции почвы, что приводит к повышению риска размывания, ветровой эрозии, образования пыли и других процессов, нарушающих её стабильность.

Влияние противогололедных реагентов на почву велико. В состав ПГР входят элементы, которые ведут к ее засолению. Засоление почв нарушает естественную почвенную экосистему, влияет на рост и развитие растений, численность и здоровье почвенных животных. ПГР повышают рН почвы, приводят к подщелачиванию почвенной среды. Как показывают исследования, снижают численность почвенных животных, регулирующих ее кислотность.

Показатели экологической ситуации требуют отказа от применения хлоридов, входящих в состав ПГР, для обработки дорог в зимний период. Однако следует признать, что интенсивное пользование дорогами современной России и климатические особенности региона не позволяют отказаться от использования ПГР, однако проблема требует поиска альтернативных, наиболее экологических решений.

### **Список литературы**

1. Бабкина, Л. А. Оценка влияния противогололедных реагентов на физико-химические показатели почв / Л. А. Бабкина, А. В. Бабенков // Биоразнообразии и антропогенная трансформация природных экосистем : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.И. Золотухина и 85-летию Балашовского института, Саратов, 17–18 мая 2018 года / Под редакцией А.А. Овчаренко. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2018. – С. 24-26. – EDN YNFXAL.
2. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2013 году / Правительство Москвы, Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы; [под общ. ред. А.О. Кульбачевского]. М.: «ЛАРК ЛТД», 2014. 222 с.
3. Зубкова, В. М. Реакция дождевых червей на загрязнение среды противогололедными реагентами / В. М. Зубкова, Н. Ю. Белозубова, О. Е.

Дрябжинский // Экологический мониторинг и биоразнообразие : Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, Ишим, 25–26 декабря 2018 года / Отв. ред. А.Ю. Левых. – Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиала) ТюмГУ, 2018. – С. 25-28. – EDN YYWUDZ.

4. Изменение химических характеристик почв Москвы с применением противогололедных реагентов / Л. П. Воронина, К. Э. Кеслер, И. С. Матвеева [и др.] // Почвы - стратегический ресурс России : Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв, Сыктывкар, 22 апреля – 08 2021 года / Отв. редакторы С.А. Шоба, И.Ю. Савин. Том Часть 3. – Москва-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2021. – С. 597-599. – EDN EOKXFP.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСОРЦИУМА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИММОБИЛИЗОВАННОГО ИНОКУЛЯТА *CHLORELLA VULGARIS*, В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ**

*Сенько Ольга Витальевна, с.н.с., к.х.н., МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва senkoov@gmail.com*

*Гаранкина Варвара Алексеевна, студентка 5 курса, МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва varvaragarankina@mail.ru*

*Аннотация. В статье представлены результаты по получению культуральной жидкости с клетками микроводорослей *Chlorella vulgaris* с использованием иммобилизованного инокулята. Полученная культуральная жидкость в сочетании с щелочным гидролизатом куриного помета и клетками *Rhodococcus erythropolis* была успешно апробирована в процессе очистки почв от углеводородов нефти.*

*Ключевые слова:* микроводоросли, *Chlorella vulgaris*, *Rhodococcus erythropolis*, биоремедиация почв, нефть, охрана окружающей среды, иммобилизованный инокулят.

Очистка загрязненных нефтепродуктами различных объектов, в том числе почв, является актуальной задачей, напрямую связанной с охраной окружающей среды [1]. Наиболее эффективным решением для очистки нефтезагрязненных объектов является биоремедиация, осуществляемая под действием различных микроорганизмов: бактерий, мицелиальных грибов, микроводорослей, наиболее эффективно в составе консорциумов [2-3]. В результате функционирования клеток в составе консорциумов синтезируется не один, а целый комплекс ферментов, способных подвергать биотрансформации широкий спектр субстратов. Клетками выделяются вещества, способствующие активизации процессов биоремедиации почв [4].

Установлено, что введение в загрязненный нефтью почвогрунт комбинации содержащего гумино-подобные и питательные вещества щелочного гидролизата куриного помета с клетками *R. erythropolis* and *C. vulgaris* по скорости и эффективности биodeградации нефти превосходит известные аналоги и обеспечивает эффективность разложения нефти до 82% за 7 суток при исходном загрязнении почву 50г нефти/кг [2]. При этом перед введением в почву клетки выращивались в стандартных условиях с использованием суспензионной культуры в качестве инокулята.

**Целью** данной работы является изучение возможности получения культуральной жидкости с клетками микроводорослей *Chlorella vulgaris* с использованием предварительно иммобилизованного в криогель поливинилового спирта инокулята и ее последующего применения в сочетании с щелочным гидролизатом куриного помета и клетками *Rhodococcus erythropolis* для очистки почвы от нефти.

При проведении экспериментальных исследований использовались все реагенты, микробные культуры, оборудование и методики, как были описаны в ранее опубликованной работе [2] за исключением методики получения культуральной жидкости с микроводорослями *Chlorella vulgaris*. Для получения иммобилизованного инокулята клетки *C. vulgaris* исходно культивировались в среде Тамия до конца экспоненциальной фазы роста, накопленная биомасса клеток осаждалась центрифугированием (4000 об/мин, 15 мин), осадок влажной биомассы смешивался со стерильным раствором поливинилового спирта (ПВС), приготовленном на среде Тамия (г/л:  $\text{KNO}_3$  – 5,00,  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 2,50,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,20,  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,03, 1 мл раствора А (мг/л) -  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 2,80,  $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$  – 1,80,  $\text{ZnSO}_4$  – 0,2), и 1 мл раствора В (мл/л) -  $\text{MoO}_3$  – 17,6,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  – 22,9, pH 7,0)) так, чтобы содержание в смеси сухой биомассы составило 5%. Для формирования гранул криогеля ПВС с иммобилизованными клетками приготовленная смесь с помощью пипетки наносилась на охлажденную поверхность в виде мелких капель и помещалась в морозильную камеру при  $-70^\circ\text{C}$ , через 48 ч было произведено размораживание полученных гранул, которые далее использовались не менее 3-х раз в качестве инокулята для наращивания клеток микроводорослей в среде Тамия при pH 7,0,  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  при освещении (режим 16/8) люминесцентными лампами Osram Fluora 77 (30 Вт). Между циклами гранулы извлекались из среды и помещались в свежую, а полученная культуральная жидкость с клетками *C. vulgaris* использовалась в процессе очистки почв от нефти [5].

В лабораторных условиях 11 образцов почв, отобранных с разных локаций РФ (Таблица) были искусственно загрязнены тремя видами нефти (Нефть1 – с Суторминского нефтегазового месторождения, Нефть2 - Сураханская легкая сырая нефть, Нефть3 - Балаханская нефть) в концентрации 50 г нефти/кг сухой почвы.



После этого к образцам почвы массой 1 кг в дополнение к нефти добавлялось по 150 мл раствора, содержащего 30 мл среды ВН (г/л:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —1,00,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ —1,00,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ —1,00,  $\text{MgSO}_4$ —0,20,  $\text{FeCl}_3$ —0,05,  $\text{CaCl}_2$ —0,02, pH 7,0), 20 мл гидролизата куриного помета, и по 50 мл культуральных жидкостей ( $10^8$  CFU/мл) с клетками *C. vulgaris* и *R. erythropolis*. Через 7 суток проводилась оценка эффективности деструкции углеводородов нефти во всех образцах. Результаты представлены в Таблице.

Из полученных результатов следует, что внесение в почвы клеток *C. vulgaris* и *R. erythropolis* в сочетании с гидролизатами куриного помета является эффективным с точки зрения очистки почвы от нефти. Независимо от типа почвы и качественных характеристик нефти эффективность деградации углеводородов за неделю составляет не менее 60% и может достигать 78% при исходном загрязнении 50 г нефти/кг почвы.

Наблюдаемый эффект от введения гидролизатов куриного помета, по всей видимости, объясняется следующим образом: содержащиеся в его составе гуминоподобные вещества образуют более мелкие, более устойчивые агрегаты (комплексы, капли) с нефтью, тем самым диспергируют ее. Эти небольшие агрегаты обладают большей доступностью для бактерий за счет снижения энергетического барьера.

Таким образом, на примере 11 образцов почв и 3-х видов нефти в лабораторных условиях показана возможность эффективного использования комбинации гидролизата куриного помета и клеток *R. erythropolis* и *C. vulgaris* для очистки почв от углеводородов, при этом впервые были использованы клетки микроводорослей, полученные при использовании иммобилизованного в криогель ПВС инокулята. Полученные результаты в целом согласуются с литературными данными, когда было проведено исследование возможности деградации нефти в лабораторных условиях, но для наращивания микроводорослей использовался инокулят в виде суспензии свободных клеток [2]. В данном исследовании иммобилизованный инокулят микроводорослей использовался не менее 3-х циклов, что является более выгодно с экономической точки зрения. Также продемонстрированные результаты свидетельствуют о перспективах применения в процессах очистки почв химически предобработанных отходов птицеводства в виде щелочных гидролизатов куриного помета. Высокую эффективность деструкции углеводородов нефти обеспечивается при сочетании бактерий и микроводорослей.

Эффективность деградации углеводородов нефти в почвах через 7 суток после введения комбинации щелочного гидролизата куриного помета с культуральными жидкостями с клетками *C. vulgaris* и *R. erythropolis* при исходном содержании 50 г нефти/кг почвы. Клетки *C. vulgaris* выращены при использовании иммобилизованного инокулята\*

№	Образец почвы	Нефть 1	Нефть 2	Нефть 3
		Эффективность деградации (%)		
1	Светло-серая лесная почва, Самарская область	60,8	71,4	69,2
2	Серая лесная почва, Арский район, Татарстан	60,3	61,8	63,9
3	Темно-серая лесная почва, Арский район Татарстана	69,2	63,7	65,4
4	Темно-серая лесная почва, Тетюшский район, Татарстан	67,1	65,6	66,3
5	Дерново-подзолистая почва, Арский район, Татарстан	65,4	64,3	67,4
6	Чернозем оподзоленный, Буинский район, Республика Татарстан	67,3	60,2	61,5
7	Чернозем выщелоченный, Краснодарский край, Россия	74,2	63,2	65,7
8	Чернозем выщелоченный, Лаишевский район, Татарстан	76,6	69,2	69,1
9	Чернозем выщелоченный, Буинский район, Республика Татарстан	72,3	68,7	70,5
10	Чернозем типичный, Котельники, Волгоградская область	73,4	74,3	69,6
11	Чернозем, Тульская область	78,2	78,2	71,2

\*- Стандартное отклонение ( $\pm$ ) данных трех независимых экспериментов не превышало 5%.

Выполнено в рамках государственного задания 121041500039-8

### Список литературы

1. Ambaye T. G., Chebbi A., Formicola F., Prasad S., Gomez F. H., Franzetti A., Vaccari M. Remediation of soil polluted with petroleum hydrocarbons and its reuse for agriculture: Recent progress, challenges, and perspectives //Chemosphere. – 2022. – V. 293. – P. 133572. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133572>

2. Senko O., Stepanov N., Maslova O., Gladchenko M., Gaydamaka S., Aslanli A., Efremenko, E. Artificially obtained humic-like substances from chicken manure and symbionts in *in vitro* and *in situ* improvement of oil degradation in soil //Arabian Journal of Geosciences. — 2024. — V. 17. — P. 300. <https://doi.org/10.1007/s12517-024-12105-0>

3. Chicca I., Becarelli S., Di Gregorio S. Microbial involvement in the bioremediation of total petroleum hydrocarbon polluted soils: Challenges and perspectives //Environments. – 2022. – V. 9. – №. 4. – P. 52. <https://doi.org/10.3390/environments9040052>

4. Efremenko E., Stepanov N., Senko O., Aslanli A., Maslova O., Lyagin I. Using Fungi in Artificial Microbial Consortia to Solve Bioremediation Problems //Microorganisms. – 2024. – V. 12. – №. 3. – P. 470.. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030470>

5. Senko O., Stepanov N., Maslova O., Efremenko E. “Nature-like” cryoimmobilization of phototrophic microorganisms: New opportunities for their long-term storage and sustainable use //Sustainability. – 2022. – V. 14. – №. 2. – P. 661. <https://doi.org/10.3390/su14020661>

## **ВЛИЯНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЛАБОПОЛУГИДРОМОРФНЫХ И ПЛАКОРНЫХ ПОЧВАХ В НИЖНЕКАМСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

*Смирнова Екатерина Сергеевна, студентка 4 – го курса кафедры микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель - Прохоров Артем Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: Проведена оценка урожайности озимой пшеницы на участках, локализованных в р. Татарстан, средняя урожайность по результатам 2022 года составляет 27,6 ц/га. Ряд участков с избыточным увлажнением, характеризовался уровнем урожайности менее 25 ц/га. На примере шестнадцати ключевых полей на территории: Восточно–Европейской равнины проведена оценка избыточного увлажнения на урожайность озимой пшеницы и установлено, что на эрозионно-переувлажнённых землях отмечалось максимальное снижение продуктивности культур.*

### **Введение**

Озимая пшеница высевается осенью и развивается на протяжении зимы, весной начинает активный рост и развитие. [1] Избыточное увлажнение в весенний период может оказывать значительное влияние на урожайность озимой пшеницы, особенно на слабо полугидроморфных и плакорных почвах. [2,3] Факторы, влияющие на снижение урожая озимой пшеницы - избыточное увлажнение может привести к недостатку кислорода в почве, что негативно сказывается на корневой системе растений. В условиях повышенной влажности увеличивается риск развития грибковых и других заболеваний, таких как корневая гниль, что также может снизить урожайность. Слабо

полугидроморфные и плакорные почвы могут иметь ограниченные дренажные свойства, что делает их более уязвимыми к избыточному увлажнению. Это может привести к ухудшению структуры почвы и снижению ее плодородия. Избыточное увлажнение в определенные фазы роста растений (например, во время цветения или наливания зерна) может негативно сказаться на формировании и наполнении зерна, что снизит как количество, так и качество урожая. [1]

### **Объекты и методы**

В рамках работы, на примере почв шестнадцати полей проведена оценка избыточного увлажнения на урожайность озимой пшеницы. Данные, представленные для почв Восточно-Европейской равнины (р. Татарстан), на участках преобладали серые лесные почвы и выщелоченные черноземы, их полугидроморфные и литогенные аналоги. Для выявления участков с выраженным переувлажнением использовались данные спутниковых снимков сервисов: Yandex, Bing, Google, данные о рельефе SRTM-global. Анализ произведен в Геоинформационной системе (ГИС) QGIS v. 3.34

### **Обсуждение**

Общая исследуемая площадь составляет 1809 га. Данные по полям и урожайностям представлены в таблице.

«Средняя урожайность по полям составила 27,6 ц/га. Для сорта Малахит средняя урожайность составляет – 26,5 ц/га. Для сорта Марафон средняя урожайность – 30,3 ц/га. Для сорта Скипитер средняя урожайность составляет – 25,5 ц/га».

Таблица

Данные сортам и урожайностям участков

Поле	Сорт	Площадь	Урожайность (ц/га)
82.1	Марафон	129	35
43.3	Марафон	100	33.6
43.4	Марафон	108	31.4
78.5	Марафон	87	29
78.3	Марафон	91	30
50.5	Марафон	80	28.6
78.6	Марафон	73	28
67.1	Марафон	112	30.1
61.2	Марафон	139	22.1

34.1	Марафон	102	19.8
35	Малахит	316	21.2
34.2	Малахит	40	22.5
68.1	Малахит	128	34.5
47.2	Скипитер	152	20.6
76.1	Скипитер	72	27.1
80.3	Скипитер	80	28.8

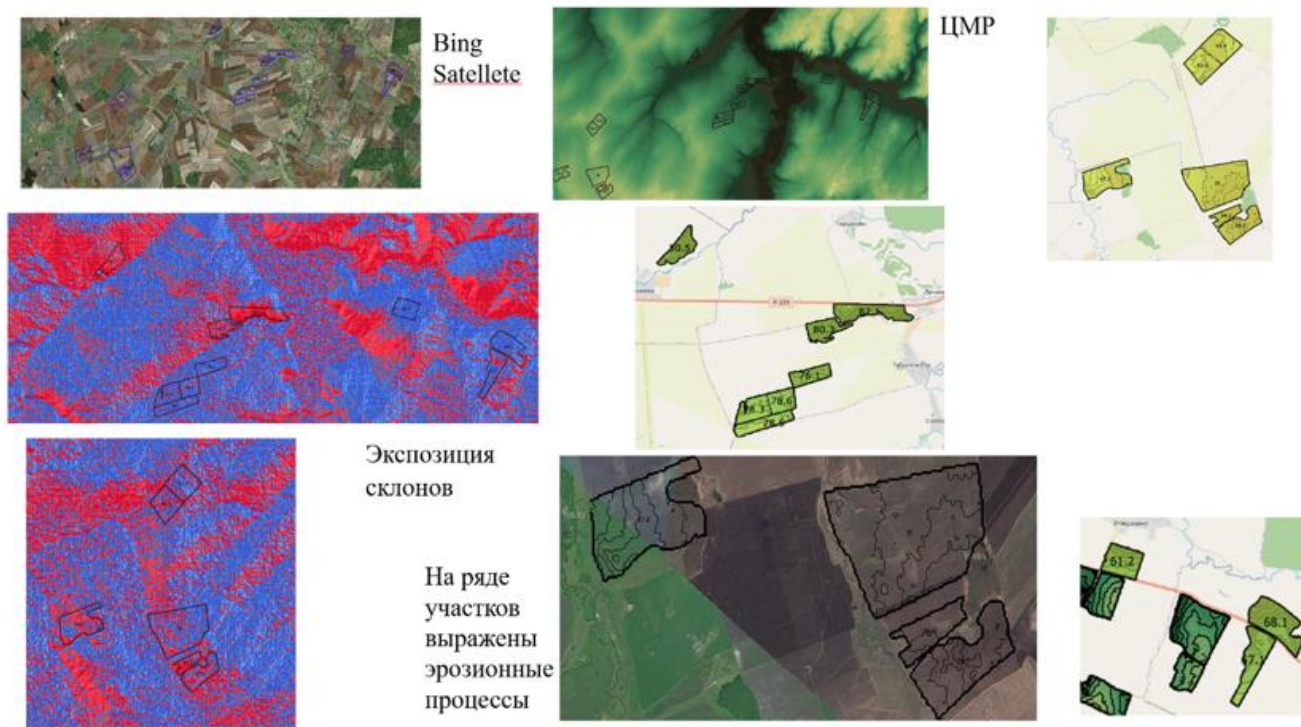


Рисунок - Характеристика ландшафтных условий

Поля под номерами 50.5 и 82.1 находятся на склоне южной экспозиции. Поля под номерами 80.3 34.1 34.2 43.3 47.2 находятся в зонах со смешанной экспозицией. Поля под номерами 78.5 78.3 78.6 76.1 35 43.4 приурочены к склону северной экспозиции.

При анализе снимков Google и Bing Satellite было установлено, что поля 35, 34.2, 34.1, 47.2 характеризуются наличием избыточного увлажнения. Избыточное увлажнение озимой пшеницы, приводит к таким последствиям, как: корневая гниль, недостаток кислорода, выбытие питательных веществ, угнетение роста, заболевания (мучнистая роса, фузариоз), снижение качества зерна, увеличение отложений на полях, замедление созревания.

## **Вывод**

Избыточное увлажнение отрицательно повлияло на урожайность озимой пшеницы, вследствие чего наблюдается уменьшение количества урожая. Поля под номерами 35; 34,2; 34,1; 47,2 преобладают избыточным увлажнением. Средняя урожайность озимой пшеницы на этих полях составляет – 21 ц/га. На остальных полях оптимальное увлажнение, средняя урожайность составляет – 29,8 ц/га. Следовательно, урожайность на полях с повышенным увлажнением в 1,3 раза меньше урожайности приемлемой урожайности на полях с оптимальным увлажнением.

## **Список литературы**

1. Алабушев А.В., Гуреева А.В., Раева С.А. Состояние и направление развития зерновой отрасли. – Ростов-н/Д: Книга, 2009. – С. 3–154.
2. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. // Агрехимический вестник. – 2024. – № 4. – С. 30-35. – DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008
3. Productivity of spring barley on soils of different agroecological groups of r. Tatarstan, Nizhnekamsk district / A. A. Prokhorov, O. E. Efimov, B. A. Borisov [et al.] // BIO Web of Conferences. – Vol. 116. – P. 01007 – DOI 10.1051/bioconf/202411601007. – EDN VINHAL.

## **ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ГЕЛЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ**

*Тарасенко Дарья Александровна, студентка 2 курса магистратуры факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, ushkova\_dasha@mail.ru*

*Егорова Маргарита Николаевна, студентка 4 курса бакалавриата факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Emh1003@yandex.ru*

*(Научный руководитель – Федотов Геннадий Николаевич, д.б.н., в.н.с. кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, gennadiy.fedotov@gmail.com)*

*Анотация: Цель работы - проверка наличия связи между почвенными гелями и устойчивостью почвенной структуры. Показано, что при обдуве почвенных агрегатов из них выносятся фрагменты органоминерального геля, потеря которого сопровождается снижением механической прочности почв.*

*Ключевые слова: дефляция, механическая прочность почвенных агрегатов, гуминовые вещества, повышение устойчивости почв к ветровой эрозии.*

Процесс ветровой и водной эрозии почв часто рассматривают как три последовательные стадии: отрыва, переноса и осаждения частиц, которые, в

первую очередь, зависят от размера этих частиц. Такой подход используют для описания как ветровой, так и водной эрозии.

Сходство этапов двух этих процессов привело исследователей к идее о единстве её математического описания. Так, в работе [2] предложено и экспериментально обосновано единое для воды и ветра уравнение критической скорости потока, учитывающее размер частиц, а также уравнение для межагрегатного сцепления рыхлой насыпной почвы.

Рассмотренные примеры, иллюстрирующие описание эрозии, объединяет наличие пробела в вопросе исследования влияния на эрозию почвенных «клеев» [5], связывающих частицы почв. Остается неясным, как эти «клеи» влияют на устойчивость почв и что с ними происходит в условиях, пока не достигнута критическая скорость потока.

Целью работы являлась проверка наличия связи между почвенными гелями и устойчивостью почвенной структуры.

Исследования проводили на дерново-подзолистой, серой лесной и каштановой почвах, а также на черноземах выщелоченном и типичном.

Обдув и сушку влажных почвенных образцов проводили воздухом в течение 1 часа при скорости потока 2 м/с. Улетающие с почвенного образца частицы собирали для исследования, барботируя отбираемый аспиратором воздух через воду. Полученную суспензию разбавляли в 1000 раз и наносили на атомно-гладкую поверхность слюды для исследования на растровом электронном микроскопе (РЭМ).

Водоустойчивость почвенных агрегатов определяли методом «лезвий», основанным на рассечении близких к насыщению водой агрегатов лезвием и определении предельного напряжения их разрушения [3].

Для оценки прочности воздушно-сухих агрегатов путем виброрассева обдув воздушно-сухих почвенных образцов проводили потоком воздуха в течение 4 суток при скорости воздуха 2 м/с. Далее высушенный образец помещали на сито и вибровоздействовали на него. Через определенные промежутки времени взвешивали количество оставшейся на сите почвы. По полученным данным определяли кинетику изменения количества оставшейся на сите почвы. Так как вибровоздействие разрушает почвенные агрегаты, кинетика изменения количества агрегатов на сите должна коррелировать с их прочностью и характеризовать количество внутриагрегатных связей.

На первом этапе исследования агрегаты из почв различных типов с исходной полевой влажностью обработали потоком воздуха. Для всех типов почв были получены похожие результаты – сушка агрегатов в потоке воздуха значительно снижает их водоустойчивость по сравнению с обычным высушиванием в стоячем воздухе (табл.). Это позволило сделать вывод, что при обдуве агрегатов воздухом в них снижается плотность внутриагрегатных связей.

Водоустойчивость (мН/агрегат) почвенных агрегатов при различных способах высушивания до воздушно-сухого состояния.

Название почвы	Иссушение без движения воздуха	Иссушение в потоке воздуха
Дерново-подзолистая	21,89±2,87	16,99±0,51
Серая лесная	25,10±1,43	21,71±1,16
Чернозем выщелоченный	34,21±1,87	26,09±1,18
Чернозем типичный	33,16±1,13	23,29±1,11

Уменьшение плотности связей в агрегатах могло быть связано с удалением каких-то частиц. Для их обнаружения воздух, обдувающий почвенные образцы, барботировали через воду. Полученную суспензию изучили при помощи РЭМ. На микрофотографии видно (рис., А), что из воздуха в воду выделяются пленки, состоящие из частиц размером порядка 100 нм. При разбавлении суспензии в 1 000 раз на микрофотографиях становятся различимы отдельные частицы – надмолекулярные образования (НМО), составляющие эти пленки (рис., Б). То есть при обдуве потоком воздуха влажных почвенных образцов из них отделяются пленки, состоящие из НМО. Аналогичный эффект был отмечен при изучении водоустойчивости: при контакте почвенных агрегатов с водой в неё переходили НМО, что снижало водоустойчивость образцов почв [3]. При помощи РЭМ было установлено, что обдувание не только влажных, но и воздушно-сухих почв приводит к потере гелевых пленок и НМО.

Для изучения влияния выноса НМО на прочность почвенных агрегатов использовали методику виброрассева воздушно-сухих агрегатов. Метод показал, что прочность воздушно-сухих агрегатов всех изученных образцов статистически значимо не снижается при скорости ветра в течение 4 суток для изученных почв. По нашему мнению, для воздушно-сухих почв источником гелевых пленок и НМО является трение агрегатов друг о друга при подготовке образцов, а новые фрагменты пленок-гелей от почв не отделяются. Об этом свидетельствует отсутствие снижения прочности при увеличении длительности дефляции.



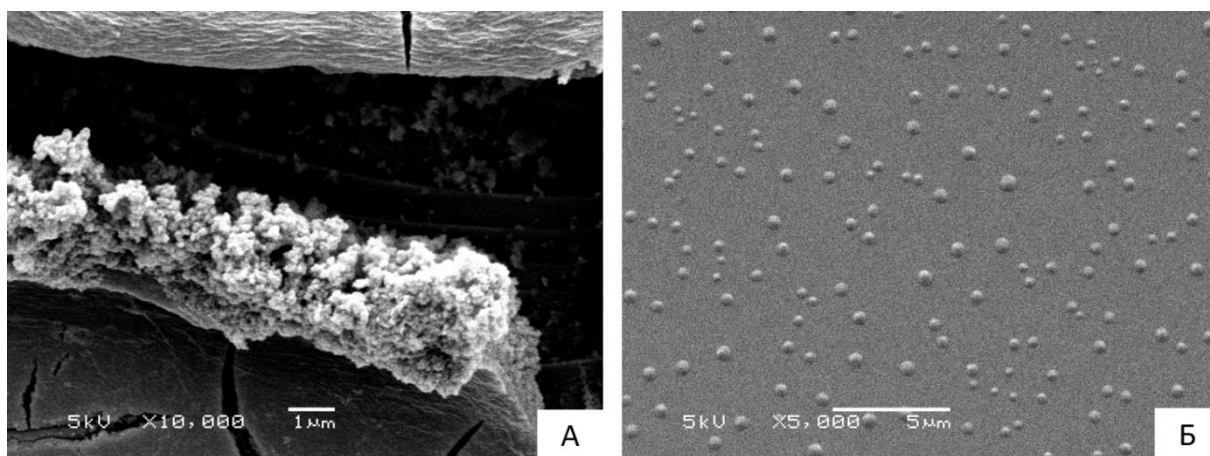


Рис. Микрофотография гелевой пленки (А) и надмолекулярных образований (Б), вынесенных потоком воздуха из дерново-подзолистой почвы естественной влажности.

Из проведенных опытов следует, что на первом этапе дефляции влажных почв происходит разрушение и вынос почвенных гелей со снижением прочности связей между почвенными частицами. Следовательно, для снижения дефляции необходимо упрочнять почвенные гели.

Для увеличения прочности гелей в работе [5] предложено использовать поливиниловый спирт (ПВС). Механизм его действия основан на создании гидрофобных связей между макромолекулами ПВС и НМО [3]. В воздушно-сухих почвах НМО прочно связаны друг с другом, поэтому макромолекулы ПВС не могут образовывать с ними большое количество связей. Как следствие, эффект снижения дефляции от внесения ПВС в воздушно-сухие почвы ниже в сравнении с внесением во влажные почвы. Отметим, что снижение эффективности полимеров на воздушно-сухих почвах является не частным случаем, а распространенным явлением. При анализе результатов работы [5] по изучению эффективности внесения различных полимерных составов в воздушно-сухие и влажные почвы было обнаружено, что снижение эффективности полимеров на сухих почвах наблюдается для всех изученных полимеров. Корреляция между действием составов на сухих и влажных почвах находится на уровне 85%.

Исследованиями установлено, что при воздействии воздушного потока на почвенные агрегаты из них выносятся почвенные гели, что влечет за собой потерю устойчивости. Для увеличения прочности почв необходимо упрочнять почвенные гели. Однако стоит учитывать влажность почвенного образца, так как эффективность полимеров на воздушно-сухих почвах заметно ниже, чем на образцах, не подвергавшихся высушиванию.

### Список литературы

1. Антипов-Каратаев И.Н., Келлерман В.В., Хан Д.В. О почвенном агрегате и методах его исследования. Л. Изд-во АН СССР, 1948. 84 с.

2. Гендугов В. М., Глазунов Г. П. О единстве механизмов водной и ветровой эрозии почвы // Почвоведение. 2009. № 5. С. 598-605.
3. Ушкова Д.А., Горепекин И.В., Федотов Г.Н., Батырев Ю.П. Уточнение представлений о механизме водоустойчивости почв // Лесной вестник. 2024. Т. 28. №3. С. 78-86.
4. Федотов Г.Н., Тарасенко Д.А., Демидов В.В., Горепекин И.В., Егорова М.Н., Сухарев А.И. Взаимосвязь механизмов формирования эрозионной стойкости и водоустойчивости почв // Вестник Московского Университета. Серия 17. Почвоведение. 2024. Т.79. №3. С. 80-87.
5. Федотов Г.Н., Шеин Е.В., Ушкова Д.А. Салимгареева О.А., Горепекин И.В., Потапов Д.И. Надмолекулярные образования из молекул гуминовых веществ и их фрактальная организация // Почвоведение. 2023. №8. С. 903-910.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ «ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ» РГАУ МСХА ИМ. К.А.ТИМИРЯЗЕВА**

***Бычкова Мария Вячеславовна** – студентка 4 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

***Поветкин Андрей Владимирович** - ученик 10 «М» класса ГБОУ Школа № 185 имени Героя Советского Союза, Героя Социалистического Труда В. С. Гризодубовой*

***Шмакова Кристина Алексеевна** – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*(Научные руководители: Наумов Владимир Дмитриевич д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Каменных Наталья Львовна к.б.н. доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: в статье анализируется валовое содержание Си в лесной подстилке ЛОД с помощью геоинформационной системы QGIS. Выделяются и описываются характерные особенности исследуемого участка по полученной картограмме. Самые высокие значения приурочены к территориям, которые находятся вблизи железной дороги и администрации ЛОД.*

*Ключевые слова: Отбор образцов, содержание меди, QGIS, картограмма, анализ значений.*

В связи изменениями условий окружающей среды, наиболее активно происходящем с 50-х годов XX столетия, появилась насущная необходимость в глубоком изучении химических соединений, накопление которых в природной

среде в высоких концентрациях непосредственно связано с деятельностью человека. В биосфере циркулирует огромное количество ксенобиотиков техногенного происхождения, многие из которых имеют высокую токсичность. Из органических соединений это прежде всего полихлорированные диоксины, дибензофураны и бифенилы, хлор- и фосфорсодержащие пестициды, полиароматические углеводороды, нитрозамины и др., а из неорганических – тяжелые металлы и радионуклиды. Антропогенные факторы в биогеохимическом круговороте многих токсичных для человека веществ в настоящее время сопоставимы с природными, а порой и превосходят их. Так, интенсивное промышленное и сельскохозяйственное использование природных ресурсов вызвало существенные изменения циклов большинства химических элементов, в том числе тяжелых металлов – изменились направления и темпы миграции данных элементов, переместились зоны их выноса и накопления. Для металлов в принципе не существует механизмов самоочищения – они лишь перемещаются из одного природного резервуара в другой, взаимодействуя с различными категориями живых организмов, и повсюду оставляя негативные последствия этого взаимодействия [2]

Значительная часть тяжелых металлов попадает в почву, которая служит их мощным аккумулятором и практически не теряет со временем. Особенно прочно фиксируют ТМ гумусосодержащие горизонты, то есть наиболее плодородный слой. Между тем, почва, являясь природным телом, обладающим плодородием, при загрязнении становится вторичным источником загрязнения приземного воздуха, природных вод и растений. Опасность загрязнения почв усугубляется тем, что химическое загрязнение длительное время может не проявляться в силу высокой буферности почв и при этом служить мощным фактором разрушения биосферы в целом. В связи с этим выяснение закономерностей, определяющих содержание и миграцию ТМ в биосфере, занимает одно из важнейших мест в комплексе задач по охране природы. [1] При этом большое значение отводится изучению их естественного распределения в отдельных компонентах биогеоценозов, что необходимо для установления «нулевой точки отсчета» при осуществлении программы мониторинга окружающей среды с целью оценки вклада антропогенных источников поступления ТМ в общий круговорот металлов. С этой точки зрения весьма значимым представляется мониторинг естественных ландшафтов, испытывающих постоянные антропогенные нагрузки как комплексного, так и комбинированного характера, особенно в крупных городах. [2]

На территории Москвы одним из таких мест является ЛОД – Лесная опытная дача. Тем более, что по ряду характеристик данная территория является уникальной. Во-первых, как старейшая лаборатория по изучению и таксации лесных насаждений и почвы, во-вторых, как представительный ландшафт значимой части лесов России, а в-четвертых, как рекреационная зона Тимирязевского района. Все это указывает на высокую необходимость

обширных экологических исследований данного участка и, прежде всего на содержание тяжелых металлов.

Медь является важнейшим микроэлементом, который принимает участие во многих физиологических и биохимических процессах у растений. [2] Однако в связи с нынешним состоянием биосферы, колоссальным поступлением в почву элементов из техногенных источников, медь в определенных ситуациях рассматривается и как загрязняющее вещество. Избыточное содержание в почве доступных для растений соединений меди может оказывать фитотоксическое действие, проявляющееся в изменении основных физиологических процессов в растении, в том числе и нарушении механизмов поглощения биофильных элементов. Изучение состава соединений металлов в загрязненных почвах во взаимосвязи с показателями состояния растений лежит в основе прогнозирования и регулирования качества биопродукции, полученной в условиях загрязнения. Внесение различных химических средств может оказывать существенное воздействие и на изменение состояния ТМ в загрязненной почве, и на процессы, регулирующие поступление и накопление в растениях ТМ, а также макро- и микроэлементов. Поскольку на эти процессы влияет множество факторов (уровень и характер загрязнения, свойства почвы и биологическая специфика культуры, дозы и формы применяемых агрохимических средств) данные вопросы до сих пор остаются недостаточно изученными.

В данной работе была изучена закономерность распределения меди в лесной подстилке ЛОД. Отбор проб почвы производился в 34-х точках на территории ЛОД в соответствии с требованиями к отбору почв при общем и локальном загрязнении, изложенными в ГОСТ 17.4.3.01-83. [6] Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. ГОСТ 17.4.4.02-84. [5]

Определение тяжелых металлов в почве производилось в соответствии с инструкциями, изложенными в методическом справочнике «Методические указания по определению тяжелых металлов» (ЦИНАО, 1999). Использовался метод атомно-абсорбционной спектрометрии, для определения содержания Cu.

По полученным данным минимальное валовое содержание меди в лесных подстилках составляет 12,10 мг/кг, максимальное – 41,70 мг/кг, среднее – 21,90 мг/кг. Это свидетельствует о том, что в исследуемых образцах не обнаружено превышение ПДК (150,00 мг/кг) по данному металлу.

На основании шкалы экологического нормирования тяжелых металлов (по валовому содержанию) [Обухов, Ефремова 1998] были выделены диапазоны по уровню содержания меди. Так как варьирование значений в данной работе изменяется в достаточно узком диапазоне, то по упомянутой шкале большинство значений попадают в диапазон от 15 до 50 мг/кг (средний уровень содержания Cu), следовательно, построенная картограмма может быть недостаточно информативной. Чтобы продемонстрировать распределение меди по полученным данным, рекомендуется разбить диапазон среднего уровня содержания Cu на

несколько более мелких: менее 17 мг/кг, 17-23 мг/кг, 23-29 мг/кг, 29-35 мг/кг, более 35 мг/кг.

На основании этих рекомендаций в программе QGIS была построена картограмма содержания валовых форм меди в горизонте А0 методом обратных взвешенных расстояний (Inverse Distance Weighted) (рисунок).

Метод обратных взвешенных расстояний — это детерминированный алгоритм для многомерной интерполяции с известным разбросанным набором точек. Этот метод следует применять, когда влияние переменной уменьшается с увеличением расстояния от точки измерения. Например, в большинстве случаев степень загрязнения окружающей среды быстро уменьшается при удалении от его источника.

Построенная картограмма, демонстрирующая распределение валовых форм Cu (мг/кг) в горизонте А0 дерново-подзолистых почв ЛОД, показывает, что зоны с самой интенсивной окраской (содержание Cu более 35 мг/кг) находятся преимущественно на Юго-Западной границе ЛОД. Вблизи данной территории расположена железная дорога. Тормозные колодки поездов, истираясь, вносят в почвы вблизи железных дорог огромное количество металлов в год. Таким образом, происходит неуклонное увеличение масштабов загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Также в данный диапазон по содержанию меди попадает территория, приуроченная к точке под номером 1. На данном участке расположена административная база Лесной опытной дачи. Основной причиной завышенных показателей Cu в этой точке является бытовой мусор, пищевые отходы, строительный мусор, отходы отопительных систем.

### **Выводы**

1. Составлена картограмма содержания валовых форм Cu в лесных подстилках ЛОД в программе QGIS по методу обратных взвешенных расстояний (Inverse Distance Weighted). Согласно картограмме, выделено 5 групп по распределению меди в подстилке ЛОД.

2. Содержание меди в лесных подстилках Лесной опытной дачи (ЛОД) подвержено значительным колебаниям. Максимальные значения меди (>35,17 мг/кг) получены на отдельных участках ЛОД, близко расположенных к железной дороге. Высокое значение меди (29,38-35,17 мг/кг.) выявлено на участке, расположенного вблизи административного здания ЛОД.

3. Большая часть территории ЛОД имеет среднее по уровню содержания меди в лесных подстилках.

4. Исследования показали, что содержание меди в лесных подстилках, под древостоями различного состава и возраста не подвержено значительным колебаниям.

На остальной площади ЛОД можно наблюдать достаточно равномерное распределение валовых форм меди не превышающих 23 мг/кг. Однако отмечены участки, приуроченные ко входам на территорию ЛОД с содержанием меди до 29 мг/кг.

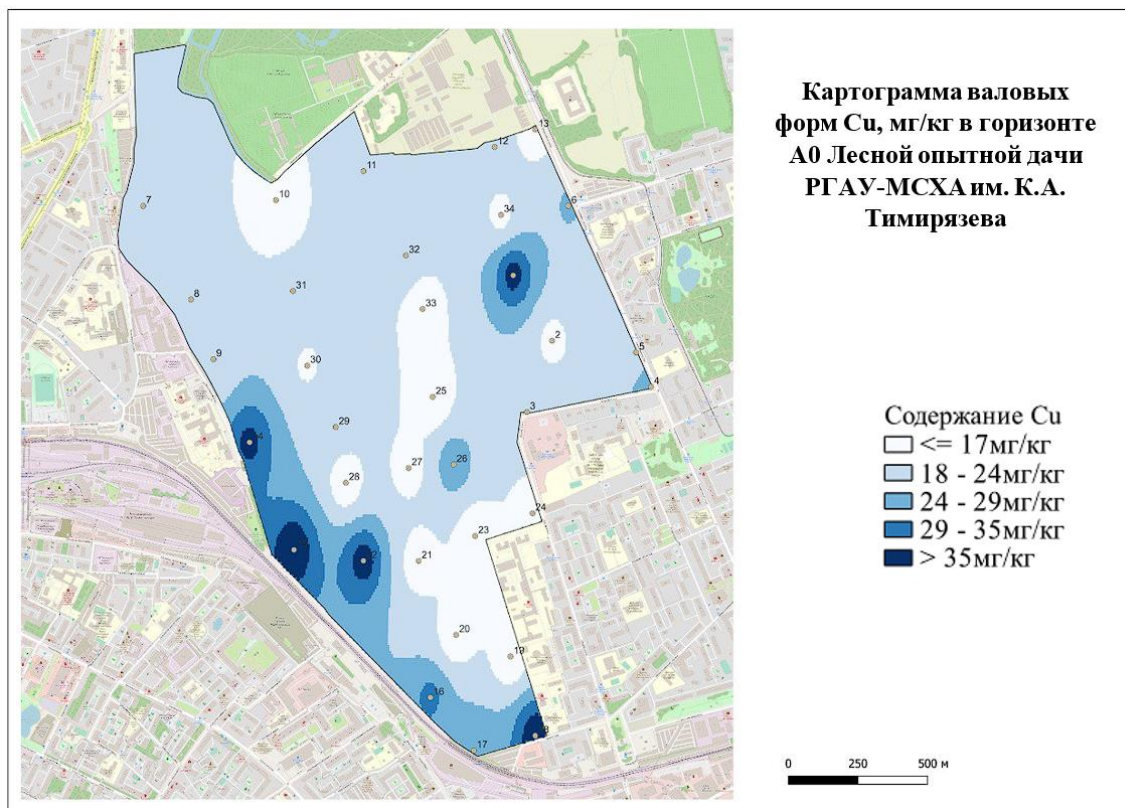


Рисунок. Картограмма содержания валовых форм Cu в почвах ЛОД, мг/кг

### Список литературы

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142с
2. Большаков В.А., Гальпер Н.Я., Клименко Г.А., Лыткина Т.И., Башта Е.В. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. М., 1978. 52 с.
3. Битюцкий Н.П., Кащенко А.С. Действие комплексонов металлов-микроэлементов при некорневом питании растений // Агрoхимия, 1992, № 5. С. 102-109.
4. Добровольский В.В. Глобальные циклы миграции тяжелых металлов // Развитие идей В.И. Вернадского в геологических науках. – М.: Наука, 1991. – С. 86-96.
5. ГОСТ 17.4.4.02. – 84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа.

6. ГОСТ 17.4.3.01. – 83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУБАКВАЛЬНЫХ ПОЧВ ПОБЕРЕЖЬЯ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

*Чебыкина Екатерина Юрьевна, к.б.н., доцент кафедры прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет, e.chebykina@spbu.ru*

*Аннотация. Сообщества зарослей водной растительности Невской губы отличаются высоким биоразнообразием и играют важную роль. В результате индустриализации и активной антропогенной нагрузки эти территории являются местом гипераккумуляции биогенных и загрязняющих веществ. В данной работе проводится исследование экотоксикологического состояния субаквальных почв побережья Невской губы.*

*Ключевые слова:* субаквальные почвы, экотоксикологическое состояние, тяжелые металлы, Финский залив, водная растительность

Побережье Невской губы Финского залива отличается значительным развитием макрофитной растительности. Общая площадь основных массивов водных зарослей в Невской губе в настоящее время составляет 1214 га. Они занимают около 3% от площади губы, средняя ширина зарослей составляет 160-550 м, а в некоторых местах достигает 800 м, их суммарная протяженность по береговой линии около 24 км. Сообщества зарослей высшей водной растительности (ВВР) Невской губы отличаются высоким биоразнообразием и играют важнейшую, многоплановую экологическую роль. Они являются местами обитания, гнездования и миграционных стоянок водоплавающих и околоводных птиц, создают специфические условия для нереста и нагула молодежи многих видов рыб, участвуют в процессах самоочищения водной экосистемы и др.

В последние десятилетия на акватории Невской губы Финского залива ведутся активные гидротехнические работы, связанные, в основном, с транспортным и промышленным строительством. Кроме того, ежегодно проводятся работы по поддержке глубин на внутренних водных путях в значительных, точно не известных объемах. Ускоренно прогрессирует и количество искусственно образуемых (намываемых) территорий. Замутнение вод и последующая седиментация взвеси ухудшают условия существования гидробионтов, угнетают водную растительность, выводят из строя нерестово-выростные участки рыб, подрывают их кормовую базу, приводят к потере миграционных стоянок и мест гнездования птиц, подавляют процессы очищения воды.

Если при оценке ожидаемого воздействия, намечаемого транспортного и промышленного строительства на прибрежные экосистемы Невской губы, выявляется риск утраты зарослевых участков – это нередко становится серьёзным препятствием для согласования проектной документации, вызывает противодействие научных организаций и широкой общественности, затрудняет прохождение проектами государственной экспертизы или выбор наиболее рационального варианта строительства. Часто такие проекты обременяются условиями обязательной разработки и проведения соответствующих компенсационных мероприятий – например, обеспечения охранного режима каких-либо других зарослевых участков, или даже искусственного их создания инженерными методами и средствами.

Однако иногда гидростроительство может влиять на ВВР и положительно. В Невской губе наблюдается также активное образование новых зарослей макрофитов – и у берегов, и вдали от них, на отмелях. Это обусловлено последствиями сооружения дамб Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС): значительными изменениями поля течений, снижением проточности, усиленным осадконакоплением и обмелением, выраженными изменениями конфигурации береговой линии и рельефа дна и т.д.

Таким образом, комплексная оценка воздействия гидротехнических работ на зарослевые экосистемы возможна только при учёте процессов их пространственно-временной динамики в масштабе всей Невской губы и прилегающей акватории. Вполне вероятно, что в целом по всей акватории Невской губы площадь зарослей сейчас закономерно возрастает, а не уменьшается. Однако точных сведений об этих важнейших процессах нет.

Экологические свойства этих новых зарослевых сообществ также почти не изучены. И самое главное – отсутствует информация о субстратах, их свойствах и характеристиках, на которых произрастают эти ценные заросли высшей водной растительности и происходит нерест и нагул молоди многих видов рыб. В данном случае речь идет о субаквальных почвах побережья Невской губы Финского залива, которые являются благоприятным субстратом для роста и развития зарослевых сообществ, периодически затапливаемых.

Вопрос об отнесении подобных субаквальных осадков водоемов к почвам рассматривается, начиная с работ В. Кубиены (Kubiena, 1953) и Р. Брюера (Brewer, 1964). В более поздних работах донные осадки с почвоподобным профилем исследователи все чаще относят к почвенным образованиям (Stolt et al., 2011; Ивлев, Нестерова, 2004; Вuurman, 1975 и др.). М.А. Глазовская (1972), следуя понятиям Б.Б. Польшова (1948), выделила субаквальные почвы как гидроморфные. В учебнике «Почвоведение» (под редакцией В.А. Ковды и Б.Г. Розанова) в группу гидроморфных почв включены маритимные (маршевые), мангровые и болотные, и все они прибрежные.

Гидроморфные и полугидроморфные ландшафты, такие как прибрежные полосы и территории водных объектов, водохранилищ, являются областями



повышенной биогеохимической активности. В результате индустриализации и активной антропогенной нагрузки (промышленной и сельскохозяйственной деятельности) данные территории являются местом гипераккумуляции различных биогенных и загрязняющих веществ. Поскольку экологические условия побережья гораздо более динамичны, чем материковые, обнаруживается не только направленное изменение общих параметров по градиенту от моря к суше, но и постоянная смена условий в каждой точке.

Существенная площадь субаквальных, прибрежных территорий подвергается затоплению, что приводит к коренным изменениям в биогеохимических процессах, происходящих в почвах и сопряженных с ними донных грунтах. Происходит смена окислительно-восстановительных режимов, слитизация, увеличивается подвижность биогенных элементов. В этих водных экосистемах происходит аккумуляция биогенных элементов и их трансформация под действием биоты, данный процесс представляет важную экологическую проблему для региона, т.к. приводит к эвтрофикации водоема, которая наблюдается на акватории Невской губы каждый сезон. В результате эвтрофикации и цветения водорослей происходит снижение качества вод в водохранилищах, что приводит к ухудшению качества жизни местного населения и качества и количества сельскохозяйственной продукции. Это требует реакции современной науки и обоснования принятия эффективных решений. Решение проблемы эвтрофикации водоемов и обеспечение продовольственной безопасности является значимым шагом в рамках Десятилетия науки и технологий в России и укреплению «зеленого имиджа» России на мировой арене.

Важнейшей задачей является также исследование экотоксикологического состояния изучаемых прибрежных ландшафтов и их влияния на качество жизни населения, т.к. в результате их затопления происходит ревовлечение различных веществ из акватории в биогеохимический круговорот.

Таким образом, субаквальные почвы с их растительностью обнаруживают себя в качестве одного из секторов глобального биогеохимического круговорота с присущими ему соотношениями химических элементов. Располагаясь на границе суши и моря, такие почвы играют роль своеобразного природного фильтра, задерживающего некоторые минеральные компоненты и избирательно поглощающие определенные химические элементы.

Поэтому очевидно, что для комплексной оценки состояния очень ценных с точки зрения биологического разнообразия зарослевых экосистем прибрежных ландшафтов, а также дальнейшей адекватной оценки вреда от воздействия гидротехнических работ на экосистемы зарослей ВВР и выбора компенсационных природоохранных мероприятий необходимо знать и учитывать:

- свойства и экотоксикологическое состояние субаквальных почв изучаемых прибрежных ландшафтов

- и особенности динамики зарослевых сообществ в Невской губе в зависимости от уровня воздействия антропогенного фактора.

Для проведения исследований заросли высшей водной растительности предварительно были разделены на 3 категории по стадиям сукцессии:

(1) Длительно существующие, с относительно стабильной площадью проективного покрытия акватории и высоким биоразнообразием;

(2) Сравнительно нестабильные, возникшие или значительно изменившие площадь проективного покрытия за доступный период наблюдений ещё до создания КЗС;

(3) Образовавшиеся сравнительно недавно (вследствие техногенных изменений гидрологического режима Невской губы);

(4) Заросли, возникшие непосредственно возле КЗС и вдалеке КЗС.

Для каждой из указанных категорий были выделены три типа участков акватории:

а) первый – вне влияния гидротехнических работ и с минимальным действием прочих антропогенных факторов (ненарушенное состояние),

б) второй – вне влияния гидротехнических работ при среднем уровне действия прочих антропогенных факторов (фоновое состояние),

с) третий – в зоне влияния гидротехнических работ при среднем уровне действия прочих антропогенных факторов (импактное состояние).

По положению участков относительно Комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) участки были разделены на:

А – удалённые от КЗС,

В –прилегающие к КЗС.

Таким образом, зоны для поиска эталонных участков охватили 14 следующих сочетаний градаций сукцессионной стадии и уровня воздействия.

Большая часть территории обследования располагается на намытой территории в береговой зоне Финского залива и, следовательно, техногенно преобразована. В береговой зоне Финского залива на аллювиальных песчаных отложениях фрагментарно могут встречаться псаммозёмы, которые относятся к отделу слаборазвитых почв и представляют собой подстильно-торфяной горизонт, залегающий непосредственно на песчаной почвообразующей породе. Также в части береговой линии могут быть распространены ареалы незакрепленных песков.

На обширной части исследуемой территории был образован ареал маршевых фитоценозов. При некоторой защищенности от процессов приливных и нагонных сил, на фоне общей гидроморфности и застоя воды, данный участок подвержен процессам заболачивания, маршевые почвы еще не успели сформироваться.

Биоценозы морских побережий испытывают в основном высокую антропогенную нагрузку. Среди различных экосистем прибрежная и морская подвержены действию антропогенных факторов среды, в число которых входят

туристические посещения, мелиорация и освоение сельскохозяйственных угодий.

Современный период почвообразования на территории области начался после таяния ледникового покрова около 12 тыс. лет назад. Ледниковые воды оставили после себя разнообразные формы рельефа (камы, озы, друмлины, звонцы и др.) и чехол четвертичных пород пестрого литологического состава и неоднородного сложения, ставших материнскими породами для современных почв. Морские трансгрессии сравняли ледниковый рельеф на части территории, прилегающей к Ладожскому озеру, Финскому заливу и реке Неве, ограниченной коренным берегом древнего моря – глинтом.

В условиях усиливающегося антропогенного давления на ландшафты необходима защита почв, выполняющих функции сохранения генофонда естественных растений, микроорганизмов, насекомых и животных, типичных для области экосистем.

Почвы морских побережий испытывают двойное влияние, с одной стороны – суши, с другой стороны – воды. Это проявляется как в специфике геоморфологических процессов, так и в геохимических потоках веществ, которые поступают и с суши, и из морской воды. Благодаря этому, почвы, находящиеся в приливно-отливной зоне, отличаются сложным генезисом и динамичностью развития.

На побережье Финского залива лес редко подступает вплотную к литорали, очень часто между ней и лесом образуется полоса приморских лугов. В местах, где имеются защищенные от ветров берега, приморские луга занимают значительные площади, углубляясь на некоторое расстояние до моря. Во время нагонных ветров или приливных вод данные участки на непродолжительное время заливаются морской водой и в значительной мере подтапливаются. Здесь под растительными сообществами околководных фитоценозов, в непосредственной близости к морю формируются маршевые почвы.

Маршевые почвы – своеобразные субаквальные почвы дельтовых плавней и приморских маршей, которые развиваются под воздействием приливных или нагонных вод. Своеобразие маршевых почв обусловлено их практически постоянным затоплением. Почвенный профиль не дифференцирован, отмечается лишь один горизонт АС, обогащенный гумусом и восстановительными соединениями.

В результате проведенных исследований был разработан метод комплексной оценки экологической ценности субаквальных почв и плавней, дающий обоснованный количественный подход к выбору режима их охраны и использования. Было установлено, что плавни техногенного происхождения (возникающие вследствие изменения условий морской среды гидростроительством) обеспечивают полноценную замену плавневых экосистем, утрачиваемых при гидростроительстве, после латентного начального периода их сукцессии. Наибольшую ценность демонстрируют плавни вне зон воздействия

ГТР и сформировавшиеся вследствие стимулирующих эффектов ГТС более 15 лет тому назад (вторые более устойчивы к техногенным воздействиям). Более молодые плавни, возникающие вследствие стимулирующих эффектов гидростроительства, обладают меньшей экологической ценностью и обеспечивают пока неполный набор "экосистемных услуг". Потенциал их раскрывается лишь постепенно, после латентного первичного периода формирования сроком более 10-15 лет. Кроме того, выполнен количественный учёт ресурсов основных массивов плавней Невской губы, определена ценность экосистем, результаты картированы, даны рекомендации по оптимальному использованию и охране плавней.

*Работа выполнена при поддержке Комитета по науке и высшей школе Санкт-Петербурга, 2024 г.*

*Работа посвящена 300-летию Санкт-Петербургского государственного университета.*

## **THE IMPACT OF LAND RECLAMATION ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES IN INDONESIA**

*Heinrich Rakuasa, Master student in geography, Faculty of Geology and geography, Tomsk State University, Russia, [heinrich.rakuasa@yandex.ru](mailto:heinrich.rakuasa@yandex.ru)*

*Philia Christi Latue, Lecturer in Biology, Pattimura University, Indonesia, [phialatue04@gmail.com](mailto:phialatue04@gmail.com)*

*Abstract: This research aims to explore the impacts of land reclamation on biodiversity and ecosystem services in Indonesia, with a focus on changes resulting from reclamation activities in coastal areas and mined lands. While reclamation can provide economic benefits, research shows that the practice often results in loss of natural habitats, degradation of water quality and pollution that negatively impacts local flora and fauna. The method used in this research is a literature study, by analyzing various relevant written sources to identify patterns and relationships between reclamation practices, biodiversity and ecosystem services. The results show that despite efforts to restore ecosystem functions, biodiversity in reclaimed areas is still low and requires more time and attention for effective recovery. The research recommends strengthening regulations on reclamation practices and involving local communities in reclamation planning and implementation to achieve a balance between economic development and environmental conservation.*

*Keywords: Biodiversity, Ecosystem Services, Land Reclamation*

### **Introduction**

Land reclamation in Indonesia is an important step in addressing environmental damage caused by human activities, especially in the context of mining and infrastructure development. While reclamation can help restore ecosystem function, its impacts on biodiversity and ecosystem services often receive insufficient attention.

Poorly planned reclamation activities can lead to loss of natural habitats, soil degradation and water pollution, ultimately threatening the existence of flora and fauna species present in the area [1]. Therefore, an in-depth understanding of the impacts of reclamation is essential to maintain the balance of ecosystems in Indonesia. One of the negative impacts of reclamation is the loss of biodiversity. Research shows that reclamation activities can lead to the extinction of various species, including mangroves, fish and birds that depend on coastal ecosystems. For example, in Jakarta Bay, reclamation has altered water flow patterns and destroyed natural habitats that serve as homes for various species [3]. In addition, the reclamation process often involves the use of chemicals that can contaminate soil and water, reducing soil fertility and habitat quality. This suggests that without proper management, reclamation can worsen environmental conditions and threaten biodiversity

On the other hand, ecosystem services provided by biodiversity are also threatened by reclamation activities. Ecosystem services such as clean water provision, erosion control and carbon storage rely heavily on the presence of certain species in the ecosystem. When these species are lost due to reclamation, these important functions will also be disrupted. Water quality degradation due to sedimentation and pollution can disrupt aquatic life and reduce fisheries productivity around reclaimed areas. This has a direct impact on the well-being of local communities who depend on these resources for their livelihoods [5]. With increasing awareness of the importance of protecting biodiversity and ecosystem services, research on the impacts of land reclamation in Indonesia is becoming increasingly relevant. This literature review aims to explore the relationship between reclamation practices and their impacts on biodiversity and ecosystem services. Through a better understanding of these interactions, it is hoped that more effective solutions can be found to maintain the balance between economic development and environmental conservation in Indonesia.

### **Materials and Methods**

This research uses a literature study approach, by collecting and analyzing various relevant written sources, such as scientific journals, books and research reports that discuss the impacts of land reclamation. The data collection process is conducted by screening literature published within a certain time span to ensure the relevance and accuracy of the information, and analyzing the data descriptively to identify patterns and relationships between land reclamation, biodiversity and ecosystem services

### **Results and Discussion**

The results show that while reclamation can provide economic benefits, its environmental impacts are often more significant. The process of reclamation, especially in coastal areas and on formerly mined land, has been shown to cause the loss of important natural habitats for a range of species. Research shows that reclamation in Jakarta Bay, for example, has resulted in a decline in mangrove populations and other aquatic species, which serve as habitat for migratory fish and birds [5]. The loss of these species has a direct impact on local biodiversity and disrupts ecosystem balance. One important aspect of the impacts of reclamation is the decline

in ecosystem services. Services such as clean water provision, erosion control, and carbon storage rely heavily on the presence of certain species in the ecosystem. When natural habitats are lost, the ability of the ecosystem to provide these services is also reduced. Research shows that water quality around reclaimed areas is often degraded by sedimentation and pollution, which can disrupt aquatic life and reduce fisheries productivity. This has a direct impact on the well-being of local communities who depend on these resources for their livelihoods.

Another negative impact of reclamation is environmental pollution that often occurs due to the use of chemicals in the reclamation process. Poorly planned reclamation activities can leave a trail of pollution that has the potential to damage soil and water sources. For example, waste from mining activities can contaminate the surrounding soil and water, threatening the overall health of the ecosystem [3]. Therefore, without careful management, reclamation can worsen environmental conditions instead of improving them. Nevertheless, there are efforts to mitigate these negative impacts through more sustainable reclamation practices. The application of revegetation techniques using local species can help restore biodiversity and improve ecosystem functions after reclamation. The involvement of local communities in the reclamation planning and implementation process is also important to ensure that local needs and knowledge are considered in environmental restoration efforts. With this approach, it is hoped that a more effective solution can be found to maintain the balance between economic development and environmental conservation.

Previous studies have shown that despite reclamation efforts, biodiversity in reclaimed areas is still low. A study found that the insect diversity index in reclaimed land is still below the optimal value, indicating that the ecosystem has not fully recovered. The slow succession process is also a contributing factor to the low biodiversity in the area [3]. Therefore, more time and attention are needed to ensure that the recovery process goes well. Policy recommendations should include strengthening regulations on reclamation practices as well as technical capacity building for companies involved in these activities [4]. The government needs to set clear standards related to environmentally friendly reclamation practices and conduct strict supervision of their implementation [2]. By doing so, it is hoped that land reclamation can be carried out effectively without compromising biodiversity and ecosystem functions that are vital for the welfare of society. Overall, while land reclamation has the potential to improve environmental conditions post-mining or development activities, significant challenges remain in its implementation. Further research is needed to evaluate best practices in reclamation that can minimize negative impacts on biodiversity and ecosystem services. With the right approach, it is hoped that land reclamation can provide benefits to the environment and society in a sustainable manner.

## **Conclusions**

Land reclamation in Indonesia has significant impacts on biodiversity and ecosystem services, often leading to environmental degradation, loss of natural habitats and

disruption of important ecological functions. While reclamation can provide economic benefits and opportunities for environmental restoration, poorly planned activities can result in pollution, soil degradation and reduced species diversity. Therefore, it is important to implement sustainable reclamation practices that involve local communities, adhere to strict environmental regulations, and prioritize the restoration of native ecosystems. Ongoing research and monitoring are urgently needed to develop best practices that can balance economic development with the preservation of Indonesia's biodiversity and ecosystem services vital to local communities.

### **References:**

1. BUDIADI и др. Changes in insect biodiversity on rehabilitation sites in the southern coastal areas of Java Island, Indonesia // *Biodiversitas J. Biol. Divers.* 2019. Т. 21. №1.
2. Mappatoba I. и др. Land Reclamation in Makassar City, Indonesia: The Case of Center Point of Indonesia (CPI) Reclamation // *Gov. Resil.* 2023. Т. 1. № 1. С. 23–39.
3. Setiawan I. E. и др. Evaluation of Environmental and Economic Benefits of Land Reclamation in the Indonesian Coal Mining Industry // *Resources.* 2021. Т. 10. № 6. С. 60.
4. Slamet N. S. и др. Mangrove vulnerability and potential carbon stock loss from land reclamation in Jakarta Bay, Indonesia // *Ocean Coast. Manag.* 2020. Т. 195. С. 105283.
5. Suriadi A. The Policy of Land Reclamation Use of Coastal Dike Development in Jakarta Bay // *Proceedings of the 9th Asbam International Conference (Archeology, History, & Culture In The Nature of Malay) (ASBAM 2021).* : Atlantis Press, 2022. С. 648–655.

# **ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ХИМИЯ ПОЧВ**

## **ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПАШНИ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРЕДКАВКАЗСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

*Апальков Владимир Александрович - Студент 2-го курса Института  
Агробиотехнологии РГАУ-МСХА, кафедры почвоведения, геологии и  
ландшафтоведения*

*Ефимова Софья Андреевна-Студентка 2-го курса Института  
Агробиотехнологии РГАУ-МСХА, кафедры почвоведения, геологии и  
ландшафтоведения*

*Меркушев Денис Андреевич-Студент 2-го курса Института  
Агробиотехнологии РГАУ-МСХА, кафедры почвоведения, геологии и  
ландшафтоведения*

*(Научный руководитель: Прохоров Артем Анатольевич, ассистент  
кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А.  
Тимирязева)*

*Аннотация: На примере Левокумского района Ставропольского края был  
проведен анализ пригодности почв Ставропольского края для возделывания  
сельскохозяйственных культур. Особо остро на продуктивность почв,  
выбранного ключевого участка в Левокумском районе, на левом берегу реки Кума,  
влияет нехватка водных ресурсов и температурный режим лимитирующий  
биологические процессы в почве в период июнь-август. Избыточно высокие  
уровни рН почв также являются зональным агроэкологическим ограничением,  
которое следует учитывать*

### **Введение**

Ставропольский край – один из ведущих сельскохозяйственных регионов Российской Федерации, в котором хорошо развиты растениеводство, производство зерновых и масличных культур. Локализация в центральной части Предкавказья и на северном склоне Большого Кавказа обуславливает разнообразие природных условий. В соответствии с почвенно-экологическим районированием исследуемая территория относится к Восточно-Предкавказской провинции тёмно-каштановых и каштановых мицелярно-карбонатных почв, Прикумскому округу тёмно-каштановых и каштановых мицелярно-карбонатных суглинистых почв на лёссовидных отложениях. (О1 I) Учет всех экологических факторов способствует более взвешенному подходу к планированию и использованию земель в регионе.

Основные аспекты почвенно-экологического районирования:

#### **1. Почвы и их свойства:**

Уровень рН, содержание почвенного органического углерода, обеспеченность подвижными формами макроэлементов.

#### **2. Климатические условия:**



Количество осадков и суммы активным температур, длительность периода вегетации, вероятности неблагоприятных метеорологических явлений, засухи суховеи и т.д.

### **Объекты и методы**

В рамках работы, на примере участка, локализованного в Легокумском районе, была проведена оценка агроклиматического и агроэкологического потенциала земель. В работе использовались обобщённые данные по агроэкологическим требованиям культур к условиям тепло- и влагообеспеченности, анализу агрометеорологических и почвенных данных [1,2]. Разрез был заложен на участке 44.67660; 44.79466.

Описание почвы на данном участке территории:

А до 30 см – рыхлый, с поверхности немного разрушена структура тяжелосуглинистый;

АВ 35-70 см – Глееватый с 68-70 см переход к горизонту В, сильное оглеение структура призматическая

В 70-120 см – Сильно оглеен много железа, темные охристые прослойки;

ВС 120-150 см – Сильно оглеен тяжелосуглинистый;

С> 150 см – аллювиальные слоистые среднесуглинистые отложения,

### **Обсуждение**

Таблица 1

Агрохимические показатели

Проба	рН воды	Мачигин Р205	Мачигин К20
Разрез – А пах	8,15	645	14.3
Разрез АВ	8,34	214	5.2
Разрез - В	8,42	228	След.

Уровень рН с увеличением глубины становится выше, т.е. Для выращивания кукурузы оптимальный рН среды считается 5,5-7,0, а для бахчевых (арбуз и дыня) 6,0-7,0. Так же наблюдается накопление калия и фосфора в верхнем пахотном слое, что говорит о применении минеральных удобрений.

Установлено, что агроэкологический потенциал участка слабо подходит для выращивания хлебов 1 группы по уровню тепло и влагообеспеченности, на территории Легокумского района отмечаются избыточно высокие активные температуры и недостаток влаги. Возможно возделывание кукурузы на поливе и ряда бахчевых культур, а также плодовых винограда и яблок. Одно из наиболее значимых ограничений – высокий уровень рН почвенного раствора, необходимо адаптироваться к условиям и подбирать наиболее устойчивые к данным параметрам сорта и гибриды. Наиболее перспективное решение проблемы с засушливостью является установка систем орошения.

## Агроклиматические условия

Год	Осадки, мм	Активные температуры за год
2015	383	4077
2016	534	4165
2017	393	4193
2018	402	4417
2019	355	4336
2020	284	4599
2021	480	4273
2022	321	4432
2023	435	4615
Среднее за 2015-2023	399	4345

**Список литературы**

Прохоров, А. А. Индексная оценка степени выпханности черноземов Предкавказской провинции / А. А. Прохоров, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN OXSZRW.

2. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кашенко Г.А. //

### **ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ДОЗ ЦИНКА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

*Ахметжанов Даниэль Мухаррямович, аспирант 1 курса института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, danu.altmazov@mail.ru*

*(Научный руководитель - Серегина Инга Ивановна, д. б. н., профессор, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sergina.i@inbox.ru)*

*Аннотация: в микрополевоом опыте изучалось влияние различных доз цинка на урожайность зерна пшеницы яровой, сорта Эстер. Внесение цинка осуществлялось посредством предпосевной обработки семян. Полученные данные свидетельствуют о наивысшей эффективности цинка в наименьшей из изученных доз.*

*Ключевые слова: цинк, урожайность, яровая пшеница*

На сегодняшний день известно, что применение микроэлементов, в частности, цинка, в сочетании с азотными удобрениями позволяет добиться значительного увеличения урожайности зерновых культур [1]. Более того, цинк

способствует активизации защитно-стимулирующих процессов в растениях яровой пшеницы. Механизмы стрессоустойчивости растений являются безальтернативным антиподом для стремительно образующихся активных форм кислорода под действием окислительного стресса [3].

Получение высоких урожаев любых сельскохозяйственных культур в первую очередь связано с применением оптимальных доз минеральных, а в особенности азотных, удобрений. Современные исследования, а также актуальный уровень продовольственной безопасности в мире сигнализируют о том, что необходимы новые данные по применению азотных удобрений в сочетании с наиболее важными для данной культуры микроэлементами в наиболее подходящих дозах.

Одним из самых важных для яровой пшеницы микроэлементов является цинк. Известно, что в сочетании с азотными удобрениями цинк оказывает значительное положительное влияние как на величину, так и на качество урожая зерна пшеницы. В связи с этим в данном исследовании исследовалось именно применение разных доз цинка на фоне азотных удобрений.

Цинк является непосредственной частью антиоксидантной системы растений [2]. Этот микроэлемент входит в состав некоторых важных антиоксидантных ферментов и помогает катализировать химические реакции резистентной системы растений. Более того, цинк принимает непосредственное участие в регуляции наиболее важных обменов: углеводном, белковом, липидном [4].

Несмотря на то, что цинк как микроэлемент может оказывать мощное положительное влияние на рост и развитие растений, его относят к группе тяжёлых металлов [6]. Дело в том, что цинк, как и практически любой другой элемент, находясь в избытке, может не только замедлять ростовые процессы, но и угнетать растения, действуя в роли стрессового фактора [5].

Принимая во внимание всё вышесказанное, следует заключить, что проблема выявления оптимальной дозы цинка для яровой пшеницы является актуальной.

Яровая пшеница является одной из наивыгоднейших культур Нечернозёмной зоны. Обладая отличными хлебопекарными свойствами, оптимальным содержанием белка, клетчатки и сырой клейковины, мука из зерна яровой пшеницы считается наиболее подходящей для хлебобулочного производства. Всё это делает яровую пшеницу незаменимым объектом для современных агрохимических исследований ведущих специалистов в этой области.

В качестве объекта исследований была избрана пшеница яровая. Для выявления эффективности доз цинка был проведён микрополевой опыт с учётной площадью делянок равной  $1\text{ м}^2$  по общепринятым методикам. Повторность опыта четырёхкратная. Уровень минерального питания растений создавался посредством внесения в качестве фона сульфата аммония  $\text{N}_{90}$ . Кроме того,

проводилась предпосевная обработка семян раствором сульфата цинка в дозах 30, 60 и 90 мг/кг семян.

Результаты исследований ярко свидетельствуют о высокой эффективности одной из доз сульфата цинка. Это даёт ясное представление о том, в какой дозе цинк проявляет свойства важного микроэлемента, а в какой – тяжёлого металла. Полученные данные могут использоваться в дальнейших исследованиях для подбора оптимальной дозы цинка при возделывании яровой пшеницы.

### **Список литературы**

1. Ахметжанов Д. М., Серегина И. И. Инновационные технологии выращивания яровой пшеницы и получение хорошего качества сырья в условиях окислительного стресса //Современные проблемы агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии. Материалы 56-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 150-летию со дня рождения академика Константина Каэтановича Гедройца (ВНИИА). Под редакцией А.А. Завалина. Москва – 2023. – С. 17.
2. Битюцкий Н. Микроэлементы высших растений. – Litres, 2022.
3. Городничева Е. А., Крылов А. А. Окислительный стресс, активные формы кислорода. антиоксидантная система клеток //Вестник науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (70). – С. 840-845.
4. Ёрова Б. С., Бекова Г. М. Роль микроэлементов в жизни растений: авторское исследование //Вестник науки. – 2024. – Т. 2. – №. 2 (71). – С. 693-697.
5. Трухачев В. И. и др. Защитно-стимулирующая роль циркона в формировании урожайности яровой пшеницы в условиях загрязнения почвы цинком //Плодородие. – 2022. – №. 2 (125). – С. 44-49.
6. Эргашева Х. Б. Содержание тяжёлых металлов в зерне пшеницы //Наука и образование сегодня. – 2019. – №. 2 (37). – С.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ ЗОНАЛЬНОГО РЯДА**

**Асалханова Ксения Евгеньевна**, студентка 1 курса Института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, *asalhanovak@gmail.com*

**Будагова Юлия Владимировна**, студентка 1 курса Института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, *iuliiabudagova28@gmail.com*

**Зайцева Лада Ярославовна**, студентка 1 курса Института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, *lada.z-oksw@mail.ru*

*(Научные руководители - Мамонтов Владимир Григорьевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО*

*РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, tamontov@rgau-msha.ru, Каменных Наталья Львовна, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, nl-povetkina@mail.ru, Майорова Ирина Владимировна, преподаватель специальных дисциплин, ГБПОУ «Образовательный комплекс «Юго-Запад», i.mayorova@mail.com)*

*Аннотация: целью исследования является определение содержания обменного аммония в стандартных образцах почв зонального ряда. Содержание аммония не является критерием обеспеченности почв азотом, но информация о его концентрации может указать на негативные процессы в почве (заболачивание, плохую аэрацию). Содержание обменного аммония определялось в соответствии с методикой ЦИНАО.*

*Ключевые слова: обменный аммоний ( $NH_4^+$ ), аккумуляция азота, плодородие, стандартный образец, нитрификация, требования к стандартным образцам, аммиачное отравление, индофеноловый метод.*

**Целью** данного исследования было определение содержания обменного аммония в стандартных образцах почв зонального ряда. **Объектом** исследования являются стандартные образцы: СП1 Курского типичного чернозема, СП2 дерново-подзолистой почвы Московской области, СП3 светло-каштановой почвы Прикаспийской низменности.

Почву от материнской породы отличает наличие такого свойства, как плодородие. Плодородие – это способность почвы удовлетворять потребности растений в воде, тепле, воздухе, питательных веществах, биологической и физико-химической среде и обеспечивать урожай сельскохозяйственных культурных растений при хорошем качестве продукции.[2] Критериями оценки почвенного плодородия служат: содержание и запасы органического вещества, обеспеченность питательными элементами и их доступность для растений, реакция среды, структура почвы и др. Приобретение почвами свойств, обуславливающих их плодородие, происходит с образованием и накоплением гумуса. Накопление гумуса, как следствие накопления органического углерода, в значительной степени определяется размерами аккумуляции азота в почве главным образом в форме гумусовых веществ и, отчасти, растительных и животных остатков и микроорганизмов. Таким образом, запасы общего азота в почвах можно считать за условный количественный показатель потенциального плодородия. [4]

Несмотря на то, что аммоний не является показателем обеспеченности азотом растений и почв, исследование его содержания является актуальной задачей. Аммоний-ион способен накапливаться в корнеобитаемых горизонтах, сорбируясь на поверхности почвенных коллоидов, а также он является материалом для последующей нитрификации азота. Обменный аммоний наравне с нитратами является доступной для растений формой азота. К тому же аммоний

быстрее усваивается и включается в обменные процессы растений. Однако, чтобы растение могло употреблять азот в форме аммония, должны быть определенные условия: достаток калия и лабильных углеводов в нём. В противном случае будет происходить накопление аммиака в клетках, который не только сдерживает поступление в растение кальция и магния, но и вызывает аммиачное отравление.[3] Высокие концентрации аммония в почве могут косвенно свидетельствовать о процессах заболачивания, плохой аэрации, и следовательно, слабой нитрификации.

Исследование обменного аммония проводилось в стандартных почвенных образцах Курского типичного чернозема, дерново-подзолистой почвы Московской области, светло-каштановой почвы Прикаспийской низменности.

Стандартный образец – образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала).[1] Стандартный образец должен обладать устойчивостью (неизменяемостью в течение определенного периода), полнотой описания основного примесного состава и состоятельностью информации об аттестованных характеристиках.

В настоящее время российские государственные стандартные образцы делятся на два типа:

1. Образцы, в которых аттестованы только агрохимические показатели, которые определяют плодородие почв (гидролитическая кислотность, рН, содержание органического вещества, азота нитратов, обменных катионов  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $NH_4^+$ , подвижных форм макроэлементов и микроэлементов).

2. Образцы типов почв различных географических зон, вещество которых аттестовано по валовым содержаниям 10-70 макро- и микроэлементов.

Стандартные образцы предназначены для воспроизведения, хранения и передачи характеристик состава или свойств веществ (материалов), выраженных в значениях единиц величин, допущенных к применению в Российской Федерации.[1]

В соответствии с свидетельством стандартные образцы СП1, СП2, СП3 предназначены для контроля правильности измерения концентраций аттестованных компонентов физическими и химическими методами, а также для градуировки анализаторов состава. Также эти образцы могут быть использованы при анализе почв лесостепной и степной зон (СП1), почв лесной зоны (СП2), почв полупустынной зоны (СП3) и металлотрических проб.[5] Данные образцы имеют аттестованные значения по валовому содержанию 36 макро- и микроэлементов.

В данной работе определение концентрации обменного аммония в почвенных вытяжках проводилось по методике ЦИНАО в соответствии с ГОСТ 26489-85 методом индофеноловой зелени. Сущность метода заключается в извлечении обменного аммония из почвы раствором хлористого калия,

получении окрашенного индофенольного соединения, образующегося при взаимодействии аммония с гипохлоритом и салицилатом натрия в щелочной среде в присутствии катализатора нитропруссид натрия, и последующем фотометрировании окрашенного раствора. Для того чтобы обосновать результаты измерения концентрации обменного аммония, в образцах определялись рН солевой вытяжки по ГОСТ 26483-85 и массовая доля органического вещества по ГОСТ 26213-2021. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Данные аттестованных значений валовых содержаний некоторых компонентов и анализируемых показателей в образцах.

Сведения по валовому содержанию компонентов в расчете на материал сухой почвы образцов, %								Анализируемые показатели в образцах		
	$SiO_2$	MgO	CaO	$K_2O$	$P_2O_5$	$Na_2O$	$Al_2O_3$	W ( $NH_4^+$ ) млн <sup>-1</sup>	W (орг. веще-ва) %	pH <sub>сол</sub>
СП1	69,530	1,020	1,630	2,290	0,170	0,800	10,370	20,320	7,020	6,00
СП2	78,330	0,770	0,810	2,470	0,075	1,150	9,570	13,930	0,950	3,90
СП3	65,720	1,950	2,860	2,510	0,210	1,160	12,610	10,140	1,760	7,20

#### Обсуждение результатов:

Исходя из результатов проделанных измерений, видно, что в ряду чернозём – дерново-подзолистая – светло-каштановая наблюдается уменьшение содержания обменного аммония. Данные по органическому веществу показывают снижение его концентрации в почве в ряду СП1>СП3>СП2. Накопление гумуса в почве в значительной степени определяется размерами аккумуляции азота, которая происходит за счет поступления в почву растительных остатков, скорость распада которых в региональном масштабе зависит от температуры и влажности среды. В этом состоит роль растительности и климата как факторов почвообразования. Так, для Курских типичных черноземов характерна разнотравно-злаковая растительность, богатая зольными элементами и азотом. Для Прикаспийских светло-каштановых почв характерна растительность сухих степей (полынь, кустарнички, эфемеры и эфемероиды), которая обеднена азотом. Однако в условиях повышенных температур и недостатка влаги процессы минерализации органических остатков (в том числе деполимеризации, аммонификации и нитрификации) происходят интенсивнее, чем процессы гумификации. В то же время в условиях низкой влажности образуются только наиболее устойчивые к разложению гумусовые вещества, прочно связанные с минеральной частью почвы. Для Московских дерново-подзолистых почв характерна елово-широколиственная таежная растительность, опад которой дольше разлагается, а, следовательно, дольше идут процессы накопления азота и гумуса в почве; промывной тип водного режима способствует

вымыванию гумусовых соединений в нижележащие горизонты. Таким образом, аккумуляция гумуса и азота, который является потенциалом для дальнейшей минерализации, происходит в разных почвах в разных количествах.

По данным измерений рН солевого видно, что в ряду дерново-подзолистая – чернозем – светло-каштановая почва ( $3,9 < 6,0 < 7,2$ ) отмечается увеличение показателя. В оптимальных условиях рН ( $6,2-8,2$ ) и сопутствующих достаточном увлажнении и аэрации аммонийный азот очень быстро подвергается нитрификации. Для интенсивного процесса нитрификации оптимальные условия рН наблюдаются у образца светло-каштановой почвы, а это также способствует уменьшению содержания и без того малого количества аммонийного азота. Несмотря на то, что рН образца чернозёма близка к оптимальным значениям для протекания интенсивной нитрификации, количество аммонийного азота в нем максимально за счет значительных поступлений органического вещества. В дерново-подзолистых почвах при сравнительно малых показателях содержания органического вещества, которые не сильно отличаются от показателей светло-каштановой почвы, наблюдаются самые худшие условия для нитрификации, что способствует накоплению аммонийного азота в ней.

Итак, по результатам данного исследования, целью которого было определение содержания обменного аммония в стандартных образцах почв зонального ряда, максимальная концентрация  $NH_4^+$  наблюдается в образце Курского чернозема (СП1) и составляет  $20,3 \text{ млн}^{-1}$ ; минимальная концентрация – в образце Прикаспийской светло-каштановой почвы (СП3) –  $10,1 \text{ млн}^{-1}$ . Содержание обменного аммония в образце дерново-подзолистой почвы (СП2) составило  $13,9 \text{ млн}^{-1}$ . Таким образом, в ряду СП1-СП2-СП3 наблюдается уменьшение содержания обменного аммония. Также наблюдается связь концентрации обменного аммония с рН почвенной среды и массовой долей органического вещества в почве.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 26.08.2008 №102 «Об обеспечении единства измерений».
2. Мамонтов В.Г. Общее почвоведение – учебник, 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: КНОРУС, 2023 – 554 с.
3. Турчин Ф. В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений – Избранные труды Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Науч.-исслед. ин-т по удобрениям и инсектофунгицидам им. Я. В. Самойлова. – Москва; «Колос», 1972. – 336 с.
4. Тюрин И.В. Плодородие почв и проблема азота в почвоведении и земледелии – доклад. Москва, 1957. – 22 с.

Свидетельства на стандартные образцы СП1, СП2, СП3 – разработчики: Научно-исследовательский институт прикладной физики при государственном



университете им. А.А. Жданова и Почвенный институт им. В.В. Докучаева ВАСХНИЛ, г. Иркутск, 197

## **ДИНАМИКА ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПРИ ВОЗВРАТЕ ЗАЛЕЖИ В ПАШНЮ**

*Бородина Кира Сергеевна аспирант 4 года обучения института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, k.bor@rgau-msha.ru*

*Минаев Николай Викторович, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nminaev@rgau-msha.ru*

*(Научный руководитель – Борисов Борис Анорьевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, borisov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: В работе рассматривается динамика содержания лабильных форм органического вещества в пахотном и подпахотном горизонте чернозема выщелоченного с различным типом сельскохозяйственного использования: пашня, многолетние травы, залежь и целина в течение 3-х лет.*

*Ключевые слова: чернозем выщелоченный, легкоразлагаемое органическое вещество почв, перманганат-окисляемое органическое вещество почв.*

В настоящее время поставлена задача возврата залежных земель в пашню. В связи с этим появляется проблема оценки состояния залежных почв для определения целесообразности и очередности их возвращения в сельскохозяйственное использование [1]. При исключении почв из сельскохозяйственного использования обычно происходит увеличение запасов углерода в почвах, скорость накопления определяется типом почвы и периодом восстановления [5]. Исследования почв, которые были выведены из земледелия несколько десятилетий назад, показали, что по мере увеличения срока, прошедшего после прекращения обработки почв, увеличивалось содержание как лабильного, так и стабильного органического вещества почв [1]. На изменения характера использования почв в первую очередь реагирует легкая фракция почвенного органического вещества, которая состоит, в основном, из растительных остатков разной степени разложения и гумификации, имеет высокую концентрацию углерода, легко подвергается минерализации, тяжелая фракция более стабильна, представляет собой органо-минеральную субстанцию, имеющую высокую плотность и более низкое содержание углерода. Легкая фракция играет существенную роль в формировании и сохранении почвенной структуры, особенно макроагрегатов (> 250 мкм) [4]. Наблюдения в динамике за состоянием органического вещества почв при изменении характера их использования позволяют оценить уровень их плодородия. Кроме того, изучение

динамики лабильного органического вещества в почве в процессе возврата залежных земель в пашню необходимо для понимания баланса углерода в глобальной повестке и изменения климата. Повышение связывания углерода может также происходить в результате снижения интенсивности обработки почв. Известно, что больше углерода теряется из пахотных почв, чем из менее нарушенных почв. Меры по снижению нарушения почвенного покрова включают сокращенные или нулевые системы обработки почвы, зарезервированные земли и возделывание многолетних культур. Увеличение запасов углерода в почвах может быть обеспечено в результате перехода от традиционного пахотного земледелия к другим видам землепользования с более высоким вкладом углерода или со снижением интенсивности обработки почвы (например, выращивание биоэнергетических культур, преобразование в пастбища, естественное возобновление) [2].

Целью данной работы являлась характеристика состояния лабильного органического вещества чернозема выщелоченного лесостепной зоны при переводе его из залежи в пашню в течение 3 лет.

Объект исследования располагался на территории пахотных угодий Тульского НИИСХ Плавского района Тульской области. Для отбора образцов были выбраны 4 участка с разным характером использования: пашня – участок с яровыми культурами за 3 года; залежь – участок, бывший в залежи в течение примерно 15 лет и введенный в оборот в 2022 году с посевом яровых культур; многолетние травы – участок с многолетними травами в 2022 и 2023 году, которые в 2024 году были замещены озимой пшеницей и целина – участок с разнотравной растительностью, который не подвергался использованию. Почва на всех участках представлена черноземом выщелоченным среднесиловым тяжелосуглинистым на лессовидных суглинках. На каждом участке на площадках размером 10x10 м были заложены разрезы и отобраны образцы из верхнего пахотного горизонта и подпахотного горизонта на глубину 0-20 и 20-40 см соответственно. Образцы отбирались с этих же площадок в 2022, 2023 и 2024 гг. в мае.

Для определения лабильного органического углерода использовался метод перманганат окисляемого углерода (permanganate-oxidizable carbon – РОХС) описанный в [3] и метод определения легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) по Ганжаре и Борисову [2] в пересчете на содержание в нем углерода (СЛОВ). Определение проводилось в 3-кратной повторности.

Из данных таблицы видно, что содержание РОХС в 2022 и в 2024 гг. было очень похожем – в пахотном слое несколько ниже в варианте «пашня», а в остальных вариантах было почти одинаковым – выше, чем на пашне примерно на 10%. При этом, в подпахотном горизонте в 2022 г. наблюдалась обратная ситуация – в варианте «пашня» содержание РОХС было приблизительно на 10% выше, чем в остальных вариантах, а в 2024 г. содержание РОХС по вариантам было практически одинаковым и существенно более низким, чем в пахотном

горизонте. В 2023 г. содержание перманганат окисляемого углерода по исследуемым вариантам было довольно однородным, как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах. Поскольку содержание РОХС в значительной мере определяется микробиологической активностью, возможно отмеченные по годам колебания в содержании РОХС обусловлены изменениями условий для жизнедеятельности микрофлоры [4].

Таблица

Перманганатно окисляемый углерод (РОХС) и углерод лабильного органического вещества (СЛОВ) по Ганжаре и Борисову, мг/кг почвы

Вариант	Горизонт, глубина, см	2022		2023		2024	
		РОХС	СЛОВ	РОХС	СЛОВ	РОХС	СЛОВ
Пашня	A <sub>пах</sub> (0-20)	930	2610	875	1415	910	795
Залежь	A <sub>пах</sub> (0-20)	1032	560	922	2095	1017	1190
Многолетние травы	A <sub>пах</sub> (0-20)	1052	732	909	3330	1015	2770
Целина	A <sub>(верх)</sub> (0-20)	1054	2330	826	1220	1001	2640
Пашня	A (20-40)	1031	955	691	425	674	210
Залежь	A (20-40)	915	990	715	995	690	585
Многолетние травы	A (20-40)	934	2870	727	975	693	340
Целина	A <sub>(низ)</sub> (20-40)	931	1685	886	715	704	1585

Из данных таблицы видно, что содержание РОХС в 2022 и в 2024 гг. было очень похожим – в пахотном слое несколько ниже в варианте «пашня», а в остальных вариантах было почти одинаковым – выше, чем на пашне, примерно, на 10%. При этом, в подпахотном горизонте в 2022 г. наблюдалась обратная ситуация – в варианте «пашня» содержание РОХС было приблизительно на 10% выше, чем в остальных вариантах, а в 2024 г. содержание РОХС по вариантам было практически одинаковым и существенно более низким, чем в пахотном горизонте. В 2023 г. содержание перманганат окисляемого углерода по исследуемым вариантам было довольно однородным, как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах. Поскольку содержание РОХС в значительной мере определяется микробиологической активностью, возможно отмеченные по годам колебания в содержании РОХС обусловлены изменениями условий для жизнедеятельности микрофлоры. Определение содержания легкоразлагаемого органического вещества в исследуемых почвах показало, что в 2024 г. наиболее низкой величиной характеризовалась почва под пашней, содержание ЛОВ под многолетними травами и целиной было выше примерно в 3 раза, а под залежью примерно в 1,5 раза. В подпахотном горизонте почвы под пашней также отмечено наименьшее содержание ЛОВ, а под целиной наблюдалось наиболее высокое содержание легкоразлагаемого органического вещества.

В целом по наблюдениям можно сказать о некоторой сопоставимости показателей РОХС и СЛОВ, средний уровень СЛОВ по годам составил 1807 мг/кг почвы в верхней части чернозема выщелоченного по всем вариантам против 962 мг/кг почвы по показателю РОХС. В нижней части чернозема выщелоченного по всем вариантам СЛОВ составил 1027 мг/кг почвы, а по показателю РОХС 800 мг/кг почвы.

Показатель СЛОВ имеет более высокий разброс, чем РОХС, так в пахотном горизонте разброс по значениям составляет 2770 мг/кг и 229 мг/кг, а в подпахотном 2660 мг/кг и 357 мг/кг соответственно.

В заключение можно отметить: по результатам трехлетних наблюдений нельзя однозначно сказать, что при возврате чернозема выщелоченного в пашню в условиях Тульской области происходит снижение содержания такого показателя лабильного органического вещества как РОХС. За все 3 года наблюдения уровни содержания РОХС по всем вариантам были достаточно близки и в среднем составляли 900 мг/кг почвы. Показатель СЛОВ дал более динамичные значения, причем в верхней части профиля он почти на 50% более динамичный, чем в нижней части – вне пахотного горизонта, однако варьируется больше, чем РОХС. Это возможно связать с тем, что растительные остатки могут иметь распределенное содержание в среднем образце, что в значительной мере сказывается при использовании метода Ганжары-Борисова.

### Список литературы

1. Агробиотехнологии XXI века / И.И. Серегина, С.П. Торшин, Н.Н. Новиков [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 516 с.
2. Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Елисеева О.В. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом. Почвоведение. 2022. № 7. С. 909-917.
3. Culman, S. Permanganate Oxidizable Carbon Reflects a Processed Soil Fraction that is Sensitive to Management / Steve Culman, Sieglinde Snapp, Mark A. Freeman et al. // Soil Science Society of America Journal. – 2012. – №76(2). – P. 494-504
4. Tan Z., Lal R., Owens L., Izaurrealde R.C. Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice // Soil and Tillage Research. Volume 92. Issues 1–2. January 2007. Pages 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.01.003>
5. Wertebach T.-M., Hölzel N., Kämpf I., Yurtaev A., Tupitsin S., Kiehl K., Kamp J., Kleinebecker T. Soil carbon sequestration due to post-Soviet cropland abandonment: estimates from a large-scale soil organic carbon field inventory // Global change biology. Volume 23, Issue 9. September 2017. Pages 3729-3741. <https://doi.org/10.1111/gcb.13650>

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВОГРУНТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА ТЮМЕНЬ**

**Гурьев Никита Евгеньевич**, старший преподаватель кафедры геоэкологии и природопользования, Тюменский государственный университет, *nikitka.gurev.1996@mail.ru*

**Андреевко Полина Александровна**, студент 4 курса, кафедры геоэкологии и природопользования, Тюменский государственный университет, *polinaandreevko4@gmail.com*

**Ляпина Полина Евгеньевна**, студент 4 курса, кафедры геоэкологии и природопользования, Тюменский государственный университет, *riipoly@mail.ru*

*Аннотация: в статье приведены результаты исследования по определению содержания естественных и техногенных радионуклидов на территории правого берега Центрального административного округа (ЦАО) города Тюмень. Лабораторные испытания позволили провести радиоэкологическую оценку территории исследования и выделить улицы с минимальными и максимальными значениями удельной активности изучаемых радионуклидов.*

*Ключевые слова:* естественные радионуклиды (ЕРН), техногенные радионуклиды (ТРН), почвогрунты, г. Тюмень.

Радиационная экология обретает высокую значимость за счет количественной оценки настоящего, а также мониторинга и последующего прогноза будущего воздействия источников ионизирующего излучения на живые организмы. В границах г. Тюмени отсутствуют ядерный и особо опасные радиационные объекты, радиационный фон территории формируется в основном за счет космического излучения, эманации радона-222, а также содержащихся в почвах и атмосферных осадках радионуклидов. Однако несмотря на это, вопрос радиационной безопасности уже рассматривался в г. Тюмени, так, к примеру, весной 2018 года общественные деятели произвели измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на территории городской набережной и обнаружили повышенный радиационный фон. Информация о потенциальном источнике излучения была передана в местное управление Росприроднадзора. По итогу была произведена замена части гранитных плит. В настоящее время общественники периодически проводят радиационный контроль различных участков, оставляя тему радиационной безопасности, открытой [6].

В связи с этим, при условии постоянного и активного развития городской агломерации, анализ процессов распределения и миграции радионуклидов приобретает всё большую актуальность.

Цель: провести радиоэкологическую оценку почвогрунтов Центрального административного округа г. Тюмени.

Задачи:

1. Провести отбор проб и определить содержание естественных ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) и техногенных ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) радионуклидов в поверхностном слое почвогрунтов правого берега ЦАО г. Тюмени;

2. Выполнить измерения мощности эквивалентной дозы (далее МЭД) гамма-излучения в границах исследуемой территории;

3. Изучить природные и антропогенные факторы, оказывающие влияние на содержание естественных и техногенных радионуклидов в почвогрунтах правого берега ЦАО г. Тюмени.

Изучение почвогрунтов проводилось на правом берегу р. Тура в границах центрального административного округа (далее ЦАО), поскольку именно эта местность является историческим центром города и обладает наибольшим количеством антропогенно преобразованных территории. Отбор проб почвогрунтов проводился в летний и осенний периоды 2023 года.

Объектами исследования являются естественные и техногенные радионуклиды в почвогрунтах Центрального административного округа г. Тюмени. В работе были применены полевые (отбор проб, измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения) и лабораторные методы радиометрии (определение содержания естественных и техногенных радионуклидов). Точки для отбора проб почвогрунтов были расставлены по сетке, ориентируясь на городские перекрестки с интервалом не более 500 метров. Общая площадь исследуемой территории составляет 8 км<sup>2</sup>. Всего отобрано 67 образцов почвогрунтов. Пробы почвогрунтов отбирались до глубины 20 см, из проб удалялись ветки, листва, корни, каменный материал, строительный и прочий мусор. Проба герметично упаковывалась и просушивалась в естественных условиях (20-23 °С) до сухого состояния после чего просеивалась через сита. МЭД гамма-излучения измерялась с помощью дозиметра-радиометра МКС-АТ6130 в местах отбора проб, измерения проводились на расстоянии 1 м от поверхности земли в трехразовой повторности для последующего вычисления среднеарифметического значения. Лабораторное исследование по определению содержания радионуклидов природного и техногенного генезиса в пробах почвогрунтов проводилось с помощью универсального спектрометрического комплекса «Гамма плюс» [5]. Расчет удельной эффективности активности естественных радионуклидов (далее Аэфф) проводился согласно ГОСТ 30108-94, оценка содержания техногенных радионуклидов в почвогрунтах по «Критериям оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной

экологической ситуации и зон экологического бедствия» (1992). Оценка МЭД гамма-излучения проводилась согласно действующему МУ 2.6.1.2398-08.

Минимальный показатель удельной эффективной активности естественных радионуклидов отмечается на перекрестке улиц Хохрякова и Орджоникидзе и составляет 10,35 Бк/кг. Здесь отмечается невысокое содержание исследуемых естественных радионуклидов:  $^{226}\text{Ra}$  - менее 1 Бк/кг,  $^{232}\text{Th}$  - 2,46 Бк/кг,  $^{40}\text{K}$  - 83,9 Бк/кг. Полученные показатели могут быть связаны с частым поливом и разрыхлением почвогрунтов перед посадкой сезонной растительности, что способствует миграции радионуклидов вглубь. Наибольшее значение Аэфф наблюдается на перекрестке улиц 50 лет Октября и Максима Горького, и составляет 82,51 Бк/кг. Причиной этому являются значительные концентрации  $^{40}\text{K}$  (525,3 Бк/кг) и  $^{232}\text{Th}$  (28,9 Бк/кг) в отобранных образцах проб почвогрунтов, а содержание  $^{226}\text{Ra}$  находится ниже диапазона определения УСК «Гамма+». Лимитирующим фактором, оказывающим влияние на накопление естественных радионуклидов, используемых в расчетах Аэфф, может быть недавний завоз гумуса, используемого при ремонте данных улиц, который насыщен органическими и минеральными веществами, для озеленения территорий после замены труб. Среднее значение Аэфф в границах проведения исследования составляет 35,99 Бк/кг. Полученные результаты не превышают установленных норм согласно ГОСТ 30108-94, пробы почвогрунтов относятся к 1 классу материала, территория может быть использована для всех видов строительства без ограничений.

Анализ отобранных проб показал, что диапазон значений содержания  $^{40}\text{K}$  колеблется от 83,9 (на пересечении улиц Хохрякова и Орджоникидзе) до 525,3 (пересечение улиц 50 лет октября и Максима Горького) Бк/кг,  $^{226}\text{Ra}$  - от 1 до 2,47 (пересечение улиц Холодильная и Котовского) Бк/кг,  $^{232}\text{Th}$  - от 1 до 28,9 (пересечение улиц 50 лет октября и Максима Горького) Бк/кг,  $^{137}\text{Cs}$  - от 1 до 9,79 (сквер Исторический) Бк/кг. Показатели содержания  $^{90}\text{Sr}$  в районе исследования оказались незначительными, поскольку диапазон видимости прибора не зафиксировал наличие данного радионуклида. Среднее содержание  $^{137}\text{Cs}$ , с учётом всех анализируемых точек, составляет 1,9 Бк/кг. По содержанию техногенных радионуклидов территория исследования относится к категории «относительно удовлетворительной». Наличие  $^{137}\text{Cs}$  в отобранных пробах почвогрунтов ЦАО г. Тюмени объясняется его глобальной транспортировкой и выпадением с атмосферными осадками.

Полученные результаты исследования по определению естественных и техногенных радионуклидов в пробах почвогрунтов ЦАО г. Тюмени незначительно отличаются от результатов исследований других авторов (Бурлаенко, 2020; Гурьев, Клименко, 2023; Захарова, 2006) и соответствуют обще региональным диапазонам [1-4].

В границах исследуемой территории значения МЭД гамма-излучения варьируется от 0,03 до 0,11 мкЗв/ч. Повышение гамма-фона по сравнению с

другими рассматриваемыми улицами наблюдается на ул. Елизарова, причиной тому может быть - крайне редкое обновление почвогрунтов государственными структурами по благоустройству города, в связи с чем происходит накопление основных естественных и техногенных гамма-излучающих радионуклидов. Также важную роль имеет местонахождение данной точки на границе с загруженной автодорогой, следовательно, часто поднимающаяся пыль может быть вероятной причиной выпадения на поверхность радиоактивных изотопов. Минимальное значение МЭД гамма-излучения было отмечено на улице Профсоюзной, что может быть связано с наличием крутого склона и интенсивного смыва поверхностного слоя почвогрунтов за счет дождевых, талых снеговых вод. Среднее значение МЭД гамма-излучения на исследуемой территории составляет 0,06 мкЗв/ч. Полученные результаты МЭД гамма-излучения не превышают нормы в 0,3 мкЗв/ч для селитебной территории согласно действующему МУ 2.6.1.2398-08. Результаты измерения МЭД гамма-излучения соответствуют, а в некоторых случаях ниже региональных значений полученных другими авторами, а также государственными надзорными органами исполнительной власти [3-4].

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Превышений в содержании естественных ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) и техногенных ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) радионуклидов в поверхностном слое почвогрунтов правобережной части Центрального административного округа г. Тюмени не обнаружено. Полученные результаты лабораторного исследования почвогрунтов соответствуют действующим нормам радиационной безопасности.

2. В соответствии с действующим МУ 2.6.1.2398-08, в рамках проведенного исследования превышений МЭД гамма-излучения не обнаружено.

3. Факторами, влияющими на содержание естественных ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) и техногенных ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ) радионуклидов на территории исследования, могут быть: особенности ландшафтного, использование удобрений, полив газона и разрыхление почвогрунтов.

### Список литературы

1. Бурлаенко В.З., Игашева С.П. Анализ активности природных радионуклидов в почвенно-растительном покрове на территории юга Тюменской области / Самарский научный вестник, Т. 9, № 3, 2020 – 32 с.

2. Гурьев Н.Е., Клименко В.В. Комплексное радиационно-экологическое исследование города Тюмени // Социально-экологические технологии. 2023. Т. 13. № 3. С. 278–291. DOI: 10.31862/2500-2961-2023-13-3-278-291

3. Захарова Е.В. Эколого – радиационное состояние природной среды Тюменской области / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук, 2006. – 24 с.

4. Правительство Тюменской области. Доклад об экологической обстановке ситуации в Тюменской области – Тюмень, 2023. – 197 с.



5. Старков В. Д., Мигунов В. И. Радиационная экология. Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2007. – 143 с.

6. Тюменские известия. Общество. На тюменской набережной ликвидируют следы радиации [Электронный ресурс]. Электрон. жур. 2018. №109 (6942). URL: <https://t-i.ru/articles/11822>

## СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЕНА В ПОЧВЕ

*Забненкова Софья Олеговна, бакалавр Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, E-mail: [Белка Ореховна borehovna@gmail.com](mailto:Belka.Orehovna@borehovna@gmail.com)*

*(Научный руководитель - Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, E-mail: [seregina.i.@inbox.ru](mailto:seregina.i.@inbox.ru))*

*Аннотация. Селен - важный микроэлемент, необходимый для поддержания здоровья человека, так как он входит в состав антиоксидантных ферментов и регулирует обмен веществ. Дефицит селена в организме может приводить к серьезным заболеваниям, что подчеркивает необходимость исследования его содержания в почвах и растениях. Основным источником селена для человека являются сельскохозяйственные растения. В данной работе анализируется уровень содержания селена в почвах России, а также влияние различных факторов на его содержание в почвах.*

*Ключевые слова:* селен, содержание селена в почвах, формы селена в почвах.

## Введение

Селен - один из микроэлементов, играющих важную роль в жизнедеятельности организмов, включая человека. Он входит в состав ряда белков и ферментов, отвечающих за антиоксидантную защиту, регуляцию обмена веществ и поддержание иммунной системы. Недостаток селена в организме человека может приводить к серьезным заболеваниям, таким как кардиомиопатия. Поэтому изучение его содержания в почвах и растениях, а также оценка влияния этих показателей на здоровье населения, являются актуальными задачами [1,3,7].

По данным исследований, содержание селена в почвах варьируется в значительных пределах, что связано с различными факторами, включая геологические особенности, типы почв, агрономические практики и использование удобрений. Эти факторы, в свою очередь, влияют на накопление селена в растениях и его доступность для животных и человека. Таким образом, понимание пространственного распределения селена в почвах и его

биодоступности становится ключевым для оценки потенциального риска для здоровья населения и обеспечения продовольственной безопасности [1,4].

Несмотря на особую значимость селена в жизни населения, исследования его содержания в почвах нечерноземной зоны остаются недостаточно охваченными. Это открывает новые перспективы для научных изысканий, направленных на установление взаимосвязей между содержанием селена в почве, его концентрацией в растениях и влиянием на здоровье человека [1].

**Целью** данного исследования является обобщение сведений о содержании селена в почвах и факторах, влияющих на его уровень.

Селен является ультрамикроэлементом для растений. Селен встречается в формах селенидов, селенитов и селенатов почти во всех почвах. В магматических породах селена содержится очень мало, не более 0,05 мг/кг, показатели более высокие у песчаников и известняков. В кислых почвах преобладают малоподвижные селениды и сульфиды, на нейтральных – селениты, на щелочных – растворимые и доступные растениям селенаты. Концентрация этого элемента связана с климатическими условиями, уровнем гумуса и содержанием глины. Максимальные значения характерны для аридных территорий и черноземов и являются биологически доступными. В России селен присутствует в почвах в среднем в количестве 300 мг/кг, дефицит обоснован в Нечерноземье, на Южном Урале, в Якутии и Забайкалье. Серно-фосфорные удобрения снижают доступность селена для растений, а техногенное загрязнение – наоборот, увеличивает его концентрацию [3-6,8].

Безусловно, на содержание селена в почве влияют климатические особенности региона, гранулометрический состав горных пород и минералов, слагающих почвы и их водно-промывной режим, а также наличие антропогенного воздействия на территорию. Однако помимо физических факторов, которые оказывают влияние на миграцию селена в почвах, существенную роль в его распределении в верхних почвенных горизонтах оказывают и химические факторы, а именно содержание макро- и микроэлементов и другие агрохимические показатели [3,7].

Согласно исследованиям А.В. Синдиревой и Н.Е. Гурьева на серых лесных почвах наибольший вклад в накопление селена в пахотном слое вносят медь, цинк, калий, фосфор, гумус и показатель кислотности ( $pH_{KCl}$ ). При этом связь между содержанием селена и уровнем кобальта, железа, серы, как нитратного, так и аммиачного азота, кальция и магния либо выражена слабо, либо вовсе отсутствует. Анализ показал обратную зависимость между содержанием калия и селена: с увеличением уровня калия общий уровень селена в почве уменьшается. Аналогичная зависимость наблюдается и для меди: повышение её концентрации в верхнем пахотном слое приводит к снижению уровня селена. В отличие от калия и меди, цинк, напротив, способствует накоплению селена в почве [7].

В почвах с высоким содержанием органического вещества и кислой реакцией среды подвижность селена снижается, а, следовательно, снижается и способность растений поглощать селен [7].

Таким образом, можно отметить, что на содержание селена в почве, помимо физических факторов также влияют макро- и микроэлементы и другие агрохимические характеристики.

### **Заключение**

Подводя итог, следует подчеркнуть, что содержание селена в почвах зависит от множества факторов, таких как тип почвы, климатические условия, гранулометрический состав, агрохимические показатели и наличие антропогенного воздействия. Основное влияние на концентрацию селена оказывают макро- и микроэлементы, включая медь, цинк, калий и фосфор, которые по-разному воздействуют на накопление селена в верхних слоях почвы.

Научные данные позволяют сделать выводы о закономерностях распределения селена в почвах Российской Федерации и его биодоступности для растений, что важно для прогнозирования содержания этого микроэлемента в сельскохозяйственной продукции. Учет всех факторов, влияющих на накопление и доступность селена, позволит оптимизировать агрохимические практики и улучшить обеспеченность населения данным элементом, способствуя укреплению здоровья и повышению устойчивости аграрных систем регионов.

### **Список литературы**

1. Аристархов А.Н., Бусыгин А.С., Яковлева Т.А. дефицит селена в почвах и растениях северо-восточного Нечерноземья как индикатор необходимости применения селеновых удобрений // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1 (361). С. 31-36.
2. Бубнова Н.В., Тимофеева Н.Ю., Кострова О.Ю., Стручко Г.Ю., Котелкина А.А., Самакина Е.С. Биологическая роль селена (обзор литературы) // Acta medica Eurasica. 2023. № 2. С 114-120.
3. Ермаков В.В. Миграция селена в биогеохимических пищевых цепях ландшафтов России // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. 2008. № 2. С. 3–10.
4. Побилат А. Е., Волошин Е. И. Особенности содержания селена в системе почва-растение (обзор) // Вестник КрасГАУ. 2020. № 11. С. 98-105.
5. Серегина И.И., Ниловская Н.Т. Биологическая роль селена в растениях // Агрохимия. 2002. № 10. С. 76-85.
6. Серегина И.И. Цинк, селена и регуляторы роста в агроценозе. Москва. Изд-во Проспект. 2018.208с.
7. Синдирева А.В., Гурьев Н.Е. Факторы, влияющие на содержание селена в серых лесных почвах и сельскохозяйственных культурах юга Тюменской области // Социально-экологические технологии. 2022. Т. 12. № 4. С. 439–458.

8. Schrauzer G.N. Selenium and human health; the relationship of selenium status to cancer and viral diseases // Proc. of Alltech's 18th Annual Symposium Nutritional biotechnology in fed and food industries. T.P. Lyons, K.A. Jacques-Nottingham. 2002. P. 263-272.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПО КАТЕНЕ В УСЛОВИЯХ ПАШНИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Козюлина Алина Александровна, студент 4 курса института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alya.kozyulina@mail.ru*

*Ахмад Разан, аспирант 4 года обучения института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, razanahmad166@gmail.com*

*(Научный руководитель – Бородина Кира Сергеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, k.bor@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: В работе рассматривается содержание гумуса в пахотном горизонте чернозема выщелоченного по катене, пересекающей различные эрозионные элементы двух пахотных участков, которая захватывает два противоположных склона. Содержание гумуса варьирует от 4,2% до 8,45%. Среднее значение по всей катене составило 6,6%. Интервал между максимумом и минимум составляет 4,24%. Содержание гумуса в верхней части склона составляет порядка 7,2-8%, а к нижней части склона его содержание падает до 4,2%. Изменение крутизны склона по катене от 1 градуса до 5 градусов.*

*Ключевые слова:* водная эрозия, чернозем выщелоченный, органическое вещество почв.

Проблема деградации почв вследствие водной эрозии является одной из наиболее актуальных для многих регионов России, в том числе Тульской области. Эрозионные процессы не только способствуют физическому разрушению почвенного покрова, но и вызывают снижение содержания органического вещества – ключевого компонента, определяющего плодородие почвы. Органическое вещество, особенно гумус, играет важную роль в поддержании агрономических свойств почв, таких как водоудерживающая способность, структура, обеспечение растений питательными веществами [1].

Целью данной работы является оценка содержания гумуса в черноземе выщелоченным пахотных угодий эрозионных склонов Тульской области.

Объектом исследования являются почвы агроландшафтов лесостепной зоны, расположенные на пахотных угодьях Тульского НИИСХ Филиала ФИЦ

«Немчиновка», который находится в Плавском районе Тульской области вблизи п. Молочные Дворы.

В ходе исследования была заложена катена, пересекающая различные эрозионные элементы двух пахотных участков, которая захватывает два противоположных склона (рис.). Катена направлена с юго-востока на северо-запад. Образцы для определения содержания гумуса были отобраны из пахотного горизонта с помощью бура из 18 точек, расположенных вдоль этой линии. В точках были определена мощность гумусового горизонта. Нижняя часть профиля представляет собой днище балки, которая находится вне пашни, образцы с данного места не отбирались. Полевые изысканий проводились на основе научно-методических рекомендаций [3].

Гумус определялся по ГОСТ 26213-2021.

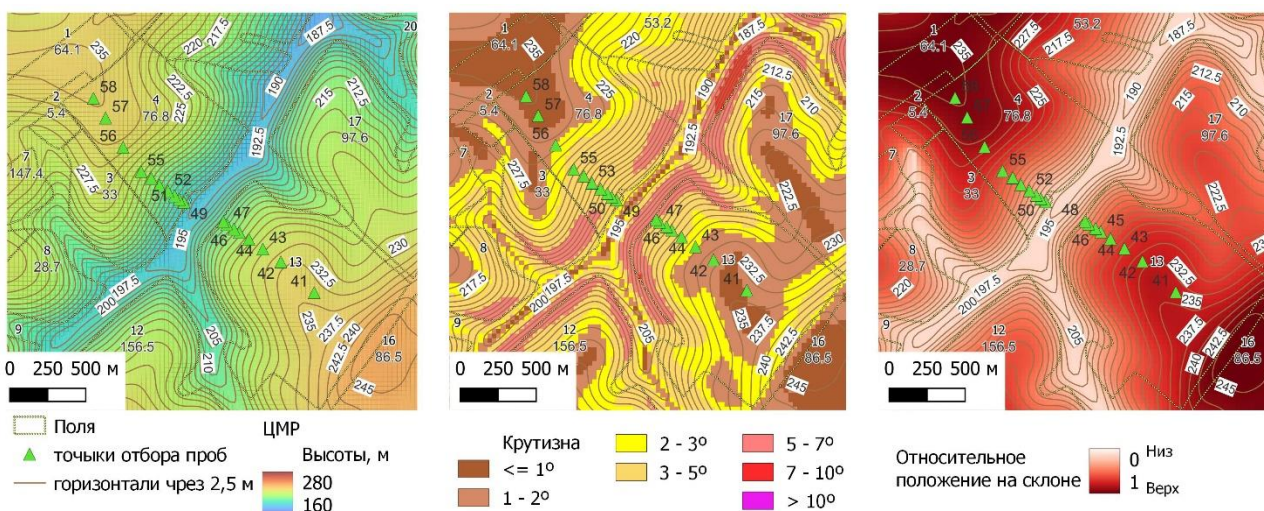


Рисунок - Расположение катены на полях относительно рельефа местности

В качестве основы для заложения катены и дальнейшего анализа содержания гумуса по рельефу использовалась цифровая модель рельефа ALOS с разрешением 30 метров на пиксель. На основе нее были рассчитаны базовые морфометрические характеристики рельефа (крутизна, кривизны, относительное положение на склоне и пр.) [2].

В таблице представлены основные полученные результаты по определению гумуса и морфометрических характеристик рельефа в точках отбора проб.

В образцах почвы пахотного горизонта в пределах катены по усредненным данным из 3 повторных определений содержание гумуса варьирует от 4,2% до 8,45%. Среднее значение по всей катене составило 6,6%. Интервал между максимумом и минимум составляет 4,24%.

Результаты определения гумуса и параметры рельефа в точках

Номер точки	Мощн. гум. гор., см	Гумус, %	Высота, м	LS-фактор	Расстояние до днища балки, м	Превышение над днищем балки, м	Относительное положение на склоне	Крутизна, грд.	Экспозиция
41	69	7.23	233.8	0.13	28.8	8.7	0.77	0.99	С-З
42	56	7.14	231.1	0.22	30.5	10.0	0.75	1.63	С-З
43	62	6.29	227.1	0.35	28.4	13.6	0.68	2.15	С-З
60	110	8.45	225.7	0.27	20.7	16.0	0.56	1.04	С-З
44	57	6.85	220.8	0.70	24.1	19.4	0.55	3.39	С-З
45	56	5.56	216.7	0.84	20.8	23.3	0.47	3.75	С-З
46	45	5.57	213.8	0.95	18.6	26.0	0.42	4.05	С-З
47	47	4.21	208.7	1.29	14.3	31.0	0.31	4.96	С-З
58	70	8.01	235.3	0.03	34.4	1.5	0.96	0.39	Ю-В
57	61	7.70	234.8	0.01	34.1	2.3	0.94	0.23	Ю-В
56	67	7.20	231.4	0.28	31.3	6.2	0.84	1.90	Ю-В
55	65	7.43	221.3	0.77	23.2	16.8	0.58	3.44	Ю-В
54	80	7.87	215.2	1.04	18.7	23.1	0.45	4.09	Ю-В
53	56	7.33	211.4	1.14	15.6	27.1	0.36	4.28	Ю-В
52	42	6.64	206.3	1.24	11.4	32.4	0.26	4.46	Ю-В
51	50	5.47	201.0	1.29	7.1	37.7	0.16	4.50	Ю-В
50	55	4.83	197.9	1.28	4.5	41.0	0.10	4.51	Ю-В
49	35	5.00	195.8	1.22	2.8	43.1	0.06	4.18	Ю-В

Размещение точек по профилю затрагивает как верхнюю водораздельную часть, так и крайнюю часть склонов, максимально близких к днищу балки. Перепад высот составил 43 метра от верхней до нижней точки отбора почвенных образцов.

Как можно видеть (табл. 1) содержание гумуса в верхней части катены составляет порядка 7,2-8%, а к нижней части склона его содержание падает до 4,2%. Помимо этого, можно четко наблюдать изменение крутизны склона по катене от водораздельной поверхности с крутизной менее 1 градуса до 5 градусов.

В условиях участка мы наблюдаем связь содержания гумуса с рельефом, причем необходимо отметить, что оценка сводится к совокупному влиянию разных параметров рельефа. Изменение содержания гумуса в сторону его уменьшения четко наблюдается вниз по склону совместно с изменением крутизны склона, расстояния до днища балки, относительно положения точки отбора проб на склоне.

Для оценки связи содержания гумуса с параметрами рельефа был проведен регрессионный анализ. Сильная корреляция (более 0,7) наблюдается у LS-фактора, крутизны и превышения над днищем балки. Корреляция не означает

однозначной причинно-следственной связи [4], но данные параметры можно использовать для построения модели регрессионного кригинга и построить картограмму содержания гумуса для данных участков. При дополнительном исследовании модель может быть применена для пахотных угодий всего хозяйства.

### **Список литературы**

1. Агробиотехнологии XXI века / И.И. Серегина, С.П. Торшин, Н.Н. Новиков [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 516 с.

2. Минаев, Н.В. Цифровая модель почвенно-ландшафтных связей Владимирского ополья: специальность 03.02.13 "Почвоведение": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Минаев Николай Викторович. – Москва, 2020. – 149 с.

3. Проведение почвенного обследования сельскохозяйственных земель: Научно-методические рекомендации / О.М. Голозубов, В.Д. Наумов, Р.В. Некрасов [и др.]; Научно-методические рекомендации. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – 188 с.

4. Савич, В.И. Информационная оценка взаимосвязей свойств, процессов и режимов почв / В.И. Савич, В.А. Седых, Н.В. Минаев // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6(54).

## **ДИНАМИКА УГЛЕРОДА МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

*Казюлин Лев Федорович, аспирант Института агроэкологических технологий, ФГБОУ ВОКрасноярский государственный аграрный университет, [levkrsk.99@mail.ru](mailto:levkrsk.99@mail.ru)*

*(Научный руководитель – Кураченко Наталья Леонидовна, д.б.н., профессор кафедры почвоведения ФГБОУ ВОКрасноярский государственный аграрный университет, [kurachenko@mail.ru](mailto:kurachenko@mail.ru))*

*Аннотация: в полевом опыте установлено влияние гидротермического режима на содержание углерода микробной биомассы в почве. Вклад погодных условий в формирование углерода микробной биомассы оценивался величиной 71% для пахотного и 58% для подпахотного слоя. Погодные условия в большей степени контролировали динамику углерода микробной биомассы. Применяемые в опыте удобрения не оказали существенного влияния на содержание углерода микробной биомассы в почве.*



*Ключевые слова: агрочернозем, углерод микробной биомассы, гуминовые удобрения, аммиачная селитра, гидротермический режим.*

Почва является крупнейшим резервуаром органического углерода. Благодаря специфическому характеру процессов трансформации органического вещества, почва занимает ключевое положение в цикле углерода [3]. И здесь важнейшую роль играет микробная биомасса, так как она непосредственно вовлечена во все процессы трансформации почвенного органического вещества. От деятельности микробной биомассы в почве зависят общие запасы углерода в почве, его стабилизация в форме мало подверженного процессам минерализации органического вещества, величина эмиссии углерода из почвы, преимущественно в форме углекислого газа и метана – парниковых газов в значительной мере определяющих парниковый эффект. Гуминовые удобрения, являющиеся одними из наиболее распространенных биологически активных стимуляторов роста в возделывании сельскохозяйственных культур, могут существенно влиять не только на фитоценологическую часть агроценозов, но и на их микробиологическую составляющую. Одной из особенностей препаратов на основе гуминовых веществ являются их биопротекторные свойства [1], позволяющие использовать гуминовые препараты в качестве антистрессоров и, таким образом, защищать микробиоту от действия неблагоприятных факторов, таких как засуха, заморозки, а также применение средств защиты растений.

Цель настоящего исследования – изучить содержание и динамику углерода микробной биомассы при применении минерального и гуминовых удобрений.

Исследования проведены в 2023 году в учебном хозяйстве «Миндерлинское» Красноярского государственного аграрного университета, расположенном в Красноярской лесостепи. Объекты исследования – агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный, агроценоз яровой пшеницы сорта Новосибирская 15, гуминовые удобрения Лигногумат АМ и Гумат Калия Суфлер, минеральное удобрение аммиачная селитра.

Гуминовые удобрения Лигногумат АМ и Гумат Калия Суфлер применялись по трём фонам минерального питания: 1. Контроль (без удобрений); 2. Аммиачная селитра в дозе 30 кг д.в./га; 3. Аммиачная селитра в дозе 60 кг д.в./га. Таким образом, схема опыта включает в себя 9 вариантов. Гуминовые препараты применялись в качестве протравителя семян, а также в составе баковых смесей в фазу кущения и цветения. На фоне применялись следующие средства защиты растений: Скарлет, МЭ; Арго Прим, МЭ; Фемида, МД; Титул Трио, ККР; Эсперо, КС. Применяемые дозы препаратов соответствовали рекомендациям производителя.

Определение углерода микробной биомассы, температуры и влажности почвы проводили в июне, июле, августе и сентябре в 0-40 см слое и приурочивали к фенологическим фазам развития яровой пшеницы. Повторность определений 3-кратная. Влажность почвы определяли – термовесовым методом, углерод



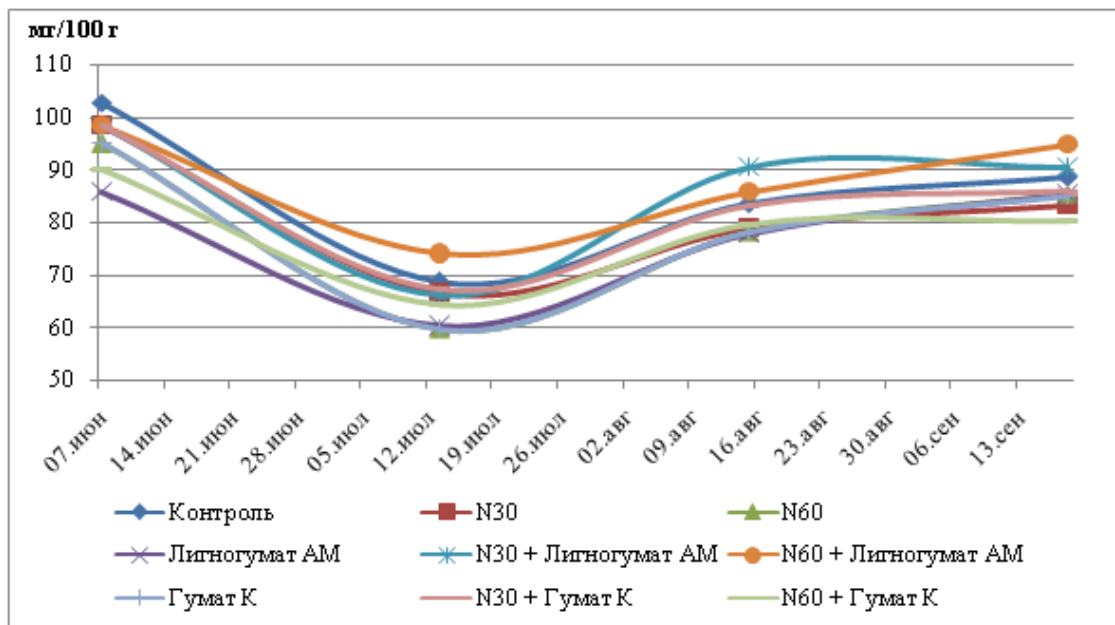
микробной биомассы – регидратационным методом [2] с последующим сжиганием полученной аликвоты хромово-сернокислрой смесью и титрованием Солью Мора. Полученные результаты обрабатывали методами описательной статистики и дисперсионного анализа при помощи программы MS Excel и Snedecor V4.

Вегетационный сезон 2023 года был обеспечен теплом при сильном недостатке влаги. Весна характеризовалась как холодная и затяжная. Только в третьей декаде мая температура в среднем достигала 12,2 °С. Начало вегетационного периода сопровождалось оптимальным количеством осадков. Летний период характеризовался как теплый, температура воздуха превышала среднемноголетние значения на 2-3 °С. При этом количество осадков в июне, июле и августе составило 65-69 % от среднемноголетнего уровня. ГТК оценивалось величиной 0,59-0,85, что свидетельствует о засушливых условиях. Самым острозасушливым оказался июнь месяц. В первой и второй декаде июня по данным метеостанции «Сухобузимо» выпало всего от 2 до 5 мм осадков.

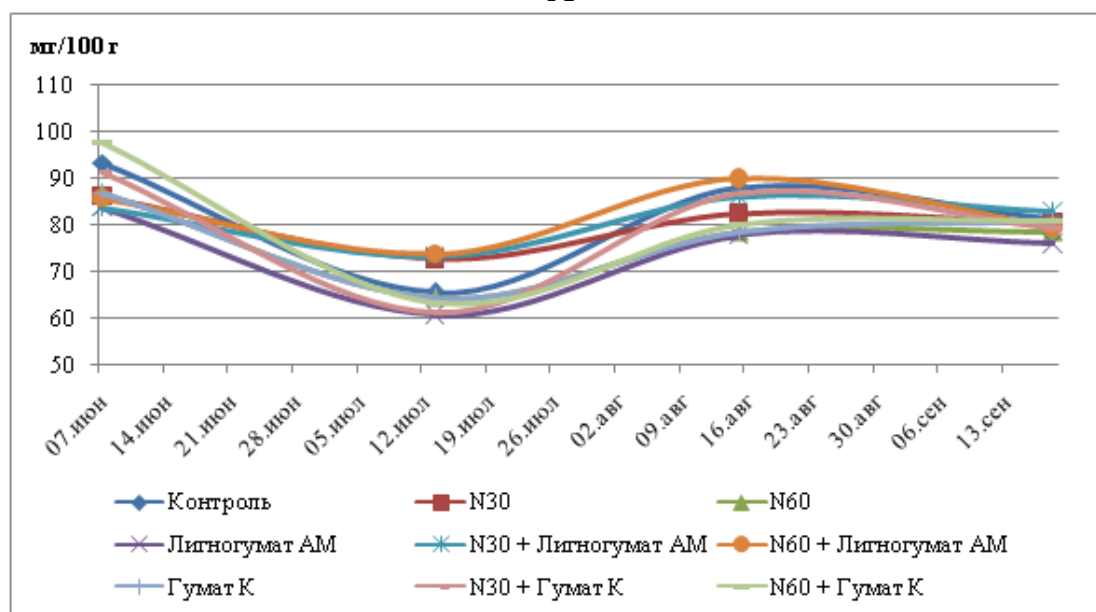
Анализ динамики содержания углерода микробной биомассы в агрочерноземе показал, что в период кущения яровой пшеницы величина показателя в пахотном слое варьировала в пределах от 86 до 103 мг/100 г почвы (рис.). В подпахотном слое содержание микроббиомассы было несколько меньше и равнялось 84-98 мг/100 г. К периоду колошения пшеницы наблюдалось существенное снижение содержания углерода микробной биомассы до 60-74 мг/100г. Что согласуется с условиями увлажнения почвы. В данный период, в середине июля, влажность почвы по вариантам опыта была не выше 20% [4]. Характер динамики содержания углерода микробной биомассы для подпахотного слоя почвы не отличался от пахотного верхнего слоя почвы. Было установлено, что на вариантах совместного применения Лигногумата АМ с аммиачной селитрой содержание углерода микробной биомассы было выше, чем на контроле на достоверно значимую величину 7,9-8,3 мг (НСР<sub>05</sub> = 7,7), что в свою очередь могло свидетельствовать о протекторных свойствах гуминовых удобрений. Далее к периоду молочной спелости пшеницы происходило возрастание содержания микроббиомассы почти до прежнего уровня (78-91 мг/100г). Далее микробная биомасса почвы практически не претерпевала изменений вплоть до послеуборочного периода.

Установлено, что применяемые гуминовые и минеральное удобрение не повлияли на содержание углерода микробной биомассы в агрочерноземе. Можно отметить лишь тенденцию на увеличение содержания углерода микроббиомассы на варианте совместного применения Лигногумата АМ и аммиачной селитры в дозе N<sub>60</sub>. Так, на этом варианте, после первого опрыскивания вегетирующей пшеницы гуминовым удобрением, наблюдалось повышение содержания углерода микробной биомассы на 2,0-6,4 мг/100г в пахотном слое и 2,0-8,3 мг/100г в подпахотном вплоть до уборки яровой пшеницы. В значительной мере динамика углерода микробной биомассы

определялась погодными условиями вегетационного сезона [5]. От влажности почвы микробная биомасса имела прямую линейную зависимость, коэффициент корреляции соответствовал значению 0,78 для пахотного слоя и 0,52 для подпахотного ( $n = 108$ ;  $r_{05} = 0,19$ ). От температуры почвы углерод микробной биомассы имел зависимость описываемую полиномом второй степени с коэффициентом корреляции 0,77 ( $n = 108$ ;  $r_{05} = 0,19$ ). Регрессионный анализ показал достоверную зависимость содержания углерода микробной биомассы от температуры и влажности почвы ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,81$ ).



А



Б

Рисунок – Динамика содержания углерода микробной биомассы в агрочерноземе (А – 0-20 см; Б – 20-40 см), мг/100г

Вегетационный сезон 2023 года характеризовался засушливыми условиями в летние месяцы, так ГТК Селянинова соответствовал значению от 0,56 в июне до 0,77 в августе. Данные засушливые погодные условия, по-видимому, определили характер динамики микробной биомассы в почве. Согласно анализу вклада факторов, углерод микробной биомассы в слое 0-20 см на 71% зависел от погодных условий и только на 7% от исследуемого варианта полевого опыта. В подпахотном слое влияние погодных условий уменьшилось до 58%, используемые удобрения также не оказали значительного влияния на углерод микробной биомассы, их вклад оценивался на уровне 5%. Используемые в опыте гуминовые и минеральное удобрения не оказали существенного влияния на динамику и среднестатистические значения углерода микробной биомассы.

### Список литературы

1. Безуглова О. С., Лыхман В. А., Горовцов А. В. [и др.] Адаптогенное действие гуминового препарата при возделывании озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 11. С. 53-56.
2. Благодатский С. А., Благодатская Е. В., Горбенко А. Ю., Паников Н. С. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве // Почвоведение. 1987. № 4. С. 64-71.
3. Заварзин Г. А., Кудеяров В. Н. Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России// Вестник РАН. 2006. Т. 76. № 1. С. 14–29.
4. Казюлин, Л. Ф. Гидротермический режим агрочернозема в условиях применения минеральных и гуминовых удобрений // Инновационные тенденции развития Российской науки: Материалы XVII международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 04–06 марта 2024 года. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. С. 37-41.
5. Чимитдоржиева Э. О., Чимитдоржиева Г. Д. Динамика углерода микробной биомассы целинных степных и сухостепных почв Забайкалья // Вестник КГУ. 2012. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-ugleroda-mikrobnoy-biomassy-tselinnyh-stepnyh-i-suhostepnyh-pochv-zabaykalya> (дата обращения: 17.10.2024).

### ЛАБИЛЬНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО – ИНДИКАТОР ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

*Каширская Мария Александровна, студентка 3 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева  
youlmarii29@gmail.com*

*(Научный руководитель – Елисеева Ольга Владимировна, к.б.н., доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева elysol11@yandex.ru)*

*Аннотация: лабильные фракции органического вещества почв, представленные водорастворимым органическим углеродом, углеродом микробной биомассы, легкоокисляемым углеродом, легкоразлагаемым органическим веществом (легкой фракцией) играют существенную роль в плодородии почв и быстро реагируют на изменение характера использования почв.*

*Ключевые слова: лабильное органическое вещество почв, органический углерод почв, легкая фракция органического вещества, легкоразлагаемое органическое вещество почв.*

Почва является вторым по величине в мире пулом углерода (С), хранящим 1550 гигатонн (Гт) почвенного органического углерода в слое почвы толщиной 1 м, что в 2,04 раза больше, чем атмосферный пул (760 Гт) и в 2,77 раза больше, чем биогенный пул (560 Гт). Почвенный органический углерод играет ключевую роль в регулировании плодородия почвы и необходим для долгосрочной жизнеспособности агроэкосистем. Тем не менее, трудно различить краткосрочные и среднесрочные изменения в пуле почвенного углерода из-за пространственно-временной дисперсии высокого фонового содержания углерода и постоянного содержания углерода в составе органического вещества почв. Углерод микробной биомассы, растворенный органический углерод и легко окисляемый органический углерод являются лабильными фракциями органического углерода, которые быстро реагируют на меры по управлению земельными ресурсами; поэтому они рассматриваются как начальные и чувствительные индикаторы изменения содержания органического углерода почв и могут использоваться для оценки оборота органического углерода в агроэкосистемах. Более того, их можно использовать в качестве индикатора эффективности стратегий управления сельским хозяйством для повышения продуктивности почвы [2].

Хотя органический углерод почвы был определяющим фактором для обеспечения долгосрочной продуктивности и качества почвы, его изменение было нелегко обнаружить в краткосрочной перспективе. Напротив, лабильные органические фракции С, включая водорастворимый С, углерод, извлекаемый горячей водой, лабильный органический С и твердый органический С, часто более чувствительны к изменению качества почвы. Поскольку органический углерод почвы представляет собой смесь различных фракций, определение одной лабильной фракции углерода не всегда адекватно отражает изменения качества почвы, вызванные управлением почвенными ресурсами, в то время как несколько лабильных фракций, измеренных одновременно, могут позволить точнее оценить

влияние управления на свойства почвы. Фракции стабильного органического углерода также играют важную роль в поддержании запасов почвенного углерода [3].

Стратегии управления почвой, связанные с углеродом, часто основаны на валовых запасах углерода в почве, без учета формы, в которой этот углерод в ней находится, например, в лабильной форме, такой как дисперсное органическое вещество (легкая фракция), или в стабилизированной форме в агрегатах или в виде органического вещества, связанного с минералами. Аналогичным образом, запасы азота (N) редко учитываются, хотя они важны для плодородия почвы и микробных процессов а в избыточных количествах вызывают потери  $N_2O$  из почв. Таким образом, анализ запасов C и N в пулах, имеющих различную стабильность и факторов, влияющих на эти пулы, может улучшить управление почвой в условиях изменения климата.

Пулы с различной устойчивостью обычно отделяются от образца почвы с помощью физических методов фракционирования. Они включают различные последовательные шаги, включая просеивание, ультразвуковую обработку и седиментацию. Хотя в литературе описано множество методов физического фракционирования, наиболее распространенными почвенными фракциями органического вещества являются легкие фракции, представляющие собой растительные остатки разной степени разложения и гумификации, несвязанные с почвенными минералами, различные фракции агрегатов (например, макроагрегаты (>250 мкм) и микроагрегаты (53–250 мкм), в которых доступ деструкторов к органическому веществу внутри ограничен и фракции органического вещества, прочно связанные с почвенными минералами [4]

Наше понимание того, как долгосрочное внесение органических и минеральных удобрений влияет на накопление органического вещества почв, все еще ограничено. Органическое вещество почв представляет собой разнородную смесь по-разному разлагающихся органических соединений, представляющих различные фракции, имеющие различные скорости оборота. На основе степени разложения и конкретных механизмов стабилизации почвенное органическое вещество можно разделить на активные, медленные и пассивные пулы. Количественная оценка этих пулов имеет решающее значение для понимания изменений плодородия почвы, вызванных долгосрочными методами управления. Разработан широкий спектр методов фракционирования органического вещества почв. Эти методы позволяют выделить фракции, различающиеся по своим физическим, химическим и биологическим свойствам. Большинство применяемых методик используют способы фракционирования на основе размера частиц и плотности для выделения активных, медленных и пассивных пулов [5].

Под легкоразлагаемым органическим веществом (ЛОВ) предложено понимать группу лабильных органических веществ, включающую неразложившиеся органические остатки растительного и животного

происхождения, детрит, низко- и среднемолекулярные углеводы, аминокислоты, пептиды и другие неспецифические соединения, новообразованные гумусовые кислоты, гуминовые и фульвокислоты, непрочно связанные с минеральной частью почвы. Для выделения легкоразлагаемого органического вещества почвы исследователями используются различные тяжелые жидкости (растворы NaJ, KJ, смесь KJ и CdJ, бромформ, жидкость Туле и др.), имеющие плотность 1,8 г/см<sup>3</sup>, что позволяет выделить из почвы функционально различные компоненты органической части почв. Органическое вещество легкой фракции состоит, в основном, из фрагментов корней, различных растительных и микробных остатков. В тяжелой фракции большая часть органического вещества адсорбирована на поверхности минералов или аккумулярована внутри органо-минеральных агрегатов. Легкая фракция непосредственно связана с кратковременными сезонными процессами, обусловленными ростом растений, а тяжелая фракция тесно связана с процессами синтеза устойчивых к биодеградации фракций органического вещества почв [1].

Таким образом, проведенное исследование показало значительное влияние различных лабильных фракций органического вещества на показатели плодородия почвы. Лабильные фракции органического вещества более чувствительны к изменениям характера использования почв в сельскохозяйственном производстве по сравнению со стабильной частью органического вещества почв и поэтому могут служить индикаторами изменения плодородия почв в процессе их возделывания.

### **Список литературы**

1. Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Елисеева О.В. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом. Почвоведение, 2022, №7, С. 909-917. DOI: 10.31857/S0032180X22070036
2. Angst G., Lichner L., Csecserits A., Emsens W.-J., van Diggelen R., Veselá H., Cajthaml T., Frouz J. Controls on labile and stabilized soil organic matter during long-term ecosystem development. Geoderma, 2022, Volume 426, 116090. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116090>.
3. Mustafa A., Saeed Q., Nezhad M.T.K., Nan S., Hongjun G., Ping Zh., Naveed M., Minggang X., Núñez-Delgado A. Physically separated soil organic matter pools as indicators of carbon and nitrogen change under long-term fertilization in a Chinese Mollisol. Environmental Research, 2023, Volume 216, Part 2, 114626. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114626>.
4. Hu Q., Liu T., Ding H., Li Ch., Yu M., Liu J., Cao C. The effects of straw returning and nitrogen fertilizer application on soil labile organic carbon fractions and carbon pool management index in a rice–wheat rotation system. Pedobiologia, 2023, Volume 101, 150913. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2023.150913>.

5. Zhang F., Song Q., Ma T., Gao N., Han X., Shen Y., Yue Sh., Li Sh. Long-term maintenance of high yield and soil fertility with integrated soil-crop system management on the Loess Plateau. *Journal of Environmental Management*, 2024, Volume 351, 119687. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119687>.

## **РОДОДЕНДРОН ЖЁЛТЫЙ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ФИТОИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ПОЧВ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА**

*Кащенко Григорий Алексеевич, бакалавр 3 курса Института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, научный сотрудник ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, [grigory.kashchenko@mail.ru](mailto:grigory.kashchenko@mail.ru)*

*Василенкова Валерия Евгеньевна, бакалавр 3 курса Института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, [vasilenkoval@icloud.com](mailto:vasilenkoval@icloud.com)*

*(Научный руководитель – Мирин Денис Моисеевич, к.б.н., доцент кафедры экологии и геоботаники растений СПбГУ, Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: получены первые комплексные данные о почвах, приуроченных к пятнам доминирования рододендрона жёлтого *Rhododendron luteum* Sweet, произрастающего в субтропическом поясе Западного Кавказа*

*Ключевые слова: растительные сообщества, Западный Кавказ, родоретумы, желтозёмы*

Западный Кавказ - регион с уникальным природным разнообразием, где почвы, наравне с реликтовыми субтропическими широколиственными лесами, играют ключевую роль в поддержании экологического баланса.

Почвы региона подвержены эрозионным процессам, в т.ч. из-за деградации растительного покрова ввиду нерационального природопользования и климатических изменений [3]. Для противостояния вышеупомянутым явлениям необходим комплексный подход, требующий не только задействование методов рационального землепользования, но и полноценного экологического мониторинга [2].

Растения, чей габитус формируется под воздействием определённых почвенно-климатических условий среды, несомненно способны достаточно быстро реагировать на какие-либо их изменения. Это делает многие виды растений, принадлежащих к разным экологическим группировкам, незаменимым инструментом биоиндикации [1]. Более того, они способны «фиксировать» долгосрочные изменения, происходящие в экосистемах.

Для проведения исследований в области фитоиндикации состояния почв используются разнообразные методы - физиолого-биохимические, морфометрические, анатомо-цитологические и т.д.

Виды, принадлежащие к роду *Rhododendron* L., играют немаловажную роль в растительных сообществах региона, защищая всходы древесных пород от избыточной инсоляции и суточных колебаний температур [4]. Кустарники обыкновенно встречаются на сильнокаменистых кислых почвах тяжёлого гранулометрического состава.

Рододендрон жёлтый *Rhododendron luteum* Sweet, чьё присутствие отмечается практически во всех высотных поясах растительности Кавказа (от уровня моря до 2000м абс. выс.), в отличие от иных представителей рода, является листопадным кустарником, что даёт ему куда более пластичный и адаптивный механизм приспособления к широкому спектру как климатических, так и почвенных условий. Ввиду своих биологических особенностей, рододендрон жёлтый может рассматриваться как потенциальный биоиндикатор долгосрочных изменений различных характеристик среды.

Нами обследован ряд пятен доминирования рододендрона жёлтого на границе Туапсинского и Лазаревского районов Краснодарского края, отражающий различное состояние растений.

Для каждой локации проведены геоботанические описания. В рамках крупных пятен почвенные разрезы выкапывались не только в центре, но и на периферии пятен, что, при характерной для территории пестроте почвенного покрова, позволило бы выявить наиболее оптимальные условия для данного вида.

Для описания свойств почв были проанализированы экспериментальные данные по гранулометрическому составу, содержанию подвижных форм фосфора и калия, органического углерода, ЕКО, рН солевой вытяжки и гидролитической кислотности.

### **Список литературы**

1. Неверова А.О. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды // Биосфера. 2009. № 1 (1). С. 82–92.
2. Слюсарев В. Н., Онищенко (Гнаевская) Л. М., Осипов А. В. Современное Состояние Почв Северо-Западного Кавказа // Труды Кубанского Государственного Аграрного Университета. 2013. № 42. С. 99–103.
3. Abdaladze O. [и др.]. Sensitive Alpine Plant Communities to the Global Environmental Changes (Kazbegi Region, the Central Great Caucasus) 2015.
4. Akhalkatsi M. [и др.]. Facilitation of Seedling Microsites by *Rhododendron Caucasicum* Extends the *Betula Litwinowii* Alpine Treeline, Caucasus Mountains, Republic of Georgia // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 2006. № 4 (38). С. 481–488.



## **ВЛИЯНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАСТЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

*Кучерова Анна Дмитриевна - студентка 1 курса магистратуры Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Рогозин Роман Владиславович - студент 1 курса магистратуры Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Меренков Константин Эдуардович – аспирант 1 года обучения института агробιοтехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.*

*(Научный руководитель – Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: Статья посвящена проблеме загрязнения почвы тяжелыми металлами и их влияния на отрасли сельского хозяйства. Исследование сфокусировано на изучении действия различных биостимуляторов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы, выращенной в условиях токсичной почвенной среды.*

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, биостимуляторы, яровая пшеница

В настоящее время современные условия производства оказывают существенное влияние на окружающую среду, вызывая ее техногенное загрязнение [6]. Это определяет условия жизнедеятельности микроорганизмов, растений и человека. Тяжелые металлы обладая высокой токсичностью, миграционной способностью, а также канцерогенными и мутагенными свойствами вызывают реакции в растениях и способствуют снижению не только урожайности сельскохозяйственных культур, но также и качества основной продукции [5]. В наше время разработаны определённые фитогормональные биорегуляторы роста растений, которые оказывают и защитное воздействие на растения в условиях токсического загрязнения. В связи с этим, данные, полученные в ходе вегетационного опыта и представленные в данной статье имеют высокую степень актуальности и практической значимости [1].

Объектами исследования вегетационного опыта, проводимого в вегетационном домике на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, являются: Яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорта Злата [3]; Окультуренная дерново-подзолистая среднесуглинистая почва с полевой опытной станции РГАУ-МСХА; Тяжелые металлы: сульфат цинка ( $ZnSO_4$ ), сульфат меди ( $CuSO_4$ ), сульфат кадмия ( $CdSO_4$ ) и сульфат свинца ( $PbSO_4$ ); и биопрепараты «Органомин», «Биодукс», и «Оберегъ» [4]

Проводился вегетационный опыт с почвенной культурой яровой пшеницей сорта Злата. Растения выращивали в условиях почвенной среды в сосудах Митчерлиха вместимостью 5 кг почвы. Посев проводился 15 мая сухими семенами яровой пшеницы, заделывая их в заранее сделанные по трафарету на 0,5 см меньше диаметра сосуда лунки. После этого поверхность почвы была засыпана 100 г кварцевого песка. Количество высеванных семян было равно 40 шт. на один сосуд.

После появления всходов, в начале кущения, было произведено прореживание до 20 шт. растений во всех сосудах опыта. Удалялись как отставшие, так и наиболее сильные растения, чтобы соблюсти равномерное распределение на поверхности сосуда выровненных, близких по развитию проростков.

Полив производился ежедневно рано утром или вечером, после 16:00, в расчете 200 мл водопроводной воды на один сосуд без учета полной влагоемкости почвы. В жаркую погоду растения поливались 2 раза в день, каждый раз выливая воду из поддона в сосуд, чтобы исключить потери элементов питания и тяжелых металлов.

Для оценки влияния регуляторов роста на накопление ассимиляционной поверхности и накопления биомассы по фазам развития растений яровой пшеницы различных сортов отбирали пробы: фаза выхода в трубку, фаза колошения, фаза цветения.

Далее было смоделировано 3 уровня загрязнения ТМ:

1. Фон – содержание тяжелых металлов не будет увеличиваться и будет оставаться на уровне, приемлемом для почв полевой опытной станции РГАУ-МСХА.

2. Уровень загрязнения доза 1 – содержание тяжелых металлов в сосудах будет искусственно увеличено внесением дозы, соответствующей верхнему пределу допустимой концентрации для каждого ТМ (табл 4)

3. Уровень загрязнения доза 2 – двукратное увеличение дозы, которая вносилась в прошлом варианте.

Общее количество сосудов составляет 84 шт. – 28 шт. из них будут фоновыми образцами; 28 шт. будет искусственно загрязнено дозой уровня доза 1; оставшиеся 28 штук будут загрязнены концентрациями уровня доза 2.

Количество элемента из расчета на 1 сосуд 100 мл дистиллированной воды с растворенными тяжелыми металлами. Расчет проводили по СанПиН 2.1.7.573-96

Доза 1 = 2800 мл H<sub>2</sub>O Zn 68г; Cu 58г; Pb 24,2г; Cd 0,65г.

Доза 2 = 2800 мл H<sub>2</sub>O Zn 136г ;Cu 117г; Pb 48,4г ;Cd 1,3г.

Для анализа отбиралось по 2 растения с каждого сосуд. На 32 день с момента посева в фазу выхода в трубку вышли только образцы, произрастающие при фоновом загрязнении. Растения, росшие в смоделированном уровне загрязнения дозы 1 и дозы 2 еще не вышли в фазу выхода в трубку. (рис 1).



Рисунок 1. Внешний вид растений на 32 день.

Это уже говорит о прямом воздействии ТМ на скорость развития растений. Можно уже делать выводы о том, что будущая урожайность у чистых образцов будет потенциально выше, чем у загрязненных. Если чистые растения раньше преодолевают фазы роста то, следовательно, они раньше вступят в период колошения и смогут раньше начать формирование урожая. Ниже приведен график  $S_{ап}$  всего растения.

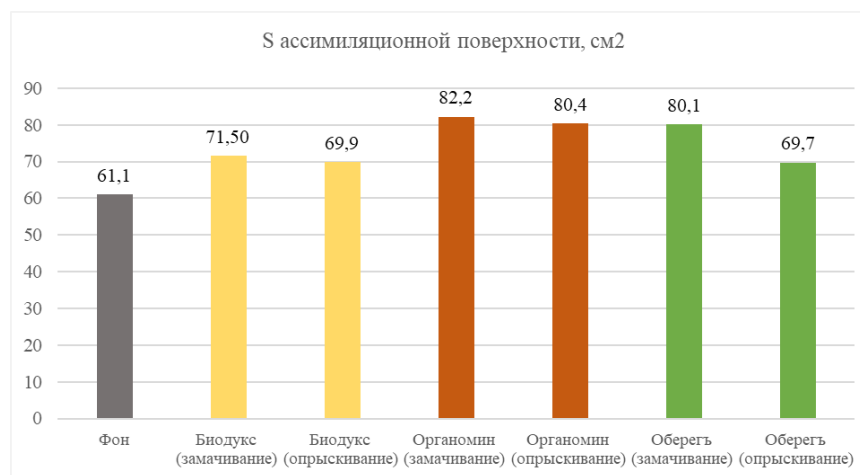


Рисунок 2. Площадь ассимиляционной поверхности всего растения пшеницы в фазе колошения

При исследовании получившихся результатов было обнаружено, что предпосевная обработка семенного материала сильнее увеличивает площади ассимиляционной поверхности растения в сравнении с обработкой опрыскиванием. Растения, обработанные препаратом Биодукс увеличились в 1,17 раза. Использование препарата Органомин преумножило площадь поверхности растений в 1,34 раза. С Оберегом растения прибавили в 1,31 раза больше площади, в сравнении с контролем. При опрыскивании вегетирующих растений регулятором роста Биодукс растения увеличились в 1,15 раз. При использовании Препарата Органомин и ОберегЪ было увеличение в 1,31 и 1,14 раза

соответственно. Препарат Органомин в двух видах обработок показал самую большую прибавку в площадях поверхности пшеницы в фазу выхода в трубку (в 1,34 и 1,31 раза соответственно). У препарата Оберегь наблюдается большая разница между обработками (прирост в 1,31 и 1,14 раза соответственно), что говорит о слабой эффективности от опрыскивания на данной фазе. Биодукс, несмотря на двойное повышение действующего вещества относительно Оберега, показал в двух видах обработок небольшие приросты сравнительно других препаратов (увеличение в 1,17 и 1,14 раза соответственно).

#### **Влияние биопрепаратов на ассимиляционную поверхность растений яровой пшеницы в фазу колошения**

Отбор и анализ образцов проводился на 43 день со дня посева. Отбор образцов проводился с каждого сосуда по 1 растению. В этот период растения с дозой 1 и дозой 2 успели преодолеть фазу выхода в трубку и также успели вступить в фазу колошения вместе с вариантами с фоновым загрязнением. Ниже показаны два образца – растение с сосуда № 2 (Контроль фон) и растение с сосуда № 58 (Органомин в виде опрыскивания при загрязнении дозой 2).



Рисунок 3. Растение из контрольного варианта

Растение, которое выращивалось без внесения биостимуляторов и загрязнений тяжелых металлов (Рис. 5) имеет стандартные показатели внешнего вида для данного сорта в период фазы колошения.



Рисунок 4. Растение, обработанное методом опрыскивания вегетирующих растений препаратом Биодукс при загрязнении дозой 1 тяжелыми металлами

Ниже приведен график  $S_{ап}$  всего растения в фазе колошения

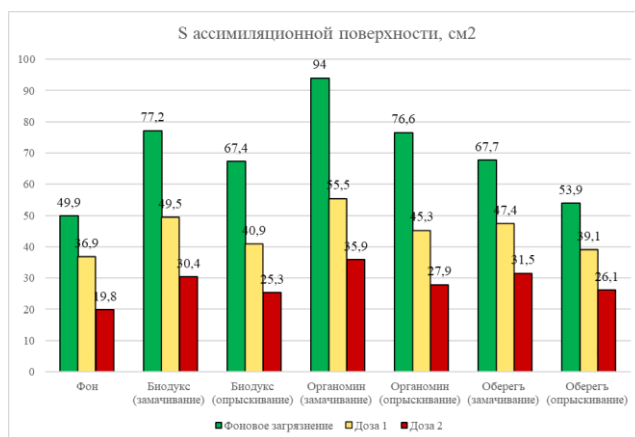


Рисунок 5. Площадь ассимиляционной поверхности всего растения пшеницы в фазе колошения.

В заключение исследований этой фазы можно сказать, что использование регуляторов роста путем замачивания семенного материала условиях фонового содержания тяжёлых металлов способствовало увеличению площадей ассимиляционной поверхности всего растения пшеницы сорта Злата в фазу колошения. Применение препарата Биодукс привело к увеличению площади растения в 1,55 раза. Использование средства ЗСК Органомин позволило увеличить размер листа в 1,9 раза, а применение препарата ОберегЪ – в 1,35 раза. Также была зафиксирована прибавка у метода обработки опрыскиванием вегетирующих органов. Применение биостимулятора Биодукс увеличило площади растений в 1,35 раза (на 20% меньше по сравнению с замачиванием). Использование препарата Органомин составило прибавку в 1,55 раза (на 35% меньше чем у замачивания). Использование Оберега в данном виде обработки увеличило показатели растения в 1,1 раза. Обработка предпосевного материала дала выше среднюю прибавку ассимиляционной поверхности по сравнению с опрыскиванием: в 1,6 раза и 1,3 раза соответственно.

В условиях загрязнения тяжелых металлов при дозе 1, у контрольного образца наблюдается снижение площади поверхности в 1,35 раза. Применение биостимуляторов в виде предпосевной обработки помогло снизить падение площадей листьев при загрязнении. Использование препарата Биодукс привело к увеличению параметра площадей растения в 1,35 раза. Органомин и ОберегЪ в условиях загрязнения дозой 1 увеличили ассимиляционную поверхность надземной части пшеницы в 1,5 и 1,3 раза соответственно. Метод опрыскивания вегетирующих растений также смог выявить защитное воздействие. Биодукс увеличил прибавку в 1,1 раза (-25% по сравнению с замачиванием). Использование препарата Органомин улучшило рост листьев в 1,2 раза (-30%). Обработка Оберегом данным методом увеличила площадь листьев в 1,05 раза (-20%).

### **Влияние биопрепаратов на площадь ассимиляционной поверхности растений яровой пшеницы в фазу цветения**

Сбор образцов для данной фазы проводился на 50 день с момента посадки. Отбор образцов произвелся достаточно поздно (в связи с короткой длительностью фазы), когда фаза цветения уже подходила к концу. Поэтому у большинства вариантов листья почти полностью пожелтели и, следовательно, площадь ассимиляционной поверхности у них была весьма низкая и сильно отличалась между разными образцами. Производился отбор образцов в количестве 1 растение с каждого сосуда

Для анализа были отобраны только колосья пшеницы, данные которых представлены ниже

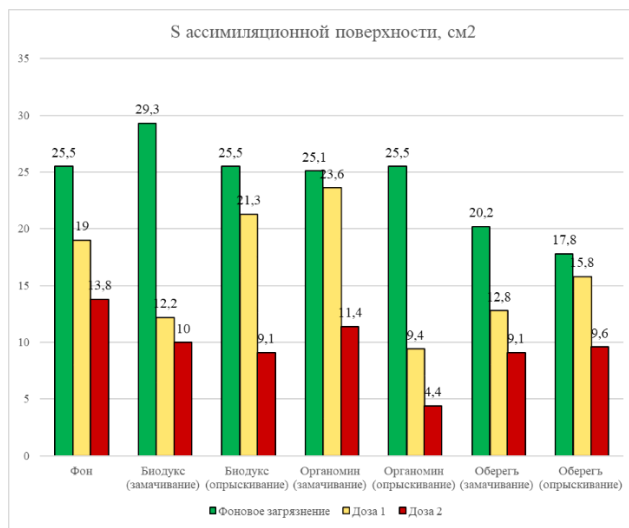


Рисунок 6. Площадь ассимиляционной поверхности колоса яровой пшеницы в фазу цветения.

При исследовании полученных результатов было обнаружено, что использование препарата Биодукс путем предпосевной обработки семян в условиях фонового содержания тяжёлых металлов способствовало увеличению площадей ассимиляционной поверхности колосьев в 1,15 раза по отношению к контролю. Препараты Органомин и Оберег во всех методах обработки не показали никакого статистически существенного результата. При обработке методом опрыскивания препарат Биодукс также не оказал никакого влияния на площадь ассимиляционной поверхности колоса.

В условиях загрязнения тяжёлых металлов при дозе 1, у контрольного образца наблюдается снижение площади поверхности колоса в 1,35 раза. Применение биостимулятора Органомин в виде предпосевной обработки помогло снизить падение площадей колоса при загрязнении в 1,25 раза. Препарат Оберег и Биодукс не оказали никакого положительного результата на площадь колоса. Метод опрыскивания также смог оказать защитное воздействие у Биодукса – колос увеличился в размерах в 1,12 раза. Препарат Органомин и Оберег не сработали при данном методе обработки.

При двукратном повышении содержания тяжёлых металлов в почве происходит резкое снижение площади поверхности колоса у контрольного

образца в 1,85 раза. Применение регуляторов роста не поспособствовало увеличению площади ассимиляционной поверхности у пшеницы, что говорит о полном их бездействии на данной фазе органогенеза.

### **Выводы**

В данной исследовательской работе был произведен комплексный анализ влияния токсикологического воздействия различных доз тяжелых металлов на яровую пшеницу сорта Злата. В результате проделанной работы вытекают следующие выводы:

1. При загрязнении среды загрязнениями уровня дозы 1 и дозы 2 наблюдается существенное замедление в процессах развития растений – при появлении у фоновых образцов колоса, загрязнённые образцы только переходили в фазу выхода в трубку. Это напрямую повлияло на итоговую массу урожая исследуемых образцов.

2. Биостимуляторы оказали положительное влияние на увеличение площадей ассимиляционных поверхностей во всех фазах развития растений. Хорошее стимулирующее влияние показал препарат Органомин – прибавка в размерах стеблей, листьев, и колоса у растений оказалась самой большой среди всех вариантов. Препарат Биодукс показал результаты менее значимые, чем Органомин, но эффект от воздействия был такой же существенный. У вариантов, которые обрабатывались препаратом Оберегъ были параметры близкие к параметрам контроля, а иногда прибавки не превышали и НСР, что говорит о сомнительной эффективности данного препарата.

3. В условиях содержания тяжелых металлов на уровне верхнего предела ПДК выявлено постепенное снижение процессов нарастания ассимиляционной поверхности, а в условиях высокого содержания тяжелых металлов, превышающее ПДК также отмечено резкое снижение процессов роста и развития растений. Применение регуляторов роста Биодукс, Органомин и Оберегъ оказало защитное действие на растения пшеницы на фоне обоих уровней загрязнения тяжелых металлов. Это обусловлено защитным эффектом действующего вещества препаратов, которое оказало стимулирующее действие на ранних этапах развития, что позволило увеличить устойчивость растений к стрессовым факторам окружающей среды и сформировать достаточную фотосинтетическую поверхность растений.

4. Было выявлено защитное действие биостимуляторов на рост растений в условиях загрязнения тяжелых металлов уровня дозы 1 – прибавка в площади ассимиляционной поверхности была существенной для всех вариантов. Также было экспериментально выявлено, что обработка методом опрыскивания вегетирующих растений препаратами оказалась менее эффективной – абсолютно во всех анализах метод обработки семян поспособствовал лучшему приросту ассимиляционной поверхности у растений яровой пшеницы. При уровне загрязнения доза 2 биостимуляторы хоть и смогли снизить токсикологическое



воздействие на растения, но из-за слишком сильного угнетения итоговые данные оказались все равно слишком низкими.

5. Средняя масса 1000 зерен у обработанных растений была в 1,2 раза выше по сравнению с контролем, что говорит о прямом влиянии препаратов на массу итоговой продукции. При уровне загрязнения дозы 2 биостимуляторы не оказали существенного влияния на массу урожая, что говорит о полном бездействии их при двойном повышении концентрации тяжелых металлов в почве.

#### **Список литературы**

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985.
2. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрохимические методы исследований: Учебник / В.И. Кобзаренко, В.Ф. Волобуева, И.И. Серегина, Л.В. Ромодина. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 309 с.
3. Описание сортов яровой пшеницы предназначенных для получения продовольственного зерна в центральных районах Нечернозёмной зоны и сопредельных регионах РФ / ФИЦ НЕМЧИНОВКА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ficnemchinovka.ru> (дата обращения: 03.06.2024)
4. Регуляторы роста растений как биологический фактор снижения уровня тяжелых металлов в растениях / В. Н. Титов, Д. Г. Смыслов, Г. А. Дмитриева, О. И. Болотова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4(31). – С. 4-6.
5. Соколов О.А., Черникова В.А., Лукин С.В. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды / О.А. Соколов, В.А. Черникова, С.В. Лукин. – 2-е изд., доп. – Белгород: КОНСТАНТА, 2008. – 188 с.
6. Черных Н.А., Овчаренко М.М. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. Учебное пособие / Н.А. Черных, М.М. Овчаренко. – М.: Агроконсалт, 2002. – 200 с.

### **СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И СТЕПЕНЬ ВЫПАХАННОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ И СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ГЛЕЕВОЙ ПОЧВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Лисеенкова Ариадна Александровна, студентка 4 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева  
[aliseenkova@yandex.ru](mailto:aliseenkova@yandex.ru)*

*(Научный руководитель – Борисов Борис Анорьевич, д.б.н., профессор, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева [borisov@rgau-msha.ru](mailto:borisov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: проведено сравнительное исследование состояния органического вещества и степени выпханности серой лесной почвы и ее полугидроморфного аналога. Отмечено достоверно более высокое содержание*



*гумуса и легкоразлагаемого органического вещества и более низкая степень выпаханности серой лесной глеевой почвы.*

*Ключевые слова:* серая лесная почва, серая лесная глеевая почва, состояние органического вещества, легкоразлагаемое органическое вещество почв, степень выпаханности почвы.

Органические вещества почвы делятся на инертные, устойчивые вещества и лабильные соединения [5]. Лабильное органическое вещество оказывает прямое и косвенное влияние на рост и продуктивность сельскохозяйственных культур. Прямое влияние лабильного органического вещества заключается в том, что оно является легкодоступным и сбалансированным ресурсом для питания растений благодаря содержанию в нем макро- и микроэлементов [4].

Наличие высоких пропорций лабильных органических соединений по сравнению с общим содержанием органического вещества является необходимым условием для улучшения условий питания растений и почвенных микроорганизмов [3]. Из-за высокой чувствительности лабильного органического вещества к изменениям в методах управления почвой, чем общее содержание органического вещества в почве, их определение чрезвычайно ценно при изучении того, как различные стратегии управления сельским хозяйством влияют на биологические, химические и физические свойства почв [1]. В литературе существует термин «выпаханность», который характеризует снижение плодородия почв. Выпахивание наблюдается в тех случаях, когда в почвы поступает недостаточное количество органических удобрений и послеуборочных остатков. Общее содержание гумуса при этом снижается на 20-30%, а содержание лабильных форм органического вещества в 2-5 раз. Снижение количества лабильных форм органических веществ сопровождается ухудшением водно-физических свойств почв, уплотнением почвы из-за нарушения процессов воспроизводства почвенных агрегатов [4].

Объектами нашего исследования являлась серая лесная среднесуглинистая почва Веневского района Тульской области. Место отбора образцов этой почвы находилось на пологой приводораздельной поверхности с крутизной около 1,0°. Другой исследуемой почвой являлась серая лесная глеевая почва. Место отбора образцов этой почвы расположено примерно в 200 м от места отбора серой лесной почвы. По рельефу серая лесная глеевая почва располагалась в пределах пологого микропонижения на приводораздельной поверхности, обе исследуемые почвы находились в пределах одного поля.

Образцы почв для анализов на каждой почвенной разности отбирались по горизонтам в разрезах, а также дополнительно из пахотного горизонта из 5 точек на площадках размером 20 x 20 м.

Исследования содержания и состава гумуса проводили общепринятыми методами – содержание углерода гумуса по И.В. Тюрину в модификации В.Н. Симакова, состав гумуса по М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой, определение

агрегатного состава почв (сухое и мокрое просеивание по Н.И. Савинову, гранулометрический и микроагрегатный состав по Н.А. Качинскому).

Определение содержания легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ), основанное на флотации в тяжелой жидкости и расчет степени выпаханности почв (по соотношению содержания ЛОВ и общего гумуса) проводили по методике Н.Ф. Ганжары и Б.А. Борисова [2].

В таблице представлены результаты определения содержания гумуса, содержания ЛОВ, а также результаты расчета степени выпаханности пахотных горизонтов исследуемых почв.

Таблица

Степень выпаханности серой лесной и серой лесной глеевой почвы

Вариант	Горизонт, глубина, см	С <sub>общ</sub> , % к массе почвы	С <sub>лов</sub> , % к массе почвы	С <sub>лов</sub> , % к С <sub>общ</sub>	Степень выпаханности, балл
Серая лесная почва	A <sub>пах</sub> (0-25)	2,07	0,18	8,6	6,4
Серая лесная глеевая почва	A <sub>пах</sub> (0-25)	2,49	0,29	11,6	3,4
НСР <sub>095</sub>	-	0,28	0,07	-	-

Из данных таблицы видно, что серая лесная глеевая почва по сравнению с серой лесной почвой характеризовалась достоверно более высоким содержанием общего гумуса и легкоразлагаемого органического вещества. Степень выпаханности серой лесной почвы по 15-балльной шкале, рассчитанная по отношению лабильной и стабильной частей органического вещества, была заметно выше, чем в серой лесной глеевой почве.

Так как обе исследованные почвенные разности находились в пределах одного поля, то есть при одинаковой агротехнике и одинаковом внесении органических удобрений, то можно предположить, что различия в степени выпаханности связаны с дополнительным поступлением послеуборочных остатков в серую лесную глеевую почву, обусловленным дополнительным увлажнением.

Агрегатный анализ (сухое просеивание) исследуемых почв показал, что серая лесная глеевая почва по сравнению с серой лесной почвой имела лучший агрегатный состав - содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) в ней было равно 65,1%, что оценивается как хорошее структурное состояние, а в серой лесной 52,2 %, что соответствует удовлетворительному структурному состоянию.

Водопрочность агрегатов, определенная методом мокрого просеивания была значительно выше у серой лесной глеевой почвы по сравнению с серой лесной почвой – содержание агрегатов размером более 0,25 мм составило 60,9 и

46,4 % соответственно. Таким образом, более выпаханная почва – серая лесная, характеризовалась худшими показателями структурного состояния, по сравнению с серой лесной глеевой почвой. То есть, более высокая степень выпаханности серых лесных почв подтверждена менее благоприятными показателями структурного состояния.

Таким образом, проведенное сравнительное исследование основных показателей состояния органического вещества и агрегатного состава пахотных серой лесной почвы и ее полугидроморфного аналога – серой лесной глеевой почвы, показало, что в серой лесной глеевой почве было достоверно более высокое содержание, как общего гумуса так и легкоразлагаемого органического вещества по сравнению с автоморфным аналогом – серой лесной почвой. Серая лесная глеевая почва характеризовалась также значительно более низким баллом степени выпаханности, чем неоглеенная почва. Более выпаханная серая лесная автоморфная почва имела менее благоприятные показатели структурного состояния. Лучшие показатели состояния органического вещества в серой лесной глеевой почве обусловлены, по-видимому, дополнительным увлажнением и повышенным поступлением растительных остатков в почву.

### **Список литературы**

1. Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Елисеева О.В. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом. Почвоведение. 2022. № 7. С. 909-917
2. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Злобина М.В. Ландшафтоведение. Практикум.- М., 2016. 129 с
3. Becher M., Banach-Szott M. and Godlewska A. Organic Matter Properties of Spent Button Mushroom Substrate in the Context of Soil Organic Matter Reproduction. Agronomy, 2021, 11(2), 204.
4. Borisov B.A., Efimov O.E., Eliseeva O.V., Tarazanova T.V., Prokhorov A.A. Organic matter Sod-podzolic soil after transition to a fallow state/ IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers" 2021. С. 022022.
5. Khan R. U., Khan A., Khan M. Z., Hussain F., Islam Z. and Hameed M. A. Instrumental Characterization of Crop Residues and Coal Derived Humic Substances and their Impact on Soil Organic Matter. Pakistan Journal of Agricultural Research, 2021, V. 34, (2): 472-478.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДОВ С РАЗНЫМ ХАРАКТЕРОМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

*Лосев Артем Иванович, аспирант 4-го года обучения Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, losev\_ai@bk.ru*

*(Научный руководитель - Наумов Владимир Дмитриевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, naumovsol@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: Статья посвящена сравнению кислотных свойств и гумусового состояния дерново-подзолистых почв в рекреационных зонах городов Череповца (парк в южной части города) и Москвы (Лесная опытная дача РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева), отличающихся по уровню и характеру антропогенной нагрузки.*

*Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, лесные почвы, гумус, органическое вещество почв, кислотность почв, антропогенная нагрузка.*

Изучение дерново-подзолистых почв, находящихся под постоянным воздействием антропогенных нагрузок различного характера имеет важное значение для понимания их свойств, функций и возможностей для устойчивого использования. В данной работе приведена сравнительная характеристика двух участков почв: один участок представляет территорию Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (далее ЛОД), расположенной практически в центре мегаполиса Москва, который находится под воздействием рекреационной нагрузки, транспортных магистралей (автомобильные, железные дороги), почвенный покров которого – дерново-подзолистые почвы, различающиеся по степени проявления дернового, подзолистого почвообразовательных процессов и оглеения. Второй участок представляет собой территорию, под сохранившейся естественной лесной растительностью в черте города Череповец, которая подвержена воздействию рекреации и рядом расположенного металлургического комбината. Морфологическая характеристика профилей приведена в таблице.

Таблица

Морфологическое описание почв

Объект	№ профиля	Растительность	Горизонт (WRB)	Горизонт (1977)	Верхняя граница, см	Нижняя граница, см
Череповецкий парк	Ч-1	10Б ед.И	А	А1	0	30
			АЕL	А1А2	30	52
			В	В	52	70

	Ч-2	10Б ед.И	Aur	-	0	10	
			U1	-	10	27	
			U2	-	27	40	
			TCH	-	40	57	
	Ч-4	6Л2С2Б	Aur	-	0	27	
			TCH1	-	27	40	
			TCH2	-	40	50	
	Ч-5	I И10 II И81Б1Лп	A	A1	1	16	
			AEL	A1A2	16	32	
			Bt	B	32	56	
			Bg	Bg	56	110	
	Ч-6	I И10 II И81Б1Лп	A	A1	1	13	
			AEL	A1A2	13	34	
			EL	A2	34	50	
			Bg	Bg	50	70	
	Ч-7	I И10 II И81Б1Лп	A	A1	3	14	
			AEL	A1A2	14	35	
			EL	A2	35	47	
			Bt	B	47	70	
	Лесная опытная дача	К3 ПЕ	I 10С + Б II 7ДЗКл ед. Лп, В	A	A1	4	18
				AEL	A1A2	18	29
				EL	A2	29	43
				ELB	A2B	43	63
				Bt	B1	63	101
				BtC	BC	101	146
		К5 ПЗ	10Л ед.Лп	A	A1	3	19
				AEL	A1A2	19	29
				EL	A2	29	44
ELBt				A2B	44	69	
Bg				Bg	69	109	
BtC				BC	109	125	
П6 ПЮ		10Сед.Е	A	A1	1	20	
			AEL	A1A2	20	29	
			EL	A2	29	42	
			ELBt	A2B	42	60	
			Bt	B	60	90	
			BtC	BC	90	125	
К6 ПБ		8С1Лп1Д,Кл ед.Б	A	A1	1	12	
			AEL	A1A2	12	34	
			EL	A2	34	52	
			ELBt	A2B	52	81	
			Bt	B	81	113	
			BC	BC	113	134	
К6 ПЗ		10Б+Д ед.Кл	A	A1	2	19	
			AEL	A1A2	19	28	
			EL	A2	28	46	
			ELBt	A2B	46	62	

			Bt	B	62	94
			BtC	BC	94	114
			A	A1	1	31
			AEL	A1A2	31	46
			EL	A2	46	61
			ELBt	A2B	61	85
			Bt	B	85	118
			BtC	BC	118	130
	К8 ПЗ	9Лп 1Д ед.Кл				

Ключевым маркером, характеризующим принципиально разные степень и характер антропогенной нагрузки на исследуемых объектах – стали показатели кислотности почв. Типичными для дерново-подзолистых почв южной тайги являются диапазоны  $pH_{KCl}$  3,0-5,0 для хвойных лесов (в частности сосняков) и  $pH_{KCl}$  4,0-5,5 для смешанных лесов (в частности прибрежных ивняков) [3].

Реакция среды почв ЛОД соответствует данным представлениям, находясь в диапазоне  $pH_{KCl}$  3,0-3,8. Когда как почвы Череповца – имеют  $pH_{KCl}$  4,9-7,8 (4,9-8,6 – с учетом урбаноземов – почв с антропогенно-нарушенным сложением), что характерно уже для лесостепной зоны и связано не только с естественными факторами почвообразования, но и воздействием города: выпадением пыли от промышленных производств и загрязнением поверхности почв шлаками и прочими твердыми отходами металлургической промышленности, имеющими до 38% CaO в составе [5].

Снижение кислотности находит свое отражение также и в значениях гидролитической кислотности, находящихся в низком диапазоне 0,5-2,0 мг-экв/100г почвы, в то время как на ЛОД гидролитическая кислотность варьирует в пределах 3,4-7,4 мг-экв/100г (без статистически значимых различий между участками с лиственными и хвойными насаждениями).

О специфической особенности химических свойств дерново-подзолистых почв Череповецкого парка под действием антропогенной нагрузки свидетельствует и содержание водорастворимых солей, по данным электропроводности водной вытяжки. Квартильное распределение показывает полуторакратное превышение УЭП почв Череповца (55 мкСм/см<sup>2</sup> в среднем) в сравнении с почвами ЛОД (30 мкСм/см<sup>2</sup> в среднем).

Характерной особенностью лесных почв является их высокая вертикальная и горизонтальная анизотропность, которая хорошо выражена как морфологически, так и по химическим свойствам. [1, 2, 4]

О том, что в почвах Череповецкого парка данное особенность проявляется сильнее, свидетельствует распределение значений кислотных свойств почв.

Определение и анализ таких показателей, как содержание гумуса, мощность гумусовых горизонтов, гумусовых профилей и запас гумуса (рисунок) – также показал, что в почвах ЛОД их внутренний разброс заметно меньше, чем в Череповецком парке (рис.).

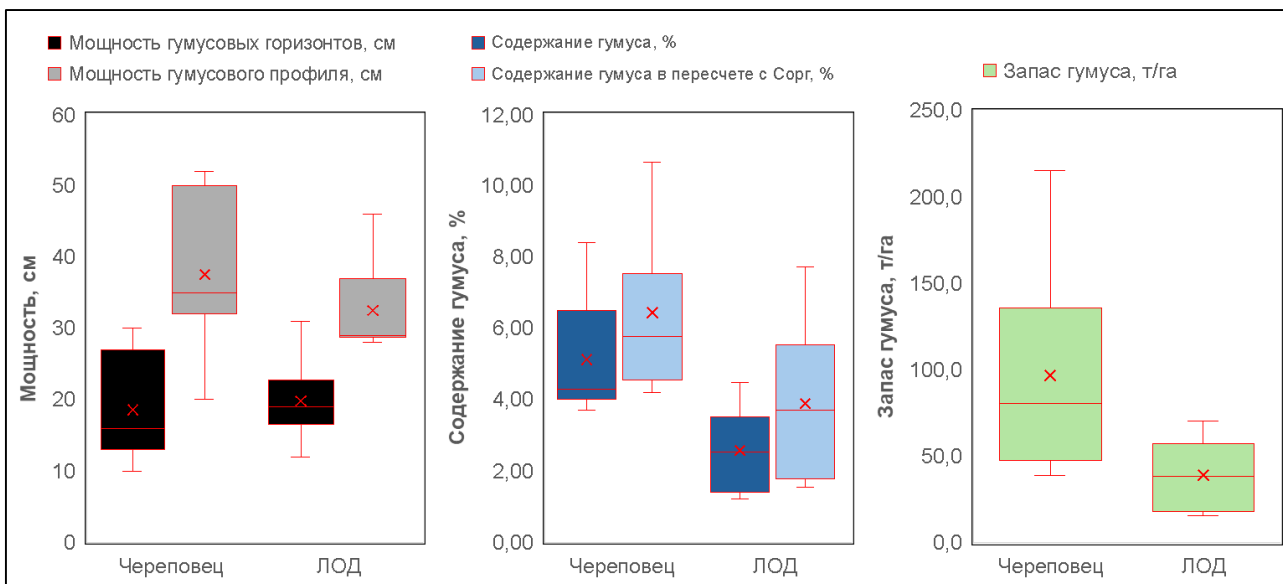


Рисунок - Диаграммы размаха гумусового состояния почв Череповецкого парка и почв ЛОД.

В абсолютных значениях мощности горизонтов А1 на сравниваемых участках дерново-подзолистых почв близки, вместе с тем совокупные мощности гумусовых профилей (включающие переходные горизонты) больше в почвах Череповецкого парка.

Содержание гумуса определялось двумя методами: методом Тюрина (окисление органического вещества раствором двуххромовокислого калия с последующим фотометрическим определением) и на C/N анализаторе (высокотемпературное каталитическое окисление с определением на ИК-детекторе (NDIR), с последующим пересчетом углерода на гумус через коэффициент 1,724).

Метод сухого сжигания показал более высокие показания для обоих объектов. Массивы данных хорошо коррелируют (0,87 для Череповца и 0,96 для ЛОД), причем выше коэффициент корреляции на ЛОД, где зафиксировано в среднем более низкое содержание гумуса. Это может свидетельствовать о различии между полученными показателями, определенными классическим и инструментальными методами. По-видимому, более высокое содержание в образце органического вещества снижает точность определения гумуса классическим методом.

Разница в мощности гумусовых горизонтов и содержании гумуса в них, различия по плотности сложения горизонтов А1 (1,01 г/см<sup>3</sup> в Череповце, против 0,87 г/см<sup>3</sup> на ЛОД, в среднем) оказало влияние и на запасы гумуса в исследованных почвах. В почвах Череповецкого парка запасы гумуса, в среднем, составили 96,7 т/га с пиковым значением 215,4 т/га, а в почвах, а ЛОД - 39,1 т/га с пиком 70,2 т/га.

Таким образом можно сделать выводы:

1. Почвы в Череповецком парке испытывают более сильную рекреационную нагрузку в сравнении с ЛОД в Москве, несмотря на сорокакратную разницу в населении городов, в результате чего сильнее уплотнены их верхние горизонты.

2. Техногенное воздействие металлургической промышленности, в частности выбросы пыли и поверхностное загрязнение твердыми отходами производств – значительно изменяют рН почвенного раствора почв Череповца, вплоть до нейтральной и слабощелочной реакции среды.

3. Повышенное содержание гумуса в почвах Череповца может свидетельствовать о снижении темпов минерализации органического вещества, ввиду угнетения почвенных микроорганизмов на фоне техногенной нагрузки.

4. Несмотря на сильнейшую антропогенную нагрузку, испытываемую почвами ЛОД в самом густонаселенном городе страны, на пробных площадях, удаленных от дорог, свойства ее почв, в целом, соответствуют фоновым зональным аналогам, что говорит о большей устойчивости дерново-подзолистых почв к рекреационной нагрузке и нагрузке от транспортных магистралей, чем к воздействию тяжелой промышленности.

#### **Список литературы**

1. Наумов, В. Д. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: учебное пособие / В. Д. Наумов. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2009. – 802 с. – ISBN 978-5-9675-0334-4. – EDN QLANMR.

2. Наумов, В. Д. Характеристика гумусового состояния дерново-подзолистых почв Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных, А. И. Лосев // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 2(44). – EDN QYRBPB.

3. Национальный атлас почв Российской Федерации / Н. А. Аветов, А. Л. Александровский, И. О. Алябина [и др.]. – Москва: Издательство "Астрель", 2011. – 632 с. – ISBN 978-5-271-37461-6. – EDN TIFKYN.

4. Характеристика гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв, формирующихся в условиях мегаполиса, на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / А. И. Лосев, В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 3. – С. 40-45. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-3-009. – EDN EZUHFM.

5. Северсталь. Шлаковая продукция. [Электронный ресурс] URL: <https://severstal.com/rus/clients/products-catalog/slag-products>

### **СТРУКТУРА ГУМАТОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

*Масалкина Екатерина Андреевна, студентка 2 курса магистратуры факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, masalkina300@gmail.com*



*Тарасенко Дарья Александровна, студентка 2 курса магистратуры факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, ushkova\_dasha@mail.ru*

*Егорова Маргарита Николаевна, студентка 4 курса бакалавриата факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Emh1003@yandex.ru*

*(Научный руководитель – Федотов Геннадий Николаевич, д.б.н., в.н.с. кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, gennadiy.fedotov@gmail.com)*

*Анотация: в работе исследуется влияние формы существования гуминовых веществ (ГВ) в растворах на их свойства и биологическую активность. Показано, что частицы-молекулы ГВ более эффективны в стимуляции роста растений и микроорганизмов, чем надмолекулярные образования (НМО). Барьерная концентрация, выше которой происходит самосборка ГВ в НМО, составляет примерно 20-50 мг/л.*

*Ключевые слова: надмолекулярные образования гуминовых веществ, барьерная концентрация гуминовых веществ, рН растворов гуматов, пленки растворов гуминовых веществ.*

Гуминовые вещества (ГВ) играют важную роль в почвенных процессах и широко применяются в сельском хозяйстве как стимуляторы роста растений. При этом до сих пор остаются открытыми вопросы о структуре ГВ в водных растворах и влиянии этой структуры на их биологическую активность.

В литературе показано, что в водных растворах ГВ могут существовать в виде отдельных частиц-молекул размером 2-10 нм, а также в виде надмолекулярных образований (НМО) размером 100-200 нм [3]. Предполагается, что при низких концентрациях ГВ существуют в виде частиц-молекул, а при повышении концентрации образуют НМО путем самосборки [1]. Однако влияние этих форм существования ГВ на их свойства и биологическую активность изучено недостаточно.

Цель работы – изучение влияния формы существования ГВ в растворах (частицы-молекулы или НМО) на физико-химические свойства этих растворов и их биологическую активность.

В работе использовали водные растворы гумата калия из бурого угля различных концентраций.

Размер частиц в растворах определяли методом лазерной дифракции и растровой электронной микроскопии.

рН растворов измеряли потенциометрически.

Для изучения пленок ГВ на поверхности растворов применяли метод нанесения порошка талька.

Биологическую активность оценивали по влиянию растворов ГВ на рост дрожжевых культур *Saitozyma podzolica* и *Solicocozyma terricola*, а также по стимуляции роста проростков огурцов при фолитарной обработке.

На первом этапе работы при помощи лазерного дифрактометра изучили размер частиц гуматов в растворе. При концентрации 1000 мг/л в растворе наблюдали частицы микронных размеров, соответствующие НМО. Снижение концентрации ниже 30 мг/л, согласно данным растровой электронной микроскопии, уменьшало средний размер частиц в растворах гуматов. Однако процесс перехода ГВ из состояния НМО замедлен.

При увеличении концентрации гуматов наблюдали скачкообразный рост рН в диапазоне 30-50 мг/л. Это соответствует литературным данным о барьерной концентрации, выше которой происходит самосборка ГВ в НМО.

Предполагается, что в составе НМО кислотные группы ГВ экранированы гидрофобными участками, что снижает их способность к диссоциации.

Еще одно подтверждение существования барьерной концентрации у изучаемых гуматов было основано на изучении пленок ГВ, формирующихся на поверхности воды из-за дифильности ГВ [2]. При нанесении порошка талька на поверхность растворов ГВ наблюдали различное поведение частиц талька в зависимости от концентрации гуматов. Через каждые 30 минут на поверхность жидкости воздействовали слабой струей воздуха, отмечая наличие перемещения частиц талька друг относительно друга. Все опыты проводили в трехкратной повторности.

При концентрациях ниже 30 мг/л частицы талька перемещались по поверхности друг относительно друга, что указывает на жидкообразную пленку ГВ. При концентрациях выше 30 мг/л частицы талька оставались неподвижными, что свидетельствует о твердообразной пленке ГВ (рис.).

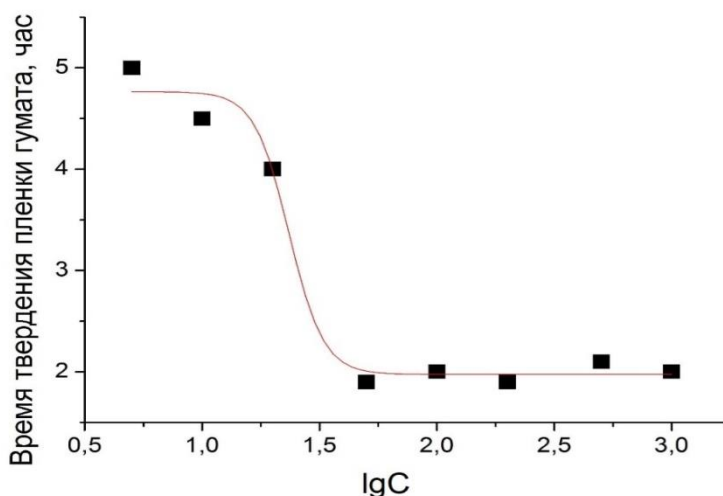


Рисунок - Влияние концентрации гуминовых веществ на прочность пленок гуматов на поверхности воды

При добавлении механоактивированного гумата в питательные среды в концентрациях ниже барьерной наблюдали стимуляцию роста дрожжевых культур *Saitozyma podzolica* и *Solicoccozyma terricola*. Фолиарная обработка

проростков огурцов механоактивированными растворами ГВ в концентрациях ниже 50 мг/л (табл.) также стимулировала рост растений.

Таблица

Влияние механоактивации растворов гуматов на прирост вегетативной массы огурцов

Концентрация гумата в растворе, мг\л	Наличие механохимической активации	Прирост вегетативной массы, %
1	Нет	5
20	Нет	5
100	Нет	5
1	Да	23
3	Да	37
5	Да	40
10	Да	47
20	Да	20
100	Да	5

Таким образом, изменение рН растворов ГВ при изменении их концентрации отражает процессы самосборки частиц-молекул в надмолекулярные образования. Барьерная концентрация, выше которой происходит самосборка ГВ в НМО, составляет примерно 20-50 мг/л. Форма существования ГВ в растворах (частицы-молекулы или НМО) влияет на их свойства и биологическую активность. Частицы-молекулы ГВ более эффективны в стимуляции роста растений и микроорганизмов, чем НМО.

Работа показала, что форма существования ГВ в растворах (частицы-молекулы или НМО) влияет на их свойства и биологическую активность. Частицы-молекулы ГВ более эффективны в стимуляции роста растений и микроорганизмов, чем НМО, что, по-видимому, связано с их способностью проникать через поры в биологические объекты.

#### Список литературы

1. Angelico R., Colombo C., Di Iorio E., Brtnický M., Fojt J. Conte P. // Appl. Sci. 2023. V. 13. №. 4. P. 2236. <https://doi.org/10.3390/app13042236>
2. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. 186 с.
3. Федотов Г.Н., Шейн Е.В., Ушкова Д.А., Салимгареева О.А., Горепекин И.В., Потапов Д.И. // Почвоведение. 2023. №8. С. 903-908. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601608>

## СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ С РАЗЛИЧНЫМ ХАРАКТЕРОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Марченкова Елизавета Юрьевна, студентка 4 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева  
lizi.marchfilm81@gmail.com*

*Чадина Варвара Вадимовна, студентка 4 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева  
varvara.chad.2003@gmail.com*

*(Научный руководитель – Борисов Борис Анорьевич, д.б.н., профессор, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева [borisov@rgau-msha.ru](mailto:borisov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: проведено сравнительное исследование состояния органического вещества и агрегатного состава залежной серой лесной почвы и ее аналога, остававшегося под пашней. Отмечено достоверное увеличение содержания гумуса, тенденция к росту содержания легкоразлагаемого органического вещества и улучшение агрегатного состава почвы под залежью.*

*Ключевые слова: пахотная и залежная серая лесная почва, состояние органического вещества, легкоразлагаемое органическое вещество почв.*

За последние 20-30 лет в Российской Федерации в связи с изменениями в экономической политике было заброшено более 10% пахотных земель. Этот процесс влечет за собой количественные изменения в запасах углерода и других показателях гумусного состояния почв. Залежные земли являются мощными аккумуляторами атмосферного углерода [4]. В почвах, выведенных из сельскохозяйственного использования, идет изменение физических, химических и биологических процессов, которые можно объединить общим термином «процесс самовосстановления почв» [3]. Накопление углерода в залежных почвах происходит, в первую очередь, за счет легкой фракции органического вещества [2]. Лабильные органические вещества влияют на различные химические, физические и биологические свойства и играют важную и многостороннюю роль в почве, особенно для формирования таких ее функций, как структурное состояние и водно-воздушный режим почвы, ее биологическая активность, а также режим макро- и микроэлементов, которые обеспечивают устойчивое питание для растений и микроорганизмов [5]. Залежные почвы характеризовались улучшением физических свойств и агрегатного состояния по сравнению с аналогами, остававшимися под пашней [1].

Объектами исследований являлись серые лесные среднесуглинистые почвы Веневского района Тульской области, имевшие одинаковый генезис, но использовавшиеся в последние 15-20 лет по-разному. Одна из почв перешла в залежное состояние, а другая оставалась под пашней.

Исследуемые почвы находятся на соседних полях на одном элементе рельефа – выположенной приводораздельной поверхности с наклоном менее 1°, разделенной ложиной и характеризуются одинаковым генезисом. Образцы почв для анализов на каждой почвенной разности отбирались по горизонтам в разрезах, а также дополнительно из пахотного горизонта из 5 точек на площадках размером 20 x 20 м.

Исследования содержания и состава гумуса проводили общепринятыми методами – содержание углерода гумуса по И.В. Тюрину в модификации В.Н. Симакова, состав гумуса по М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой, определение агрегатного состава почв (сухое и мокрое просеивание по Н.И. Савинову, гранулометрический и микроагрегатный состав по Н.А. Качинскому.

Определение содержания легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) и расчет степени выпаханности почв проводили по методике Н.Ф. Ганжары и Б.А. Борисова, основанной на флотации в тяжелой жидкости.

В таблице представлены результаты определения содержания и состава гумуса, содержания ЛОВ, а также результаты расчета запасов гумуса и ЛОВ в пахотных горизонтах исследуемых почв.

Таблица

Состояние органического вещества пахотных горизонтов пахотной и залежной серой лесной почвы

Почва, горизонт, глубина, см	Собщ	С вытяжки из почвы	Сгк	Сфк	Сгк/Сфк	Слов	Запасы, гумуса, т/га	Запасы ЛОВ, т/га
Серая лесная (пахня, Апах, 0-25 см)	1,81	0,84	0,46	0,38	1,21	0,15	95,9	9,22
Серая лесная (залежь, Апах, 0-24 см)	2,26	0,95	0,54	0,41	1,32	0,18	115,3	11,54
НСР <sub>095</sub>	0,13	-	-	-	-	0,04	-	-

Из данных таблицы видно, что у пахотной серой лесной почвы наблюдалось достоверное снижение (примерно на 20%) содержания гумуса в пахотном горизонте, по сравнению с пахотным горизонтом аналогичной залежной почвы. Запасы гумуса в бывшем пахотном горизонте залежной почвы также были заметно выше, чем в пахотном горизонте почвы, остававшейся под пашней (почти на 20 т/га). В залежной почве отмечено заметное увеличение содержания гуминовых кислот по сравнению с пахотной почвой. Повышение содержания фульвокислот в залежной почве было выражено слабее. В залежной

почве, по сравнению с пахотной возросла величина отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот.

Определение содержания и запасов ЛОВ в пахотных горизонтах серой лесной пахотной и залежной почв показало, что содержание ЛОВ в залежной почве было выше, чем в пахотной, однако данные различия были недостоверными, по-видимому, это объясняется высоким варьированием этого показателя в залежной почве. Запасы легкоразлагаемого органического вещества в бывшем пахотном горизонте залежной почвы были выше чем в пахотном аналоге более чем на 2 т/га.

Агрегатный анализ (сухое просеивание) исследуемых почв показал, что содержание наиболее агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм в залежной почве составило 79%, что оценивается как хорошее структурное состояние (близкое к отличному). Пахотный горизонт серой лесной почвы, используемой в земледелии, существенно отличался по этому показателю от залежной почвы – сумма агрегатов размером 0,25-10 мм составила 50%, что соответствует удовлетворительному структурному состоянию. По-видимому, отмеченные различия в агрегатном составе обусловлены более благоприятными показателями состояния органического вещества в залежной почве по сравнению с пахотным аналогом.

Таким образом, проведенное сравнительное исследование основных показателей состояния органического вещества и агрегатного состава пахотной серой лесной почвы и ее аналога, находившегося под залежной травянистой растительностью более 15 лет, показало, что за период нахождения в залежном состоянии в почве под залежью по сравнению с почвой, остававшейся под пашней, произошло достоверное увеличение содержания гумуса, увеличение содержания легкоразлагаемого органического вещества проявилось в виде тенденции. В почве залежи увеличилась величина отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот, а также заметно более высокими были запасы гумуса и ЛОВ в пахотном горизонте. Улучшение показателей состояния органического вещества в залежной почве, по сравнению с пахотным аналогом, по-видимому, обусловлено отсутствием отчуждения части продукции с урожаем и отсутствием обработки почв, способствующей ускоренной минерализации растительных остатков. Увеличение содержания агрономически ценных агрегатов в залежной почве, в свою очередь связано с более благоприятными условиями гумификации, по сравнению с пашней.

### **Список литературы**

1. Баева Ю.И., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Почикалов А.В., Кудеяров В.Н. Физические свойства и изменение запасов углерода серых лесных почв в ходе постагрогенной эволюции (юг Московской области) // Почвоведение, 2017. № 3. с. 345–353.

2. Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Елисеева О.В. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом. Почвоведение. 2022. № 7. С. 909-917.
3. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Злобина М.В. Ландшафтоведение. Практикум.- М., 2016. 129 с.
4. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Нефедова Т.Г., Денисенко Е.А. Сельскохозяйственные земли в России и мире и процессы постагрогенного развития залежей.// Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции/Под ред. акад. А.Л. Иванова. М.: Почв. ин-т. им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. 405 с.
5. Borisov B.A., Efimov O.E., Eliseeva O.V., Tarazanova T.V., Prokhorov A.A. Organic matter Sod-podzolic soil after transition to a fallow state/ IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers" 2021. С. 022022.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОСТАГРОГЕННЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ**

*Морозов Федор Владимирович студент 1 курса магистратуры института агробιοтехнологии кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [fedor20165265@gmail.com](mailto:fedor20165265@gmail.com)*

*Березка Алексей Эдуардович студент 1 курса магистратуры института агробιοтехнологии кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [kafka-aphorism@yandex.ru](mailto:kafka-aphorism@yandex.ru)*

*Милькина Анастасия Антонова студент 1 курса магистратуры института агробιοтехнологии кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [anastasia.milkina02@mail.ru](mailto:anastasia.milkina02@mail.ru)*

*(Научный руководитель: Прохоров Артем Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [soillab@rgau-msha.ru](mailto:soillab@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: На примере трех районов Московской области анализ корреляционных зависимостей между рядом показателей качеств с применением метода многомерной и одномерной линейной регрессии (метод наименьших квадратов). Установлено, что наиболее тесные взаимосвязи и достоверный уровень корреляции отмечался между переменными РОХС и Сорг, а также РОХС и ЛОВ.*

*Ключевые слова:* плодородие, залежь

## **Введение**

В настоящее время значительные площади почв в Нечерноземной зоне России находятся в залежном состоянии. В залежь переходили, в первую очередь маргинальные земли, выпаханые, с низким уровнем плодородия [1,2]. Процессы трансформации почв, происходящие в результате их пребывания под залежью, могут иметь разную направленность. Под луговой травянистой растительностью преобладают процессы, способствующие восстановлению плодородия почв, а под лесной древесной растительностью могут развиваться и процессы, неблагоприятные с агрономической точки зрения. В связи с Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 утверждена Государственная программа по вовлечению в оборот земель сельскохозяйственного назначения, для выполнения которой становится актуальной оценка плодородия залежных почв.

В рамках данной работы, на примере трех районов Заокской части Московской области (Луховицкого, Серпуховского и Зарайского), проводилась сравнительная оценка показателей, характеризующих плодородие залежных серых лесных почв под различной растительностью и аналогичных почв, остававшихся под пашней.

Во всех районах выбирались пары почв: пахотная почва и залежная. Каждая пара почв была размещена на соседних полях, расположенных на однородных участках рельефа (на пологих приводораздельных поверхностях с уклоном менее 1°).

Пробы почв отбирались с глубины 0-25 см пахотного слоя (на залежах – из бывшего пахотного слоя) в четырехкратной повторности.

В отобранных образцах было проведено определение показателей плодородия общепринятыми методами: величина рН водной и солевой суспензии потенциометрическим методом; содержание углерода гумуса по Тюрину в модификации ЦИНАО; сумма обменных оснований (S) по Каппену-Гильковицу; гидролитическая кислотность (Нг) по Каппену в модификации ЦИНАО; емкость катионного обмена (ЕКО) и степень насыщенности основаниями (V) расчетным методом; содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) и обменного калия по Кирсанову; плотность твердой фазы почвы (d) пикнометрическим методом [1].

Также был проведен многомерный регрессионный анализ, используя программную среду R. Задача анализа данных состоит в том, чтобы определить существуют ли связи между показателями плодородия.

В рамках проведенных регрессионных анализов были сделаны исследования в зависимости от переменных, таких как ЕКО, РОХС, S,  $pH_{KCL}$ , Нг, ЛОВ, и  $P_2O_5$ , с целью определить, какие факторы оказывают влияние на ключевые показатели, а также какая, взаимосвязь существует между ними.



## Построение одномерной регрессионной модели для залежных и пахотных земель

На основе модели залежи, где переменная РОХС и переменная  $C_{орг}$  и на основе анализа модели в которой переменная (сумма обменных оснований) зависит от переменной P2O5, можно сделать следующие выводы о степени зависимости между переменными:

$$lm(formula = POXC \sim organic, data = y\_dat),$$

$$lm(formula = S \sim P2O5, data = y\_dat)$$

Таблица

Описательная статистика для количественных переменных

Залежь						Пашня					
summary(model_POXC)						summary(model_S)					
Coefficients						Coefficients					
Estimate Std. Error t value Pr(> t )						Estimate Std. Error t value Pr(> t )					
(Intercept)	-154.18	125.09	-1.233	0.25752		(Intercept)	1.16656	2.85262	0.409	0.7222	
organic	223.47	36.62	6.103	0.00049***		P2O5	0.07029	0.01290	5.450	0.0321 *	
Signif. codes:	0***	0.001***	0.01**	0.05‘.’	0.1‘’1	Signif. codes:	0***	0.001***	0.01**	0.05‘.’	0.1‘’1
Multiple R-squared: 0.8418, Adjusted R-squared: 0.8192						Multiple R-squared: 0.9369, Adjusted R-squared: 0.9054					

### Залежь

**Коэффициент по  $C_{орг}$ :** 223.47. Это указывает на сильную положительную связь между  $C_{орг}$  и РОХС: при увеличении  $C_{орг}$  количества значение РОХС увеличивается примерно до 223,47. Это указывает на сильное влияние  $C_{орг}$  РОХС.

**Р-значение (p-value)** - это вероятность наблюдения результатов,  $p\text{-value} = 0,00049$  -это значительно ниже 0,05 и означает, что вероятность получить наблюдаемые результаты случайным образом очень мала. Это свидетельствует о том, что между РОХС и  $C_{орг}$  действительно существует связь, а не просто случайное совпадение.

**Значимость коэффициента  $C_{орг}$**  отмечена как \*\*\* - высокая. **Р-квадрат (множественный Р-квадрат):** 0,8418. Это значение показывает, что 84,18% изменений в РОХС можно объяснить с помощью переменной organic. **Скорректированный Р-квадрат:** 0,8192

В итоге, модель показывает **сильную положительную зависимость между  $C_{орг}$  и РОХС**, где изменения в результате  $C_{орг}$  оказывают влияние на

РОХС. Высокие значения  $R^2$  и статистическая инновационность (низкое p-value) указывают на то, что переменная Сорг является хорошей прогностической переменной для РОХС (рис).

### Пашня

**Коэффициент при P2O5:** 0,07029. Этот коэффициент указывает на положительную связь между P2O5 и S: при увеличении P2O5 величины значение S увеличивается примерно на 0,07029. Это положительное влияние, которое говорит о том, что P2O5 является важным фактором для изменений S.

**p-value для P2O5:** 0,0321. поскольку значение p-value меньше 0,05, переменная P2O5 является статистически значимой прогностической переменной

**Уровень инновационности:** Коэффициент, P2O5 отмеченный символом \*, который подтверждает его оригинальность.

**R-квадрат (множественный R-квадрат) :** 0,9369. Это значение указывает на то, что модель на 93,69% объясняет изменения в зависимой переменной (S) с помощью независимой переменной LOV 0,5712 означает, что модель объясняет 57,12% изменений в зависимой переменной (РОХС) с помощью независимой переменной (P2O5)

**Скорректированный R-квадрат:** 0,9054. Скорректированное значение  $R^2$  также высоко, что подтверждает хорошее качество модели даже при небольшом количестве результатов.

Модель model\_S показывает **сильную положительную зависимость между S и P2O5**. Переменная P2O5 является значимым предиктором для S, и значение  $R^2$  (93,69%) указывает на изменения в зависимой переменной (S) с помощью независимой переменной (рис).

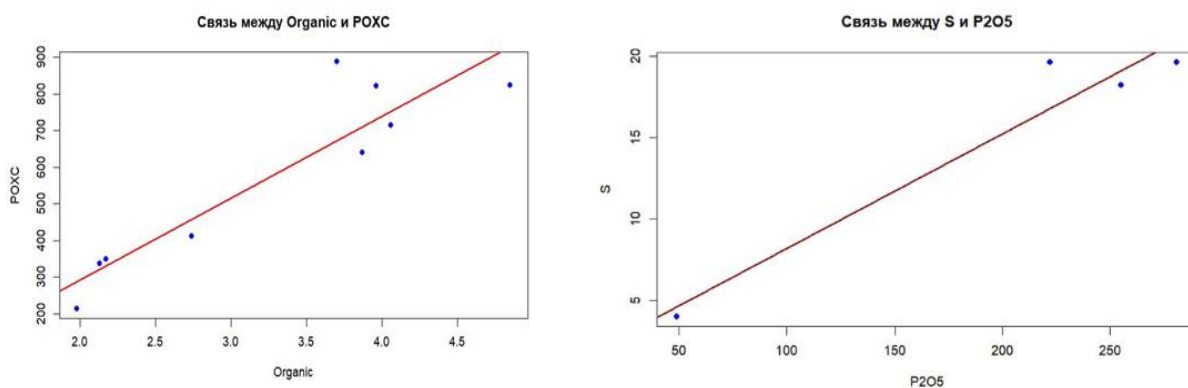


Рисунок – график зависимости (линейной регрессии) агрохимических переменных

### Заключение

В ходе проведения исследований по изменению агрономически важных показателей, происходящих вследствие пребывания почв в залежном состоянии, было установлено, что для большинства исследованных залежных серых лесных отмечалось снижение величины рН солевой суспензии и гидролитической кислотности, а также повышение степени насыщенности основаниями, по

сравнению с аналогичными пахотными почвами, что обусловлено, возможно, более интенсивным выносом кальция из пахотных почв, как с урожаем, так и вследствие более интенсивного промывного режима на обрабатываемой почве. Исключение составляли, по-видимому, известкованные пахотные почвы.

Более высокая обеспеченность залежных серых лесных почв под луговой травянистой растительностью подвижными формами фосфора и калия также может быть объяснена более интенсивным выносом этих элементов из пахотных почв. На залежах с бурьянистой или лесной растительностью обеспеченность элементами питания может быть хуже, чем на пашне вследствие бедности опада такой растительности зольными элементами;

На начальных стадиях пребывания под залежью содержание углерода общего гумуса ниже, чем под пашней, но постепенно, за счет накопления лабильных форм органического вещества происходит повышение содержания гумуса.

Проведенные регрессионные анализы показывают, что переменные рН, КСL, Нg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, organic, и LOV показывают существенное влияние на важные агрохимические показатели, такие как ЕКО и РОХС. Эти результаты могут использоваться для дальнейших условий и оптимизации, влияющих на химический состав и продуктивность почвенных и растительных систем.

В целом, почвы, пребывающие в залежном состоянии под луговой травянистой растительностью длительное время (10 лет и более) имеют достаточно благоприятные показатели, характеризующие их плодородие, и могут быть возвращены в сельскохозяйственный оборот. Почвы, находящиеся в залежи под лесной древесно-кустарниковой растительностью, имеют менее благоприятные агрономически значимые свойства. Кроме того, мероприятия по раскорчевке древесной растительности ведут к нарушению верхнего плодородного слоя почвы и к ухудшению его свойств.

#### **Список литературы**

1. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. // Агрохимический вестник. – 2024. – № 4. – С. 30-35. – DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008

2. Productivity of spring barley on soils of different agroecological groups of r. Tatarstan, Nizhnekamsk district / A. A. Prokhorov, O. E. Efimov, B. A. Borisov [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2024. – Vol. 116. – P. 01007. – DOI 10.1051/bioconf/202411601007. – EDN VINHAL

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО КАЛИЯ В ПОЧВАХ СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ПРОВИНЦИИ

*Осипова Анастасия Михайловна студентка 1-го курса институт агrobiотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. nasteysha06@mail.ru  
(Научный руководитель – Горячев Кирилл Сергеевич ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения. kgoryachev1221@gmail.com)*

*Аннотация:* На примере пахотных почв черноземного типа, формирующихся в условиях агроландшафтов Воронежской области, проведена оценка зависимости содержания доступного калия от гранулометрического состава почв. Содержание подвижного калия определялось по методу Чирикова. Гранулометрический состав почв определялся методом пипетки по Качинскому.

*Ключевые слова:* подвижный калий, гранулометрический состав, химический анализ почв, плодородие почв.

## **Введение**

Калий — один из основных элементов, необходимых растениям для правильного развития и плодоношения. В качестве удобрения калий используется с целью нормализации водного баланса, стабилизации клеточного обмена веществ в растениях. В почвах калий входит в состав нескольких групп соединений. Преобладающая часть сосредоточена в кислых и основных полевых шпатах и слюдах. Важными формами соединений являются обменные катионы  $K^+$ , входящие в почвенный поглощающий комплекс, а также растворимые соли. Подвижный калием называют его соединения в форме, способной усвоиться растениями. [1] Гранулометрический состав – это твердая фаза почвы, состоящая из частиц разного размера, которые называются механическими элементами. Как правило, отдельные механические элементы находятся в агрегированном состоянии в виде структурных отдельностей, и для их определения необходимо разрушить агрегаты механическим или химическим способом. [2]

## **Объекты и методы**

В настоящей работе на примере пахотных черноземов Воронежской области проведена оценка зависимости содержания подвижного калия от гранулометрического состава почв. Пробы отбирались в рамках проведения почвенно-ландшафтного обследования сельскохозяйственных предприятий Воронежской области. Анализ почв проводился на базе Испытательного центра почвенно-экологических исследований РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (ИЦПЭИ РГАУ-МСХА).

Определялись следующие показатели почв: содержание подвижных форм калия (для черноземных некарбонатных почв методом Чирикова), гранулометрический состав (методом пипетки по Н.А. Качинскому). Данные приведены для подпахотных горизонтов почв (горизонты В и ВС, глубина отбора >40 см.). Было проанализировано 5 образцов почв различного

гранулометрического состава. Даны полные названия почв по гранулометрическому составу, для визуализации данных построен график зависимости содержания в почвах подвижного калия от гранулометрического состава.

### Обсуждение

В статье приведены результаты исследования зависимости содержания подвижного калия от гранулометрического состава почв на примере почв Среднерусской лесостепной провинции.

Были проведены лабораторные анализы образцов почв по определению подвижного калия по методу Чирикова и механического состава почв методом Качинского. В статье приведены результаты исследований с их описанием. Выявлены взаимосвязи по этим показателям и дано их обоснование.

В таблице приведены результаты анализа гранулометрического состава.

Таблица

Гранулометрический состав

№ образца	1-0,25мм кр. и ср. песок, %	0,25- 0,05мм мелк. Песок, %	0,05- 0,01мм кр. Пыль, %	0,01- 0,005мм ср. пыль, %	0,005- 0,001мм мелк. Пыль, %	<0,001мм ил, %	<0,01мм физ. Глина, %
1	47,2	25,7	5	6,3	2,9	12,9	22,1
2	0,7	19,3	15,8	5,9	17,2	41,1	64,2
3	0,3	21,5	18,3	8,2	12,4	39,3	59,9
4	1,2	21,6	26,9	2,8	15,7	31,8	50,3

Содержание песчаных фракций (1-0,05мм) для представленных образцов варьирует в пределах от 20% до 72,9%, фракции крупной пыли (0,05-0,01мм) и суммы средней и мелкой пыли (0,01-0,001мм) от 5% до 26,9% и от 9,2% до 23,1% соответственно, фракция ила и коллоидных частиц (<0.001мм) для исследуемых образцов находится в диапазоне от 22,1% до 64,2%.

Согласно данным таблицы почвам были даны основное и дополнительное название по гранулометрическому составу:

Образец №1 – легкосуглинистая песчано-иловатая;

Образец №2 – легкоглинистая песчано-иловатая;

Образец №3 – легкоглинистая песчано-иловатая;

Образец №4 – легкоглинистая крупнопылевато-иловатая.

Исходя из полученных данных видно, что для исследуемых почв характерным является тяжелый гранулометрический состав с преобладанием илистых частиц. Исключение представляет образец №1, где преобладает фракция крупного и среднего песка.

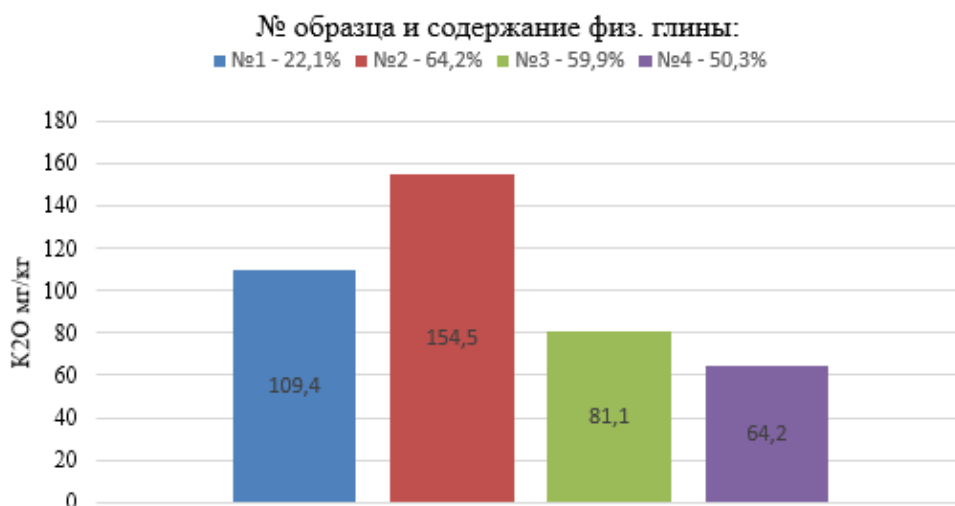


Рисунок – содержание подвижного калия

По данным рисунка видно, что наибольшим содержанием подвижного калия обладает образец №2. Самые низкие показатели по количеству подвижного калия у образцов №3 и №4. В целом, наблюдается тенденция снижения содержания подвижного калия вместе с уменьшением количества физической глины в образцах. Из общей картины исключается только образец почвы под номером 1, что может быть связано с другими факторами, влияющими на подвижность калия в почве или обусловлено внесением в почву калийных удобрений.

### Список литературы

1. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению / Москва 2002.
2. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Учебник по почвоведению Химия почв/ Москва 2005.
3. Прохоров, А. А. Индексная оценка степени выпаханности черноземов Предкавказской провинции / А. А. Прохоров, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN OXSZRW.
4. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. /// Агрехимический вестник. – 2024. – № 4. – С. 30-35. – DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008. – EDN OXSZRW.

## ВАЛОВЫЙ СОСТАВ ГОРИЗОНТА $A_1$ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД СМЕШАННЫМ ЛЕСОМ И БЕРЕЗНЯКОМ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ЛОД

*Свинарёв Денис Павлович, студент бакалавриата, Институт Агробиотехнологии, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, [deniss051003@gmail.com](mailto:deniss051003@gmail.com)  
Научный руководитель: Мамонтов Владимир Григорьевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: В статье приведены результаты вычисления результатов анализа валового состава гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв площадок Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Проводились расчёты результатов определения содержания химических элементов питания в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком. Химический состав минеральной части гумусового горизонта формируют две группы элементов: макроэлементы (Ca, Si, Al, Fe, Mg, K, P, Ti, Fe) и микроэлементы (V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Rb).*

*Ключевые слова:* гумусовый горизонт, смешанный лес, березняк, макроэлементы, микроэлементы, дерново-подзолистые почвы, Лесная опытная дача (ЛОД)

### **Введение**

Лесная опытная дача (ЛОД) представляет собой уникальный объект, где на постоянных пробных площадях (ППП) ведутся наблюдения за состоянием древостоя на протяжении более 150 лет, что позволяет получать результаты, проверенные временем, и дает возможность оценить во времени характер влияния лесного сообщества на окружающую среду, в том числе и на почву. Территории под лесом характеризуются высокой пестротой почвенного покрова и анизотропностью. Особенность этих территорий определяется спецификой взаимодействий почвы с древесной и напочвенной растительностью, перераспределения водных потоков (как вертикальных, так и горизонтальных) и солнечного света, животных и антропогенного фактора. Все это осложняется условиями, когда лесное сообщество развивается в условиях крупного мегаполиса, как в случае Лесной опытной дачи [1-3].

Гумусовый горизонт – самый верхний слой минеральной части почвенного профиля. Сквозь него происходит воздействие атмосферных осадков, солнца, ветра, животных, растений, антропогенного фактора и прочих агентов на почву и почвообразование. Все это делает горизонт  $A_1$  одним из самых динамичных в почвенном профиле.

Важность изучения валового состава почвы для заповедных и природоохранных городских территорий заключается в том, что сведения,

полученные в ходе изучения валового состава почвы, необходимы для оценки и прогноза питания, поведения, роста и развития лесных насаждений в условиях повышенной антропогенной нагрузки и решения экологических проблем мегаполисов.

### Объект и методы исследования

Объектом данного исследования служит территория Лесной опытной дачи (ЛОД), расположенной в Северном административном округе г. Москвы. Регулярные наблюдения за состоянием лесных насаждений на территории ЛОД ведутся с 1862 года. Здесь располагаются постоянные пробные площади, представленные датируемыми участками, занятыми различными породами древесных растений естественного и искусственного происхождения, причем возраст некоторых из них достигает 300 лет.

Характеристика пробных площадок приведена в таблице 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадок ЛОД

№ квартала	Индекс площадки	Год заложения	Происхождение	Площадь, га	Ярус, состав	Класс бонитета	Тип леса
6	Ъ	1890	Искусственное	0,3142	9Б1ЛпД	I	Березняк
7	Ж1-6	1875	Искусственное	0,2942	3С4Лп2ЛпД, Яс ед. Кл. В	II	Смешанный лес

Пробная площадь Ъ (0,3142 га). История: посадка 3-4 летней березы весной 1873г. при размещении 107x122 см или 8000 шт/га. Заложена М.К. Турским в 1890г. для изучения хода роста березовых культур. Произведено 7 прочисток и прореживаний. В 90 лет (1960) запас составлял 245,9 м<sup>3</sup>/га.

Подрост – клен. Подлесок – лещина, бузина, рябина, бересклет бородавчатый. Напочвенный покров – осока, будра орляк, копытень. Тип леса – березняк разнотравный.

Почва: Дерново-подзолистая среднемерная среднеглубокоподзолистая поверхностно-глебоватая легкосуглинистая на моренном песке.

Д<sup>Гл<sup>2</sup></sup><sub>3-2/4</sub> лс Мп.

Горизонт А<sub>1</sub> данной почвы имеет следующие характеристики. Его мощность составляет 13 см. Является гумусово-элювиальным горизонтом темно-серым с коричневым оттенком, влажноватым, легкосуглинистым. Имеет комковато-пороховатую структуру. Слабоуплотнен, тонкопористый. Новообразований нет. Пронизан тонкими корнями до 2 мм. Переход к следующему горизонту заметен.



Пробная площадь Ж<sub>1-6</sub>(0,2942 га). История: посадка 4-х летней ели, сосны обыкновенной и австрийской, 5-ти летнего дуба, лиственницы сибирской, сосны веймутовой и 3-х летней липы, посадка рядовая 2,13 x 1,07 м на 6 равных по площади небольших участках (по 0,0455 га) 4-х летней сосны обыкновенной и австрийской, 5-летнего дуба, лиственницы сибирской, веймутовой сосны, ели и 3-х летней липы по схеме: участок 1 – 5Соб5Д; участок 2 – 7,5Соб2,5Е; участок 3 – 7,5Соб2,5Лс; участок 4 – 5Соб5Св; участок 5 – 5Соб5Савстр; участок 6 – 5Соб5Лп.

Проба заложена в 1875 г. проф. В. Т. Собичевским. На участке 1 дуб в смешении с сосной с первых лет роста заглушался сосной и отставал в росте; для улучшения его роста было вырублено в два приема 48 сосен массой 3,8 м<sup>3</sup>. На участке 2 ель была во втором ярусе и частично входила в 1 ярус. Во время засухи 1938-1939 г.г. ель выпала из состава древостоя и на ее место налетели липа и вяз. В связи с небольшими размерами участков ниже дана характеристика, общая для всей пробы по результатам повторных пересчетов. Переводной коэффициент 3,43.

Запас древесины составляет 617,4/23,5 м<sup>3</sup>/га.

Подрост: клен средней густоты, вяз, береза. Подлесок: рябина, малина, лещина. Покров: недотрога, папоротники, кислица, мятлик. Тип леса: сосняк разнотравный.

Почва: Дерново-подзолистая маломощная сильно-сверхглубокоподзолистая легкосуглинистая на моренном среднем суглинке.

П<sup>Д</sup><sub>4-3/5</sub> лс Мс.

Горизонт А<sub>1</sub> у данной почвы имеет мощность 12 см. Является темно-серым, влажноватым, легкосуглинистым опесчаненным, имеет комковато-мелкокомковатую структуру, слабоуплотнен, густо пронизан мелкими корнями, переход заметен по цвету, граница неровная, языковатая.

### Результаты и их обсуждение.

Были произведены вычисления средней арифметической и средней ошибки содержания каждого макро- и микроэлемента в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв для смешанных лесов и березняка. Результаты всех вычислений приведены в ниже представленных таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Содержание макроэлементов в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком ЛОД, %

Тип леса	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
зняк	72,55± 0,08%	8,61± 0,06%	4,15± 0,01%	1,02± 0,00%	0,70± 0,02%	2,34± 0,01%	0,17± 0,00%	0,82± 0,01%
Смешан- ный лес	76,84± 0,09%	9,37± 0,07%	3,34± 0,01%	0,65± 0,00%	0,62± 0,02%	2,33± 0,01%	0,13± 0,00%	0,89± 0,01%

Из макроэлементов в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под березняком отчётливо преобладает  $SiO_2$ , содержание которого в горизонте составляет  $72,55 \pm 0,08\%$ . Следующими по значимости идут  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$  и  $CaO$ , содержание которых составляет  $8,61 \pm 0,06$ ,  $4,15 \pm 0,01$ ,  $2,34 \pm 0,01$  и  $1,02 \pm 0,00\%$ , соответственно. Далее следуют  $TiO_2$  и  $MgO$  с содержанием  $0,82 \pm 0,01$  и  $0,70 \pm 0,02\%$ , соответственно. Меньше всего в горизонте данной почвы содержится  $P_2O_5$  с содержанием  $0,17 \pm 0,00\%$ . По абсолютному содержанию в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под березняком макроэлементы образуют следующий ряд:  $SiO_2 \gg Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O > CaO > TiO_2 > MgO > P_2O_5$ . Относительно похожую картину можно наблюдать для горизонта  $A_1$  дерново-подзолистой почвы под смешанным лесом. Из макроэлементов в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистой почвы под смешанным лесом отчётливо преобладает  $SiO_2$ , содержание которого в горизонте составляет  $76,84 \pm 0,09\%$ . Следующими по значимости идут  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ , содержание которых составляет  $9,37 \pm 0,07$ ,  $3,34 \pm 0,01$  и  $2,33 \pm 0,01\%$ , соответственно. Далее следуют  $TiO_2$ ,  $CaO$  и  $MgO$  с содержанием  $0,89 \pm 0,01$ ,  $0,65 \pm 0,00$  и  $0,62 \pm 0,02\%$ , соответственно. Меньше всего в горизонте данной почвы содержится  $P_2O_5$  с содержанием  $0,13 \pm 0,00\%$ . По абсолютному содержанию в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом макроэлементы образуют следующий ряд:  $SiO_2 \gg Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O > CaO > TiO_2 > MgO > P_2O_5$ . Различие между этими рядами представлено лишь одно: в них  $TiO_2$  и  $CaO$  меняются местами. Такое различие, скорее всего, связано с почвообразующей древесной растительностью: берёзами на площадке  $\bar{b}$  и сосной, липой, ясенем, клёном и вязом на площадке  $\bar{ж}_{1-6}$ .

По абсолютному содержанию макроэлементы горизонтов  $A_1$  дерново-подзолистых почв березняка и смешанного леса ЛОД образуют несколько групп.

Отдельно сначала следует выделить  $SiO_2$ , содержание которого составляет  $72,55-76,84\%$ . В одну группу можно выделить  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  и  $K_2O$ , содержание которых составляет от  $2,34$  до  $9,37\%$ . В следующую группу входят  $CaO$ ,  $TiO_2$  и  $MgO$ , содержание которых составляет  $0,62-1,02\%$ . Отдельно также, как и  $SiO_2$ , можно выделить  $P_2O_5$ , которого содержится в горизонте примерно  $0,13-0,17\%$ . Таким образом, в составе горизонта  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком площадок  $\bar{b}$  и  $\bar{ж}_{1-6}$  ЛОД абсолютно преобладают  $SiO_2$ , на долю которого приходится примерно  $81\%$  от суммы всех макроэлементов.

Следует отметить, что содержание каждого макроэлемента в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под березняком и смешанным лесом ЛОД различается. В горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых под березняком по сравнению со смешанным лесом выше содержание следующих макроэлементов:  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ , как  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ . Стоит отдельно отметить  $K_2O$ , содержание которого в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв и под березняком, и под смешанным

лесом примерно одинаковое. Стоит ещё отметить, что средняя ошибка для всех макроэлементов в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под березняком и смешанным лесом имеет небольшое значение: от 0,09 до 0,00, что говорит о высокой точности определения валового содержания макроэлементов в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком, и имеет либо одинаковые значения и для смешанного леса, и для березняка, как у TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и либо различается для смешанного леса и березняка на 0,01, как у Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со значениями 0,06 для березняка и 0,07 для смешанного леса и SiO<sub>2</sub> со значениями 0,08 для березняка и 0,09 для смешанного леса.

Наряду с макроэлементами, важным компонентом гумусового горизонта являются микроэлементы. Многие из них выполняют в растениях важные физиологические функции и относятся к числу необходимых или условно необходимых элементов питания растений, а в последнее время их все чаще относят к категории «тяжелых металлов» в связи с проблемой загрязнения окружающей среды.

Таблица 3

Содержание микроэлементов в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком ЛОД, мг/кг почвы

Тип леса	MnO	Sr	V	Cr	Zn	Pb	Ni	As	Cu	Co
Березняк	1708,41 ±5,98	113,56 ±0,98	95,21 ±1,40	68,72 ±0,53	65,09 ±0,88	49,25 ±2,86	34,90 ±0,70	17,91 ±0,52	15,75 ±0,72	6,74 ±0,53
Смешанный лес	1109,84 ±4,47	111,25 ±0,99	105,01 ±1,49	78,28 ±0,56	44,86 ±1,47	47,31 ±2,87	26,61 ±0,70	18,15 ±0,52	10,67 ±0,72	8,35 ±0,53

В горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под березняком среди микроэлементов отчётливо преобладает MnO, содержание которого составляет 1708,41±5,98 мг/кг почвы. Следующими по значимости элементами идут Sr и V, содержание которых составляет 113,56±0,98 и 95,21±1,40 мг/кг почвы, соответственно. Следующими по содержанию идут Zn и Cr с содержанием в горизонте А<sub>1</sub> 65,09±0,88 и 68,72±0,53 мг/кг почвы, соответственно. Содержание Pb составляет 49,25±2,86 мг/кг почвы. Ni составляет 34,90±0,70 мг/кг почвы. Ещё меньше в горизонте А<sub>1</sub> содержится As и Cu, содержание которых составляет 17,91±0,52 и 15,75±0,72 мг/кг почвы, соответственно. Меньше всего содержится в горизонте А<sub>1</sub> Co, содержание которого составляет 6,74±0,53 мг/кг почвы. По абсолютному содержанию микроэлементы в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под березняком составляют следующий ряд: MnO >> Sr > V > Cr > Zn > Pb

Похожая закономерность характерна для содержания микроэлементов в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом. В горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом среди микроэлементов отчётливо преобладает MnO, содержание которого составляет  $1109,84 \pm 4,47$  мг/кг почвы. Следующими по значимости элементами идут Sr и V, содержание которых составляет  $111,25 \pm 0,99$  и  $105,01 \pm 1,49$  мг/кг почвы, соответственно. Следующим по содержанию идёт Cr с содержанием в горизонте  $A_1$   $78,28 \pm 0,56$  мг/кг почвы. Далее по содержанию идёт Pb и Zn с содержанием  $47,31 \pm 2,87$  и  $44,86 \pm 1,47$  мг/кг почвы, соответственно. Содержание Ni составляет  $26,61 \pm 0,70$  мг/кг почвы. Ещё меньше в горизонте  $A_1$  содержится As и Cu, содержание которых составляет  $18,15 \pm 0,52$  и  $10,67 \pm 0,72$  мг/кг почвы, соответственно. Меньше всего содержится в горизонте  $A_1$  Co, содержание которого составляет  $8,35 \pm 0,53$  мг/кг почвы. По абсолютному содержанию микроэлементы в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом составляют следующий ряд:  $MnO \gg Sr > V > Cr > Pb > Zn > Ni > As > Cu > Co$ . Различие между этими рядами представлено лишь одно: в них Zn и Pb меняются местами. Такое различие, скорее всего, связано с почвообразующей древесной растительностью: берёзами на площадке Ъ и сосной, липой, ясенем, клёном и вязом на площадке Ж<sub>1-6</sub>.

По абсолютному содержанию микроэлементы горизонтов  $A_1$  дерново-подзолистых почв березняка и смешанного леса ЛОД образуют несколько групп. Отдельно стоит выделить MnO, содержание которого составляет  $1109,84-1708,41$  мг/кг почвы. Следующая группа представлена Sr и V, содержание которых составляет от  $95,21$  до  $113,56$  мг/кг почвы. Другую группу образуют Cr и Zn, содержание которых составляет от  $65,09$  до  $78,28$  мг/кг почвы. Следующую группу образуют Zn и Pb с содержанием в горизонте  $A_1$   $44,86-49,25$  мг/кг почвы. Отдельную группу образует Ni, содержание которого составляет  $26,61-34,90$  мг/кг почвы. Ещё одну группу образуют As и Cu с содержанием в горизонте  $A_1$  от  $10,67$  до  $18,15$  мг/кг почвы. Последнюю группу образует Co, чьё содержание в горизонте самое минимальное и составляет  $6,74-8,35$  мг/кг почвы. Таким образом, в составе горизонта  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком площадок Ъ и Ж<sub>1-6</sub> ЛОД абсолютно преобладают MnO, на долю которого приходится 71% от суммы всех микроэлементов под смешанным лесом и 79% от суммы всех микроэлементов под березняком. Такое различие, скорее всего, связано с почвообразующей древесной растительностью: берёзами на площадке Ъ и сосной, липой, ясенем, клёном и вязом на площадке Ж<sub>1-6</sub>.

Содержание каждого микроэлемента в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под березняком и смешанным лесом ЛОД различается. В горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом по сравнению с березняком выше содержание следующих микроэлементов: V, Cr и Co. Под березняком по сравнению со смешанным лесом выше содержание следующих микроэлементов: MnO, Ni, Cu, Zn, Sr и Pb. Отдельно стоит отметить As, у которого разница составляет всего  $0,24$  мг/кг почвы. По поводу средней ошибки для

микроэлементов горизонта  $A_1$  дерново-подзолистых почв можно сказать следующее: для Ni, Co, Cu и As для смешанного леса и березняка оно имеет одинаковое значение, для Sr и Pb разница между смешанным лесом и березняком составляет всего 0,01 мг/кг почвы в сторону смешанного леса, для Cr разница между березняком и смешанным лесом составляет 0,03 мг/кг почвы в сторону смешанного леса, для V разница между березняком и смешанным лесом составляет 0,09 мг/кг почвы в сторону смешанного леса, для Zn и MnO разница между березняком и смешанным лесом значительна и составляет 0,59 мг/кг почвы для Zn в сторону смешанного леса и 1,51 мг/кг почвы для MnO в сторону березняка. Для Cr, Co, Ni, Cu, Zn (для березняка), As и Sr значение средней ошибки составляет меньше 1, что говорит о высокой точности определения валового содержания данных микроэлементов, для Zn (для смешанного леса) и для V значение средней ошибки составляет 1,40-1,49, что говорит о меньшей точности определения валового содержания данных микроэлементов, для Pb значение средней ошибки составляет 2,86-2,87, что также говорит о ещё меньшей точности определения валового содержания данного микроэлемента в почве, наибольшее значение средней ошибки, а значит и наименьшая точность определения валового содержания представлена у MnO.

### **Выводы**

о абсолютному содержанию макроэлементы и микроэлементы в горизонте  $A_1$  дерново-подзолистых почв под березняком площадки Ъ и смешанным лесом площадки Ж<sub>1-6</sub> образуют следующие ряды:

березняк:

макроэлементы:  $SiO_2 \gg Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O > CaO > TiO_2 > MgO > P_2O_5$ ;

микроэлементы:  $MnO \gg Sr > V > Cr > Zn > Pb > Ni > As > Cu > Co$ ;

смешанный лес:

макроэлементы:  $SiO_2 \gg Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O > TiO_2 > CaO > MgO > P_2O_5$ ;

микроэлементы:  $MnO \gg Sr > V > Cr > Pb > Zn > Ni > As > Cu > Co$ .

Различие между этими рядами представлено лишь одно: для макроэлементов в них  $TiO_2$  и CaO меняются местами, а для микроэлементов в них Zn и Pb меняются местами. Такое различие, скорее всего, связано с почвообразующей древесной растительностью: берёзами на площадке Ъ и сосной, липой, ясенем, клёном и вязом на площадке Ж<sub>1-6</sub>.

составе горизонта  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком площадок Ъ и Ж<sub>1-6</sub> ЛОД абсолютно преобладают  $SiO_2$ , на долю которого приходится примерно 81% от суммы всех макроэлементов. В составе горизонта  $A_1$  дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком площадок Ъ и Ж<sub>1-6</sub> ЛОД абсолютно преобладают MnO, на долю которого приходится 71% от суммы всех микроэлементов под смешанным лесом и 79% от суммы всех микроэлементов под березняком. Такое различие, скорее всего,

связано с почвообразующей древесной растительностью: берёзами на площадке Ъ и сосной, липой, ясенем, клёном и вязом на площадке Ж<sub>1-6</sub>.

горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых под березняком по сравнению со смешанным лесом выше содержание следующих макроэлементов: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и MgO, а под смешанным лесом выше содержание таких макроэлементов, как TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, подзолистых почв и под березняком, и под смешанным лесом примерно одинаковое.

средняя ошибка для всех макроэлементов в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под березняком и смешанным лесом имеет небольшое значение: от 0,09 до 0,00, что говорит о высокой точности определения валового содержания макроэлементов в горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под смешанным лесом и березняком, и имеет либо одинаковые значения и для смешанного леса, и для березняка, как у TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и K<sub>2</sub>O со значением 0,01, CaO и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> со значением 0,00, MgO со значением 0,02, либо различается для смешанного леса и березняка на 0,01, как у Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со значениями 0,06 для березняка и 0,07 для смешанного леса и SiO<sub>2</sub> со значениями 0,08 для березняка и 0,09 для смешанного леса.

горизонте А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв под смешанным лесом по сравнению с березняком выше содержание следующих микроэлементов: V, Cr и Co. Под березняком по сравнению со смешанным лесом выше содержание следующих микроэлементов: MnO, Ni, Cu, Zn, Sr и Pb. Отдельно стоит отметить As, у которого разница составляет всего 0,24 мг/кг почвы.

о поводе средней ошибки для микроэлементов горизонта А<sub>1</sub> дерново-подзолистых почв можно сказать следующее: для Ni, Co, Cu и As для смешанного леса и березняка оно имеет одинаковое значение, для Sr и Pb разница между смешанным лесом и березняком составляет всего 0,01 мг/кг почвы в сторону смешанного леса, для Cr разница между березняком и смешанным лесом составляет 0,03 мг/кг почвы, причём в сторону смешанного леса, для V разница между березняком и смешанным лесом составляет 0,09 мг/кг почвы, причём в сторону смешанного леса, для Zn и MnO разница между березняком и смешанным лесом значительна и составляет 0,59 мг/кг почвы для Zn в сторону смешанного леса и 1,51 мг/кг почвы для MnO в сторону березняка. Для Cr, Co, Ni, Cu, Zn (для березняка), As и Sr значение средней ошибки составляет меньше 1, что говорит о высокой точности определения валового содержания данных микроэлементов, для Zn (для смешанного леса) и для V значение средней ошибки составляет 1,40-1,49, что говорит о меньшей точности определения валового содержания данных микроэлементов, для Pb значение средней ошибки составляет 2,86-2,87, что также говорит о меньшей точности содержания данного микроэлемента в почве, наибольшее значение средней ошибки, а значит и наименьшая точность определения валового содержания представлена у MnO.

## Список литературы

1. Наумов В.Д. Закономерности изменения мощности почвенных горизонтов под древостоями различного состава лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / В.Д. Наумов, Н.Л. Поветкина, А.В. Гемонов, А.В. Лебедев // Известия ТСХА. – 2018. – №1. – С. 18-35.

2. Наумов В.Д. Сравнительная оценка почв и растительности на пробных площадях Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / В.Д. Наумов, Б.С. Родионов, А.Б. Гемонов // Известия ТСХА. – 2014. – №2. – С. 5-18.

3. Пустовойтова, К.Д. Почвенно-лесоводственная характеристика дерново-подзолистых почв ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: бакалавр: 35.03.03: защищена .2019 / К. Д. Пустовойтова; рук. Работы Н. Л. Каменных; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

*Серебрякова Антонина Сергеевна, студентка 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [santonika13579@gmail.com](mailto:santonika13579@gmail.com)*

*(Научный руководитель - Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [iseregina@rgau-msha.ru](mailto:iseregina@rgau-msha.ru) )*

*Аннотация: В статье предложен анализ динамики изменения содержания гумуса в почвах Краснодарского края, причины деградации почв, способы поддержания плодородия с помощью легкоразлагаемых органических веществ. В работе рассматривается статистика изменения процентного содержания органического вещества, актуальность данной проблемы и способы решения.*

*Ключевые слова: гумус, почвы, удобрения, плодородие, черноземы, легкоразлагаемое органическое вещество (ЛОВ).*

На данный момент Краснодарский край является одним из самых развитых в сельскохозяйственном отношении регионов Российской Федерации. Комплекс природно-климатических условий подходит для выращивания более 100 сельскохозяйственных культур. Однако интенсивная эксплуатация этих земель и всё возрастающее антропогенное воздействие на них приводит к некоторым отрицательным последствиям и деградации почв. Так, за период с 1960-х по 1990-е гг. содержание гумуса в чернозёмах степной зоны снизилось в пахотном слое на 4–17% от первоначальной величины и составило 3,2–3,5%. [1] Важно отметить значительные изменения площадей черноземов на территории края за последние 30–40 лет, которые произошли вследствие деградации почв. Так, в 1950-х гг. общая площадь, представленная чернозёмами в Краснодарском крае, составляла

2789 тыс. га, а к 1990-м гг. уменьшилась почти на 184 тыс. га, т.е. до 2605,5 га. [1].

В последние годы отчетливо прослеживается тенденция к увеличению площадей переувлажнённых и заболоченных земель. Значительные площади чернозёмов выщелоченных, сформировавшихся в замкнутых понижениях, со временем под влиянием грунтовых и поверхностных вод перешли в почвы лугово- и лугово-чернозёмные уплотнённые и слитые. Данный процесс наблюдается в Динском, Тимашевском, Калининском районах. Так, в 1950-х гг. на территории края было выявлено 82,9 тыс. га лугово- и лугово-чернозёмных уплотнённых и слитых почв западин, в 1990-х гг. площадь их уже составляла 134,5 тыс. га, т.е. увеличилась на 51,6 тыс. га (62,2%) [1]. Кроме того, значительно увеличилась площадь луговых слитых, осолоделых и солонцеватых почв западин с 4,3 до 15,1 тыс. га [1]. Площади лугово-болотных почв увеличились с 26,3 до 61,8 тыс. га [1]. На территории Краснодарского края в результате антропогенного воздействия наиболее негативными побочными процессами являются почвенная эрозия, подтопление и засоление земель. Общая площадь, подверженных эрозии сельскохозяйственных земель в крае, составляет 1845 тыс. га, в том числе ветровой – 1051 и водной – 794 тыс. га [1].

Результаты исследований, проводимых ФГУ САС «Кавказская» в течение последних 20 лет, показывают, что вынос элементов питания с урожаем не полностью компенсировался внесением минеральных и органических удобрений. Баланс питательных веществ за указанный период исследований составил по азоту от 29-35 %, фосфору 29-45 %, калию от 4-6%, гумусу от 61-69% (в основном за счёт многолетних трав и пожнивных остатков), внесение навоза составило от 1 до 2 т/га [2], что обусловило существенное уменьшение содержания органического вещества в почвах региона [2]. К сожалению, данный процесс продолжается, причем темпы разрушения гумуса возросли. Одним из примеров резких изменений баланса гумуса можно привести данные по трем районам края: Гулькевичскому, Кавказскому, Тбилисскому. По данным ФГУ САС «Кавказская» за последние 10 лет содержание гумуса в почвах регионов снизилось на 0,2% [2].

Снижение объемов внесения минеральных удобрений, в том числе калийных, приводит к облегчению гранулометрического состава почв сельскохозяйственных угодий, из-за чего ежегодно теряется до одной тонны гумуса сверх нормы. Помимо этого, изменение соотношения содержания подвижных форм фосфора и обменного калия в сторону уменьшения доли последнего приводит к повышению кислотности почв. Такие изменения влекут за собой увеличение площадей, на которых необходимо известкование. Данная проблема может быть решена внесением калийных минеральных удобрений, органических удобрений и возделыванием многолетних трав [2].

Снижение темпов восполнения основных элементов питания и гумуса за последние 20 лет привело к ухудшению как физических, так и физико-



химических свойств почв, их оструктуренности и плодородности. При этом данная картина наблюдается на всем левобережье Кубани [2].

Согласно данным последнего тура обследования Белореченского, Курганского и Лабинского районов площади кислых и слабокислых почв составляют до 96%, при этом площади кислых почв доходят до 37%. При таких темпах увеличения кислотности почв в ближайшие 5 лет агропроизводство в данных регионах может сильно сократиться или станет невозможным [2].

При критическом содержании гумуса такие показатели как плотность, структурность, физико-механические свойства приближаются к свойствам почвообразующих пород [3]. Это наблюдается при содержании гумуса ниже 1% для дерново-подзолистых суглинистых почв и менее 2% для почв чернозёмного типа [3]. Исследования и практический опыт свидетельствуют о возможности получения высоких урожаев при содержании гумуса, ненамного превышающем эти показатели, при условии достаточного содержания в составе почв легкоразлагаемых органических веществ.

Исследованиями Ганжары Н.Ф. и Борисова Б.А. (1997) установлено, что оптимальное содержание легкорастворимых органических веществ составляет 0,4 – 1,2% или 12 – 36 т/га в пахотном слое [4]. При таком содержании ЛОВ в их составе находится достаточно азота, чтобы обеспечить получение 50% урожая, а остальные 50% урожая должны формироваться за счет азота из минеральных удобрений [3].

Таким образом, на преобладающих площадях пахотных угодий необходимо ставить задачу не повышения уровня гумусированности, а оптимизации содержания легкорастворимых органических веществ, обеспечивающего уровень эффективного плодородия почв.

Оптимизация содержания ЛОВ и повышение уровня гумусированности осуществляются одинаковыми приёмами. Это достигается, прежде всего, за счет научно-обоснованных норм внесения и качественного состава органических удобрений, использование севооборотов со звеньями многолетних трав и сидератов, травосеяния, минимизации обработок, посевов сидеральных и пожнивных культур. В ряде случаев для снижения плотности тяжёлых почв и улучшения водно-воздушного режима вместо повышения уровня гумусированности целесообразно использовать мелиоративные дозы рыхлителей в виде торфа, компостов, соломенной резки, агрономическая эффективность которых соизмерима с повышением уровня гумусированности, а экономическая - существенно выше [3].

В этом отношении заслуживает внимание опыт приготовления тепличных грунтов, в которых оптимальное содержание органического вещества составляет 20 – 30% общей массы и достигается внесением древесной коры, соломенной резки, торфа и легкорастворимых органических веществ [3]. Повышение сорбционных свойств легких почв может достигаться внесением сапропеля, низинного торфа и различных компостов. Следует также иметь в виду, что

повышение уровня гумусированности является очень дорогостоящим мероприятием. Установлено, что для повышения уровня гумусированности на 1% необходимо увеличить среднегодовую норму органических удобрений на 3 – 4 т/га (сухого вещества), то есть практически удвоить рекомендуемую в настоящее время норму их внесения [3].

### Список литературы

1. Белюченко И.С., Экология Краснодарского края (Региональная экология), Учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. - 356 с.
2. О динамике питательных веществ и гумуса в почвах Краснодарского края в зоне деятельности ФГУ САС «Кавказская», <https://биотехагро.рф/rastenievodstvo/rastenievodstvo-09-pochva>
3. Ганжара Н.Ф., Почвоведение - М, Агроконсалт, 2001. - 140 – 143 с.
4. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А. Гумусообразование и агрономическая оценка почв. М.: Бизнес центр "Агроконсалт", 1997. 82 с.

## РЕАКЦИИ РОСТА НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА ЛЮПИНА БЕЛОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

*Сереп Айлуна Буяновна, магистрант 1 курса института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, missserep@gmail.com*

*(Научный руководитель - Шитикова Александра Васильевна, д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, plant@rgau-msha.ru)*

*Аннотация. Исследования проводились в 2024 году в лабораторном эксперименте на базе Российского государственного аграрного университета - Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева (г. Москва). При изучении влияния коротких пептидов на посевные качества семян люпина белого было выявлено отрицательное влияние на энергию прорастания семян. При обработке семян тетрапептидом АЭДГ наблюдалось снижение значений энергии прорастания семян белого люпина на уровне 52 % и 38 % для концентраций  $1 \cdot 10^{-6}$  г/л и  $1 \cdot 10^{-15}$  г/л по сравнению с контрольным вариантом. Всхожесть существенно отличалась от контрольного варианта при использовании тетрапептида АЭДГ в концентрации  $1 \cdot 10^{-6}$  г/л и составила 88%.*

*Ключевые слова:* люпин белый, росторегулирующие препараты, короткие пептиды, посевные качества семян, онтогенез люпина белого, тетрапептид AEDG.

В настоящее время исследований, позволяющих раскрыть механизм действия коротких пептидов на управление продукционным процессом

сельскохозяйственных культур недостаточно, поэтому исследования по изучению действия коротких пептидов на посевные качества и разработку экологически безопасных способов повышения потенциальной продуктивности и устойчивости к действию абиотических и биотических стрессоров зерновых и зернобобовых культур представляет большой практический интерес [5,6]. Для адаптации к неблагоприятным условиям растения развили различные механизмы для координации клеточных реакций на сигналы окружающей среды, в первую очередь за счет модуляции путей передачи сигналов фитогормонов растений. Недавние исследования показывают, что небольшие сигнальные пептиды служат адаптивной стратегией борьбы со стрессом, облегчая межклеточную коммуникацию аналогично фитогормонам. Это современное понимание подчеркивает сложные способы, с помощью которых растения ориентируются и реагируют на сложные условия окружающей среды, демонстрируя их устойчивость и адаптивность перед лицом различных факторов стресса [3, 4]. Таким образом, пептидергическая регуляция играет ключевую роль в росте и развитии растений, влияя на рост, дифференциацию клеток, этапы онтогенеза, что в конечном результате оказывает существенное влияние на продуктивность растений и имеет большое значение для сельскохозяйственного производства.

Цель исследования: установить влияние коротких пептидов KE и AEDG на посевные качества семян и показатели роста на начальных этапах онтогенеза зернобобовых культур - люпина белого - *Lupinus albus* L., сорта Гана.

Исследования по влиянию применения коротких пептидов на посевные качества семян люпина белого проводили в 2024 году, использовали растительный материал *Lupinus albus* L., сорта Гана.

Применяемый рострегулирующий препарат - Тетрапептид AEDG в концентрациях:  $10^{-6}$ ;  $10^{-9}$ ;  $10^{-12}$ ;  $10^{-15}$  г/л.

Форма пептидов – лиофилизат (порошок). Контроль – дистиллированная вода. Предпосевную обработку семян короткими пептидами осуществляли по технологии «протравливание с увлажнением» [2].

Испытания проводили на естественном инфекционном фоне. Для проведения испытаний использовали семена, доведенные до посевных кондиций. Посевные качества семян определяли путем размещения 100 штук семян в четырех повторениях в чашках Петри с влажным фильтром. Исследуемые препараты применяли в концентрациях  $10^{-6}$ ;  $10^{-9}$ ;  $10^{-12}$ ;  $10^{-15}$  г/л, одновременно при закладке эксперимента. Посевные качества семян (энергию прорастания, всхожесть) определяли в соответствии с ГОСТ 12038-84. Энергию прорастания регистрировали на 4 сутки. Всхожесть регистрировали на 7 сутки. Определяли массу ростков и корней, высоту ростков, число и длину корней. Всхожесть и энергию прорастания семян вычисляли в процентах. За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов определения всхожести всех

проанализированных проб, с учетом отклонений в соответствии с ГОСТ используя ПО Straz [1].

Исследования по влиянию применения коротких пептидов на посевные качества семян люпина белого позволили установить отрицательное влияние на энергию прорастания семян. Достоверно значимое отрицательное влияние в сравнении с контрольным вариантом было отмечено при применении тетрапептида AEDG в концентрациях  $1 \cdot 10^{-6}$  и  $1 \cdot 10^{-15}$  г/л. Снижение энергии прорастания при вышеуказанных значениях концентраций препарата снижало энергию прорастания на 38 % и 55% соответственно.



Рисунок 1 – Энергия прорастания люпина белого при применении пептида AEDG  $1 \cdot 10^{-6}$



Рисунок 2 – Энергия прорастания люпина белого при применении пептида AEDG  $1 \cdot 10^{-15}$

Всхожесть достоверно отличалась от контрольного варианта только при применении тетрапептида AEDG в концентрации  $1 \cdot 10^{-6}$  г/л и составляла 88% (рисунок 3).

Результаты исследований по изучению влияния коротких пептидов на посевные качества семян и показатели роста на начальных этапах онтогенеза люпина белого позволили выявить положительное влияние применения тетрапептида AEDG на морфометрические показатели проростков семян белого люпина. Достоверно увеличивалась масса 100 проростков по сравнению с контролем на 48% при применении тетрапептида AEDG в концентрации  $1 \cdot 10^{-12}$  г/л, на 51,2 % при концентрации  $1 \cdot 10^{-15}$ , и наиболее высокие значения (увеличение на 53,5%) получены при применении тетрапептида AEDG в концентрациях  $1 \cdot 10^{-6}$  и  $1 \cdot 10^{-9}$  г/л. (таблица 1).

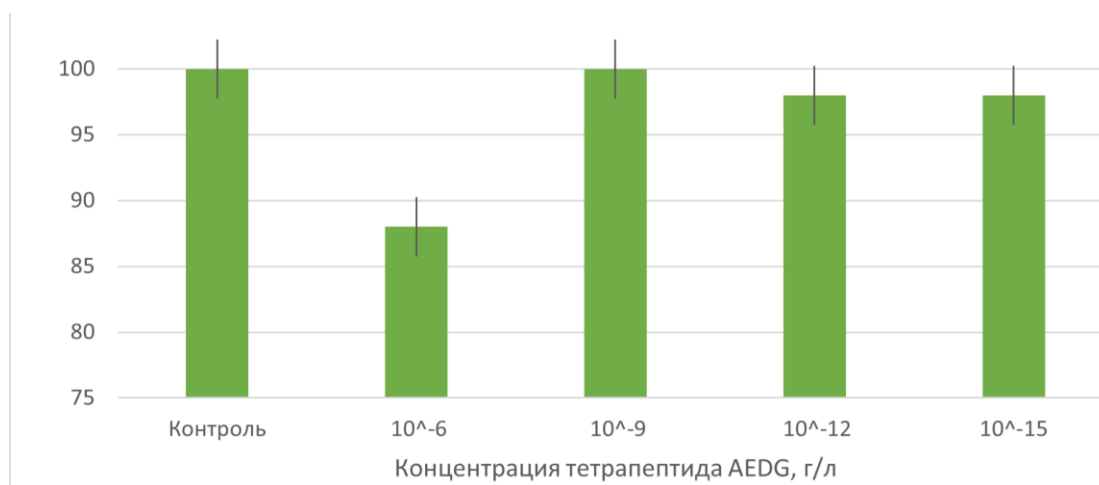


Рисунок 3 – Влияние тетрапептида AEDG на всхожесть (%) семян люпина белого сорта Гана

Проведенные исследования показали, что при применении коротких пептидов на посевные качества семян люпина белого наблюдается отрицательное влияние на энергию прорастания семян. Наиболее низкие значения энергии прорастания отмечены при концентрациях  $1 \cdot 10^{-15}$  г/л и  $1 \cdot 10^{-6}$  г/л и составляли 38 % и 52 % соответственно. Всхожесть достоверно отличалась от контрольного варианта при применении тетрапептида AEDG в концентрации  $1 \cdot 10^{-6}$  г/л и составляла 88%. Применение для обработки семян пептида стимулировало увеличение массы 100 корней проростков люпина – на 51-53% по сравнению с контролем (наиболее эффективными были концентрации пептида  $10^{-6}$  и  $10^{-9}$  г/л). Пептид AEDG стимулировал увеличение длины корней проростков люпина на 20-30% по сравнению с контролем, наиболее эффективной была концентрация пептида  $10^{-15}$  г/л.

При анализе значений длины корня установлено положительное влияние применения тетрапептида AEDG при всех изучаемых концентрациях. Длина развитых корней проростка люпина белого сорта Гана максимально увеличивалась на 1,23 см при использовании тетрапептида AEDG в концентрациях  $1 \cdot 10^{-15}$  г/л (рисунок 4).

Таблица 1  
Влияние пептидов на посевные качества семян и показатели роста на начальных этапах онтогенеза люпина белого (среднее значение по повторностям)

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Масса 100 корней, г.	Число развитых корней, шт.	Длина развитых корней, см
Контроль	84	100	12,7	1	4,02
AEDG $10^{-6}$	52	88	19,5	1	4,83
AEDG $10^{-9}$	70	100	19,5	1	4,88
AEDG $10^{-12}$	78	98	18,8	1	4,61
AEDG $10^{-15}$	38	98	19,2	1	5,25

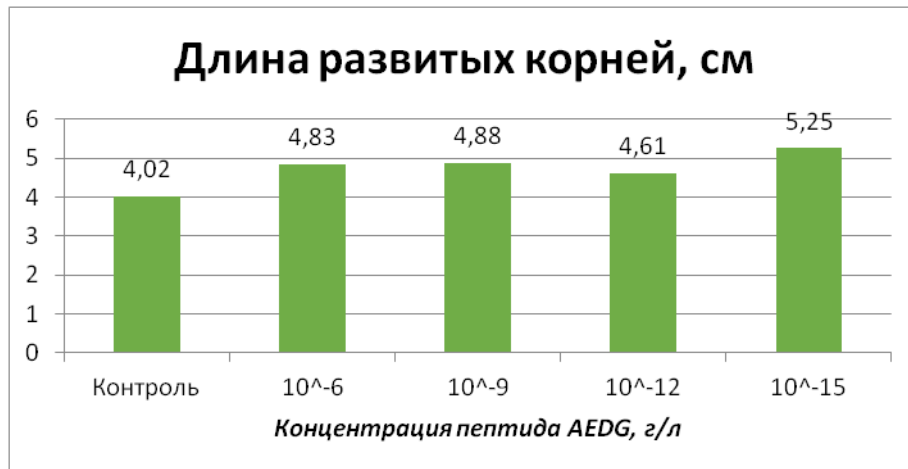


Рисунок 4 – Влияние тетрапептида AEDG на длину корня проростка семян люпина белого сорта Гана

### Список литературы

1. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: дата введения 1986–07–01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 11 с/
2. Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве: производственно-практ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 220 с
3. César, Ana PC, Francisco ES Lopes, Francisca FN Azevedo, Yago O. Pinto, Claudia R. Andrade, Felipe P. Mesquita, Gabrielly O. Silva, Cleverson DT Freitas, and Pedro FN Souza. "Antioxidant peptides from plants: A review." *Phytochemistry Reviews* 23, no. 1 (2024): 95-104. Fletcher, J.C. Recent advances in Arabidopsis CLE peptide signaling. *Trends in Plant Science*, 2020, 25(10), 1005–1016
4. Chekan, Jonathan R., et al. "Plant peptides—redefining an area of ribosomally synthesized and post-translationally modified peptides." *Natural Product Reports* (2024).
5. Datta, T., Kumar, R. S., Sinha, H., & Trivedi, P. K. (2024). Small but mighty: Peptides regulating abiotic stress responses in plants. *Plant, Cell & Environment*, 47(4), 1207-1223.
6. Zhang, Yuwen, et al. "Uncovering the Function of Peptides: Bridging Hormone Signaling, Microbial Interactions, and Root Development in Plants." *New Crops* (2024): 100011.

## **ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Старовойтова Вероника Денисовна, студентка 3 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ver.starovojtova2015@yandex.ru*

*Кравцова Татьяна Владимировна, студент 3 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, avozvark2004@xmail.ru*

*(Научный руководитель – Шмакова Кристина Алексеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kshmakova@rgau-msha.ru](mailto:kshmakova@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: статья содержит обзор данных по содержанию гумуса в почвах трех природных зон России с севера на юг: субарктической, умеренно континентальной с достаточным увлажнением и степной с недостаточным увлажнением. Для анализа были рассмотрены Мурманская, Московская и Ростовская области, потому что эти субъекты являются яркими представителями соответствующих зональных почв. Результаты исследования подчеркивают необходимость проведения агрохимических анализов почв, подбор правильной агротехники в обработке почвы, составления правильного севооборота для получения высоких и качественных урожаев на разных почвах.*

*Ключевые слова: органическое вещество, гумус, почва, реакция среды, климат.*

**Актуальность:** для получения высокого и качественного урожая почву необходимо исследовать. Основной слой почвы, который отвечает за ее плодородие, способность удерживать влагу и питательные элементы, называется органическим веществом почвы. Понимание того, как климатические и природные условия влияют на содержание органического вещества, может способствовать разработке более эффективных методов управления почвенными ресурсами, повышению урожайности сельскохозяйственных культур и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

**Цель:** предоставление комплексного обзора распределения содержания органического вещества в почвах с севера на юг России.

### **Задачи:**

1. Рассмотреть изменение содержания органического вещества почв от севера России к югу страны;
2. Изучить изменение мощности гумусового слоя в зависимости от типа почвы и климатических условий.

**Объекты исследования:** содержание органического вещества в почвах разных природных и климатических зон.

**Методы исследования:** анализ, синтез, наблюдение, сравнение, специальные методы познания, обобщение информации.

Почва представляет собой сложную систему, которая образована в результате деятельности живых организмов, материнской горной породы, климата и рельефа местности. Органическое вещество почвы определяет ее основные свойства при выращивании на ней сельскохозяйственных культур. Само по себе органическое вещество представляет сложное взаимодействие растительных и животных остатков, которые находятся на различных стадиях разложения, и специфических почвенных органических веществ, называемых гумусом.

Рассмотрим климатические условия и почвообразующие факторы в следующих областях России: Мурманской, Московской и Ростовской.

Мурманская область расположена на северо-западе России. Большая ее часть находится за Полярным кругом, что сильно повлияло на природные условия и развитие почв. Мурманская область богата водными объектами, она омывается Баренцевым и Белом морями. Мурманская область занимает несколько природных зон: субарктическую, представленную тундрой, и бореальную (лесную).

Московская область занимает центральную часть Восточно-Европейской равнины, а именно междуречье р. Волга и Ока. Большая часть столичного региона приурочена к лесной природной зоне. [1]

Ростовская область занимает территорию южной части Русской равнины и частично Предкавказья. Внутренние воды Ростовской области представлены в основном бассейном р. Дон, за исключением некоторых рек, впадающих непосредственно в Азовское море. Донской регион расположен в подзоне типичных и южных степей, а также в пределах полупустыни. [1]

Более подробно природные условия каждой области, а именно рельеф, почвообразующие породы, растительность, сумма активных температур, количество осадков, количество дней вегетационного периода и коэффициент увлажнения представлены в таблице.

На рисунке представлены зональные почвы рассматриваемых областей, их уровень рН и содержание гумуса в %. Содержание гумуса и значение реакции среды в зональных почвах.

Большую часть Мурманской области занимают иллювиально-гумусовые подзолы (~28%), около 18% занимают подбуры темные тундровые, ~14% занимают подзолы иллювиально-железистые. Оставшиеся территории заняты тундровыми, таежными и торфяными болотными почвами. [2]



## Природные условия почвообразования

Анализируемые области	Рельеф	Почвообразующие породы	Растительность	Показатели климатических условий			
				Сумма активных температур,	Количество осадков, мм	Вегетационный период, дней	КУ
Мурманская область	Возвышенная равнина с возвышенностями и впадинами; Горные массивы (Хибины)	Четвертичные отложения (моренные, водно-ледниковые, редко морские)	Лесная (хвойная). Мхи, лишайники, редко низкорослые кустарники (тундровая зона)	870-1127	500-600 (в горных районах до 1000)	120-150	1,5-2,0
Московская область	Равнина с чередованием холмистых возвышенностей и низин	Ледниковые и водно-ледниковые, в долинах рек аллювиальные, местами двучленные наносы	Смешанные леса, подзона широколиственных лесов. Юг - лесостепная растительность	1800-2000	480-700	125-140	1,0-1,5
Ростовская область	Слабоволнистая возвышенность	Ледниковые, водно-ледниковые, покровные эоловые и делювиальные (юг), песчаные	Степная (разнотравно-дерновинно-злаковая, типчаково-ковыльная)	2800-3600	350-600	165-180	0,6-0,2

В составе гумуса подзола иллювиально-гумусового преобладают фульвокислоты, содержание которых в горизонте А0 в 2,0- 2,5 раза, а в горизонте Вh в 4-8 раз превосходит содержание гуминовых кислот.



Рисунок. Характеристика зональных почв по значению рН и содержание гумуса в %

Подбуры темные тундровые содержат фульватный гумус. [4]

Подзолы иллювиально-железистые содержат от 1 до 3% вымытого фульватного гумуса, с четкой аккумуляцией валовых и аморфных органо-минеральных соединений железа и алюминия или их гидроксидов.

Тундрово-болотные почвы, в составе гумуса преобладают фульво-кислоты.

В целом почвам Мурманской области присуще низкое содержание гумуса, очень или сильнокислая реакция среды, низкое содержание фосфора, калия и других питательных веществ.

Почвенный покров Московской области довольно разнообразен. В нем преобладает подтип дерново-подзолистых почв. Также обширные территории заняты болотно-подзолистыми и торфяными болотными почвами. Юг региона расположен в зоне серых лесных почв. Значительная часть территории приурочена к почвам с различной степенью оглеения в связи с повышенным увлажнением региона. В южных районах точечно встречаются черноземы оподзоленные. [6]

Дерново-подзолистые почвы в границах области представлены разнообразием своих видов, начиная от дерново-слабоподзолистых и заканчивая сильноподзолистыми почвами. Данные представители подтипа распространены практически повсеместно в области. [4]

В составе гумуса дерново-подзолистых преобладают фульвокислоты. В дерново-подзолистых окультуренных почвах значительно увеличивается содержание гумуса, а также мощность гумусового горизонта за счет интенсивного ведения сельского хозяйства, мелиораций и прочих мероприятий.

Серые лесные почвы представлены светло-серыми, серыми и темно-серыми лесными почвами, которые территориально нашли распространение преимущественно в южных частях области, в относительно небольшом долевым количестве. Их качественный состав гумуса также постепенно изменяется в

зависимости от подтипа почв от  $<1$  у светло-серых до  $>1$  и преобладания гуминовых кислот у темно-серых почв.

Обобщив имеющиеся данные, можно сделать следующий вывод: почвы региона представлены довольно разнообразными подтипами с невысоким содержанием гумуса и довольно кислой реакцией среды.

Почвенный покров сельскохозяйственных угодий Ростовской области представлен довольно продуктивными почвами с высоким уровнем плодородия и органического вещества - черноземами и каштановыми. В черноземной зоне выделяют: южные и обыкновенные черноземы, на юге и юго-западе – черноземы обыкновенные. В зоне каштановых почв выделяют темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы. Местами протяженные территории занимают комплексы данных почв с солонцами и солончаками. К долинам рек приурочены аллювиальные дерновые и аллювиальные луговые почвы. [2]

Обыкновенные черноземы характеризуется отношением  $C_{гк}:C_{фк}$  около 2, с преобладанием фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием. [5]

Южные черноземы имеют в составе гумуса имеют гуминовые кислоты, прочно связанные с кальцием, отношение  $C_{гк}:C_{фк}$  больше 1,5. Состав гумуса не дифференцирован в пределах гумусового горизонта.

Каштановые почвы делятся на 3 подтипа с убывающим плодородием и содержанием гумуса: темно-каштановые (3,2-3,5%), более плодородные, каштановые (2,5-3,0%) преимущественно солонцеватые, светло-каштановые (2,0-2,2%) в комплексе с солонцами. Отношение  $C_{гк}:C_{фк}$  колеблется от  $> 1$  у темно-каштановых и до 1 и менее у каштановых и светло-каштановых.

Исходя из выше представленных данных, можно сказать следующее: почвы имеют реакцию среды, близкую к нейтральной или же слабощелочной, содержание гумуса и элементов питания растений высокое. Однако в последнее время наблюдается снижение содержания гумуса в связи с активной хозяйственной деятельностью человека, изменением качественного состава гумуса, его непрерывной дегумификацией, а также неоднородностью почвенного покрова и увеличением в его составе доли засоленных почв.

Проанализировав имеющиеся данные по органическому веществу почв и сравнив их в разрезе изменения показателей при движении с севера на юг по природным зонам России, было выявлено следующее:

- 1) Наиболее высокое содержание гумуса как анализируемого показателя органического вещества было зафиксировано в Ростовской области, относящейся к югу России, а именно к зоне типичных и южных степей. Что касается самого низкого показателя органического вещества, то он характерен для северных регионов Мурманской области (подзолов иллювиально-железистых), а также для болотно-подзолистых, торфяных болотных и оглееных почв Московского региона.
- 2) Изменение мощности гумусового горизонта также поддается подобной корреляции в зависимости от расположения субъекта России – наибольшая

мощность гумусового горизонта характерна для черноземов южных регионов (в данном случае Ростовской области), наименьшая – для неплодородных почв Мурманской и Московской областей.

- 3) Варьирование показателей по органическому веществу можно в целом согласовать с изменением природных условий при движении с севера на юг – северные регионы подвержены более суровым почвенно-климатическим воздействиям вследствие чего почвы не будут отличаться высоким уровнем плодородия и богатства органическим веществом, нежели почвы южных территорий, на которых накоплению органического вещества способствуют благоприятные почвенно-климатические условия.

### Список литературы

1. Большая российская энциклопедия - [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bigenc.ru> - (Дата обращения: 27.10.2024)
2. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России - [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://egrpr.esoil.ru/content/soils/soil058.html> - (Дата обращения: 25.10.2024)
3. Лосев А.И. Характеристика гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв, формирующихся в условиях мегаполиса, на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / А. И. Лосев, В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных [и др.] // *Агрехимический вестник*. – 2023. – № 3. – С. 40-45. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-3-009. – EDN EZUNFM.
4. Наумов В.Д. География почв. Почвы России. Часть 1: учебник/ В.Д. Наумов; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. – 208 с.
5. Наумов В.Д. География почв. Почвы России. Часть 2: учебник/ В.Д. Наумов; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. – 212 с.
6. Почвенная карта России [электронный ресурс]. – Режим доступа: ru – (Дата обращения: 19.10.2024)

### ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ИОННОЙ СИЛЫ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

*Сухарев Алексей Игоревич, студент 4 курса, факультет почвоведения, МГУ имени М.В. Ломоносова, [suharevai@ty.msu.ru](mailto:suharevai@ty.msu.ru)*

*Тарасенко Дарья Александровна, магистр 2 года обучения, факультет почвоведения, МГУ имени М.В. Ломоносова, [ushkova\\_dasha@mail.ru](mailto:ushkova_dasha@mail.ru)*

*(Научный руководитель — Федотов Геннадий Николаевич, д.б.н., в. н. с. кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, [gennadiy.fedotov@gmail.com](mailto:gennadiy.fedotov@gmail.com))*

*Аннотация: повышение ионной силы путём использования солевых растворов меняет состояние двойного электрического слоя, что отражается*

на таких свойствах почв, как вязкость и реопексия почвенных паст, водоустойчивость почвенных агрегатов.

*Ключевые слова:* двойной электрический слой, растворы солей, почвенные гели, вязкость, водоустойчивость.

В почвах, как в многофазных системах, существует ионно-обменный поглощающий комплекс. Его состав и строение определяют очень многие важнейшие свойства почв: физические (водоудерживающую способность, коагуляцию и пептизацию, образование структурных агрегатов), физико-химические (рН, буферность, дзета-потенциал) и агрохимические (аккумуляцию и доступность растениям ионов). В основе почвенного поглощающего комплекса лежит формирование двойного электрического слоя (ДЭС) на поверхности частиц твёрдой фазы. Можно ожидать, что свойства почв, которые определяются взаимодействием твёрдой и жидкой фаз, должны значительно меняться при увеличении ионной силы почвенного раствора, так как ДЭС будет сжиматься.

Целью работы являлась проверка этого положения на примере изучения влияния повышения ионной силы почвенного раствора на вязкость и реопексию почвенных паст, водоустойчивость почвенных агрегатов.

При изучении влияния растворов солей на вязкость почвенных паст было обнаружено, что повышение ионной силы в дисперсионной среде паст приводит к резкому возрастанию их вязкости.

Для трактовки получаемых на вибрационном вискозиметре результатов имеет смысл привлечь уравнение Эйнштейна для вязкости суспензий:

$$\eta = \eta_0 (1 + 2,5 \times \varphi), \text{ где}$$

$\eta$  - вязкость суспензии;

$\eta_0$  – вязкость растворителя;

$\varphi$  – объемная доля твердой фазы;

2,5 – коэффициент для сферических твердых частиц.

Это уравнение применяют при изучении вязкости суспензий гуминовых веществ, глинистых минералов, а также почв.

Из физического смысла этой формулы следует, что вязкость паст определяется объемной долей в них твердой фазы или обратной величиной — объемной долей кинетически свободной воды.

Для объяснения результатов экспериментов следует рассмотреть строение органо-минеральных почвенных гелей, которые покрывают и связывают между собой почвенные частицы [2]. Их основой являются гуминовые вещества. Современные методы исследования позволили уточнить представления о строении ГВ в водных растворах и почвах [4].

Методом малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН) было показано, что ГВ в растворах образуют фрактальные кластеры (Ф-кластеры) размером 100-200 нм из частиц-молекул гуминовых веществ, которые имеют мозаичную

гидрофильно-гидрофобную поверхность [1]. Аналогичная информация о строении ГВ в растворах получена и другими методами [3].

Исследование образцов почв методом МУРН показало, что коллоидные составляющие почв различных типов организована фрактально. Причем размерный диапазон этих структур приближается к размерам Ф-кластеров ГВ. Это позволило сделать вывод о том, что основой почвенных гелей являются Ф-кластеры из частиц-молекул ГВ, которые объединяясь, образуют надмолекулярные образования (НМО), создающие почвенные гели.

Рассмотрим процессы, которые должны происходить в органо-минеральных почвенных гелях. Из строения Ф-кластеров следует, что сжатие ДЭС должно приводить к усилению взаимодействия Ф-кластеров и НМО друг с другом. При этом увеличивается вязкость, соответствующая удержанию НМО свободной воды. Таким образом, усиление взаимодействий между НМО должно увеличивать количество удерживаемой почвенными гелями воды.

Можно предположить, что при взаимодействии Ф-кластеры заземляют свободную воду, снижая ее количество в системе.

Выдвинутая гипотеза подтверждается экспериментально увеличением размера частиц НМО в пастах.

Реопексные явления, наблюдаемые в почвенных пастах, были объяснены в работе [5] отрывом Ф-кластеров от гелей из-за сильных механических воздействий на почвенные частицы, их взаимодействием друг с другом с образованием НМО, со связыванием в образующихся НМО дополнительных количеств кинетически свободной воды. Ослабление реопексных явлений при проведении исследований с солевыми растворами хорошо объясняется увеличением прочности связей в гелях между гидрофобными участками Ф-кластеров, что снижает общее количество оторвавшихся от гелей Ф-кластеров и образовавшихся из них НМО со связанной ими свободной водой.

При воздействии растворов солей на почвы водоустойчивость агрегатов не повышается, хотя это можно было бы ожидать в силу снижения расклинивающего давления и возрастания числа гидрофобных связей. Следовательно, существует фактор, который доминирует над расклинивающим давлением и образованием дополнительных гидрофобных связей.

По всей видимости, этим фактором является необходимость разорвать старые связи для изменения структуры гелей (что ведёт, например, к сжатию Ф-кластеров при повышении ионной силы почвенного раствора). Это может происходить только тогда, когда энергии в системе достаточно для разрушения старых связей в гелях.

В тех случаях, когда структура гелей разрушается при определении почвенного свойства, влияние сжатия ионных атмосфер хорошо заметно. В случаях отсутствия разрушения почвенных гелей последние за счет связей между образующими их коллоидными частицами стабилизируют свою структуру и влияние сжатия ионных атмосфер практически не проявляется в свойствах почв.

Таким образом, гели оказывают стабилизирующее влияние на структуру и свойства почв, а их разрушение приводит к потере структурности и изменению свойств почв.

### **Список литературы**

1. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. 186 с.
2. Тюлин А.Ф. Органо-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания высших растений. М. Изд-во АН СССР, 1958. 52 с.
3. Andersson E., Meklesh V., Gentile L., Bhattacharya A., Stålbbrand H., Tunlid A, Persson P., Olsson U. Generation and properties of organic colloids extracted by water from the organic horizon of a boreal forest soil // *Geoderma*. 2023. V. 432. P. 116386.
4. Angelico R., Colombo C., Di Iorio E., Brtnický M., Fojt J. Conte P. Humic substances: from supramolecular aggregation to fractal conformation – Is there time for a new paradigm? // *Applied Sciences*. 2023. V. 13. №. 4. P. 2236
5. Fedotov G. N., Shoba S.A., Ushkova D.A., Gorepekin I.V., Sukharev A.I., Potapov D.I. Three-Phase and Gel Models of Soils in the Analysis of Experimental Results // *Doklady Earth Sciences*. 2024. V.515. P. 453-457.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛИФОСАТА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ**

*Фалалева Дарья Евгеньевна, магистрант 1 курса Института математики, естественных и компьютерных наук, ФГБОУ ВО ВоГУ, dariyafalaleeva@yandex.ru*

*(Научный руководитель - Зейслер Наталия Алексеевна, старший преподаватель кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО ВоГУ, zejsler@yandex.ru)*

*Аннотация: в статье приводятся результаты исследования влияния глифосата на химический состав почвы.*

*Ключевые слова: глифосат, почва, аминотетилфосфоновая кислота, ион аммония, фосфат-ион.*

**Введение.** В настоящее время сведения о влиянии и поведении глифосата в почве противоречивы. Из ряда источников известно, что данное вещество может оказывать стимулирующее влияние на почвенную микрофлору, активно адсорбироваться почвой путем образования хелатов и становиться биологически неактивным [5]. Однако существуют работы, в которых отмечается его медленная деградация в субстратах, угнетающее воздействие на микрофлору, возможность накопления и миграции [4].

Важно отметить, что благодаря почве растения получают необходимые для роста и развития вещества. Одним из таких важнейших элементов питания является азот. В почве одной из главных доступных форм азота для растений является аммонийная. Ион аммония может содержаться в виде водорастворимого, обменно-солевого, то есть связанного в почвенных комплексах, поэтому не способного переходить в водную фазу и усваиваться растениями [2]. Крайне важно осуществлять мониторинг содержания азота в почве, так как изменения его концентрации или форм влекут за собой проблемы поступления и дальнейшего усвоения азота растениями.

Содержание подвижного фосфора в почве — одна из важнейших характеристик ее плодородия. По мнению многих исследователей, именно этот показатель позволяет контролировать динамику почвенного плодородия, баланс фосфора в почве и, таким образом, рационально использовать ограниченные запасы фосфорных удобрений. Кроме того, фосфор из почвы активно используется растениями, так как является одним из важнейших биогенных элементов, входящих в состав нуклеопротеидов, сахарофосфатов, фосфатидов и других соединений.

В связи с этим было проведено исследование влияния глифосата на содержание некоторых ионов в почве и выявление остаточных количеств гербицида в почвенном растворе.

Цель работы. Исследовать влияние глифосата на содержание фосфат-иона и иона аммония в почве, проанализировать возможности деградации глифосата.

Материал и метод. Исследования проводились в лабораториях ВоГУ и СЗНИИМЛПХ им. А.С. Емельянова (обособленное подразделение ФГБУН ВолНИЦ РАН). Объектами исследования являлись образцы почв, на которых в лабораторных условиях были выращены и обработаны глифосатом растения разных видов (препарат «Чистогряд» с действующим веществом глифосат), концентрациями 1,08 г/л действующего вещества (согласно рекомендаций производителя) и 2,16 г/л действующего вещества (с превышением рекомендованной разработчиками дозы). В качестве контроля использовали растения, опрысканные дистиллированной водой. Опыты проводились в трехкратной биологической и химических повторностях.

Определение количества фосфат-ионов и ионов аммония осуществляли из почвенной вытяжки через 21 день после обработки растений спектрофотометрическим методом. Анализ содержания остаточных количеств глифосата осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с постколоночной дериватизацией [1] на хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence.

Результаты исследований. Результаты эксперимента показали, что количество свободных ионов аммония в вариантах с гербицидом у всех видов растений ниже, чем в контрольных. Так, в образцах пшеницы, райграса и клевера, обработанных глифосатом с концентрацией 1,08 г/л, количество катионов



аммония уменьшилось на 15 %, 19 % и 15 % соответственно относительно контрольных проб. В образцах почв, обработанных глифосатом с концентрацией 2,16 г/л, содержание катиона уменьшилось на 21 %, 31 % и 25 % соответственно относительно контроля (рисунок).

Полученные результаты могут быть связаны как со способностью глифосата и иона аммония образовывать комплексные соли, так и с подавлением активности азотфиксирующих бактерий вследствие действия гербицида, что согласуется с имеющимися литературными данными.

В результате исследования, было обнаружено, что количество фосфат-ионов в вариантах с гербицидом у всех видов растений несколько выше, чем в контрольных.

Так, в почве после пшеницы, райграса и клевера, обработанных глифосатом с концентрацией 1,08 г/л, количество фосфатов возросло на 18 %, 1,35 % и 3,36 %. В вариантах с концентрацией гербицида 2,16 г/л содержание увеличилось на 26 %, 5 % и 3,6 % соответственно относительно контроля.

В литературе отмечается, что увеличение концентрации данного аниона в почве, может быть связано с деградацией глифосата с разрывом С–Р-связи и освобождением фосфатов [3].

При исследовании хроматографическим методом наличие глифосата во всех вариантах не выявлено, однако обнаружена аминотетилфосфоновая кислота – основной продукт разложения глифосата.

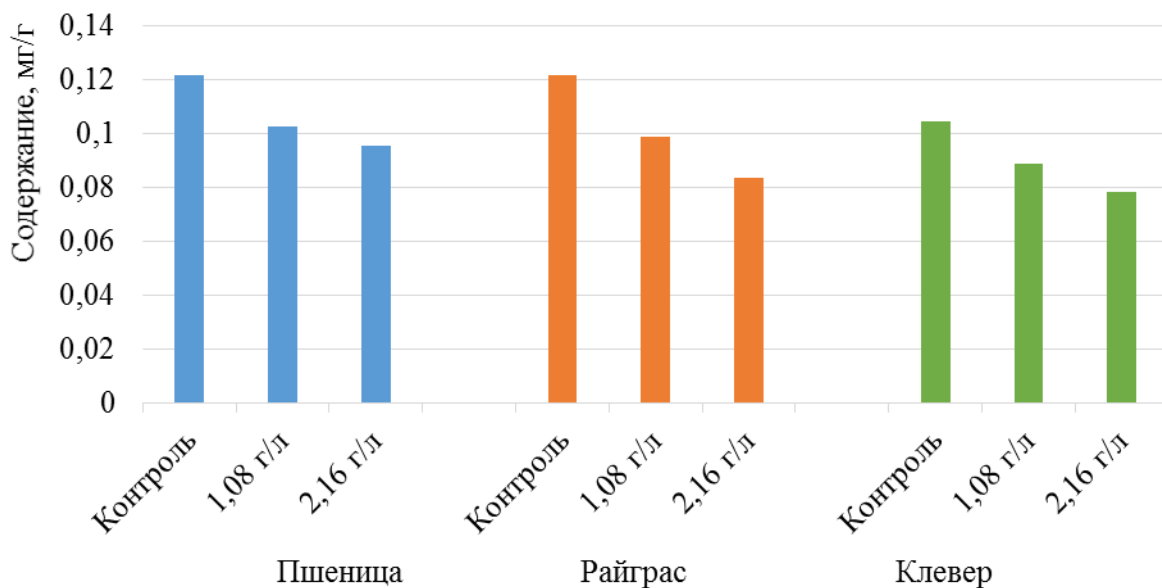


Рисунок. Содержание иона аммония в исследуемых образцах, мг/г

**Заключение.** По результатам исследования почвы выявлено, что внесение глифосата приводит к снижению содержания ионов аммония и увеличению фосфат-ионов. Хроматографический анализ показал наличие в объектах

аминометилфосфоновой кислоты – основного продукта деградации глифосата и отсутствие самого глифосата в почве, что свидетельствует о деградации гербицида в почве уже через 3 недели после его использования.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ 34230-2017. Продукция соковая. Определение свободных аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Введ. 01.01.2019. М. : Стандартинформ, 2018. 16 с.

2. Данилина Е. И., Рогулин В. В., Бабичева Е. А. Определение обменного и водорастворимого аммония в почвах модифицированными индофенольными методами // Вестник Челябинского государственного университета, 1996. Том 4. № 1. С. 28 – 39.

3. Деградация глифосата и его влияние на микробное сообщество агродерново–подзолистой почвы в условиях краткосрочного модельного опыта / Н. А. Куликова, А. Д. Железова, О. И. Филиппова, И. В. Плющенко, И. А. Родин // Вестник Московского университета. Почвоведение, 2020. № 17. С. 47 – 55.

4. Кузнецова Е. М., Чмиль В. Д. Глифосат: поведение в окружающей среде и уровни остатков // Современные проблемы токсикологии, 2010. № 1. С. 87 – 95.

5. Образование супероксидного анион-радикала и пероксида водорода в вакуолярном содержимом в присутствии гербицидов / О. Д. Нимаева, А. Б. Карпова, Е. В. Прадедова, Р. К. Салаяев // Известия Иркутского государственного университета, 2017. Том 22. С. 12 – 24.

#### **К ВОПРОСУ О ПОТЕНЦИАЛЬНО ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ В ЧЕРНОЗЕМАХ**

*Федосеев Алексей Сергеевич, аспирант 2 курса Института агробιοтехнологии, Российский Государственный Аграрный Университет-МСХА имени К.А. Тимирязева, as.fedoseev@yandex.ru*

*(Научный руководитель – Мамонтов Владимир Григорьевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Российский Государственный Аграрный Университет-МСХА имени К.А. Тимирязева, mamontov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: Для оценки условий питания сельскохозяйственных культур в пахотных черноземах, наряду с определением подвижных форм биофильных элементов предлагается определять и потенциально подвижные формы, которые представляют собой резерв элементов минерального питания растений. Для экстрагирования потенциально подвижной формы элементов предлагается использовать 4 н.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  вытяжку при соотношении почва : раствор, равном 1 : 25. Содержание потенциально подвижных элементов находится по разности между их количеством в 4 н. и 0,5 н. растворах  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .*

*Ключевые слова:* чернозем типичный, калий, кальций, потенциально подвижная форма

### **Введение**

Характерная особенность химического состава почвы – наличие в ней разнообразных пулов (форм) химических элементов, отличающихся друг от друга растворимостью и подвижностью в почвенном профиле и, следовательно, доступностью растениям [1, 2].

Строгой и общепринятой классификации форм химических элементов в почве в настоящее время нет. В самом общем виде можно принять, что в почве химические элементы находятся в следующих формах: в кристаллической решетке первичных и вторичных минералов, в составе аморфных гидроксидов, в органическом веществе и органоминеральных производных, в обменном и необменном состоянии, в почвенном растворе и почвенном воздухе [2].

В зависимости от целей исследования выделяют те или иные формы элементов, причем нередко одна и та же по своей сути форма элемента имеет разные термины. Как, например, терминами доступные и подвижные обозначается группы химических элементов, потребляемых сельскохозяйственными культурами в процессе своего роста и развития [3, 4].

При проведении генетических исследований и балансовых расчетов определяют валовое содержание химических элементов в почвах [5]. Для общей характеристики почв и в мелиоративных целях определяют обменные формы катионов [6, 7, 8]. При изучении засоленных почв обязательным является определение содержания и качественного состава легко- и труднорастворимых солей [9].

Обстоятельное изучение органической части почвы предусматривает анализ группового и фракционного состава гумуса [10]. В специальных работах находят групповой и фракционный состав соединений железа, алюминия, кремния и тяжелых металлов [11, 12].

Для регулирования пищевого режима пахотных почв агроценозов в агрохимических и агропочвенных исследованиях определяют содержание подвижных, обменных и необменных форм основных макроэлементов, а также количество щелочногидролизуемого азота [13, 14, 15]. Представляется, что для оптимизации режима элементов питания особое значение приобретает содержание не только их подвижных форм, но и тех из них, которые потенциально могут быть использованы сельскохозяйственными растениями при недостатке подвижных форм, изменении внешних условий, возделывании культуры с более высокой усваивающей способностью, нежели предшествующие растения. Уменьшение содержания этой формы будет означать начало негативных изменений в пищевом режиме почвы в отношении того или иного элемента.

Перспективность такого подхода была в свое время показана на примере дерново-подзолистых почв [17]. Поэтому разработка методов оценки содержания потенциально подвижных форм биофильных элементов для почв других типов имеет большое практическое значение.

**Цель работы** – разработать метод определения потенциально подвижной формы биофильных элементов в черноземе типичном.

#### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследования служил чернозем типичный тяжелосуглинистый на карбонатном лёссовидном суглинке (Haplic Chernozem, Loamic, Pachic). Образцы целинного чернозема под некосимой степью отбирали в Центрально-Черноземном государственном биосферном заповеднике им. А.А. Алехина в 3-кратной повторности. За основу методики определения потенциально подвижных форм биофильных элементов был взят метод Чирикова в модификации ЦИНАО, предложенный для определения подвижных форм фосфора и калия в черноземах [17]. В этом методе в качестве экстрагента применяется 0,5 н. раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$  при соотношении почва : раствор равном 1 : 25 с последующим часовым взбалтыванием на ротаторе и настаивании суспензии в течение суток.

Для извлечения потенциально подвижных элементов использовали растворы  $\text{CH}_3\text{COOH}$  возрастающих концентраций от 0,5 н. до 5 н. Для каждой концентрации определения проводили в трех индивидуальных образцах, после чего находили средние значения. В полученных фильтратах калий и кальций определяли на пламенном фотометре.

#### **Результаты исследования**

Согласно полученным данным использованные реагенты различаются своей экстрагирующей способностью (табл. 1).

Таблица 1

Влияние концентрации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  на содержание калия и кальция, мг/100 г почвы,  $M \pm m$

Элемент	Концентрация $\text{CH}_3\text{COOH}$					
	0,5 н.	1 н.	2 н.	3 н.	4 н.	5 н.
Калий	12,3±0,3	17,1±0,2	19,1±0,9	20,3±1,0	23,6±0,4	20,7±0,6
Кальций	475,0±10,3	570,8±24,6	677,5±26,3	707,5±24,6	790,8±46,7	755,8±29,2

Как видно из данных таблицы 1, в экстрагирующей способности раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  из почвы калия и кальция есть как общие черты, так и заметные различия. Различие заключается в том, что раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$  извлекает из почвы в 33-38 раз больше кальция по сравнению с калием.

Общим является то, что по мере увеличения концентрации раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  содержание экстрагированных элементов возрастало, но только до определенного предела. Так, по мере повышения концентрации раствора

CH<sub>3</sub>COOH от 0,5 н. до 4 н. содержание экстрагируемого калия последовательно возрастало с 12,3 до 23,6 мг/100 г почвы. Однако при увеличении концентрации раствора CH<sub>3</sub>COOH с 4 н. до 5 н. количество экстрагированного калия уменьшилось с 23,6 до 20,7 мг/100 г почвы. Аналогичная картина наблюдается и в отношении кальция. При увеличении концентрации раствора CH<sub>3</sub>COOH от 0,5 н. до 4 н. содержание экстрагируемого кальция последовательно росло с 475,0 до 790,8 мг/100 г почвы. Однако при увеличении концентрации раствора CH<sub>3</sub>COOH с 4 н. до 5 н. количество экстрагированного кальция уменьшилось с 790,8 до 755,8 мг/100 г почвы. Это отчетливо проявляется на рисунке 1.

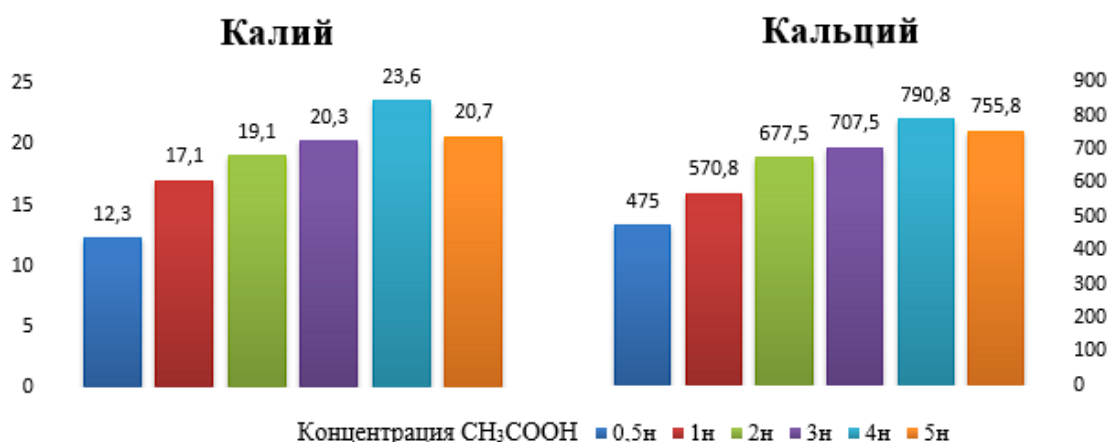


Рисунок 1. Влияние концентрации CH<sub>3</sub>COOH на содержание калия и кальция в черноземе типичном, мг/100 г почвы

По-видимому, элементы, которые при выбранных условиях эксперимента могут быть отнесены к потенциально подвижным, полностью экстрагируются из чернозема 4 н. раствором CH<sub>3</sub>COOH. В случае более низкой концентрации раствора CH<sub>3</sub>COOH из почвы извлекаются фракции химических элементов, менее прочно удерживаемые компонентами твердой фазы чернозема.

Симптоматично, что по мере увеличения концентрации раствора CH<sub>3</sub>COOH содержание экстрагированных из чернозема калия и кальция возрастает не равномерно, а скачками (табл.2).

Таблица 2

Приращение содержания калия и кальция по мере увеличения концентрации раствора CH<sub>3</sub>COOH, мг/100 г почвы, М±m

Элемент	Концентрация CH <sub>3</sub> COOH				
	1 н.	2 н.	3 н.	4 н.	5 н.
Калий	+4,8±0,2	+2,0±0,7	+1,2±0,6	+3,3±1,4	-2,9±0,8
Кальций	+95,8±4,6	+106,7±3,4	+30,0±9,0	+83,3±12,4	-35,0±1,9

Это может свидетельствовать о наличии в черноземе разных по растворимости и подвижности пулов этих элементов, которые в неодинаковой степени устойчивы к растворяющему действию химических экстрагентов.

Конечно, однозначно диагностировать эти пулы весьма проблематично. Однако, по крайней мере, по поводу калия можно высказать некоторые соображения на основании имеющихся в литературе материалов [2, 16, 18].

Представляется, что 1 н. раствором  $\text{CH}_3\text{COOH}$  из чернозема экстрагируется основная часть необменного калия, локализованная в клинообразных межпакетных промежутках минералов типа слюд, гидрослюд, иллитов и смешанослойных образований.

В интервале концентраций  $\text{CH}_3\text{COOH}$  на уровне 2-3 н. извлекаются ионы необменного калия, приуроченные к клинообразным, расширенным и частично прочносвязанным межпакетным промежуткам слюд, гидрослюд, иллитов, смешанослойных образований и смектитов.

4 н. раствором  $\text{CH}_3\text{COOH}$  экстрагируются остатки необменного калия, сосредоточенного в прочносвязанных межпакетных промежутках глинистых минералов и слюд, а также, вероятно, частично калий, наименее выветренных первичных минералов типа калиевых полевых шпатов, сосредоточенных в крупных фракциях гранулометрических элементов.

В совокупности эти формы калия характеризуют тот резерв элемента, за счет которого может происходить пополнение содержания подвижного калия в случае исчерпания его запасов.

Таким образом, по нашему мнению, содержание потенциально подвижной формы элемента в черноземах можно определить, как его количество, найденное по разнице между содержанием элемента в 4 н. вытяжке  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и в вытяжке 0,5 н.  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

По нашим данным, содержание потенциально подвижного калия в черноземе типичном целинном составило 11,3 мг/100 г почвы, потенциально подвижного кальция – 315,8 мг/100 г почвы.

### **Выводы**

1. Для оценки пищевого режима сельскохозяйственных культур предлагается в черноземах определять потенциально подвижные формы биофильных элементов.

2. Потенциально подвижная форма элемента находится по разности между его количеством в 4 н. вытяжке  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и в 0,5 н. вытяжке  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

### **Список литературы**

1. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. М.: Высш. шк., 2005. 558 с.
2. Мамонтов В.Г. Общее почвоведение. М.: КНОРУС. 2023. 554 с.

3. Кудрявцев А.Е. Связь между агрофизическими свойствами и содержанием подвижных элементов питания в пахотных почвах Уймонской долины // Агрофизика. 2018. №2. С. 14-21. DOI: [10.25695/AGRPH.2018.02.03](https://doi.org/10.25695/AGRPH.2018.02.03)
4. Салихов Т.К., Елюбаев С.З., Досмагамбетов Д.Б. Современное состояние плодородия почвенного покрова экосистем // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2024. № 2 (67). С. 57-61.
5. Роде А.А. Избранные труды. Т. 1. Теоретические проблемы почвоведения и вопросы генезиса почв. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Росельхозакадемии. 2008. 600 с.
6. Мамонтов В.Г., Артемьева З.С., Лазарев В.И., Родионова Л.П., Крылов В.А., Ахмедзянова Р.Р. Сравнительная характеристика свойств целинного, пахотного и залежного чернозема типичного Курской области // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020 (101). С. 182-201. DOI: [10.19047/0136-1694-2020-101-182-201](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-182-201)
7. Сыщиков Д.В., Агурова И.В. Кислотность почв сельскохозяйственных угодий Шахтерского района Донецкой Народной Республики// Промышленная ботаника. 2024. № 1. С. 47-54. DOI: [10.5281/zenodo.10930826](https://doi.org/10.5281/zenodo.10930826)
8. Скипин Л.Н., Дюкова Н.Н., Петухова В.С., Митриковский А.Я., Ничипорук Л.С. Возможности использования промышленных отходов для мелиорации солонцов Сибири //Экология и промышленность России. 2024. Т. 28. № 2. С. 49-53. DOI: [10.18412/1816-0395-2024-2-49-53](https://doi.org/10.18412/1816-0395-2024-2-49-53)
9. Засоленные почвы России. М.: ИКЦ Академкнига. 2006. 854 с.
10. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука. 1996. 256 с.
11. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС. 2006. 400 с.
12. Мамонтов В.Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. Лабораторный практикум. Санкт-Петербург: Лань. 2021. 328 с.
13. Высоцкая Е.А., Горбунова Н.С., Романцов Р.Е. Оценка биологического ресурса базовых компонентов агроценоза с бинарными посевами подсолнечника и галеги восточной //Агрэкоинфо. 2023. № 6 (60), порядковый номер 27. DOI: [10.51419/202136609](https://doi.org/10.51419/202136609)
14. Завьялова Н.В., Васбиева М.Т., Шишков Д.Г., Иванова О.В. Содержание различных форм калия в почвенном профиле дерново-подзолистой почвы Предуралья // Почвоведение. 2023. № 8. С. 943-952. DOI: [10.31857/S0032180X23600154](https://doi.org/10.31857/S0032180X23600154)
15. Гергель В.В. Содержание различных форм азота в паровом звене рисовых севооборотов// Наукосфера. 2021. № 12 (1). С. 159-162. DOI: [10.5281/zenodo.5788726](https://doi.org/10.5281/zenodo.5788726)

16. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум. 2000. 185 с.
17. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. ГОСТ 26204-91. М.: Издательство стандартов. 1992. 8 с.
18. Mutscher H. Measurement and assessment of soil potassium. IPI Research Topics No. 4 (Completely revised version). Basel. 1995. 102 p.

## **ПОЖАР КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВ**

***Фирсова Ирина Михайловна**, студентка 2 курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [Sirixinar@mail.ru](mailto:Sirixinar@mail.ru)  
(Научный руководитель – Бородина Кира Сергеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, [k.bor@rgau-msha.ru](mailto:k.bor@rgau-msha.ru))*

*Аннотация:* Пирогенное влияние на биогеоценоз - один из способов природы запустить процесс его обновления. После пожара происходят значительные изменения в составе и состоянии почв. Уменьшение плотности сложения способствует поступлению в нее кислорода и воды. Увеличивается содержание углерода, азота и зольных элементов за счет погибших организмов. Повышение рН – снижает токсичность этих веществ. В работе рассмотрено влияние пожаров на состав почв и предложения по использованию этих знаний при восстановлении регионов, пострадавших от пирогенного воздействия и в сельскохозяйственных угодьях.

*Ключевые слова:* Пожары, почва, биоразнообразие, изменения структуры почв.

Пожар – неконтролируемое горение, охватывающее большие территории. Может возникать естественным путем (засуха, молнии), а может в виду антропогенного фактора.

Изменение почвы после пожаров в верхних слоях: уменьшение плотности сложения и как следствие повышение наименьшей капиллярной и полной влагоемкости; подщелачивание почвенного раствора, увеличение содержания углерода, азота и зольных элементов: калия, кальция, магния и фосфора; изменение биоразнообразия [3].

Данные об изменении химического состава и состав почв важны, так как эти составляющие являются главным критерием для дальнейшего развития биоразнообразия данного региона.

Подробнее рассмотрим каждый из пунктов:

Уменьшение плотности сложения и увеличение влагоемкости почвы. За счет пожара угля становится достаточно, чтобы изменить плотность почвы - она



становится мягче и более рыхлой, что способствует улучшению газообмена и увеличению влагоемкости.

Также в сельскохозяйственных угодьях применяется чизелирование – разрыхление почвы.

Однако не стоит забывать, что очень рыхлые почвы быстро иссушаются, происходит нарушение контакта с почвой, что приводит к низкой всхожести семян, плохому росту и развитию растений. Поэтому слишком частые пожары, добавление угля и чизелирование могут негативно влиять на уровень роста растений [5].

Подщелачивание почвенного раствора. При пирогежном воздействии на почвы может происходить повышение рН среды примерно на 1,5 единицы. Это объясняется попаданием золы на поверхность почв после полного сгорания органического вещества. Ярче всего это выражено в слое до 5 см. В течении нескольких лет значение рН постепенно возвращается к первоначальному.

Подщелачивание почвы способствует:

1. Улучшению всасывания питательных элементов, они поступают в организм растений в правильном соотношении.
2. Нормализации биохимических процессов внутри растений.
3. Стабилизации влияния различных химических веществ почв на флору и фауну.

Повышение рН почв – важное событие в биогеоценозе, так как излишнее закисление негативно влияет на жизнеспособность организмов, для которых почва является главной средой обитания (пример: микроорганизмы рода обитают преимущественно в нейтральных и щелочных почвах). Также возможно подкисление почв на горячих, в случае их активного эрозионного смыва на горных склонах. [4]

Увеличение содержания органического углерода, азота и зольных элементов: калия, кальция, магния и фосфора. Количество нитратов после природного бедствия увеличивается надолго. Растительные остатки в виде угля стимулируют активное превращение аммиака в нитрат. Это показано в исследованиях Хольбена, где за последние 94 года полыхал пожар 2-3 раза. Также уголь способствует обогащению почвы калием, бором, фосфором и магнием [2].

Изменение биоразнообразия. После воздействия пирогежных факторов в почве наблюдалось изменение микрофауны. Многие микроорганизмы, такие как азотфиксирующие бактерии погибали, однако в определенных почвенных участках сохранялись колонии. В связи с увеличением количества нитратов в среде обитания очень активно происходило их расселение по освободившейся территории (рисунок). Растениям стало доступно гораздо больше химических элементов и соединений, поэтому восстановление видового разнообразия на таких территориях происходит достаточно быстро, пожары природного происхождения способствуют активной естественной сукцессии.

Вторичная сукцессия способствует активному обновлению почвы и повышению плодородия путем уменьшения ее плотности, увеличения содержания зольных, углеродных и азотных соединений, за счет которых происходит активное распространение микроорганизмов и, в дальнейшем, растений. Например, в бореальных зонах, в почвах сосново-лиственничного насаждения через некоторое время после пожара резко выросло количество микроорганизмов, в частности, азотфиксирующих бактерий, которые способны перерабатывать элементы почвы и изменять ее свойства. Данные микроорганизмы способствуют переработке почвенного и атмосферного азота - делают его доступным для большинства растений.

Однако обогащение золой – временно, с процессом восстановления биоценоза почвы снова истощаются. Пирогенное воздействие – это один из множества способов природы повлиять на обновление процессов в определенной территории. Слишком частые возгорания могут привести к обеднению почв, поэтому в природе естественные возгорания возникают по мере необходимости. В засушливых регионах Южной Африки возгорания возникают периодически (интервал между пожарами может быть от 6 до 20 лет), так как влагоемкость и плодородие почвы в таких местах наиболее необходимы. Это естественный природный процесс, который происходит за счет растений пирофитов.

Влияние пожара на почву, зависит от его происхождения (природный или человеческий характер), региона, интенсивности горения, периодичности и множества других факторов. Использование этих знаний может помочь в составлении плана последовательности посадки растений после воздействия пирогенного фактора экологам при восстановлении лесов, степей и других участков, пострадавших от огня.

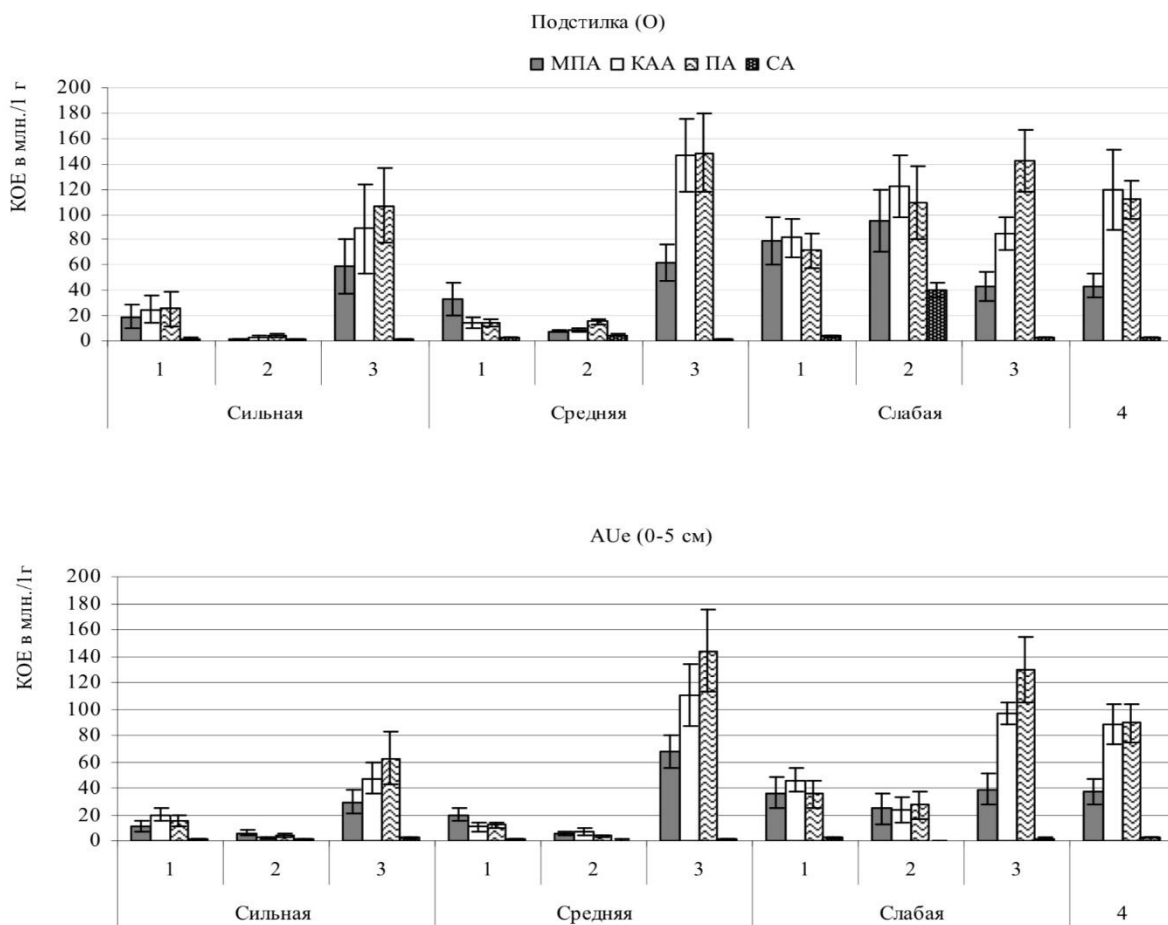


Рисунок – Динамика численности микроорганизмов в почве сосново-лиственничного насаждения после высокоинтенсивного пожара (сильная, средняя, слабая - степени прогорания подстилки и верхнего слоя). 1 – до пожара; 2 – через сутки после пожара; 3 – через год после пожара; 4 – контроль к 3. (из статьи Богородской А.В [1])

### Список литературы

1. Богородская А.В., Иванова Г.А., «Микробиологический мониторинг состояния почв после пожаров.», Хвойные бореальной зоны, XXVIII, № 1-2, 2011. С. 98-105.
2. Буйолов Ю.А., Быкова Е.П., Гавриленко В.С., Грибков А.В., Баженов Ю.А., Бородин А.П., Горошко О.А., Кирилюк В.Е., Корсун О.В., Крейндин М.Л., Куксин Г.В., Рябинина З.Н., «Анализ отечественного и зарубежного опыта управления пожарами в степях и связанных с ними экосистемах, в частности, в условиях ООПТ», Книга. 2012. С. 30-57.
3. Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Сулейманов Р.Р., Комиссаров М.А., Хабиров И.К., Сидорова Л.В., Назырова Ф.И., Простякова З.Г., Котлугалямова Э.Ю., «Влияние низовых пожаров на свойства и эрозию лесных почв южного

урала (Башкирский государственный природный заповедник).», Журнал «Почвоведение» (4) 2019.С. 412-421.

4. Пискарева В.М., Кошовский Т.С., Бисикалова Е.А., Геннадиев А. Н., А.Д. Белик, «Влияние пожаров на свойства почв национального парка «земля леопарда» (Приморский край)», Вестник московского университета. серия 5. география. 2019. № 3. С. 11-24.

5. Статья на сайте ФГБУ ЦАС «Башкирский».», «Влияние плотности почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур.» Электронный ресурс:

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СУСПЕНЗИОННОГО ЭФФЕКТА ПОЧВ НА ТОЧНОСТЬ ДАННЫХ И РАСЧЕТ ДОЗ ИЗВЕСТИ**

*Хабарова Анастасия Сергеевна, магистр 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [khabarova.anastasya2015@gmail.com](mailto:khabarova.anastasya2015@gmail.com)*

*Малютина Екатерина Андреевна, магистр 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [katmal002@gmail.com](mailto:katmal002@gmail.com)*

*Бирюков Ярослав Алексеевич, магистр 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [birukovyaroslav@gmail.com](mailto:birukovyaroslav@gmail.com)*

*(Научный руководитель – Каменных Наталья Львовна, к.б.н., доцент, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kamennyh@rgau-msha.ru](mailto:kamennyh@rgau-msha.ru) )*

*Аннотация: Статья посвящена исследованию влияния суспензионного эффекта на определение рН почвы и расчет доз извести. Исследование проводилось на дерново-подзолистых почвах Московской области, сравнивались показатели до и после внесения извести.*

*Ключевые слова: суспензионный эффект, рН, реакция среды, известкование, суспензия, фильтрат, дерново-подзолистые почвы.*

При углубленной оценке кислотно-основного состояния почв следует учитывать характеристический показатель - разность рН в суспензии и в фильтрате почв. Этот суспензионный эффект определяется и является особенностью отдельных почв.[4]

Целью данного исследования было выявить влияние суспензионного эффекта при определении рН почвы, сравнить показатели при внесении извести в почву и оценить влияние суспензионного эффекта на точность расчета доз извести.

Изучение физико-химических свойств почв позволяет раскрывать различные аспекты суспензионного эффекта. Разница в показателях рН между водной и солевой суспензией является одним из ключевых признаков почвенных свойств, которые необходимо учитывать при анализе суспензионного эффекта.[1]

Различия в рН суспензии, фильтрата и центрифугата характеризуются в почвах кислых и нейтральных. Важно учитывать суспензионный эффект при расчёте доз извести в зависимости от типа почвы. Эффект также наблюдается и по другим показателям. Оценка концентрации ионов связана с проявлением суспензионного эффекта в меньшей степени, чем активность.[5]

В качестве объекта исследования была использована среднесуглинистая дерново-подзолистая почва, Московской области, Подольского района.

Для изучения суспензионного эффекта, были отобраны образцы трех дерново-подзолистых почв, с разных элементов рельефа: вершина водораздела, склон водораздела и подножье склона.

Соответственно:

Дерново-подзолистая среднедерновая среднесуглинистая на моренном покровном легком суглинке - Пд<sub>2</sub> сс Плс;

Дерново-подзолистая среднедерновая слабосмытая среднесуглинистая на покровном легком суглинке - Пд<sub>2</sub> сс Плс Э<sub>1</sub>;

Дерново-подзолистая среднедерновая поверхностно-слабоглееватая намытая среднесуглинистая на покровном легком суглинке - Пд<sup>Г<sub>л</sub></sup><sub>2</sub> Н сс Плс.

Лабораторно-аналитические исследования отобранных образцов были выполнены на кафедре почвоведения РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: определение рН водной вытяжки, в соответствии с ГОСТ-26423-85.

Таблица № 1

Сравнение рН суспензии и фильтрата до известкования и после

Почва	До внесения извести			После внесения извести		
	рН			рН		
	суспензии	фильтрата	-Δ	суспензии	фильтрата	-Δ
Пд <sub>2</sub> сс Плс	5,94	5,96	0,02	7,36	7,43	0,07
Пд <sub>2</sub> сс Плс Э <sub>1</sub>	5,39	6,06	0,67	6,62	6,72	0,10
Пд <sup>Г<sub>л</sub></sup> <sub>2</sub> Н сс Плс	6,26	6,22	0,04	7,83	7,72	0,11

Анализируя данные представленные в таблице 1, можно определить, что величина кислого суспензионного эффекта в исследуемых почвах до применения известкования колеблется от 0,02 до 0,67.

Также, нужно отметить, что реакция среды и величина суспензионного эффекта изменяются при известковании почв. Таким образом, величина суспензионного эффекта после внесения доз извести колеблется от 0,7 до 0,11.

Можно заметить, что как таковой корреляции между показателями до и после воздействия извести нет, что делает невозможным применение математического моделирования для коррекции искажения данных, и становится очевидно, что данный эффект необходимо строго учитывать при расчете доз извести.

Также очевидно, что рН различных интервалов, степень плодородия и деградации определяют характеристики суспензионного эффекта для различных типов почв.[3]

Следовательно, важно учитывать, что величина суспензионного эффекта в кислых почвах зависит от различия в рН между суспензией и фильтратом, что может привести к ошибкам в расчётах доз извести. Реакция среды в фильтрате ближе к нейтральной по сравнению с суспензией. Этот эффект характерен для отдельных горизонтов и зависит от степени избыточного увлажнения почвы, поэтому он должен быть учтен при определении необходимых доз мелиорантов.

Для минимизации влияния суспензионного эффекта на точность получаемых данных необходимо проводить анализы образцов почвы с аккуратным перемешиванием и без лишнего воздействия на частицы. Также рекомендуется использовать специализированное оборудование и методики для измерения почвенных характеристик с высокой точностью.

### **Список литературы**

1. Водяницкий Юрий Никифорович, Минеев Василий Григорьевич Различие в значениях рН гидроморфных почв при полевом и лабораторном анализах // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2016. №1.
2. Гукалов Виктор Владимирович, Савич Виталий Игоревич, Панова Полина Юрьевна Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв // МСХ. 2019. №3.
3. Подволоцкая Г. Б., ОЦЕНКА СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ И ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ИЗ ПОЧВ В ПОЛЕВЫХ И МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТАХ // Агрехимический вестник. 2019. №3.
4. Савич В. И., Белопухов С. Л., Селиванова А. Г., Конах М. Д., Гукалов В. В., Шайхиев И. Г. Агрэкологические аспекты при выделении гуматов из биомассы растений и органических удобрений. Суспензионный эффект в почвах // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №1.
5. Савич Виталий Игоревич, Борисов Борис Анорьевич, Родионова Людмила Павловна, Гукалов Виктор Владимирович, Садуакасов Нуралы Мустафиевич Генетическая и агроэкологическая оценка структуры почв // МСХ. 2018. №3.

## ЛАБИЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

*Шахмурзаева Карина Эльмурзаевна, студентка 3 курса Института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, [karinashahmurzaeva@yandex.ru](mailto:karinashahmurzaeva@yandex.ru)*

*(Научный руководитель – Борисов Борис Анорьевич, д.б.н., профессор, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева [borisov@rgau-msha.ru](mailto:borisov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в данной статье рассматривается роль лабильного вещества в почве как важного показателя её плодородия. Лабильные органические вещества играют ключевую роль в обеспечении питательных веществ для растений и поддержании структуры почвы. В работе показано также их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.*

*Ключевые слова: лабильное органическое вещество почв, группы лабильных органических веществ почв, функции лабильных органических веществ*

Почвенное плодородие является одним из основных факторов, определяющих продуктивность сельскохозяйственных угодий. Оно зависит от множества факторов, включая содержание органических веществ, структуру почвы, наличие питательных элементов и др. Одним из важных показателей почвенного плодородия является содержание лабильных органических веществ.

Лабильные вещества — это легкоразлагаемые органические соединения, которые быстро превращаются в гумус. Они являются источником питательных веществ для микроорганизмов и растений, а также способствуют улучшению структуры почвы.

Целью данной работы является изучение роли лабильных веществ в формировании почвенного плодородия и определение методов их оценки.

Лабильное органическое вещество (ЛОВ) включает неразложившиеся органические остатки растительного и животного происхождения, детрит, низко- и среднемолекулярные углеводы, аминокислоты, пептиды и другие неспецифические соединения, новообразованные гуминовые и фульвокислоты, непрочно связанные с минеральной частью почвы, оно является показателем почвенного плодородия.

Содержание лабильного легкоразлагаемого органического вещества в почвах и его трансформация является определяющим фактором для почвенного плодородия и развития растений. [4]

Именно на этой форме органического вещества акцентировал внимание И.В. Тюрин (1956): «Огромна роль в питании растений той части органического вещества почвы, которая сравнительно легко разлагается микроорганизмами и составлена из неразложившихся органических остатков ежегодного опада и

промежуточных продуктов его разложения. Собственно, гумусовые вещества почвы, по причине их значительной устойчивости, играют гораздо меньшую роль».

### **1. Понятие лабильных веществ и их роль в почве.**

Лабильное органическое вещество — это наиболее изменчивая и динамичная часть органического вещества почвы, которая формируется под воздействием природных и антропогенных факторов, представляют собой группу органических соединений, которые легко разлагаются под воздействием микроорганизмов.

В составе лабильного органического вещества выделяют две группы веществ:

Легкоразлагаемое органическое вещество. Включает в себя растительный опад, детрит, остатки почвенных животных и микроорганизмов, органические удобрения.

Лабильные гумусовые вещества. Состоят из разнообразных органических соединений, являющихся продуктами биохимических процессов, протекающих в почве. Они включают в себя различные компоненты, такие как сахара, аминокислоты, органические кислоты и другие. [5]

В почве они выполняют ряд функций:

1. Являются источником питательных веществ для микроорганизмов, которые, в свою очередь, обеспечивают растения необходимыми элементами;
2. Способствуют образованию гумуса, который улучшает структуру почвы и её водопроницаемость;
3. Участвуют в процессах минерализации, обеспечивая доступность питательных элементов для растений;
4. Повышают влагоёмкость и воздухопроницаемость почвы, улучшая её физические свойства;
5. Снижают риск эрозии и потери плодородного слоя за счёт укрепления структуры почвы;
6. Создают благоприятные условия для развития полезной микрофлоры, что способствует повышению плодородия почвы.

Таким образом, лабильные вещества играют ключевую роль в поддержании и повышении почвенного плодородия, а также в обеспечении устойчивого функционирования экосистемы.

Формирование ЛОВ зависит от количества поступающих в почву растительных остатков, биологической активности микробиоты, температуры и влажности.

### **2. Методы определения содержания лабильных веществ.**

К настоящему времени накоплен довольно большой фактический материал, разносторонне характеризующий консервативную часть органического вещества почвы. Этого нельзя сказать о лабильном органическом веществе, проблема которого не получила должного освещения. В этом вопросе



еще много пробелов, касающихся не только отсутствия исчерпывающей характеристики состава и свойств ЛОВ почв разных типов и различного сельскохозяйственного использования. Большую неопределенность создает отсутствие единой номенклатуры лабильного органического вещества и стандартизации методов его экстрагирования. В результате нередко одним и тем же термином разные авторы обозначают совершенно несопоставимые между собой компоненты органической части почвы.

В одном случае к лабильным (легкоразлагаемым) веществам относят неспецифические соединения, такие как полипептиды, некоторые углеводы, простые кислоты, липиды, хлорофилл и различные пигменты. [5]

Понятие лабильных веществ и их роль в почве

Лабильные вещества представляют собой группу органических соединений, которые легко разлагаются под воздействием микроорганизмов. Они включают в себя различные компоненты, такие как сахара, аминокислоты, органические кислоты, водорастворимые гумусовые вещества и другие.

Методы определения содержания лабильных веществ

Для оценки содержания лабильных веществ используются различные методы, такие как:

Экстракция с использованием растворителей (например, дистиллированной воды или слабых растворов кислот). Этот метод позволяет выделить из почвы водорастворимые органические вещества, которые затем анализируются на содержание лабильных компонентов.

Биохимические методы (определение содержания сахаров, аминокислот и других компонентов). Эти методы основаны на анализе биохимических показателей, таких как содержание органических кислот, ферментов и других биологически активных веществ.

Спектроскопические методы (ИК-спектроскопия, ЯМР-спектроскопия). Спектроскопические методы позволяют получить информацию о структуре и свойствах органических веществ в почве, что может быть использовано для оценки их лабильности.

Хроматографические методы (газовая хроматография, жидкостная хроматография). Хроматографические методы позволяют разделить сложные смеси органических веществ на отдельные компоненты, что позволяет более точно определить содержание лабильных веществ.

Микробиологические методы. Эти методы основаны на изучении активности микроорганизмов, участвующих в разложении органических веществ. Они позволяют оценить скорость минерализации лабильных соединений и их влияние на плодородие почвы.

Радиоуглеродный анализ. Этот метод основан на измерении содержания радиоактивного углерода в органических веществах почвы. Он позволяет оценить возраст и степень разложения органических остатков, что даёт представление о содержании лабильных веществ.

Выбор метода зависит от целей исследования, типа почвы и доступных ресурсов. Комплексное использование различных методов позволяет получить наиболее точную и объективную оценку содержания лабильных веществ в почве. [5]

В ряде работ для этой группы веществ используют термины «подвижный гумус», «лабильный гумус», «активный гумус», «подвижное органическое вещество» и другие наименования. [1]

### **3. Влияние лабильных веществ на урожайность.**

Исследования показывают, что повышение содержания лабильных веществ способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Это связано с улучшением питательного режима почвы и повышением её биологической активности. Лабильные вещества служат источником питательных элементов для растений, таких как азот, фосфор, калий, а также микроэлементов, необходимых для роста и развития растений. Кроме того, они способствуют улучшению структуры почвы, повышению её влагоёмкости и воздухопроницаемости, что создаёт благоприятные условия для корневого питания растений. [3]

Однако следует отметить, что избыточное накопление лабильных органических веществ может привести к снижению урожайности из-за ухудшения физических свойств почвы, таких как уплотнение и снижение воздухопроницаемости. Поэтому важно поддерживать оптимальный баланс лабильных веществ в почве, учитывая тип почвы, климатические условия и особенности возделываемых культур.

### **4. Практическое значение.**

Оценка содержания лабильных веществ позволяет определить уровень плодородия почвы и разработать меры по его повышению. Например, внесение органических удобрений, таких как навоз или компост, способствует увеличению содержания лабильных веществ и улучшению структуры почвы. Также эффективным методом является внедрение севооборотов с бобовыми культурами, которые обогащают почву азотом и другими питательными веществами.

Кроме того, управление содержанием лабильных веществ включает в себя контроль за влажностью почвы, аэрацией и рН. Оптимизация этих параметров способствует активизации микроорганизмов, разлагающих органические вещества, и повышению доступности питательных элементов для растений. Таким образом, оценка и регулирование содержания лабильных веществ являются важными практическими аспектами поддержания и повышения почвенного плодородия. [2]

#### **Заключение**

Таким образом, лабильные вещества являются важным показателем почвенного плодородия. Их содержание влияет на питательный режим почвы, её структуру и урожайность сельскохозяйственных культур. Определение

содержания лабильных веществ позволяет оценить уровень плодородия и разработать эффективные меры по его улучшению.

### Список литературы

1. Башкин В.Н., Кудеяров В.Н. Агрохимия биофильных элементов. — Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2005.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение. Учебник для вузов. — Москва: Юрайт, 2023.
3. Ганжара Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв. — М.: Агроконсалт, 1997.
4. Добровольский Г.В., Никитин Е. Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. — М.: МГУ, 2012.
5. Мамонтов В.Г., Мамутов Ж., Кузелев М.М. О лабильной форме органических веществ почвы // Почвоведение и агрохимия. 2011. №3.

### SOIL ORGANIC CARBON MODELLING WITH MULTI-TYPE ENVIRONMENTAL VARIABLES USING MACHINE LEARNING

*Tumuzghi Tesfay*, 3<sup>rd</sup> year PhD student at the Institute of Environmental Engineering, People's Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 6 Miklukho-Maklaya Street, 117198 Moscow, Russia, [information@rudn.ru](mailto:information@rudn.ru)

*Elsayed Said Mohamed*, Doctorate, Professor, Researcher and Supervisor, <sup>1</sup>Department of Environmental Management, Institute of Environmental Engineering, People's Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 6 Miklukho-Maklaya Street, 117198 Moscow, Russia, ; <sup>2</sup>National Authority for Remote Sensing and Space Sciences, Cairo 11843, Egypt, [info@narss.sci.eg](mailto:info@narss.sci.eg)

**Abstract:** Soil organic carbon (SOC) spatial variability at Keren subzone, Eritrea, was modelled with good accuracies. Partial least squares model with  $R^2 = 0.90$  and RMSE = 0.08 gave the highest accuracy followed by Cubist and gradient boosting models, respectively. Land use was the most important variable for SOC prediction. Thus, the study concludes that these models have high accuracy to be used for soil fertility and productivity improvements management planning.

**Key words:** soil organic carbon modelling, machine learning, land use, irrigated, rain-fed

### Introduction

SOC regulates almost all ecosystem functions; in soils, it dictates, among others soil bio-physico-chemical properties, the microbial activity and diversity, nutrient cycling, water retention, plant growth and productivity. It is also the key component in the global carbon cycle. Thus, its accurate assessment and monitoring is very crucial for soil fertility and productivity improvements, ecosystem restoration, and climate change mitigation. However, traditional soil sampling and laboratory analysis are time-

consuming and resource-intensive [2], and moreover, don't provide continuous and complete information of the entire study area. This calls for provision of cost-effective, and timesaving SOC models that give continuous and complete information of SOC spatial variability within landscapes with good spatial resolution.

SOC concentrations exhibit spatial and temporal variations even at an area/field level due to different factors like land use practices, soil type, climatic, topographic, geologic, vegetative, etc that influence its accumulation or/and loss. Local SOC models are crucial for capturing such variability and obtaining a higher spatial resolution and a more detailed understanding of SOC distribution within a specific area. Local SOC modelling enables targeted management practices, cost-effective soil monitoring, and informed decision-making for promoting long-term soil fertility and ecosystem resilience, and ultimately mitigating the impacts of climate change. Developing site/region-specific, feasible and timesaving SOC predictor tools in developing countries like Eritrea where there are no such works has paramount importance. Thus, the study aimed to develop good SOC prediction model/s for Keren subzone soils, Eritrea, using PLS, GB, and Cubist algorithms through machine learning taking land use, soil, climatic, spatial, topographic, and spectral indices as independent SOC predictor variables.

## **Materials and Methods**

### **Study Area**

The study was carried out in Keren subzone, Eritrea, which covers around 12,600 ha of land with a very rolling topography. The area experiences a mean monthly air temperature 23°C, and average annual rainfall 398.69 mm. The predominant livelihood in the area is mixed subsistence farming, involving both rainfed cropping and livestock rearing. The soils in the study area are leptosols, which are eroded, sandy, stony, and poor in organic matter [3]. The vegetation cover is poor, and is of acacia trees and shrubs. Mountains, valleys, and plains characterize the topography of the region, with the underlying geology dominated by granite rocks.

### **Data**

Georeferenced 64 surface (0-30 cm) soil samples were collected from Keren subzone, Eritrea, in Aug 2023, and analysed for SOC, bulk density, sand, silt, and clay contents. The details of samplings, analyses, and related information is discussed in Tesfay et al. [3]. The soil samples were collected from four land uses namely grazing, rain-fed, irrigated, and enclosure. Thus, land use was also included as one variable along with the above mentioned soil attributes. SOC also varies spatially owing to factors like climate and topography. These factors were also chosen as potential SOC predictor variables. We extracted mean monthly temperature and annual precipitation data from the world climate 2.1 (30 seconds), and seven topographic variables (altitude, aspect, slope, terrain roughness index (TRI), hill shade, topographic position index (TPI), and roughness) using raster analysis in QGIS 3.38 from the DEM of the country.

Landsat data is commonly used in digital soil mapping due to its high spatial resolution. Landsat-8 image (LC08\_L2SP\_170049\_20230415\_20230428\_02\_T1) was

downloaded, processed, and different raster layers of spectral indices were developed using raster calculator using their respective formula [5], and values of these were extracted for each soil sampling location. These spectral indices were normalized difference vegetation index (NDVI), normalized difference water index (NDWI) for vegetation water, enhanced vegetation index (EVI), EVI2, green NDVI (GNDVI), infrared percentage vegetation index (IPVI), burn ration (BR), BR2, optimized soil adjusted vegetation index (OSAVI), modified SAVI2 (MSAVI2), normalized difference moisture index (NDMI), hyperspectral BSI (HBSI), bare soil index (BSI), normalized difference soil index (NDSI), brightness index (BI), colouration index (CI), soil organic carbon index (SOC), and hue index (HI). Landsat 8 bands were also included in the dataset; B1, Blue, Green, Red, near infrared (NIR), and short-wave infrared 1 and 2 (SWIR1 and SWIR2). Finally, a dataset of 42 independent variables and one dependent variable (SOC) was ready for regression modelling.

### **Models Training, Calibration, Prediction and Evaluation**

The models training, calibration, prediction and evaluation was done using python 3.10 in Jupiter notebook environment. The dataset was randomly split as training and testing (0.8: 0.2). We employed three promising regression models namely PLS, Cubist, and GB. Ten-fold cross validation grid search was run in each ML algorithm for the best model fit. Accordingly, prediction was made, and models performance was evaluated using root mean squared error (RMSE), Coefficient of determination ( $R^2$ ), and ratio of performance to deviation (RPD) [1]. Recursive feature elimination (RFE) technique was used for removing less important variables to enhance models performance.

$$R^2 = 1 - SS_{res}/SS_{tot}$$

$$RMSE = \sqrt{[1/n \sum (y_i - \hat{y}_i)^2]}$$

$$RPD = SD/RMSE$$

Where,  $SS_{res} = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$  (residual sum of squares),  $SS_{tot} = \sum (y_i - \bar{y})^2$  (total sum of squares),  $y_i$  = observed values,  $\hat{y}_i$  = predicted values, and  $\bar{y}$  = mean of observed values,  $n$  = number of observations,  $SD$  = standard deviation of observed values. Furthermore, models are categorized as per their RPD values as;  $RPD < 1$  very poor, 1-1.4 poor, 1.4-1.8 fair, 1.8-2.0 good, 2.0-2.5 very good, and  $> 2.5$  excellent [4].

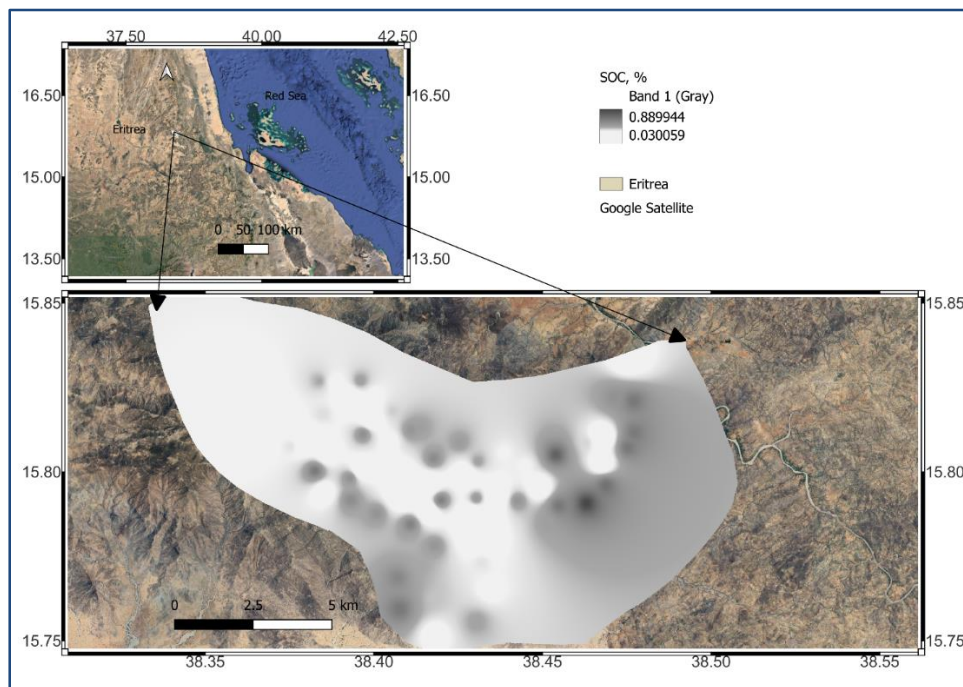
## **Results and Discussions**

### **3.1. SOC and Its Spatial Variability**

The observed SOC of the study area was low, and showed high spatial variability with  $SD$  and  $CV$  values of 0.21 and 55.40%, respectively. It ranged from 0.03 to 0.89% with a mean and median values of 0.38% and 0.40%, respectively. SOC map (Figure) prepared based on the observed SOC values showed that SOC was relatively highest in the eastern parts of the study area in which irrigated soils were dominant, and lowest middle and western parts where the rain-fed soils dominate. In the grazing-dominated

norther and southern parts, SOC was relatively better than that of the rain-fed cropping-dominated areas.

The low SOC in the study may be attributed to poor agronomic and soil fertility management practices; continuous mono-cropping (sorghum or pearl millet), crop residue take-off for animal feed, heavy grazing after crop harvest, and no/little manure application, which all very common in the area. Thus, improvements can be achieved through proper agronomic and soil fertility management practices like cereal-legume crop rotation, cereal-legume intercropping, fallowing, manure, compost and biochar applications, crop residue incorporation with soil, mulching, protect cropping fields from grazing, irrigation, etc. Grazing areas can be improved through alternative grazing, giving long fallow periods, seeding with legume seeds, and allocating right rate of animals stocking.



**Figure: SOC map of the study area**

### **3.2. Modelling Spatial Variability of SOC**

Spatial distribution of SOC in the study area was modelled with good accuracies with all the three models using multiple environmental variables. PLS model with ( $R^2 = 0.90$ , RMSE = 0.08, and RPD = 2.82) outperformed Cubist (0.80, 0.10, 2.17) and GB (0.76, 0.11, 1.87) models (Table). The PLS model was within the excellent category of models, and Cubist within the very good, and GB model within the good category.

Tree-based models provide feature importance that is very crucial to understand which variables have more influence. According to the GB model, the first top 10 variables explained 93.53% of the SOC variability. Thus, GB model was more helpful in identifying the key variables that influence SOC or are helpful for SOC prediction in the study area. According to the GB model, the first 10 top variables important for SOC prediction were Land Use, Bulk Density, Latitude, TPI, Altitude, HBSI, EVI, TRI,

Hillshade, and Sand, respectively. The first one (land use) alone explained 40.52%, and both with bulk density explained 64.64% of the SOC spatial variability in the study area. Thus, planning and applying land use-based soil fertility and productivity improvement management strategies have high potential to give good results.

The predicted SOC, according to the PLS model prediction, had high variability with CV = 59.42%, and ranged from 0.03% to 0.65% with a mean = 0.36% and SD = 0.21. It showed almost the same pattern as the observed SOC in all cases but the maximum values somehow deferred; 0.89% for the observed SOC versus 0.65% for the predicted SOC. The difference in the maximum values is attributed to the fact that the observed values were not distributed between the minimum and maximum values. The 25, 50, and 75 percentiles of the observed SOC showed that more values were to the minimum side. Thus, the model has learned the pattern of the observed data in a better way.

**Table**

Performances of Models for SOC prediction			
Metrics	GB	Cubist	PLS
R <sup>2</sup>	0.76	0.80	0.90
RMSE	0.11	0.10	0.08
RPD	1.87	2.17	2.82
	Good	Very good	Excellent

### Conclusion

SOC of the study area was low with high spatial variation. The irrigated areas had the highest while rain-fed area the lowest SOC. The spatial variability of SOC in the study area was modelled with good accuracy using PLS, Cubist and GB models where PLS gave the highest accuracy with R<sup>2</sup> = 0.90, RMSE = 0.08 and RPD = 2.82. Land use was the most important explanatory variable for SOC prediction modelling in the study area followed by bulk density. Thus, the study concluded that the tested models have very accuracies to be used in SOC management planning, and monitoring, and use-based soil fertility management actions could give good results.

### References

1. Chen Q., Wang Y., Zhu X. Soil organic carbon estimation using remote sensing data-driven machine learning. // 2024. PeerJ, DOI 10.7717/peerj.17836 DOI 10.13930/j.cnki.cjea.200939
2. Ren B, Chen H, Zhang L, Nie X, Xing S, Fan X. Comparison of machine learning for predicting and mapping soil organic carbon in cultivated land in a subtropical complex geomorphic region.// 2021. Chinese Journal of Eco-Agriculture 29:1042–1050
3. Tesfay T, Mohamed E.S, Ghebrensae T.W, Ghebremariam S.B, Mehrteab M. Soil organic carbon stock assessment for soil fertility improvement, ecosystem restoration and climate-change mitigation. // 2024. E3S Web of Conferences 555 (2024) (RIEEM 2024). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455501015>

4. Viscarra Rossel R.A, Taylor H.J, McBratney A.B. Multivariate calibration of hyperspectral  $\gamma$ - ray energy spectra for proximal soil sensing. // 2007 European Journal of Soil Science 58(1):343–353 DOI 10.1111/j.1365-2389.2006.00859.x.
5. Yami B, Singh N.J, Handique B.K, Swami S. Mapping and monitoring of soil organic carbon using regression analysis of spectral indices. // 2023. Current Science, 124 (12), 25



## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ОТКРЫТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПОЧВЫ КАК ИСТОЧНИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЦИФРОВОМ ПОЧВЕННОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ**

*Браулов Павел Андреевич, лаборант-исследователь лаборатории цифровых двойников агроландшафтов ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», студент 2 курса магистратуры кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, pavelbraulov@yandex.ru*

*Шилов Павел Михайлович, к.б.н., м.н.с. лаборатории цифровых двойников агроландшафтов ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»*

*Аннотация: Добавление мультимедийной композиции отражательной способности открытой поверхности почвы к данным о рельефе позволило повысить точность построения почвенных карт сельскохозяйственных полей.*

*Ключевые слова: цифровая модель рельефа, данные дистанционного зондирования, ГИС, цифровая почвенная картография, чернозём.*

**Актуальность.** Почва – важнейший компонент биосферы. Одной из основных функций почвы для человека является обеспечение продовольственной безопасности, что преимущественно касается пахотных почв. В России пахотные почвы занимают значительную территорию – до 130 млн га, что включает в себя более 50% от чернозёмов – наиболее плодородных почв мира. В настоящее время широко распространены процессы деградации почвенного покрова. Для борьбы с ними использование почвенных ресурсов должно быть рациональным, что включает их инвентаризацию и мониторинг [1].

Современный подход цифровой почвенной картографии позволяет строить модели почвенного покрова высокого пространственного разрешения и даёт возможность статистическими методами оценивать точность полученных моделей. С помощью него возможно решение задачи инвентаризации и мониторинга почвенного покрова. Цифровая почвенная картография основывается на поиске почвенно-ландшафтных связей – связей между факторами окружающей среды, выраженными количественно (предикторы) и свойствами или классификационными группами почв [3]. В почвоведении хорошо изучен и описан прежде всего климатический фактор, что широко используется в глобальных моделях.

На локальном уровне климат более однороден, поэтому необходимо преимущественное рассмотрение других факторов. Чаще всего при цифровом почвенном картографировании используется рельеф, однако учитывая то, что все факторы почвообразования равнозначны, необходимо увеличение количества предикторов и учёт других факторов. Одним из них является почвообразующие породы, неоднородность которых сильно влияет на почвенный покров. Связь почвообразующих пород и рельефа во многих случаях может быть не выражена. Для изучения литологического фактора в крупном масштабе могут

использоваться данные дистанционного зондирования, однако широко распространённые подходы здесь не выработаны, поэтому необходимы дополнительные исследования на различных территориях.

**Цель.** Оценить возможность использования открытой поверхности почвы для уточнения модели почвенного покрова структурно-денудационных плато Ставропольской возвышенности на примере Северо-Кавказского ФНАЦ.

**Объекты.** Территория исследования расположена в Ставропольском крае, Шпаковский район (около г. Михайловск). Она представляет собой сельскохозяйственные поля Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра площадью порядка 1000 га. Согласно климатическому районированию Ставропольского края, территория относится к зоне недостаточного увлажнения (ГК близок к 1) с недостаточно жарким летом (сумма активных температур 3200-3400). Геоморфологически территория принадлежит Михайловскому структурно-денудационному плато Ставропольской возвышенности. Территория разделяется на водораздельное пространство и склон долины. Литологический покров территории неоднороден. Распространены покровные отложения (лёссы, лессовидные суглинки) разной мощности. Они подстилаются породами Майкопа и Сармата (известняки-ракушечники, песчаники) и их элювием. Согласно советской почвенной классификации, в почвенном покрове преобладают чернозёмы обыкновенные [4].

**Методы.** Полевое почвенное обследование производилось в апреле 2023 г. Было заложено 47 точек опробования: 11 почвенных разрезов и 36 точек с отбором почвенным буром. Почвы описывались согласно рекомендациям FAO. В лаборатории измерялся гранулометрический состав методом лазерной дифракции. Почвам давались названия согласно классификации и диагностике почв России 2004 г [2].

В качестве основы для создания цифровой модели рельефа использовалась цифровая модель местности Corernicus с исходным разрешением 30 м. Она обрабатывалась для устранения артефактов, связанных с лесополосами. Для этого строились горизонталы с шагом 1 м., затем вершины в районе лесополос удалялись, а изменённые изолинии достраивались и сглаживались. По вершинам преобразованных изолиний производилась интерполяция методом ординарного кригинга с выходным разрешением 5 м. Обработка производилась в программном обеспечении SAGA.

Для характеристики литологической неоднородности создавался мультитременной композит открытой поверхности почвы. Использовались коллекции спутниковых снимков Landsat 5 и 8. Открытая поверхность оценивалась по максимальному пороговому значению (0.09) спектрального индекса NBR2 (NDTI), определённого по ручной разметке спутниковых снимков. Связь с гранулометрическим составом почвообразующих пород

оценивалась с помощью регрессионной модели. При работе использовался Google Earth Engine API в среде Python [5].

Для цифрового почвенного картографирования использовались предикторы рельефа (абс. высота) и литологии (отражательная способность открытой поверхности почвы в SWIR2 канале). В качестве модели использовался случайный лес (Random Forest) с максимальной глубиной деревьев 3. В качестве метрики качества модели рассматривались общая точность классификации (Accuracy) и невзвешенная средняя точность определения отдельного класса (Precision) с использованием кросс-валидации (5 разбиений со стратификацией). Цифровое почвенное картографирование происходило в среде Python.

**Результаты.** По результатам почвенного обследования согласно классификации и диагностике почв России (2004 г.) были выделены следующие группы почв: подтипы агрочернозёмов миграционно-мицелярных (32) и агрочернозёмов миграционно-сегрегационных (10) в типе агрочернозёмов, агротёмногумусовые типичные (5) в типе агротёмногумусовых. Среди видов наиболее распространены среднемощные (мощность гумусового горизонта 50-80), встречаются мощные и маломощные. Глубина вскипания значительно отличается: встречаются как карбонатные почвы, вскипающие с поверхности, так и сильновыщелоченные, с глубиной вскипания более 120 см. Гранулометрический состав также сильно различается: от супесчаного до тяжелосуглинистого. При этом суглинистый гран. состав характерен для агрочернозёмов, супесчаный – для агротёмногумусовых.

Моделирование почвенно-ландшафтных связей проводилось на уровне подтипа. Модели почвенного покрова территории строились в 2 случаях: с использованием в качестве предикторов только рельефа (1) и с добавлением к ним отражательной способности открытой поверхности почвы, что связывается с её литологией (2) (Таблица). В качестве наиболее значимых предикторов были выбраны: абс. высота для рельефа, среднемноголетняя отражательная способность в SWIR2 диапазоне открытой поверхности почвы – для почвообразующих пород.

Таблица

Сравнение моделей почвенного покрова

Предикторы	Только рельеф	Рельеф и почвообразующие породы
Общая точность (Accuracy)	83%	96%
Невзвешенная средняя точность выявления отдельных классов (Precision)	61%	95%

Добавление открытой поверхности почвы увеличивает общую точность (Accuracy) прогнозирования подтипов почв на 13% по сравнению с использованием только рельефа. Невзвешенная средняя точность выявления

отдельных классов (Precision) увеличивается значительно сильнее – на 34%. Это связано с несбалансированностью классов, что приводит к тому, что мало представленный класс (агротёмногумусовые) вносит малый вклад в общую точность. При этом, использование только рельефа практически не позволяет выявить области распространения этих почв. Итоговая карта представлена на рисунке.

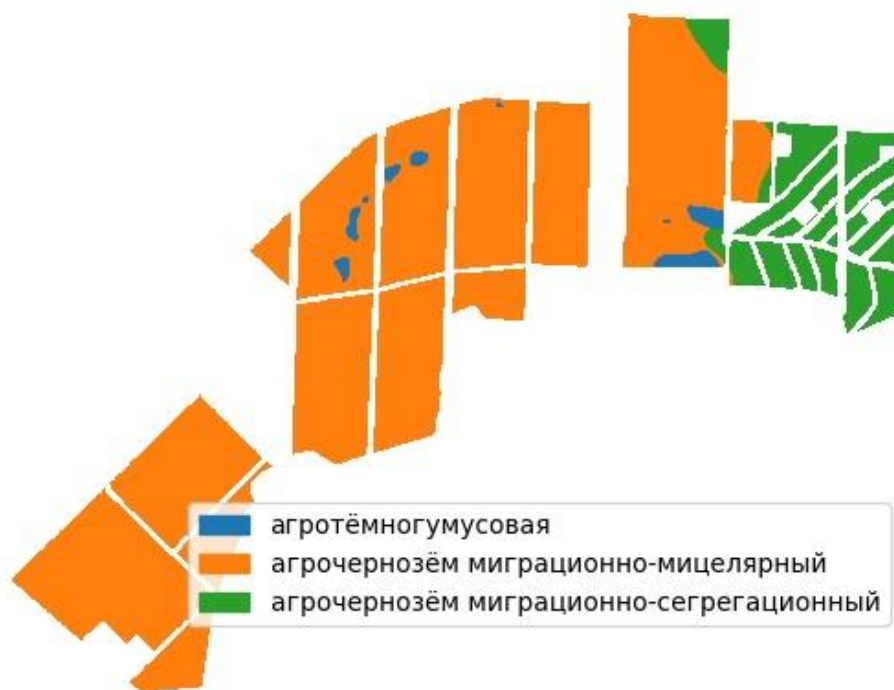


Рисунок. Карта подтипов почв территории Северо-Кавказского ФНАЦ

**Выводы.** Использование мультिवременного композита открытой поверхности почвы в качестве характеристики литологической неоднородности повышает качество составления почвенных карт по сравнению с более традиционным подходом, использующим только рельеф. Поэтому необходимо более широкое использование этого подхода при составлении почвенных карт, начиная с этапа планирования исследования (расстановка точек с учётом ДЗЗ) и заканчивая составлением итоговых моделей.

### Список литературы

1. Иванов А. Л. и др. Землепользование России в условиях изменения глобального климата и беспрецедентных социально-экономических вызовов: состояние почвенного (земельного) покрова, тенденции изменения, деградация, методология учета, прогнозы / под ред. Р. С.-Х. Эдельгериев, А. В. Гордеев, А. Л. Иванов. Москва: Почвенный институт имени В.В. Докучаева; ООО «Издательство МБА», 2022.

2. Полевой определитель почв России. Москва: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.

3. Савин И. Ю., Жоголев А. В., Прудникова Е. Ю. Современные тренды и проблемы почвенной картографии // Почвоведение. 2019. № 5. С. 517–528.

4. Цховребов В. С., Фаизова В. И. Почвы и климат Ставрополья // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № S2. С. 21–34.

5. Demattê J. A. M. et al. Geospatial Soil Sensing System (GEOS3): A powerful data mining procedure to retrieve soil spectral reflectance from satellite images // Remote Sensing of Environment. 2018. V. 212. P. 161–175.

## **GPS-ТРЕКЕРЫ: НОВАЯ ЭРА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

*Заварин Денис Анатольевич, к.э.н, доцент кафедры городского кадастра и геодезии Вологодского государственного университета, [zavarin.denis@mail.ru](mailto:zavarin.denis@mail.ru)*

*Канжина Юлия Александровна, студент 3 курса Вологодского государственного университета, [kanzhina\\_s@mail.ru](mailto:kanzhina_s@mail.ru)*

*(Научный руководитель – Заварин Денис Анатольевич, к.э.н, доцент кафедры городского кадастра и геодезии Вологодского государственного университета, [zavarin.denis@mail.ru](mailto:zavarin.denis@mail.ru))*

*Аннотация: Статья рассказывает о том, как GPS-трекеры преобразуют сельское хозяйство, повышая эффективность работы, оптимизируя использование ресурсов и делая земледелие более прибыльным. В статье рассмотрены основные функции GPS-трекеров, их преимущества и виды. Также представлена сравнительная таблица с различными моделями GPS-трекеров, позволяющая фермерам сделать обоснованный выбор в зависимости от своих потребностей и бюджета.*

*Ключевые слова: GPS-трекеры, сельское хозяйство, точное земледелие, оптимизация ресурсов, мониторинг работы*

Сельское хозяйство всегда было основой человеческой цивилизации. На протяжении тысячелетий люди трудились на полях, выращивая пищу и обеспечивая пропитание для себя и своих семей. Однако, методы ведения сельского хозяйства значительно изменились с течением времени. Раньше земледельцы полагались на собственные силы, знания и опыт, используя простые инструменты и традиционные методы.

В прошлом, сельскохозяйственные работы выполнялись вручную или с помощью животных. Посев, обработка почвы, сбор урожая - все это требовало огромных затрат времени и сил. Урожайность была нестабильной, зависела от капризов погоды и часто подвергалась болезням и вредителям.

Сегодня, сельское хозяйство претерпело настоящую революцию благодаря внедрению современных технологий. Роботы-комбайны, беспилотные тракторы, точные системы орошения - это лишь некоторые примеры того, как технологии изменили подход к земледелию.

Одним из ключевых элементов этой революции стали GPS-трекеры, которые стали незаменимыми помощниками для фермеров. GPS-трекер - это устройство, которое использует данные спутниковой системы позиционирования GPS (Global Positioning System) для определения точного местоположения техники на поле. [1]

GPS-трекер получает сигналы от спутников GPS, обрабатывает их и определяет координаты. Данная информация передается на смартфон или компьютер, где фермер может отслеживать перемещение техники в реальном времени. [2]

GPS-трекеры находят широкое применение в сельском хозяйстве: точное земледелие: трекары позволяют создавать карты поля, на которых отмечаются участки с различным качеством почвы, урожайностью, применением удобрений; оптимизация использования ресурсов: трекары помогают планировать маршруты движения техники, что позволяет экономить топливо и время; мониторинг работы: фермер может отслеживать скорость движения техники, расход топлива, время простоя; предотвращение краж: трекары позволяют быстро найти украденную технику.

Из преимуществ GPS-трекеров можно выделить: повышение эффективности: снижение затрат на топливо, рабочую силу, удобрения; улучшение управления: фермер получает доступ к ценной информации о работе своей техники; снижение риска: трекары позволяют предотвратить кражу техники и оптимизировать ее использование. [3]



Рисунок - GPS-трекер на комбайне

GPS-трекеры для сельскохозяйственной техники могут быть разных типов:

- Простые трекары: отслеживают местоположение техники, но не имеют дополнительных функций.
- Трекары с расширенной функциональностью: мониторинг параметров работы, сбор данных об урожайности, интеграция с другими системами.

Рассмотрим сравнительная таблица GPS-трекеры для сельскохозяйственной техники

Таблица

GPS-трекеры для сельскохозяйственной техники

Название	Цена (руб)	Размер (мм)	Источник питания	Точность определения координат	Хранение маршрута	Дополнительные функции
Tracker X	15 000	100x60x30	Встроенный аккумулятор	± 5 метров	1 месяц	Отслеживание скорости, расхода топлива, времени простоя, интеграция с системой управления
Agro-GPS	20 000	120x80x40	Внешний аккумулятор	± 3 метра	3 месяца	Картирование урожайности, анализ эффективности и использования удобрений, поддержка нескольких спутниковых систем
FarmTrack	25 000	90x70x35	Встроенный аккумулятор	± 2 метра	6 месяцев	Создание карт заданий, автоматическое вождение, предупреждение о краже, отчетность по работе техники
SmartField	30 000	110x90x45	Внешний аккумулятор	± 1 метр	1 год	Интеграция с системами точного земледелия, контроль качества уборки, прогнозирование урожайности, управление орошением

AgriTrack	35 000	130x100x50	Встроенный аккумулятор	± 0,5 метра	Неограниченно	Отслеживание параметров работы, диагностика техники, управление освещением, поддержка беспроводной связи
-----------	--------	------------	------------------------	-------------	---------------	--

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, чем выше точность определения координат и дольше хранения маршрута, тем выше цена. Выбор GPS-трекера зависит от потребностей и бюджета фермера. Базовые модели, такие как Tracker X, могут подойти для отслеживания местоположения и основных параметров работы техники. Для более продвинутых задач, таких как автоматическое вождение, точный анализ урожайности и управления ресурсами, необходимы более функциональные трекеры, например, SmartField или AgriTrack.

Современные технологии, такие как GPS-трекеры, играют ключевую роль в трансформации сельского хозяйства. Они повышают эффективность, оптимизируют использование ресурсов и делают работу фермеров более эффективной и прибыльной. Внедрение GPS-трекеров является важным шагом к переходу к умному, устойчивому и прибыльному сельскому хозяйству.

### Список литературы

1. Тесаловский, А. А. Определение корректировок цен земельных участков для личного подсобного хозяйства с учётом кадастрового деления и территориального зонирования / А. А. Тесаловский, Д. А. Заварин, Н. В. Анисимов. — текст : непосредственный // Вестник Алтайской Академии экономики и права. — 2022 . — № 6-2 . — с. 343-349.
2. Беляева, С. И. Применение цифровых нивелиров в кадастре и лесном хозяйстве на современном этапе / С. И. Беляева, Д. А. Заварин. — Текст : непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса Материалы XVII Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ю.М. Авдеев. 2019. — Вологда : Вологодский государственный университет (Вологда), 2019. — С. 141-142.
3. Шарунова, л. В. Использование открытых географических источников для целей кадастра / л. В. Шарунова, д. А. Заварин. — текст : непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. — Вологда : Вологодский государственный университет, 2019. — с. 151-153.



## ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

*Макарова Юлия Николаевна, магистр 2 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [yulya\\_makarova2001@mail.ru](mailto:yulya_makarova2001@mail.ru)*

*Лега Кирилл Витальевич, бакалавр 2 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [klega@mail.ru](mailto:klega@mail.ru)*

*Попова Светлана Николаевна, магистр 2 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [seletskaya2001@mail.ru](mailto:seletskaya2001@mail.ru)*

*Аннотация: Сельское хозяйство, как одна из ключевых отраслей экономики, переживает значительные изменения благодаря внедрению цифровых инновационных технологий. Цифровая трансформация не только повышает эффективность производства, но и способствуют устойчивому развитию агросектора, улучшению качества продукции, оптимизации использования ресурсов, устойчивости на рынке и прибыльности. В данной статье будут рассмотрены основные цифровые технологии, применяемые в сельском хозяйстве, проанализируем их основные преимущества и влияние на отрасль.*

*Ключевые слова: цифровая трансформация, сельское хозяйство, точное земледелие, интернет вещей, автоматизация, цифровые платформы.*

Цифровизация сельского хозяйства начинает свой путь с внедрения первых механизированных средств в середине 20 века. Однако настоящий прорыв произошел с появлением информационных технологий в 80-х и 90-х годах, когда стали развиваться такие системы, как GPS и технологии дистанционного зондирования. С начала 2000-х годов цифровые технологии, такие как Интернет вещей (IoT), большие данные, искусственный интеллект и блокчейн, начали активно внедряться в аграрной сфере, включая системы управления урожаем, программное обеспечение для анализа климата и другие платформы [1,3, 5].

### *1. Точное земледелие*

Точное земледелие — это метод управления сельскохозяйственными процессами, основанный на использовании данных и технологий для оптимизации производства. С помощью GPS-навигаторов, датчиков и беспилотных летательных аппаратов (дронов) фермеры могут собирать информацию о состоянии почвы, уровнях влаги, состоянии растений и других факторах [1].

GPS-навигация позволяет контролировать траекторию движения сельхозтехники с высокой точностью, оптимизируя обработку почвы, посев и внесение удобрений [1].

Сенсоры измеряют влажность почвы, температуру, уровень освещенности, наличие питательных веществ. Данные используются для оптимизации полива, удобрения и других агротехнических мер [1].

Дроны обеспечивают высококачественное картирование полей, мониторинг состояния посевов, раннее выявление болезней и вредителей. Как отмечается, «использование дронов открывает новые возможности для детальной диагностики состояния посевов и эффективного управления ирригацией» [6]. В условиях изменяющегося климата, когда погодные условия могут серьезно повлиять на качество и количество урожая, применение дронов становится обязательным компонентом точного земледелия [2].

Спутниковые снимки используются для анализа растительности, мониторинга состояния почвы, прогнозирования урожайности.

Системы управления данными собирают, анализируют и интерпретируют данные от различных сенсоров и систем, предоставляя фермерам точную информацию для принятия решений [1].

Таким образом, точное земледелие позволяет минимизировать применение воды и агрохимикатов, что не только экономит средства, но и способствует защите окружающей среды.

## 2. *Интернет вещей (IoT)*

Интернет вещей (IoT) представляет собой сеть взаимосвязанных устройств, которые собирают и обмениваются данными. В сельском хозяйстве IoT используется для мониторинга различных параметров, таких как температура, влажность и уровень освещения. Например, сенсоры могут быть установлены в теплицах или на полях, что позволяет фермерам в реальном времени отслеживать условия роста растений и принимать оперативные решения для улучшения качества продукции [3].

## 3. *Аналитические платформы и большие данные*

Аналитические платформы и технологии обработки больших данных позволяют фермерам анализировать информацию, собранную с помощью различных датчиков и устройств. Это помогает в прогнозировании урожайности, оценке рисков и разработке стратегий управления. Использование аналитики позволяет фермерам принимать более обоснованные решения, оптимизировать процессы производства и снизить затраты [3].

## 4. *Автоматизация и роботизация*

Роботы и автоматизированные системы могут выполнять такие задачи, как посев, уборка урожая и обработка полей. Это не только снижает затраты на рабочую силу, но и увеличивает скорость выполнения работ, что особенно важно в условиях ограниченного времени на сбор урожая. К примеру, автоматически

тракторы и комбайны снижают затраты на ручной труд, повышают производительность и точность операций [3].

5. *Цифровые платформы для закупки (техника, агрохимсредства и т.д.) и для продажи продукции*

Цифровизация также затрагивает рынок сбыта сельскохозяйственной продукции. Такие технологии, как блокчейн, позволяют отследить путь продукции от поля до потребителя, повышая уверенность в качестве, обеспечивают безопасность в сделках между фермерами, поставщиками и потребителями, тем самым создавая доверие между производителями и потребителями. Блокчейн используется для создания систем кредитования и финансирования, обеспечивая доступ к финансовым ресурсам для фермеров [1].

Онлайн-платформы и мобильные приложения позволяют фермерам напрямую выходить на покупателей, сокращая цепочку поставок и увеличивая свою прибыль. Это особенно важно для малых и средних хозяйств, которые могут столкнуться с трудностями при продаже своей продукции через традиционные каналы [3].

Таким образом, цифровые технологии в сельском хозяйстве предоставляют множество преимуществ, а именно:

1. Оптимизация ресурсов (более эффективное использование воды, удобрений, средств защиты растений и др. ресурсов);
2. Снижение затрат (эффективное использование ресурсов позволяет снизить затраты, автоматизация посева и уборки культур позволяет сократить расходы на топливо, рабочую силу и повысить скорость выполнения операций);
3. Увеличение урожайности и качества продукции;
4. Мониторинг в реальном времени (IoT-устройства и сенсоры позволяют фермерам в режиме реального времени отслеживать состояние растений и климатические условия);
5. Прогнозирование и планирование (аналитические платформы позволяют прогнозировать урожайность, выявлять все возможные риски);
6. Сокращение цепочки поставок (выход напрямую на потребителей);
7. Доступ к информации и обучению (обеспечивают доступ к актуальной информации, обучающим материалам и лучшим практикам, что способствует повышению квалификации фермеров) [4].

Цифровая трансформация сельского хозяйства — это не просто внедрение новых технологий, это комплексный подход к модернизации отрасли, который позволит повысить ее эффективность, рентабельность, экологическую устойчивость и привлекательность для молодых специалистов.

Несмотря на вышесказанное, сельское хозяйство сталкивается с рядом проблем и вызовов:

1. Отсутствие инфраструктуры (в некоторых регионах отсутствуют необходимые технологии и поддержка для внедрения цифровых решений);

2. Образование и навыки работников (необходима подготовка специалистов, которые смогут работать с новыми технологиями).

3. Финансовые барьеры (первоначальные инвестиции в цифровые технологии могут быть высокими, что может стать препятствием для мелких фермеров).

4. Безопасность данных (увеличение объемов, собираемых данных поднимает вопросы о приватности и их защите от хакерских атак) [4].

Цифровая трансформация в сельском хозяйстве предоставляет новые возможности для повышения эффективности, устойчивости и качества продукции. Тем не менее, успех цифровизации зависит от решения множества проблем и вызовов, таких как нехватка инфраструктуры, финансирование и обучение. Важно развивать и адаптировать технологии к условиям конкретного региона, чтобы обеспечить их широкое распространение и эффективное использование. В конечном итоге, успешная цифровизация сельского хозяйства может стать ключом к решению глобальных вызовов продовольственной безопасности и устойчивого развития [1].

Дополнительно, взаимодействие с научными учреждениями и стартапами в сфере агротехнологий способствует созданию экосистемы инноваций. Это позволяет фермерам не только оптимизировать свои процессы, но и активно участвовать в разработке новых решений, что усиливает их конкурентоспособность на рынке. В конечном итоге, интеграция цифровых технологий в сельское хозяйство формирует интеллектуальную платформу, способную поддерживать глобальное продовольственное обеспечение [1].

### Список литературы

1. Афанасьева Л.Д., Ван-Чу-Лин А.Т., Николаев Н.И. «Умное» производство в агропромышленном комплексе: перспективы развития // Электронный научный журнал «Дневник науки». — 2022. — № 12 [Электронный ресурс]. — URL: [www.dnevnikaui.ru](http://www.dnevnikaui.ru).

2. Зубарев Ю.Н., Фомин Д.С., Чашин А.Н., Заболотнова М.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Вестник ПФИЦ. — 2019. — № 2. — С. 47–48.

3. Субаева А.К., Мухаметгалиев Ф.Н., Ибниев И.Л. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями // BUSINESS. EDUCATION. LAW. — 2021. — № 1 (54) [Электронный ресурс]. — DOI: 10.25683/VOLBI.2021.54.159.

4. Агробиотехнологии XXI века / И. И. Серегина, С. П. Торшин, Н. Н. Новиков [и др.]. — Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. — 516 с. — ISBN 978-5-6049409-3-8. — EDN TJGOBN.

5. Kupriyanov, A. N. Use of geoinformation systems in agroecological land assessment / A. N. Kupriyanov, O. E. Efimov // Polythematic Online Scientific Journal

## **ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОЧВЕННО-ЛАНДШАФТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ПРИМЕРЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ЗЕРНОГРАДСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Прокофьева Ксения Дмитриевна, магистр 2 г.о. кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kseniaprokofeva16@gmail.com*

*Ильин Павел Сергеевич, аспирант 1 г.о. кафедры метеорологии и климатологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pavel.ilyin2000@gmail.com*

*Горбунова Дарья Алексеевна, магистр 2 г.о. кафедры метеорологии и климатологии МГУ, gorbunovushka@gmail.com*

*(Научный руководитель: Прохоров Артем Анатольевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: На основании данных с оцифрованной почвенной карты тура обследования проводимого на территории Ростовской области в 1982 году, и данных по 50 точкам почвенно-ландшафтного обследования 2022 года, основных морфометрических характеристик рельефа, а так же данных по урожайности за 2022 год, в цифровом виде получена карта микроструктур почвенного покрова, а также карта агроэкологических групп земель на основании алгоритмов моделирования почвенно-ландшафтных связей.*

*Ключевые слова: агроэкологическая оценка земель, агроэкологическая группировка земель, моделирование, урожайность, почвенная картография.*

Оценка продуктивности земель, моделирование почвенно-ландшафтных связей на основании открытых источников данных, а также обработка эмпирического материала – является основой для принятия решений в рамках стратегий устойчивого развития. [3,4]

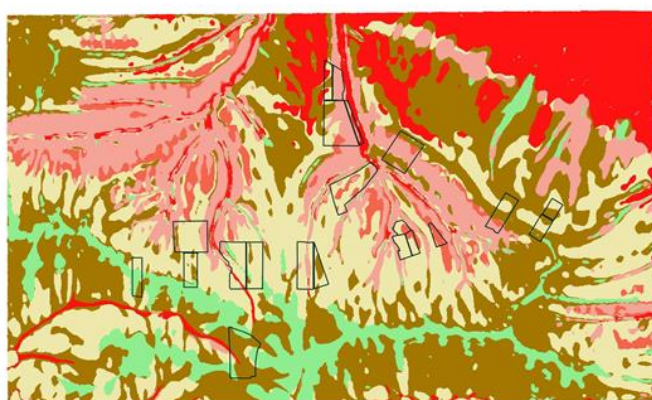
Для проведения исследований были взяты данные по 21 полю на территории района. Первым этапом работ был анализ по зависимостям почвенных контуров с карты 1982 года и данных фактической урожайности озимой пшеницы за 2022 год, а также отдельно данных по почвам, полученных в 2022 году в рамках проведения обследования территории. В результате анализа через диаграммы размаха в Microsoft Excel было выявлено, что напрямую влияния почв на урожайность не отмечается.

Для последующего исследования был выбран метод В.И.Кирюшина. С помощью SAGA GIS были получены данные морфометрических характеристик рельефа исследуемой территории по данным SRTM (Shuttle Radar Topography Mission 1 Arc-Second Global).

При агрегировании данных была построена модель почвенно-ландшафтных связей с помощью дискриминантной модели ПЛС в среде RStudio. В модели определили структуру, наиболее вероятную категорию для точек обучающей выборки, наиболее вероятную категорию для ячеек (пикселей) растра. Качество модели оценивали по средствам построения матрицы соответствия.

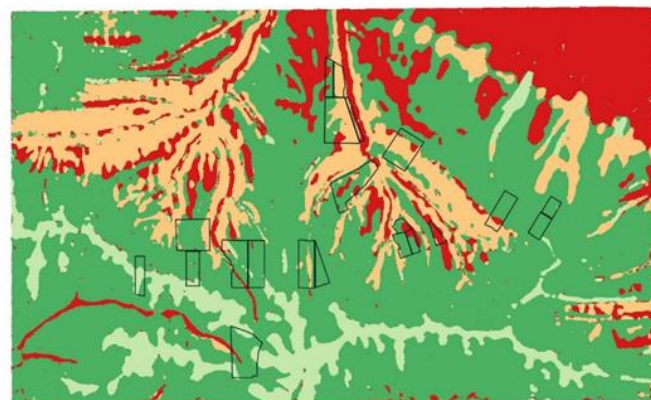
Еще одним вариантом исследования было выбрано моделирование ПЛС на основе ансамбля деревьев решений. В Statistica StatSoft, на основании моделей дискриминантного анализа были получены матрицы классификации и многомерные критерии значимости для изначальных выборок, а также средние в классах для предикторов. [2] Первоначальная выборка состояла из 19 переменных, оправдываемость модели составляла 80%, но правильность построения точек исходя из почвенных данных была крайне неравномерна. На основании р-значения, мы сократили перечень показателей до 12 наиболее влияющих. Итоговая оправдываемость составила 74%. Одним из самых трудоемких этапов выступал подбор априорных вероятностей для повышения уровня оправдываемости модели. После вычислений, подобранные априорные вероятности были перенесены в код RStudio. На основании модели была так же построена почвенная карта.

После анализа двух полученных почвенных карт, было выявлено, что наиболее показательной является полученная с помощью дискриминантной модели. В SAGA GIS, при доработке и фильтрации карты несколько раз для визуального приближения к реальной обстановке. При агроэкологической группировке получили 4 агроэкологические группы. Деление производилось по почвам, в связи с тем, что характеристики рельефа уже учитывались в построенной почвенной карте:



**Почва**

- Черноземы луговые
- Черноземы обыкновенные
- Черноземы обыкновенные слабосмытые
- Черноземы обыкновенные среднесмытые
- Черноземы обыкновенные сильносмытые
- Черноземы обыкновенные карбонатные
- Черноземы обыкновенные среднесмытые карбонатные



**Группа**

- Плакорные
- Полугидроморфные
- Слабоэрозийные
- Среднеэрозийные
- Граница полей

Агроэкологическая группа	Преобладающие почвы
Плакорные	Черноземы обыкновенные Черноземы обыкновенные карбонатные
Полугидроморфные	Черноземы луговые
Слабоэрозийные	Черноземы обыкновенные слабосмытые Черноземы обыкновенные среднесмытые карбонатные
Сильноэрозийные	Черноземы обыкновенные среднесмытые Черноземы обыкновенные сильносмытые

Рисунок 1 - Цифровая почвенная карта и карта агроэкологических групп земель

Для каждого поля определили доминирующую агроэкологическую группу почв и построили Boxplot в Statistica StatSoft. По оси X указаны агроэкологические группы, по оси Y – урожайность за 2022 год. В связи с тем, что медиана имеет маленький разброс значений, статистически достоверных различий не было выявлено.

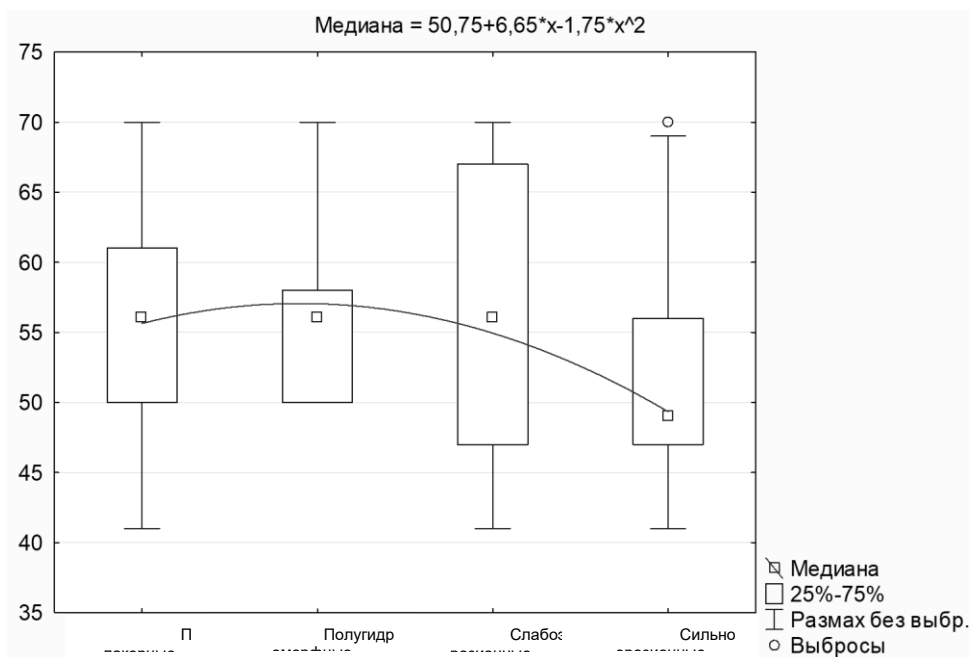


Рисунок 2 – Диаграмма размаха агроэкологических групп

### Выводы:

1. В рамках исследуемого района дискриминантная модель ПЛС является более показательной, чем модель ПЛС на основе ансамбля деревьев решений.
2. Почвы, несмотря на их разнообразие и особенности, не оказывают существенного влияния на уровень урожайности озимой пшеницы по результатам 2022 года.
3. Преобладающая часть земель принадлежит плакорной агроэкологической группе.
4. Урожайность озимой пшеницы не зависит от принадлежности территории к той или иной агроэкологической группе.

### Список литературы



1. Prior Probability: Examples and Calculations of Economic Theory // investopedia [Электронный ресурс]: [https://www.investopedia.com/terms/p/prior\\_probability.asp](https://www.investopedia.com/terms/p/prior_probability.asp) (дата обращения: 19.09.2024).

2. Д.Н. Козлов, Н.И. Лозбенев Методы и алгоритмы цифровой почвенной картографии «модели почвенно-ландшафтных связей для категорий номинальной шкалы». – 2016

3. Прохоров, А. А. Индексная оценка степени выпаханности черноземов Предкавказской провинции / А. А. Прохоров, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN OXSZRW.

4. Прохоров, А. А. Оценка продуктивности плакорной агроэкологической группы земель на примере Краснодарского края / Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Прокофьева К.Д., Кащенко Г.А. // Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-55. – DOI 10.24412/1029-2551-2024-4-008

## **СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ**

*Самойленко Екатерина Александровна, бакалавр 3 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [samoilenko2113@gmail.com](mailto:samoilenko2113@gmail.com)*

*Крючков Марк Александрович, бакалавр 3 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [Mark.rabota2000@yandex.ru](mailto:Mark.rabota2000@yandex.ru)*

*Шивцова Анита Витальевна, бакалавр 3 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ...*

*(Научный руководитель – Шмакова Кристина Алексеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kshmakova@rgau-msha.ru](mailto:kshmakova@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в данной работе составлена сравнительная характеристика методов геопространственной интерполяции на примере тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb) почвенного покрова Лесной опытной дачи (ЛОД) РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева.*

*Ключевые слова: тяжелые металлы, интерполяция, метод обратных взвешенных расстояний, модифицированный метод интерполяции Шепарда, интерполяция кубическим сплайном.*

### **Введение**



Тяжелые металлы (ТМ) занимают значительное место среди загрязнителей почвы, по степени опасности уступая лишь пестицидам, при этом значительно опережая такие известные загрязнители, как двуокись углерода и серы. Почва является основной средой, в которую попадают ТМ, в том числе из атмосферы и водной среды. Накапливаясь в почве в больших количествах, ТМ способны изменять многие ее свойства. Прежде всего, изменения затрагивают биологические свойства почвы: снижается общая численность микроорганизмов, сужается их видовой состав (разнообразие), изменяется структура микробиоценозов, падает интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов и т.д.

Сильное загрязнение ТМ приводит к изменению и более консервативных признаков почвы, таких как гумусное состояние, структура, рН среды и др. Результатом этого является частичная, а в ряде случаев и полная утрата почвенного плодородия. Большая часть ТМ, поступивших на поверхность почвы, закрепляется в верхних гумусовых горизонтах. ТМ сорбируются на поверхности почвенных частиц, связываются с органическим веществом почвы, в частности в виде элементарно-органических соединений, аккумулируются в гидроксидах железа, входят в состав кристаллических решеток глинистых минералов, дают собственные минералы в результате изоморфного замещения, находятся в растворимом состоянии в почвенной влаге и газообразном состоянии в почвенном воздухе, являются составной частью почвенной биоты. Тяжелый гранулометрический состав и высокое содержание органического вещества приводят к связыванию ТМ почвой. Рост значений рН усиливает сорбированность катионообразующих металлов (медь, цинк, свинец и др.) [1].

Геопространственная интерполяция — это процесс, используемый для оценки значений в неизвестных точках на географической территории с помощью известных значений. Современные методы управления конкретными участками сельскохозяйственных угодий направлены на повышение устойчивости и эффективности производства с учетом загрязненности почвы.

Геопространственные измерения и карты распределения ТМ позволяют выявлять пространственные характеристики изменчивости почвы и оптимизировать планирование сельскохозяйственной деятельности на региональном и национальном уровнях. Это подчеркивает важность комплексного мониторинга состояния почвы, что способствует разработке эффективной политики в области управления земельными ресурсами и охраны окружающей среды.

Цель исследования – сравнительная характеристика картографирования тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb) методами геопространственной интерполяции (*Inverse Distance Weighting, Modified Quadratic Shepard, Cubic Spline Approximation*) на примере Лесной опытной дачи РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева.

Объект исследования – Лесная опытная дача (ЛОД) площадью около 250 га расположена в северо-западной части города Москвы и занимает юго-западную часть землепользования РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. По природным условиям она входит в южную зону смешанных хвойно-широколиственных лесов зоны умеренно–континентального климата. [4]

### **Основная часть**

Для проведения опыта на территории Лесной опытной дачи РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева было намечено 34 равноудаленные точки, с которых в последствии были взяты образцы лесной подстилки и проведены агрохимические анализы на содержание тяжелых металлов. В дальнейшем, на основании полученных результатов были построены картограммы в программе SAGA. (рис.)

Метод обратных взвешенных расстояний (*Inverse Distance Weighting или IDW*) наиболее простой. Суть метода состоит в вычислении высоты точки путём усреднения значений аппликат точек, расположенных в некоторой окрестности. Процесс усреднения происходит с учётом весовых коэффициентов, при этом определяется некоторая обратная функция расстояния от опорной точки до центра ячейки раstra.

Метод относится к жёсткому интерполированию, так как для его применения требуется задание значения показателя степени. В результате работы алгоритма точки, расположенные ближе к оцениваемым, оказывают большее влияние на значение высоты по сравнению с наиболее удалёнными точками. Преимущество метода - простота и вычислительная эффективность, а недостаток - игнорирование пространственной корреляции. [3]

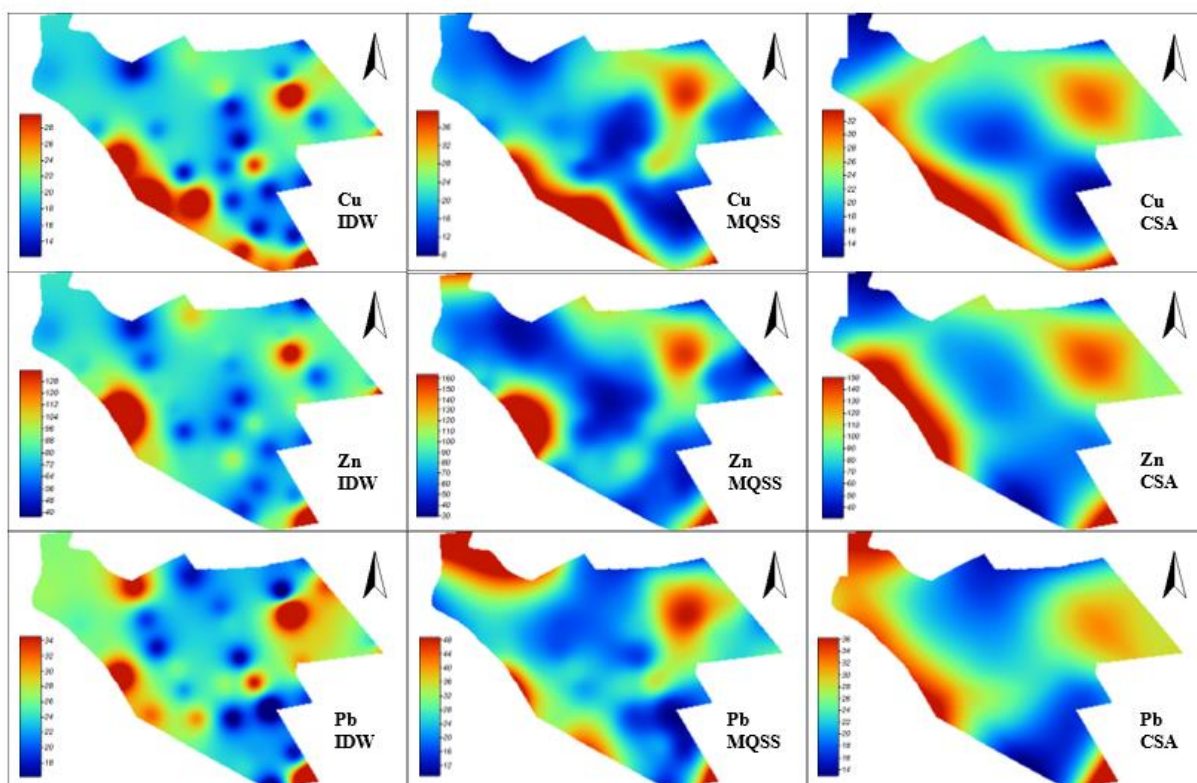


Рисунок - Картограммы содержания Cu, Zn и Pb

Модифицированный метод интерполяции Шепарда (*Modified Quadratic Shepard или MQS*) работает в тех же предположениях, что и метод обратных расстояний, но позволяет уменьшить эффект «бычьих глаз». Модифицированный метод Шепарда по определению является точным интерполятором. В программе «SAGA» реализация данного метода позволяет использовать еще один параметр – параметр сглаживания  $\delta$ , действующий так же, как и в методе обратных расстояний, и заставляющий метод работать как сглаживающий интерполятор. Преимущество метода заключается в простоте реализации, отсутствии параметров настройки, работе с неравномерными сетками. Недостаток - низкая скорость работы на больших объемах данных.

Интерполяция кубическим сплайном (*Cubic Spline Approximation или CSA*). Кубический сплайн — это функция, состоящая из нескольких кубических полиномов, соединённых в узлах интерполяции. Узлы интерполяции — это точки, в которых известны значения функции. Принцип интерполяции кубическим сплайном заключается в замене функции в каждом узле интерполяции кубическим полиномом, проходящим через этот узел и его соседей. Соседние полиномы соединяются таким образом, чтобы обеспечить непрерывность функции и её первой производной. Главное преимущество метода заключается в высокой точности и гладкости, а главный недостаток в требовательности большого количества вычислительных ресурсов и сложности для понимания. [2]

## **Выводы**

Для оценки пространственного распределения оптимальным методом в большинстве случаев является модифицированный метод интерполяции Шепарда. Это связано с его высокой точностью при наличии сложных структур данных и способностью адаптироваться к локальным трендам и шумам. Этот метод, хотя и более сложен в вычислении, позволяет лучше учитывать пространственные особенности и предугадывать неизвестные величины, обеспечивая детализированное представление выходных данных.

## **Список литературы**

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Экология почв: Учебное пособие для студентов вузов. Часть 3 Загрязнение почв. Ростов-на-Дону: УПЛРГУ, 2004. 54 с.
2. Мальцев К.А., Мухарамова С.С. Построение моделей пространственных переменных (с применением пакета Surfer): учеб. пособие. Казань: Казанский университет, 2014. 103 с.
3. Мыслыва Т.Н., Куцаева О.А., Подлесный А.А. Сравнение эффективности методов интерполяции на основе ГИС для оценки пространственного распределения гумуса в почве // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 4. С. 146-152.
4. Наумов В. Д., Баутин В.М. 145 лет Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, Москва, 2009. 802 с.

## **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРЕДОСТАВЛЕНИЮ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

*Ткаченко Маргарита Александровна, Лаборатория цифровых двойников агроландшафтов, Почвенный институт имени Докучаева, usa4eva.m@mail.ru*

*Цымбарович Петр Романович, Лаборатория цифровых двойников агроландшафтов, Почвенный институт имени Докучаева*

*Доброхотов Алексей Вячеславович, к.б.н., Лаборатория цифровых двойников агроландшафтов, Почвенный институт имени Докучаева*

*Фомин Дмитрий Сергеевич, к.б.н., Лаборатория цифровых двойников агроландшафтов, Почвенный институт имени Докучаева*

*Аннотация: Сервис WeathEasy создан для быстрого доступа к метеоданным. Интегрированы источники CFSv2 и CMIP6, обеспечивающие сезонные и климатические прогнозы. Использование Zarr и MinIO позволяет эффективно хранить и обрабатывать данные.*

*Ключевые слова: метеорологические данные, климатические прогнозы, сельское хозяйство, Python, API, облачные технологии*

В условиях глобальных климатических изменений эффективное управление сельскохозяйственным производством требует оперативного доступа к качественным метеорологическим данным. Современные системы поддержки принятия решений в агропромышленном комплексе все больше опираются на точные метеорологические прогнозы и климатические проекции для оптимизации агротехнологических операций [3]. Однако существующие решения часто характеризуются сложностью использования, ограниченным набором данных или высокой стоимостью доступа.

Программный инструмент WeathEasy разработан для быстрого и удобного доступа к метеорологическим данным различных временных масштабов. Сервис интегрирует два ключевых источника данных: Climate Forecast System Version 2 (CFSv2) для сезонных прогнозов и Climate Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) для долгосрочных климатических проекций.

Модель CFSv2, разработанная Национальным центром экологического прогнозирования (NCEP), предоставляет высокоточные прогнозы на срок до 9 месяцев. Данные обновляются четыре раза в сутки, что обеспечивает актуальность прогнозов [2]. Сервис WeathEasy обрабатывает и предоставляет доступ к 21 метеорологической переменной, включая температуру воздуха, осадки, влажность, радиационный баланс и другие параметры, критически важные для сельскохозяйственного производства.

Данные CMIP6 используются для долгосрочного планирования и оценки климатических рисков. Этот набор данных, являющийся результатом международного сотрудничества климатологов, содержит проекции климатических изменений до 2100 года [1]. WeathEasy обеспечивает доступ к 9 ключевым климатическим параметрам, позволяя оценивать долгосрочные тренды и их потенциальное влияние на сельскохозяйственное производство.

Архитектура сервиса основана на использовании современных технологий хранения данных (Zarr) и облачной инфраструктуры (MinIO), что обеспечивает высокую производительность и масштабируемость решения. Реализованный программный интерфейс (API) на языке Python позволяет легко интегрировать сервис в существующие системы поддержки принятия решений в агропромышленном комплексе.

Техническая реализация Архитектура сервиса основана на использовании современных технологий хранения данных и облачной инфраструктуры. Для оптимизации работы с многомерными массивами данных применяется библиотека Zarr, обеспечивающая эффективное чанкирование и сжатие данных. Это позволяет существенно ускорить доступ к информации по сравнению с традиционными форматами хранения метеорологических данных.



Рисунок - Структура сервиса WeatherEasy

В качестве системы хранения используется MinIO – высокопроизводительное объектное хранилище с открытым исходным кодом, совместимое с протоколом Amazon S3. Такой подход обеспечивает масштабируемость решения и возможность развертывания как в локальной инфраструктуре, так и в облачной среде.

Программный интерфейс реализован на языке Python с использованием современного веб-фреймворка FastAPI. API предоставляет простые и интуитивно понятные методы для получения метеорологических данных, что упрощает интеграцию WeatherEasy в существующие системы поддержки принятия решений.

Разработанный инструмент существенно упрощает доступ к метеорологическим данным для специалистов сельского хозяйства, предоставляя необходимую информацию для оперативного и стратегического планирования агротехнологических операций. Открытый исходный код и модульная архитектура обеспечивают возможность дальнейшего развития и адаптации сервиса под специфические потребности пользователей.

### Список литературы

1. Айринг В. Обзор экспериментального проектирования и организации проекта сравнения связанных моделей фазы 6 (CMIP6) / В. Айринг [и др.] // Geoscientific Model Development. – 2016. – № 9. – С. 1937-1958.
2. Саха С. Климатическая прогностическая система NCEP версии 2 / С. Саха [и др.] // Journal of Climate. – 2014. – Т. 27, № 6. – С. 2185-2208.
3. Смит А. Интеграция данных метеостанций и региональных климатических моделей для агрометеорологических приложений / А. Смит, Б.

## **МОДЕЛЬ СТРАХОВАНИЯ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ: ПРЕДПОСЫЛКИ, МЕТОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

*Ушакова Юлия Владиславовна, студент 3 курса факультет информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета при Правительстве РФ, [ushakova.u.v@yandex.ru](mailto:ushakova.u.v@yandex.ru)*

*Рожкова Галина Геннадьевна, студент 3 курса факультет информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета при Правительстве РФ, [rozhkova.gg@gmail.com](mailto:rozhkova.gg@gmail.com)  
(Научный руководитель – Чернышенко Всеволод Сергеевич кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры математики Финансового университета при Правительстве РФ, [vschernyshenko@fa.ru](mailto:vschernyshenko@fa.ru))*

*Аннотация: в работе рассмотрены и проанализированы предпосылки для развития системы страхования лесных массивов. Представлены алгоритмы и механизмы, которые можно использовать для вероятностной оценки страхового случая и расчёта суммы выплат и даны практические рекомендации по дальнейшему развитию данного направления страхования.*

*Ключевые слова: лесные пожары, экологические риски, экологическое страхование, модели оценки пожаров, страхование лесов.*

### **1. Анализ состояния лесного хозяйства Российской Федерации**

Под лесным хозяйством в соответствии с Лесным кодексом РФ понимается совокупность экономических и иных видов деятельности, направленных на использовании и сохранение лесов, лесоустройство и управление в области лесных отношений.

Площадь страны, покрытая лесом по данным 2023 г. составляет 759 млн га, и эти территории постепенно увеличиваются, однако такая динамика наблюдается в основном из-за учёта дополнительных территорий (городских лесов и заросших сельхозугодий)<sup>1</sup>. Не стоит отрицать позитивное влияние лесовосстановительных работ, однако очевидно, что леса уничтожаются быстрее, чем успевают вырасти вновь посаженные массивы.

### **2. Система оценки рисков и формирование стоимости страхового полиса.**

Для корректного формирования стоимости страхового предложения необходима оценка вероятности выживания дерева и лесного массива в целом.

---

<sup>1</sup> Площадь российских лесов за год увеличилась на 458,5 тыс. га // Ведомости [Электронный ресурс] URL: <https://www.vedomosti.ru/ecology/regulation/news/2023/06/06/978923-ploschad-rossiiskih-lesov-uvlichilas> (дата обращения: 18.04.2024)

Наиболее популярной непараметрической оценкой функции выживаемости является оценка Каплана-Мейера:

$$\hat{S}(t) = \prod_{t_i \leq t} \left(1 - \frac{d_i}{n_i}\right), \text{ где}$$

$d_i$  – это число объектов, которые не доживают

$n_i$  – это число объектов, которые подвергаются риску

Для оценки различий в выживаемости был проведен анализ трех различных лесных территорий, а именно, вегетационных показаний, снятых с этих территорий. Первый участок, на котором было установлено медленное снижение биомассы с 2020 года (вероятно, из-за болезней), второй, на котором произошел пожар в 2021 году, что привело к резкому уменьшению растительности, и третий участок, на котором не происходило существенных изменений биомассы.

На изучаемых лесных участках присутствовали и живые, и умершие деревья.

Для нахождения функции выживаемости были рассчитаны коэффициенты смертности, зависящие от времени.

Шанс не погибнуть для дерева по истечении заданного временного интервала  $t$  рассчитывается по следующей формуле:

$$1 - p_t = P(T > t | T > t - 1)$$

В заданный интервал  $t$  дерево погибнет:

$$q_t = P(t - 1 < T \leq t)$$

По формуле Байеса был выражен коэффициент смертности:

$$p_t = \frac{q_t}{r_t}$$

Оценка коэффициента смертности ( $p_t$ ) была рассчитана методом максимального правдоподобия.

Через производную первого порядка по  $p_t$  была получена непосредственно оценка  $p_t$ :

$$\hat{p}_t = \frac{d_t}{a_t + d_t}$$

Вероятность гибели  $q_t$  может быть выражена как разница вероятности выживания в период  $t$  и  $(t + 1)$ :

$$q_t = r_t - r_{t+1}$$

В результате оценка функции выживания выглядит так:

$$r_t = \prod_{k < t} (1 - \hat{p}_k) = \prod_{k < t} \left(1 - \frac{d_k}{a_k + d_k}\right), \text{ где}$$

$r_t$  - функция выживания, а  $\left(\frac{d_k}{a_k + d_k}\right)$  - функция риска.



Полученная оценка Каплана-Мейера была использована для построения ступенчатых кривых<sup>2</sup>. Также был проведен тест для определения существования различий в выживаемости для разных групп.

Полученная оценка выживаемости позволяет определить вероятность гибели деревьев, что может существенно улучшить системы управления лесным хозяйством, способствуя экономической эффективности лесной промышленности и обеспечивая устойчивое и бережное управление естественными лесами. Эти расчеты позволяют планировать и проводить выборочные рубки с целью улучшения качества и объема древесного урожая. Преждевременное выявление рисков также помогает поддерживать лесные территории в здоровом и продуктивном состоянии.

Полученное значение вероятности гибели деревьев в дальнейшем используется для расчёта страховой выплаты и войдёт в показатель «взносов».

### **3. Предложения по развитию страховых продуктов в области страхования лесных массивов**

В рамках данной работы был выдвинут ряд мер, которые обеспечили бы снижение затрат бюджета на борьбу с лесными пожарами и уничтожением леса в целом.

Во-первых, важно более детально рассмотреть законодательную инициативу, обязывающую арендаторов лесных участков в обязательном порядке страховать арендуемые территории. Анализ зарубежной и российской практики показал, что на начальных этапах арендаторы (как и частные владельцы в рассмотренных зарубежных кейсах) не готовы активно проявлять инициативу. Однако, если страхование лесов станет общепринятой практикой, то и лояльность к данной мере со стороны предпринимателей и других лиц, арендующих лесные земли, вырастет.

Во-вторых, необходимо развитие партнерства с государственными органами и неправительственными организациями. Такое партнёрство станет базой для обмена инициативами и решениями в сфере борьбы с лесными пожарами и страхованием лесных массивов, поскольку именно государство должно быть в значительной мере заинтересовано в уменьшении расходов на устранение последствий пожаров.

#### **Список использованных источников**

1. Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024)
2. Законопроект №776160-6 О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации в части установления случаев обязательного страхования

---

<sup>2</sup> Dinse GE, Lagakos SW. Nonparametric estimation of lifetime and disease onset distributions from incomplete observations. *Biometrics*. 1982 Dec;38(4):921-32. PMID: 7168795.

лесного участка // Государственная Дума — [Электронный ресурс] URL: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/776160-6> (дата обращения: 05.04.2024)

3. Ли, Т. Устойчивое развитие "Зеленого" Страхования в Китае / Т. Ли // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2023. – № 1. – С. 100-108. – DOI 10.18101/2304-4446-2023-1-100-108. – EDN ESVCLO.

4. ВСС: арендаторы лесных угодий должны быть обязаны страховать их // РИА новости недвижимость [Электронный ресурс] URL: <https://realty.ria.ru/20190806/1557217220.html> (дата обращения: 18.04.2024)

5. Государственная инвентаризация лесов // Рослесинфорг [Электронный ресурс] URL: <https://roslesinforg.ru/services/gil/> (дата обращения: 18.04.2024)

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ АГРАРНОГО ЦЕНТРА**

*Черкасов Дмитрий Андреевич, магистрант 1 курса Института наук о земле, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», [stud0000229565@utmn.ru](mailto:stud0000229565@utmn.ru)*

*(Научный руководитель – Петров Юрий Владимирович, к.г.н., доцент кафедры геоэкологии и природопользования Тюменского государственного университета, [y.v.petrov@utmn.ru](mailto:y.v.petrov@utmn.ru))*

*Аннотация: в статье рассматривается, какие физические явления могут оказать влияние на таком ООПТ города Ишима, как Народный парк.*

*Ключевые слова: физические явления, особо охраняемые природные территории (ООПТ), загрязнение, воздействие.*

В современном мире очень мало остаётся территорий с лесным массивом, особенно в городах из-за антропогенного влияния, что сказывается очень пагубно для всей экосистемы, частью которой является и сам человек. Влияние может оказываться разными аспектами, хочется более подробно рассмотреть физическое воздействие на особо охраняемые природные территории. Если особо охраняемые природные территории находятся в границах аграрных зон, то и организация геоэкологического мониторинга позволяет ориентироваться аграриям на результаты комплексного представления и территории своей деятельности и факторов своего воздействия. Аграрная экологическая безопасность сегодня должна рассматриваться в контексте сбалансированного экономического долгосрочного развития [3].

Промышленность оказывает большую часть отрицательного физического воздействия, которую, можно разделить на три категории по степени воздействия на здоровье людей и состояние природы:

- 1) не имеет существенного влияния;
- 2) оказывает косвенное воздействие;
- 3) серьёзно вредит окружающей среде и человеку.

Физическое воздействие включает в себя множество других влияний и загрязнений окружающей среды. К ним относятся радиоактивное, световое тепловое, электромагнитное и шумовое воздействия [5].

Радиоактивное воздействие играет значительную роль в формировании жизни на Земле. Научные исследования подтверждают, что даже низкая интенсивность радиации влияет на наследственность всех живых организмов [1].

Чрезмерное освещение в ночное время стало причиной возникновения экологической проблемы — светового загрязнения. Это явление связано с деятельностью человека и оказывает влияние на людей, животных и растения. Исследования показывают, что около 30–40 % света от современных осветительных приборов не нужно и приводит к световому загрязнению. Ночные города становятся красивее благодаря подсветке зданий и рекламе, но это освещение вредит окружающей среде, приводит к напрасному расходу энергии и дополнительным финансовым затратам [2].

Также не стоит забывать о таком виде физического загрязнения, как тепловое, которая исходит в основном от теплотрасс различных собранных коллекторов и газопроводов промышленных комплексов. В окружающей среде происходит увеличение перепадов температур, что оказывает отрицательное влияние на воздух и воду. Эти колебания вызывают изменения энергии в гидросфере: при повышении температуры воды происходит снижение активности биоценоза водной системы и растворимости кислорода, и атмосфере. В свою очередь это негативно сказывается, на земной коре, жизнедеятельности человека, и множестве других живых организмов, которые при повышении температуры чувствует себя гораздо хуже, чем в нормальных условиях.

Ещё одним видом физического загрязнения является электромагнитное излучение, которое исходит от высоковольтных линий электропередач, радио и телевидения, микроволновых печей телефонов и компьютеров. На первый взгляд это излучение кажется абсолютно безвредным, так как не оказывает видимого влияния, ну на самом деле оно оказывает негативное влияние на окружающую среду и представляет опасность для всей экологии. В первую очередь электромагнитное загрязнение оказывает влияние на воду, у которой происходит функциональное нарушение и меняется её свойства. Излучение воздействует на клетки всех живых организмов, но как именно это происходит неизвестно. Но всё это приводит к замедлению регенерации тканей у животных и растений, из-за чего происходит повышение количества смертности данного вида, ведь становится сложнее выживать. Также существуют организмы, которые

подвержены мутации под влиянием электромагнитного излучения. Такая мутация была замечена у некоторых растений, у которых была изменена форма листьев, размеры стеблей, цветков и плодов.

Хотелось бы ещё отметить, что с каждым годом в мире становится более шумно, особенно в крупных городах. Главными источниками шума являются автотранспорт, на долю которого приходится 80% общего шумового загрязнения, а также авиация, железнодорожный транспорт и, конечно, промышленное производство. Характер шума может быть различным: бытовой или производственный, но его превышение допустимых норм негативно сказывается на всех живых организмах [5].

Все эти физические воздействия могут сказываться на таком ООПТ города Ишима, как Народный парк, который находится в центре города на надпойменной террасе реки Ишим [2].

Стоит отметить, что на территории этого памятника природы, довольно-таки хорошая экологическая обстановка. Наличие лесов на этом объекте помогает уменьшить концентрацию парниковых газов, а также поддерживает достаточное количество кислорода в атмосфере. Поэтому можно сказать, что он играет очень важную роль в экологическом каркасе всей тюменской области.

Таким образом, Народный парк города Ишима может быть подвержен таким физическим влияниям, как электромагнитные явления, так как он расположен в центре города и рядом проходят линии электропередач. На птиц, проживающих на территории данного ООПТ, может сказываться шумовое и световое воздействие, что влияет на всю экосистему данной территории. Из-за резко континентального климата на этом объекте тепловое воздействие не будет оказывать отрицательное влияние. Также из-за отсутствия вблизи промышленных предприятий радиоактивного загрязнения на данной территории нет.

### **Список литературы**

1. Андрияшина Т. В., Шильникова Н. В. Воздействие радиоактивного загрязнения на окружающую среду // Вестник Казанского технологического университета. 2011. №10. С. 39-44.
2. Курочкина В. А. Световое загрязнение как фактор влияния на человека и окружающую среду / В. А. Курочкина, А. Е. Жирякова // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 1. URL: <https://esj.today/PDF/39NZVN122.pdf>
3. Петров, Ю. В. Blut und Eisen // Вопросы гармонизации межкультурных, межнациональных и межконфессиональных отношений. Ростов-на-Дону: Издательство "Перо", 2016. С. 70-74.
4. Синдирева А. В. Организация охраны окружающей среды в Тюменской области: (без автономных округов) /А. В. Синдирева, Ю. В. Петров/ Тюмень: Тюменский государственный университет, 2020. 170 с.
5. Физическое загрязнение // ECOPORTAL URL: <https://ecoportal.info/fizicheskoe-zagryaznenie/> (дата обращения: 11.10.2024).

# АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

*Шлапак София Евгеньевна, студентка 1 – го курса института агrobiотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, schlapaksofia2004@gmail.com*

*(Научный руководитель - Агеев Кирилл Дмитриевич, ассистент кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения института агrobiотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [zailkira@yandex.ru](mailto:zailkira@yandex.ru))*

*Аннотация: на примере территории Краснодарского края проведена сравнительная оценка климатических характеристик, включающих в себя среднюю дневную температуру и количество атмосферных осадков за 2 периода: 1) 1981 – 2001 год 2) 2002 – 2023 год. Были использованы данные дистанционного зондирования в совокупности со стационарными метеорологическими станциями. После обработки данных, было выявлено повышение показателя осадков и средних температур на территории Краснодарского края.*

*Ключевые слова: глобальное изменение климата, сельское хозяйство, мониторинг, дистанционное зондирование, большие данные.*

## **Введение**

Глобальные климатические изменения, имеют тренд к повышению средней температуры воздуха у поверхности и увеличению количества осадков.

Климат – один из основных лимитирующих факторов при выращивании сельскохозяйственной продукции, также, он является одним из факторов почвообразования. Резкое увеличение климатических показателей, способно повлиять на процессы, происходящие в почвенном профиле и привести дополнительный фактор риска при выращивании растениеводческой продукции.

В данном исследовании был проведен анализ климатических данных за последние 43 года. Для получения и обработки данных были задействованы ресурсы портала google earth engine [4].

Краснодарский край расположен в умеренной зоне восточного полушария между 46°50' с.ш. (на севере – хутор Молчановка, Щербиновский район) 43°30' с.ш. (на юге – село Веселое, Адлерский район г.-к. Сочи) и 36°36' в.д. (на западе мыс Тузла, Таманский полуостров) – 41°44' в.д. (хутор Зеленчук-Мостовой, Отрадненский район) на юге Европейской части Российской Федерации. Наибольшая протяженность края с севера на юг равна 372 км, с запада на восток – 380 км.

**Рельеф:** Рельеф края многообразен. Часть региона расположена на равнинной территории Западного Предкавказья, а часть в предгорной и горной

области Большого Кавказа, также край окружают сразу несколько незамерзающих морей. Всё это обуславливает многообразие ландшафтов и большое разнообразие климата Краснодарского края.

**Климат:** Средняя температура января края от +4, +5°C (в Западном Предкавказье, в районе Анапы) до -8°C в горах на высоте 2000м, а на Кубанской равнине средне январская – -4°C; июля +22° – +24°C на равнине, +12, +13°C в горной местности. Географическое положение Кубани на юге России определяет годовое количество тепла на севере около 115, а на юге 120 ккал/см<sup>2</sup>. В летний период суммарная радиация составляет 48 и зимой до 12 ккал/см<sup>2</sup>. Высота солнца зимой менее 30°, с марта по октябрь – более 45°. В низменностях наиболее активна ультрафиолетовая радиация. Продолжительность солнечного сияния – 2200-2400 ч в год, что на 900 ч больше, чем в Московской области.

В климате Краснодарского края осадки являются достаточно изменчивым элементом характеристики региона. Годовая сумма осадков является относительно постоянной величиной для определенного географического района края, но между собой данные величины значительно разнятся. В северо-восточных, северных, северо-западных районах края и на Таманском полуострове годовая сумма в среднем меньше 500 мм, в центральных районах их выпадает 500-600 мм, а далее в направлении к предгорьям, количество осадков значительно увеличивается. Варьирует их количество и в пределах Краснодарского Причерноморья – резко увеличивается от северо-запада к юго-востоку. Наибольшее количество осадков выпадает на южных склонах Кавказа более 2000 мм (средний максимум г. Ачишхо – 3200 мм). Наибольшей неустойчивостью в регионе характеризуются осадки таких месяцев, как май, август и сентябрь. Наименее засушливыми месяцами являются месяцы холодного периода года [2].

**Характеристика почв.** Преобладающим типом почв региона является чернозём, также представлены луговато-чернозёмные, луговые, серые лесные, бурые лесные, дерново-карбонатные, коричневые, почвы. Глубоковскипающие чернозёмы и луговато-чернозёмные почвы приурочены к понижениям (балкам, степным блюдцам) [5].

**Методы исследования.** В данной работе были применены следующие методы исследования: сбор и анализ литературы, анализ климатических показателей за определенный промежуток времени, описание и анализ полученных данных, подведение итогов (выбор наиболее выгодных путей развития АПК).

Для обработки климатических показателей использовались данные, полученные в ходе проекта дистанционного зондирования «CHIRPS: Оценка количества осадков по данным дождемера и спутниковых наблюдений», эта спутниковая миссия ведет наблюдения с 1981 года по настоящее время (описывает количество осадков более чем за 35 лет) и использует данные климатологии не только дистанционного зондирования, но и данные с наземных

станций, что повышает точность показателей и позволяет устранить систематическое смещение.

Набор данных FLDAS был разработан в 1982 году для помощи с оценкой продовольственной безопасности в условиях развивающихся стран с ограниченным объемом данных и продолжает вести наблюдение в настоящем времени. Он включает информацию о многих переменных, связанных с климатом, включая влажность, среднесуточную температуру, общую норму осадков, эвапотранспирацию и позволяет вовремя предупредить засуху. Пространственное разрешение выводных данных составляет  $0,1^\circ$ . Системы FLDAS являются специализированными экземплярами «Земельной информационной системы NASA (LIS)».

#### **Обсуждение результатов:**

В ходе работы были проанализированы климатические показатели CHIRPS за последние 40 лет. Данный промежуток времени был разделён на два периода: первый - с 1981 по 2001 год и второй - с 2002 по 2023 год. Было проведено сравнение климатических характеристик данных периодов. В результате была разработана карта «Изменение среднемноголетнего количества осадков», один пиксель которой охватывает примерно  $16 \text{ км}^2$ . Обработка датасетов выявила, что за последние 20 лет сумма осадков на большей площади Краснодарского края увеличилась от 5 до 20%: на севере и западе региона количество осадков увеличилось на 10-70 мм; в центральной части, на востоке и юго-западе количество осадков увеличилось на 50-100 мм. Участки, на которых уменьшилось количество осадков — это территории кавказских гор, находящиеся преимущественно на территории республики Адыгея.

Такое изменение перераспределения количества осадков, в первую очередь, связано с глобальными процессами глобального преобразования климата планеты.

Таким же образом были проанализированы изменения среднемноголетнего показателя среднесуточных температур в приземном слое атмосферы (0 – 2 метра над уровнем земли) за период 1982 - 2001 и 2002 – 2023 годов. Она продемонстрировала, что среднесуточная температура возросла примерно на 0,5 градуса. На севере, северо-востоке и в центральной части температура выросла от 0,30 до более чем 0,65 градуса. На юге и юго-западе региона температура выросла от 0,30 до 0,65 градуса или не изменилась. В горных районах, граничащих с республикой Адыгеей, показатели температуры снизилась или не изменились. Это может быть связано с особенностью горной местности.



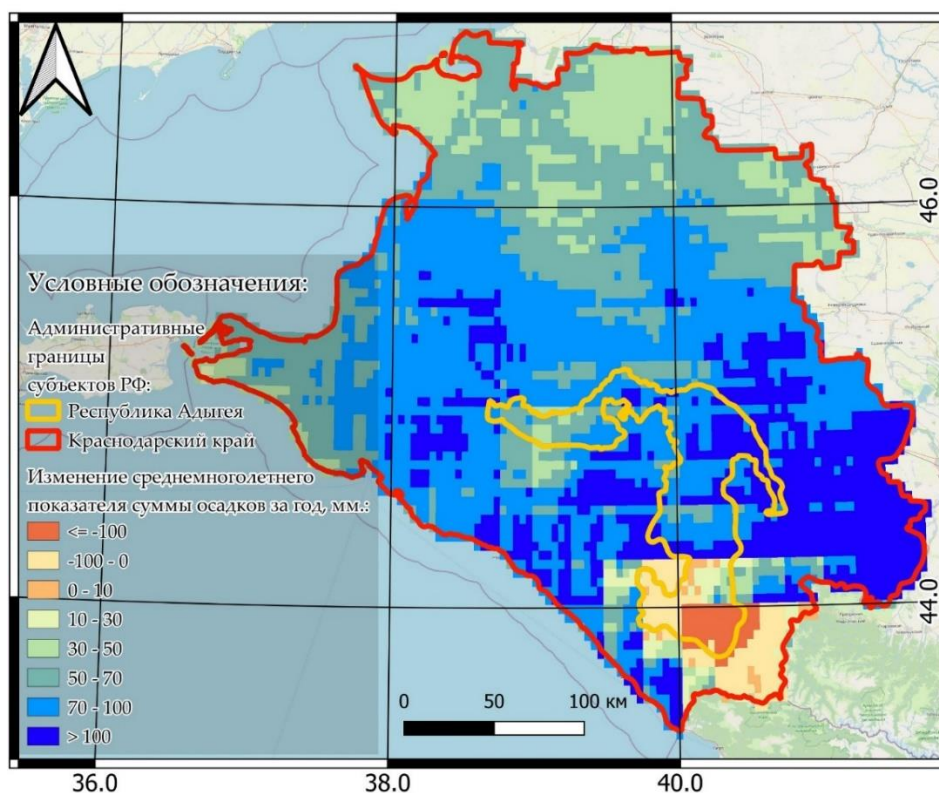


Рисунок – Картограмма изменения среднемноголетнего количества осадков за период 1981-2001 и 2002 – 2023 годов.

**Заключение.** Климатические изменения происходят, и этот процесс является инертным, что приводит к трудностям, при попытках повлиять на одну из предшествующих ему антропогенных причин [1, 3], поэтому, стоит повышать культуру ведения сельского хозяйства с расчетом на увеличение экстремальных погодных явлений (засуха, затопления в следствии большого выпадения осадков за короткое время, град, атмосферные процессы конвективного характера и т.д.).

Так, на территории Краснодарского края, количество осадков увеличилось на равнинных территориях и составило в среднем 70 мм за год. Температура продемонстрировала увеличение на 0,5 градуса цельсия, что соотносится с среднемировыми прогнозами.

Требуется повышать количество и качество приборной и ресурсной базы страны для мониторинга изменения климата в долгосрочной и в краткосрочной перспективе, чтобы уменьшать негативные последствия от погодных условий (засуха 2021 года в Поволжье).

### Список литературы

1. Бондаренко Л. В., Маслова О. В., Белкина А. В., Сухарева К. В. Глобальное изменение климата и его последствия/ Л. В. Бондаренко, О.В. Маслова, А. В. Белкина, К. В. Сухарева// Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова, 2018. – №2. - С 98



2. Голубева Г. Н. Проблемы и инновации спортивного менеджмента, рекреации и спортивно-оздоровительного туризма / Г.Н. Голубева, И.Е. Евграфов, Г.Ф. Агеева // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Казань, 1-2 июня 2017 г. Поволжская ГАФКСиТ, 2017. – С 283-287

3. Иванов А. Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство России/ А. Л. Иванов //Земледелие. – 2009. – №. 1. – С. 3-5.

4. Прохоров А. А. Использование Google earth engine для оценки агроклиматического потенциала / А. А. Прохоров, К. Д. Агеев // Агрометеорология XXI века : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию кафедры метеорологии и климатологии, Москва, 19 декабря 2023 года. Том Часть 3. – Москва: федеральное государственное бюджетное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных", 2023. – С. 30-33. – EDN ANBQFW.

5. Краснодарский край – Природа России [Электронный ресурс]/ Автономная некоммерческая организация Национальное информационное агентство «Природные ресурсы»//Природа России: национальный портал.-1999.- Режим доступа:  
[http://www.priroda.ru/regions/earth/detail.php?FO\\_ID=556&ID=6302&SECTION\\_ID](http://www.priroda.ru/regions/earth/detail.php?FO_ID=556&ID=6302&SECTION_ID)

## **ИСТОРИЯ ПОЧВЕННОЙ НАУКИ ИЗУЧЕНИЯ ЧЕРНОЗЁМОВ**

**Абузов Денис Иванович**, студент 1 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Коротевский Егор Андреевич**, студент 1 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Курников Федор Евгеньевич**, студент 1 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

*(Научный руководитель – Наумов Владимир Дмитриевич, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: Проект направлен на историю изучения черноземов. Отмечается большая роль М.В. Ломоносова, Г.В. Добровольского, В.В. Докучаева в изучении черноземных почв. Освещены периоды изучения от истоков до нашего времени. Уделено внимание проблеме деградации чернозёмных почв. Рассказывается про причины и методы борьбы с деградацией, а также про экологические системы земледелия. В заключении был сделан вывод, что — это серьезная проблема, которая может привести к ухудшению сельскохозяйственных условий и нарушению экосистем.*

*Ключевые слова:* Чернозем, классификация, почва, почвоведение, плодородие.

Чернозём — это растительно-наземная почва, преимущественно тёмно-бурого цвета, образовавшаяся под покровом травянистой лугово-степной растительности. Он является самым плодородным типом почв во всем мире. На нем производят 1/3 всех сельскохозяйственных благ и это неспроста. Чернозем обладает высоким плодородием за счет содержания в нем гумуса (до 15%, а то и больше) и кальция (от 70% до 90%).

### **История изучения чернозёма:**

Изучение чернозема началось еще в XVIII веке Михаилом Васильевичем Ломоносовым, который в своём геологическом сочинении "о слоях земли" (1763 г.), выдвинул гипотезу о происхождении чернозема. Он считал, что чернозем был образован "в результате согнития растительных и животных тел со временем". В то же время были выдвинуты и прочие гипотезы формирования черноземов, в том числе таким выдающимся естествоиспытателем как Пётр Симон Паллас, допуская "морское" происхождение Черноземов. По его мнению, под поверхностью моря отлагался ил, богатый солью, который при отступлении моря выступил на поверхность, где и образовался слой чёрной земли, вследствие гниения массы тростника и вообще растений. Однако, точка зрения Ломоносова была наиболее близкой к истине [4].

Затем изучением Черноземов занялся Василий Васильевич Докучаев, являющийся одним из основоположников такой науки как генетическое почвоведение. Он проделал колоссальный труд в сфере исследования чернозёма. Докучаев считал, что все исследования до начала изучений, проведённых им в области рассмотрения и описания почв России были некорректны, так как сбором и транспортировкой образцов почв занимались неквалифицированные люди, судившие о наличии чернозёма в почве ее темным цветом. В 1876 году Императорское вольное экономическое общество пригласило Докучаева к работе по углублённому изучению чернозёма, поэтому с 1877 по 1881 года Василий Васильевич совершил поездки по чернозёмной зоне Европейской России. Так же причинами экспедиций были учащающиеся засухи в центре России, вызывавшие огромные народные бедствия. В этих экспедициях проводились не только описания почвенных разрезов и геологических обнаружений, но и лабораторные анализы образцов, позволившие дать максимально подробную информацию о механическом и гранулометрическом составе чернозёмных почв [2]. Василий Васильевич за всё своё время деятельности смог изучить множество аспектов генезиса чернозёма, а именно:

1- Детально рассмотрел область распространения, способ происхождения, химический состав чернозёма в сочинении «Русский чернозём» (1883)

2- Показал, что чернозёмы возникли под влиянием степной растительности на тех местах, где они находятся и в нынешнее время.

3- Доказал, что климат оказывает огромное влияние на характер и географическое распределение чернозёмных почв.

Современные же исследования Чернозема направлены на изучение органических веществ, содержащихся в нем; физического состояния почвы при использовании ее для С/Х нужд; оценка изменений морфологических признаков и морфологических качеств почвы.

Так же хотелось бы упомянуть такого знаменитого учёного как Добровольского Глеба Всеволодовича. Он внёс неоценимый вклад в основание и развитие такой науки как почвоведение. Всю свою жизнь ученый-почвовед положил на признание обществом почвоведения как самостоятельный раздел естествоведения и за бережное отношение к почве и использование её ресурсов. Огромное количество времени проводил за выступлениями в Думе, требовал выхода федерального закона " об охране окружающей среды "[1]. В своей книге "география почв с основами почвоведения" рассуждал о важнейшем определении "плодородие" - Добровольский считал, что это " способность почвы обеспечивать нормальный рост и развитие естественных и культурных растений"[1]. Складывается плодородие в процессе множества факторов почвообразования. Почва для Глеба Всеволодовича являлась ключевым компонентом наземных экосистем. В своей книге он также описал все характеристики распространенных типов почв: арктических, тундровых, таёжно-лесных и тропических ландшафтов, смешанных и лиственных лесов, луговых, степных, пустынных степей. Однако

по мнению почвоведов самым интересным и важным типом почв является чернозем – это национальное богатство, показывающее уровень развития земледелия, это эталон почвенного плодородия. Добровольский отстаивал бережное отношение к Русскому чернозёму.

В советское время изучению чернозёмов уделялось большое внимание. Над этим работали целые институты и научные центры. Такие как:

1) научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Чернозёмной полосы имени В. В. Докучаева

2) Центрально-Чернозёмный заповедник. Создан в 1935 году для изучения курского чернозёма, который считается эталоном этой почвы.

3) ФГУ ГС Агротехнической службы «Тувинская». Здесь определяли основные химические и физико-химические показатели в почвенных образцах.

В 1977 году в «Классификации и диагностике почв СССР» было выделено пять подтипов чернозёмов: оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные.

В настоящее время в России изучают вопрос создания «искусственного чернозёма». По мнению учёных, такая почва поможет восстановить сельскохозяйственные земли в Сибири, Центральной России, на Северо-Западе страны, а также на Дальнем Востоке и в Поволжье. Исследуются возможности и пути создания «искусственного чернозёма» разными компаниями и учёными, но пока это происходит на фрагментарном уровне, без общей системы для всей страны. Возможно, наши в будущем наши ученые смогут создать эту альтернативу современному чернозёму, который если не превзойдет, то будет схож по характеристикам с нынешними его подтипами.

Также актуальны исследования, направленные на познание процессов естественной и антропогенной трансформации чернозёмов. Это позволит спрогнозировать будущее развитие не только чернозёмов, но и биосферы в целом.

#### **Дегградация черноземных почв:**

Одной из главных проблем современного сельского хозяйства является дегградация почв, подразумевающая под собой утрату почвой ее свойств и качеств, по сравнению с её оптимальными показателями в худшую сторону. Причины дегградации почв: они могут быть как естественные - природные (например, землетрясения, наводнения, извержения вулканов), так и антропогенные - вызванные хозяйственной деятельностью человека (например, нерациональная распашка земель, чрезмерное или неправильное применение пестицидов и химических удобрений, вырубка леса и лесополос [3]. В прошлом причинами дегградации почвы являлись преимущественно естественные факторы, однако в современное время она достигла катастрофических масштабов. Более половины С/Х угодий можно называть частично дегградированными, поэтому современные почвоведы вынуждены предпринимать действия для защиты почв от потери ее свойств [3].

### **Методы борьбы с деградацией почв:**

1: Контроль вредоносных выбросов в атмосферу (Предприятиям необходимо следить за уровнем выбросов и вводить инновационные системы фильтрации и утилизации отходов).

2: Обеззараживание сточных вод (Загрязненную химикатами воду очищают специальными методами, а именно химическими, физиологическими и биологическими способами).

3: Экологическое С/Х производство (Для уменьшения загрязнений и деградации почв снижают количество химических удобрений, применяют органические натуральные удобрения и природные методы борьбы с вредителями).

### **Системы земледелия почв:**

Существует несколько видов систем земледелия, однако по-настоящему эффективными из них являются единицы. Помимо эффективности системы современные агрономы рассматривают и её экологичность. Виды систем земледелия на чернозёмах:

1 - Севооборот: Суть этого метода заключается в чередовании выращивания различных С/Х культур и пара на одном участке земли. Зачастую севооборот представляет собой выращивание в течении одного года, сначала яровых культур, затем озимых, и после этого пар. Этот цикл повторяется снова и снова, способствуя возобновлению питательных веществ и азота.

2 - Наутил (No-Till): Этот метод подразумевает под собой сведение грубой обработки почвы к минимуму. Вместо этого её поверхность устилается специально измельченными остатками растений - мульчей. Эта система эффективно задерживает влагу и подходит для засушливых местностей, а также на полях, расположенных на склонах. Помимо того, эта система сводит к минимуму давление на почву тяжёлой С/Х техникой и замедляет эрозию почвы [3].

3 - Традиционная система земледелия: Эта система земледелия представляет собой примитивную форму сельского хозяйства, целью которой является увеличение урожайности. Высокий уровень урожайности зачастую достигается, благодаря применению большого количества ядохимикатов, регуляторов роста и пестицидов.

элементы традиционного земледелия:

А - Интенсивное воздействие на почву:

Глубокое перепахивание и рыхление, ухудшающее качество почвы.

Б - Применение бобовых культур:

Это необходимо для закрепления атмосферного азота.

В - Применение органических удобрений:

Компост, навоз, перегной и так далее.

**Заключение:**

Главной проблемой в области сельского хозяйства на данный момент является деградация чернозёма, ведь ещё при самом начале изучения, многие учёные отмечали важность этого типа почвы, ввиду его высокого плодородия. Деградация чернозема — это серьезная проблема, которая может привести к ухудшению сельскохозяйственных условий и нарушению экосистем. В современное время за счёт антропогенных факторов это значение колоссально выросло, поэтому современные почвоведы предпринимают и разрабатывают методы борьбы с деградацией не только чернозёма, но и всей почвы в целом. Комплексный подход к решению проблемы деградации чернозема и других, который включает как практические агрономические методы, так и государственную поддержку, может существенно замедлить и даже остановить деградацию этих ценных почв.

### **Список литературы:**

1. Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. - 460 с. - (Классический университетский учебник). ISBN 5-211-04481-9 (Издательство МГУ) ISBN 5-9532-0254-7 (Издательство «КолосС»)
2. Докучаев, Василий Васильевич (1846-1903). Избранные сочинения в трех томах [Текст] / В. В. Докучаев. - Москва : Сельхозгиз, 1948 - 1949.-Т. 1 : Русский чернозём / [отв. ред. Т.А. Коваль. В томе также: В.Р. Вильямс "Значение трудов В.В. Докучаева в развитии почвоведения", с.12-20]. - 1948. - 480 с., 3 л.ил., вкл. карта : ил.
3. Куликова Н. А., Басевич В. Ф. Плодородие почвы // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал – URL: <https://bigenc.ru/c/plodorodie-pochvy-f402ef/?v=9758694>.
4. Ломоносов М. В. О слоях земных и другие работы по геологии / С предисл. [с. 3-14] и поясн. проф. Г.Г. Леммлейна. - Москва ; Ленинград: Изд-во и 1-я тип. Госгеолыздата в М., 1949. - 212 с., 1 л. портр.

### **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ**

*Колесник Анна Николаевна, аспирантка 2 года обучения Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*Горбулько Владислав Александрович, студент 3 курса обучения Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с-х.н. доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация:* в статье представлены основные этапы развития почвоведения и открытия, предшествующие становлению почвоведения как самостоятельной науки. Описаны крупные исследования в области почвоведения учеными разных эпох и стран, с древних цивилизаций до наших дней.

*Ключевые слова:* почвоведение, история почвоведения, плодородие почв, почвенные исследования.

Современный исследователь имеет доступ к обширной базе данных и практически любой информации в формате реального времени. Таких возможностей не было ни у одного из ученых прошлых лет. Такие технологические открытия не только открывают новые и разнообразные источники знаний, но и осложняют процесс обучения и исследования. Сложность заключается в многообразии источников, отсутствии четкой упорядоченности и последовательности поступающей информации.

Для объективной и максимально продуктивной исследовательской деятельности важно понимать структуру и принцип всех процессов, свойств и режимов объекта изучения. Так, для почвоведца необходимо понимать и знать историю почвоведения для структурного и упорядоченного знания о науке в целом, потому что данная наука затрагивает аспекты многих смежных наук, таких как химия, физика, география, биология и другие.

В данной статье за основу взяты периоды истории почвоведения, выделенные Крупениковым И.А.[2], которые помогут увидеть полную последовательность учений и открытий в почвоведении:

1 – первый период развития начинается с конца эпохи неолита - начала бронзового века. Территория современной восточной Европы в эпоху неолита была эпицентром зарождения древнего земледелия, в этих местах проживали земледельческие племена, возделывающие пшеницу, ячмень и бобовые, для обработки почвы использовались роговые и каменные мотыги, сбор урожая проводили роговым серпом с кремниевым вкладышем [3,5].

2 – временной промежуток от 5 века до нашей эры - начало нашей эры. Формирование технологий орошения, борьбы с засолением, первый кадастровый учет земель, этими знаниями обладали жители Месопотамии, Египта, Китая Мезоамерики и Индостана. Исследования о сельском хозяйстве с междуречье Тигра и Евфрата также подтверждают наличие у шумеров технологий по возделыванию различных культур, например, ячменя, пшеницы и риса. Оросительные мероприятия и почвенное окультуривание у народа Месопотамии доказываются, бесспорно [3,5].

3 – 4 в до н.э. - 4 в н.э.. Упорядочивание фактов и знаний о почвах и их свойствах Феофрастом, Катонем и Плинием, самые первые попытки классификации почв Колумеллой, первые системы применения удобрений Варроном, очертания географии почв Геродота и Страбона [3,5].

Представления греков о строении почвы были приближены к действительным, они считали почву сложной слоистой системой с глуболежащими пластами. Строение профиля почвы, по их мнению, было следующим: верхний пахотный слой, нижний «мелкий слой, питающий корни хлебных злаков и трав», ниже следует слой, питающий корни деревьев. Эллины считали, что чем больше прослойка, тем выше будет урожай. Сами «прослойки» по их представлениям состояли из четырех первоисточников почвы (учение Эмпедокла): огонь, вода, воздух и земные соки [3,5].

4 – 6-16 вв. н.э.. Развитие кадастровых процессов, феодальные описи земель в качестве привилегированных, китайские кадастры, Византийские гидропонные установки, учетные земельные книги Литвы, Украины, стран Западной Европы и «Писцовые книги» в России (например, Писцовые книги Тульской губернии, Новгородской губернии, Московского государства и т.д.). В писцовой книге Московского государства выделяли пашни «средние», «худые», пустоши и лесные заросли. В Византии в этот период было много технологических установок для улучшения плодородия почв. Так, например, известно об ирригационных постройках, системах орошения. Также, плодороды Византии выводили новые сорта садовых культур [3,5].

5 – 15-17 вв.. Эпоха возрождения. Появились агрономические трактаты Альберта Великого и Петра Кресценция, документально описанные взгляды о почвах знаменитого Авиценны (Абу Ибн Сина) [3,5].

Среди исследований великого Леонардо ди сер Пьеро да Винчи (15 апреля 1452 – 2 мая 1519 г.), известного под именем Леонардо да Винчи (на русском языке это означает Леонардо из городка Винчи), искусного художника, писателя, ученого изобретателя и музыканта, есть интересный трактат «О перегное». В данном труде ученый приводит пример «доказательства роста Земли». Леонардо опережая своих современников, довольно точно и верно описывает малый биологический круговорот веществ и возможно проводит первый опыт почвообразовательного процесса. В своем эксперименте Леонардо да Винчи использует керамический сосуд с «чистой землей» и спустя несколько периодов вегетации растений отмечает прирост массы почвы за счет отмирания растений и переход их в тело почвы путем разложения [1,2,3].

6 – 17-18 вв.. Становление современных теорий о почвенном плодородии, ученые начали связывать свойства почв с горными породами, также появились теории о почве как источнике питания растений, ранее, она считалась «опорой». Представители: М.В. Ломоносов, шведский ученый Юхан Готтшальк Валлериус, Фрэнсис Бэкон. Отдельно хочу описать деятельность Михаила Васильевича Ломоносова (1711-1765 гг.) великого ученого. В основном результаты его изучения почвы изложены в книге «О слоях земных». В данном трактате описано строение земной коры, почву он описывал как верхний тонкий слой. Михаил Васильевич исследовал процесс почвообразования, и происхождение почв в целом, в частности происхождение черноземов Русской равнины. По его мнению,



черноземы формировались под влиянием отмирания растений и животных с течением времени [3,4].

Многие историки, изучающие почвоведение, считают Михаила Васильевича Ломоносова первым почвоведом не только в России, он и первым почвоведом в мире [3,4].

7 –конец 18- 19 вв.. Эпоха велики открытий, таких как закон минимума Юстуса фон Либиха, также известный как «бочка Либиха» (1840 год), почвенные и агрогеологические карты Станислава Сташица, Петра Львовича Гроссула-Толстого, Константина Степановича Веселовского, Эдварда Лоренца. В этот период появился трактат о плодородии, сформулированный Карлом Марксом и Фридрихом Энгельсом. Василий Михайлович Севергин (знаменитый русский химик, геолог, особый интерес проявлял к минералогии), был среди основоположников и организаторов Санкт-Петербургского минералогического общества и создал первую Химическую номенклатуру и словарь химических терминов на русском языке, в его честь назван минерал – севергинит, разновидность манганаксинита [3,5].

8 – 19 в. Становление почвоведения как самостоятельной науки. Данная эпоха пестра такими учеными как Докучаев, Сибирцев, Костычев, Вильямс, Гильгард, Раманн, Трейтц, Мургочь, Бейеринк, Виноградский, Омелянский. В этот период сформировались понятия что почва - самостоятельное тело природы, а плодородие – ее определяющее качество. Данный период я хочу описать более подробно, так как я считаю, что благодаря ученым упомянутым выше сформировался основной костяк современного почвоведения, зародились общепринятые понятия и законы в данной науке, которые не потеряли своей актуальности и по сей день [3,5].

П.А. Костычев и В.В. Докучаев два выдающихся ученых, которые на протяжении многих лет взаимодействовали друг с другом, проводили множество исследований и горячо дискутировали по вопросам почвоведения, в результате которых были сформированы основы данной науки.

Основоположником, «отцом» и основателем почвоведения все без исключения считают Василия Васильевича Докучаева. Дал определение почвы как результат взаимодействия всех компонентов природы. Первый определил, что образование основных типов почв подчиняется законам широтной и высотной зональности, выделил важность режимов почв, дал русские названия основным типам почв, создал генетическую классификацию почв, определил причины деградации и сформулировал приемы по защите почв и многое другое [3,5].

Василий Васильевич дал следующее определение почве - «Почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых».

П.А. Костычев уделял особо внимание роли эдафону, растительности и биологическому режиму в почвах. Даже описывая термин почва, Павел

Алексеевич говорил, что почва – верхний слой земной поверхности, до глубины распространения растительных корней. Также П.А. Костычев подробно исследовал почвенное плодородие и факторы на него влияющие. Одним из основных факторов плодородия он считал влажность [3,5].

Вильямс Василий Робертович – особый интерес проявлял к биологическому почвообразовательному процессу, даже считал, что есть единый почвообразовательный процесс. Также Василий Робертович сформировал теорию дернового процесса, открыл термины малого и большого биологического круговорота веществ, уделял внимание и один из первых выделил роль человека в почвообразовании. В.Р. Вильямс был ярким представителем своего времени, у него были и последователи, и критики, но мало кого он оставлял равнодушным. Изучая литературные данные, очерки, статьи и публикации, связанные с Василием Робертовичем я нашла очень много мнений о том, что Вильямс был очень страстным во время обсуждений своих теорий. Он был безусловно уверен в своих идеях и очень ярко их отстаивал. Так и было с темой единой почвообразовательного процесса. Василий Робертович и его последователи считали, что существует один основной почвообразовательный процесс – биологический. Данная его идея состояла в том в почве и в ее формировании самое главное и свойствоопределяющее это синтез и разложение органического вещества, в результате чего в почве формируется особое свойство – плодородие

Сибирцев Николай Михайлович – великий ученый, последователь Докучаева. Написал огромное количество работ по почвоведению, уточнил классификацию почв, создал серию энциклопедических монографий по курсу почвоведение, последний том данной серии вышел в печать после его смерти. Один из самых знаменитых его трудов — это книга «Об основаниях генетической классификации почв» 1895 года [3,5].

Виноградский Сергей Николаевич - заслуженно считается основателем почвенной микробиологии и экологической микробиологии. Открыл хемосинтез – отличный от фотосинтеза способ жизни микроорганизмов. Автор теории-закона элективности объясняющий широкое разнообразие микроорганизмов выделяющимся физиологическим группам. Сформулировал концепцию о циклах углерода, азота и серы, катализируемыми микроорганизмами, данная концепция имеет особо важную роль в круговороте веществ Земли и взаимодействии всех сфер планеты [3,5].

Омелянский Василий Леонидович – великий микробиолог, последователь учений С.Н. Виноградского, исследовал круговорот азота, стал автором методов и приемов по культивации и выделения нитрифицирующих бактерий. Доказал, что бактерии способны выделять метан из этилового спирта.

9 – следующий этап развития — это принятие лидирующим докучаевское учение. В данное время выделяются ответвления почвоведения: география почв, физика почв, химия почв и т.д. Были созданы почвенные карты мира, например,

карта Константина Дмитриевича Глинки, произошли открытия в области поглотительной способности почв. Гедройц Константин Каэтанович развиваясь в коллоидной химии почв пришел к открытию почвенно-поглощающего комплекса. Благодаря Константину Каэтановичу почвы стали разделять на насыщенные и ненасыщенные основания. К.К. Гедройц определил причину солонцеватости почв, выяснил что основные свойства солонца определяются содержанием в ППК натрия, объяснил развитие засоленных почв по стадиям, таким как солончак, солонец и солодь [3].

10 – открытия и исследования почвоведения в настоящее время. Формирование современного конструктивного почвоведения, исследование почвы с помощью новых методов, приемов, рассмотрение вопросов в науке во взаимодействии с другими науками. Формирование новых международных классификаций и мировых почвенных карт, точное картирование с помощью новейших технологий, моделирование почвенных процессов. И все это только общие фразы о современном почвоведении, если рассматривать каждый вопрос, исследуемый в современном почвоведении, то откроется много важного, интересного, сложного и удивительного [3].

### **Список литературы**

1. Арешин, А. В. Кафедра геологии РГАУ-МСХА: история становления и развития / А. В. Арешин, О. Е. Ефимов, В. Д. Наумов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 148-172. – DOI 10.26897/0021-342X-2022-3-148-172. – EDN DHFHRT.
2. Винчи, Леонардо да - Избранные естественнонаучные произведения / Ред., пер., статья и комментарии В. П. Зубова. - Москва: Изд-во Акад. Наук СССР, 1955. - 1028 с
3. Крупеников И. А. История почвоведения (от времени его зарождения до наших дней). — М.: «Наука», 1981. — 327 с.
4. Ломоносов М.В. О слоях земных. - Москва-Ленинград: Гостеолиздат, 1949 г. - 213 с.
5. Материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения». Пушино: Товарищество науч. изд. КМК, 2017. 352 с

### **ЗАРОЖДЕНИЕ ЗНАНИЙ О ПОЧВАХ**

*Крылова Полина Сергеевна, магистр 2 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*Артемов Никита Андреевич, магистр 2 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*Стрекалкин Антон Андреевич, магистр 2 курса кафедры строительные конструкции ФГБОУ ВО ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО -МСХА имени К.А. Тимирязева, efimov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: В данной статье рассмотрен вопрос зарождения, развития и становления науки о почвах с древних времен до настоящего времени.*

*Ключевые слова: почва, наука о почвах, почвоведение, история развития, В.В. Докучаев.*

Почва является важнейшим объектом изучения уже многие тысячелетия. Знания о почвах уходят глубоко в древность и связаны прежде всего с развитием земледелия.

Накопление эмпирических знаний о почве началось с мезолита. Археологические данные свидетельствуют, что первые сведения о почве и ее использования дошли к нам еще со времен первобытного общества (примерно 10 тыс. лет назад) [1], а первые попытки классифицировать почвы были предприняты в Китае около 4000 лет назад [5].

Изучение ее свойств и процессов, происходящих в ней, имеет долгую историю, которая началась с наблюдений древних людей и постепенно переросших в науку о почвах – почвоведение.

С чего начались первые представления о почвах? Первоначально выдвигается несколько основных версий:

- мифологическое представление - в древних культурах почва часто ассоциировалась с богами, духами, предками. Например, в Древнем Египте считалось, что почва – это плоть бога Осириса, а в Древней Греции – символ плодородия богини Деметры.

- практическое наблюдение - уже в глубокой древности люди понимали, что почва – это основа земледелия. Они наблюдали за различиями в плодородии почв, применяли различные методы обработки земли, использовали органические удобрения [2].

Первое систематизирование знаний о почвах началось еще античными философами такими как: Колумелла, Теофраст, Плиний Старший, Лукреция Кара, Теофраст предпринял первые попытки классифицировать почвы по их внешним виду и свойствам [2].

Далее развитие науки о почве началось в Средние века. В данный период почвы в основном рассматривали с точки зрения сельского хозяйства. Крестьяне накапливали опыт, связанный с земледелием, систематического изучения почв не проводилось.

Большой расцвет почвоведения начался в тот период, когда к изучению почвы стали применять научные методы. Например, в 18 веке с развитием химии начали возникать и выдвигаться первые теории о составе почвы. Антуан Лавуазье начал изучать влияние минералов и органических веществ на свойства почвы и как следствие на качество урожая.

В XVII-XIX веках стали выдвигаться различные теории почвенного питания растений, например, в 1629 году ученым Я. Ван Гельмот (1579 – 1644) была выдвинута теория водного питания растений, в 1761 г. – Ю. Ваддериусом и А. Тэери теория гумусного питания, 1840 г. – Ю. Либих (1803 – 1873) представил теорию минерального питания. В 1763 году Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765) в научной работе «О слоях земных» описал идею о верхнем почвенном слое Земли и перегнойном происхождение «чернозема» [2].

XIX век является наиболее важным и основным в развитии учений о почвах и становление науки «почвоведение». В нашей стране и во всем мире почвоведение тесно связано с именем русского ученого Василия Васильевича Докучаева (1846-1903), так как именно он в своей научной работе доказал, что почва – это не механическая смесь различных химических соединений и минералов, а самостоятельное природное тело, образовавшееся в результате совокупной деятельности пяти факторов почвообразования: материнской породы, растительных и животных организмов, климата, рельефа местности и других факторов. Роль В.В. Докучаева в становлении науки «почвоведения» достаточно велика, он также разработал учение о природных и почвенных зонах, о факторах почвообразования, о классификации почв, установил принцип строения почвенного профиля, закон горизонтальной зональности и высотной поясности почв, разработал новые методы исследования почв и основы их картографии. Тем самым Докучаев заложил создание подлинной науки о почве – генетического почвоведения [3, 4].

Важный вклад в развитии «почвоведения» внесли и ученики В.В. Докучаева:

- Н.М. Сибирцев (1860-1900) – является автором первого учебника по почвоведению;
- Г.Н. Высоцкий (1865-1940) – создатель учения о типах водного режима почв;
- П.А. Костычев (1845-1895) – заложил научные основы агрономического почвоведения;
- В.Р. Вильямс (1863-1939) – автор учения о едином почвообразовательном процессе, исследовал гумус почв и почвенное плодородие [2].

В 20 веке почвоведение стало самостоятельной наукой. Были разработаны методы анализа почвы, классификация почв, изучены процессы почвообразования, разработаны методы повышения плодородия почв.

Почвоведение в современном мире. В настоящее время почвоведение является междисциплинарной наукой, которая тесно связана с геологией, химией, биологией, агрономией, физикой.

Определение почвы на данный момент объединяет в себе два подхода генетический и агрономический и сформулировано следующим образом: «почва – сложная полифункциональная и поликомпонентная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени и обладающая плодородием» [3].

Сегодня знания о почвах продолжают развиваться, охватывая при этом экологию, устойчивое земледелие и охрану окружающей среды. Современные технологии, методы анализа и оборудование позволяют по-новому переосмыслить и понять сложные процессы, которые происходят в почве.

### **Список литературы**

1. Аношко В.С. История и методология почвоведения: учебное пособие. Изд. «Высшая школа», 2013. 269 с.
2. Жане С.Р., Мельник О.М. К вопросу об истории становления и развития почвоведения в России // Всероссийский сборник научных трудов. Том Выпуск 25. 2019. С. 73-77.
3. Мамонтов В.Г. Общее почвоведение: учебник. Изд. «КноРус», 2023. 552 с.
4. Наумов В.Д. География почв. Почвы России. Часть 1: учебник. Текст электронный, 2022. 208 с.
5. Янькова Ю.Б. Этапы развития отечественного почвоведения: реф. аспирант, 2015. 21 с.

### **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИТОЛИТОВ ПОЧВ**

*Лепяева Мария Евгеньевна, студентка 3 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [m.lepaeva@mail.ru](mailto:m.lepaeva@mail.ru)*

*Верига Мария Сергеевна, студентка 3 курса Института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [fedotova.m4shka@yandex.ru](mailto:fedotova.m4shka@yandex.ru)*

*(Научный руководитель – Шмакова Кристина Алексеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)*

*Аннотация: Вопрос изучения фитоцитов в почвах долгое время оставался спорным, однако последние исследования показали, что эти компоненты могут ярко демонстрировать генезис почв с точки зрения произрастания растительных формаций, под которыми формировались различные типы почв.*

*Данная работа является теоретическим обзором результатов немногочисленных исследований по данному вопросу от истоков до современности.*

*Ключевые слова:* фитоциты, почвова, генезис почв, биоминерализация

Фитоциты — это специфические кремневые частицы, образующиеся в растениях в результате биоминерализации. [5]

Представители практически всех групп живых организмов могут быть подвержены процессу биоминерализации. Наиболее часто растения и животные накапливают кальцит, арагонит, апатит и кремниевый опал. [4]

В почвах аморфный кремнезем образуется в процессе выветривания и почвообразования. Помимо хемогенных форм он может присутствовать в почвах и в виде опаловых фитоцитов биогенных форм аморфного кремнезема. Фитоциты поступают в почвы из растений, в которых они формируются в результате окремнения клеточных стенок, внутриклеточного содержимого и различных участков растительных тканей. Фитоцитные тела специфической формы и/или морфологии поверхности имеют диагностическое значение и могут служить в фитоцитном анализе как для идентификации отдельных растений и фитоценозов, так и для характеристики эволюции локальных растительных сообществ при смене внешних условий. [6]

Фитоциты формируются в эпидермальных клетках в результате накопления в них аморфного кремнезема, поглощенного растением из почвы. Формы фитоцитов злаков в большинстве случаев обусловлены формой вмещающих их клеток и характеризуются большим разнообразием. В злаках фитоциты разных форм присутствуют в различных соотношениях и сочетаниях. [2]

Так, например, фитоциты у злаков, растущих в лесах, и у злаков из степей имеют различные морфологические особенности, что позволяет использовать их для воссоздания динамики лесной и степной растительности в прошлом. [3]

Важной особенностью фитоцитов являются их ограниченные способности к переносу вследствие своей большей плотности, чем органическое вещество, что является очень важным фактором при воссоздании истории образования той или иной почвы или лёссов, формирование которых обусловлено многими факторами. [3]

### **История изучения фитоцитов в почвоведении**

Первое открытие фитоцитов было сделано, когда Чарльз Дарвин в 1833 г собрал мелкую пыль с корабля, во время стоянки у Кабо-Верде в Атлантическом океане и отослал образцы своему немецкому коллеге К. Г. Эренбергу. [4]

Первые упоминания о фитоцитах (ранее – фитоцитариях) встречаются в многочисленных работах Христиана Готфрида Эренберга, который не только собрал первую базу данных разнообразия форм фитоцитов различных растений,

но и создал первую классификацию фитоцитов, а также широко использовал этот метод для решения многих вопросов генезиса геологических объектов. [1]

Фитоцитология, как самостоятельное направление исследований, стала развиваться в России с середины XIX века. Именно у нас этот метод был впервые применен для объяснения генезиса почв, т.е. использован в почвоведении. [1]

В мае 1864 г. на заседаниях Физико-математического отделения Академии наук Ф. И. Рупрехт изложил свою гипотезу о происхождении чернозема. За основу гипотезы он так же взял результаты фитоцитного анализа. Но, в отличие от Х.Г. Эренберга и Э.И. Эйхвальда, Ф.И. Рупрехт исследовал фитоциты не только в почвах, но и непосредственно в степных злаках, растущих на черноземах. [1]

Большое значение для представления о роли фитоцитов в почвах имели исследования советских почвоведов по биологическому накоплению кремнекислоты в почвах. Было сформировано положение о накоплении опаловых образований растительного происхождения во всех типах почв, хотя изначально они были установлены в солодах. И.В. Тюрин первым высказал предположение о том, что фитоциты могут быть характерны для всех типов почв. [4]

Основоположниками направления микроморфологии являются Е.И. Парфенова и Е.А. Ярилова во всех своих статьях и монографиях большое место уделяли фитоцитам. В частности, они, развивая подход Рупрехта, изучали фитоциты как в почвах, так и в растениях, растущих сверху. Например, ими были выделены и описаны как кубические отдельные фитоциты игл хвойных. Именно работы Парфеновой повлияли на Ф. Смитсона из Англии заняться изучением фитоцитов в английских почвах, о чем он и пишет в своей статье. [1]

При изучении микроморфологии и минералогии почв был установлен аккумулятивный характер распределения фитоцитов. Так, Е.А. Ярилова в работе по микроморфологии почв Ергенинской возвышенности учитывала количество фитоцитов. В.Д. Тонконовым с соавторами при изучении пылеватой фракции дерново-подзолистой почвы отмечены фитоциты в верхних горизонтах. Начиная с 1973 г. почвенно-фитоцитные методы были введены в практику исследования различных географических регионов и территорий. [4]

Генетически важные выводы были сделаны Л.Е. Новороссовой для подзолистых почв. На основе количественного распределения фитоцитов по профилю почвы, она определила, что в элювиальных горизонтах всегда наблюдается максимальное количество этих частиц, что связано с утяжелением гранулометрического состава в нижележащем иллювиальном горизонте. Фитоциты, наравне с другими пылевыми частицами, мигрируют вниз с почвенными растворами и абсолютно накапливаются на границе горизонтов. Ею был сделан вывод о том, что увеличение валового кремнезема в элювиальных горизонтах имеет не только остаточный, но и аккумулятивный генезис. [1]

Появление электронных сканирующих микроскопов вновь привлекло внимание к фитоцитам. В монографии Г.В. Добровольского и С.А. Шобы



приводится краткий обзор известных на тот момент данных по фитолидным работам в мире, а также приводятся собственные результаты фитолидного анализа дерново-подзолистых почв Ленинградской и Томской областей и серой лесной почвы Калужской области, приведены фотографии наиболее типичных морфотипов для каждой из почв. [1]

В 80-е годы XX века в нашей стране стало развиваться палеоэкологическое направление фитолинологии. Фундаментальные работы Н.К. Киселевой не потеряли своей актуальности и значимости и в настоящее время. Их можно рассматривать не только как источник важных палеоэкологических выводов для степных экосистем, но и как образец тщательнейшего и детальнейшего проведения самого исследования. [1]

В 1987 году на факультете почвоведения МГУ Гольева А.А. защитила свою кандидатскую диссертацию, где особое внимание было уделено почвам подзолистого типа, а также было положено начало атласу форм фитолидов умеренного пояса Европейской части России. Позднее была опубликована монография, где были рассмотрены формы фитолидов диких и культурных растений, формирующихся в условиях умеренного климата. [1]

В 1994 году Гольевой А.А. впервые в России был применен фитолидный анализ при работе с на археологических объектах.

В 1995 году Е.К. Боброва защитила кандидатскую диссертацию на факультете почвоведения МГУ, в ней был составлен атлас кремниевых фитолидов 65 видов злаков и осок, а также установлена корреляция между содержанием гумуса и фитолидов в гумусово-аккумулятивных горизонтах автоморфных почв. [1]

Научный прогресс не стоит на месте, появление современного оборудования и разработка уникальных методик является необходимым этапом в развитии любой отрасли. Многие теории и гипотезы в почвоведении подвергаются сомнениям и требуют более тщательного изучения. Активная работа над фитолидным составом почв может дать ответы на многие вопросы, интересующие ученых. В связи с этим необходимо проводить обучение молодых специалистов по работе с фитолитами почв, организовывать тематические конференции, круглые столы и семинары.

### **Список литературы**

1. Гольева, А. А. История фитолидного анализа в России (от истоков к XXI веку) // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2016. Т. 7, № 1. С. 63-67.
2. Киселева Н.К., Князев А.В. Опыт применения фитолидного анализа для выявления географической и вековой изменчивости питания животных // Проблемы изучения современных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. С.29–63
3. Мырлян Н., Медяник С. Использование фитолидов для палеореконструкций: определение, методы химической обработки и

морфологическое разнообразие // *Buletinul Institutului de Geologie si seismologie al ASM*. 2008. № 2. P. 39–47.

4. Соломонова, М. Ю. Фитолитные спектры фитоценозов Северной Кулунды и изменения растительности во второй половине голоцена: дис. ... канд. биолог. наук: 03.02.01: Томск, 2018. 209 с.

5. Сперанская, Н. Ю. Обзор фитолитов некоторых видов диких и культурных злаков / Н. Ю. Сперанская, М. Ю. Соломонова // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. 2016. № 15. С. 162-166.

6. Фитолиты в луговых почвах Среднеамурской низменности / А. А. Гольева [и др.] // *Тихоокеанская геология*. 2014. Т. 33, № 5. С. 101-109.

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НАУК О ЗЕМЛЕ НА ПРИМЕРЕ ЖУРНАЛА БЮЛЛЕТЕНЬ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА**

*Прохоров Александр Анатольевич, студент 2 – го курса Южно-Уральского государственного университета, кафедры медиа и социально-гуманитарных наук*

*Аннотация: на примере 200 работ, опубликованных в период 2018-2024 годов в журнале «Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева проведен анализ основных направлений исследований. Установлено, что основные направления исследований, представленные в журнале за последние 6 лет, сосредоточены на изучении свойств почв, их изменениях под влиянием различных факторов и оценке экологических последствий антропогенной деятельности. Также активно исследуются новые агротехнологии, вопросы загрязнения почв и их восстановления, а также использование моделирования для прогнозирования изменений в почвенной среде.*

### **Введение**

Научный журнал «Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева» является важным источником информации в области почвоведения и агроэкологии, публикуя результаты исследований, направленных на понимание процессов, происходящих в почвах, а также методов их рационального использования и охраны. На страницах журнала регулярно появляются работы, которые охватывают широкий спектр вопросов, начиная от фундаментальных исследований почвенных процессов и заканчивая практическими аспектами агрономии и экологии.

### **Объекты и методы**

В рамках исследования, на примере 200 работ, опубликованных в период 2018-2024 годов произведен анализ основных направлений в области наук о земле. Проведен анализ частоты встречаемости тем по различным категориями исследованиям.

## **Обсуждение**

В рамках проведения анализа все направления исследований были разбиты на ключевые категории и проанализированы частоты их появления.

### *Основные направления исследований* *Почвенные процессы и свойства почв*

Исследования, связанные с различными физико-химическими характеристиками почв, их трансформацией и влиянием внешних факторов: Агрегатная структура, плотность, теплопроводность и пористость почв. Влияние загрязнителей, таких как тяжелые металлы, радиоактивные вещества, и их перераспределение в почвенном профиле. Эрозия почв, деградация и восстановление, включая факторы устойчивости к загрязнению. Примеры наименований статей: "Агрегатная структура агросерых почв", "Теплопроводность городских почв", "Изменение поглотительной способности почв деградированных агроэкосистем".

### *Влияние агротехнологий и удобрений*

Влияние применения различных типов удобрений (минеральных, органических, биопрепаратов) и технологий возделывания на свойства почвы, продуктивность сельскохозяйственных культур и экологическое состояние почв: Применение биопрепаратов, компостов, куриного помета. Влияние биоугля и инновационных технологий на улучшение почвенного состояния. Примеры наименований статей: "Эффективность азотных удобрений и биопрепаратов", "Куриный помет как органическое удобрение", "Влияние внесения биоугля на тепловые свойства почвы".

### *Загрязнение почв и экологическая устойчивость*

Оценка степени загрязнения почв промышленными и сельскохозяйственными отходами, а также последствия загрязнения для экологии и здоровья человека: Исследование содержания тяжелых металлов (свинец, медь, цинк) и радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ) в почвах. Влияние нефтедобывающих регионов на состояние почв и экосистем. Примеры наименований статей: "Оценка загрязнения почв Улан-Удэ полициклическими углеводородами", "Поведение  $^{137}\text{Cs}$  в системе почва-растение".

### *Климатические изменения и их влияние на почвы*

Влияние изменений климата и экстренных погодных условий, таких как лесные пожары и гидрологические изменения, на трансформацию почв: Влияние крупных лесных пожаров на почвенные характеристики. Влияние изменений температуры и влагообеспечения на динамику органического углерода и питательных веществ в почвах. Примеры наименований статей: "Влияние крупных лесных пожаров на почвы", "Вынос углерода из торфяных почв Сибири".

### *Моделирование и дистанционные методы исследования*

Применение математических моделей и дистанционного зондирования для оценки почвенных характеристик и прогнозирования их изменений: Использование модели SWAT и других моделирующих подходов для анализа водного режима почв. Применение спутниковых данных для оценки агрономически важных свойств почв. Примеры наименований статей: "Использование модели SWAT для характеристики водного режима", "Спутниковая оценка агрономических свойств почв".

На рисунке – 1 представлена частота встречаемости (%) категорий в соответствии с работами, опубликованными за последние 6 лет.

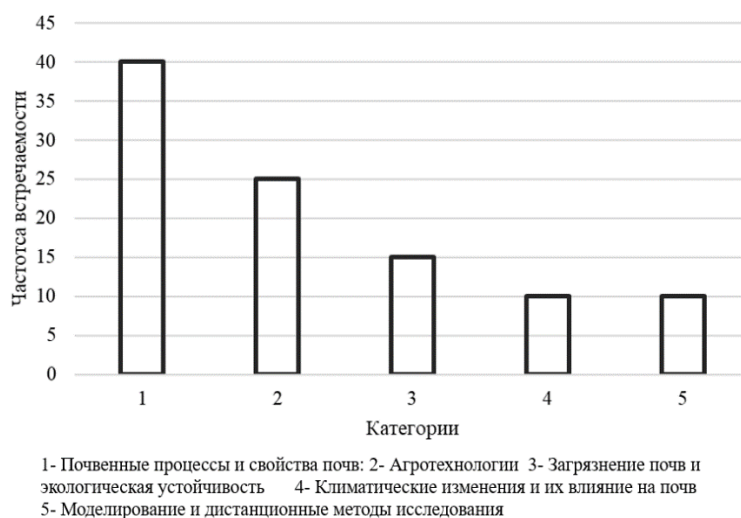


Рисунок -1 Распределение частоты встречаемости категорий тем за последние 6 лет

Анализ публикаций научного журнала за последние 6 лет показал несколько ключевых направлений исследований в области почвоведения и агроэкологии. Одним из часто встречающихся направлений является изучение физических и химических свойств почв, их изменений под влиянием различных факторов, таких как использование удобрений, эрозия, антропогенные воздействия и изменение климатических условий. Например, исследуются такие аспекты, как агрономически важные свойства почв при химизации, структура почвенного покрова, поведение микроэлементов в различных типах почв, загрязнение тяжелыми металлами, а также пространственная неоднородность почв в различных экосистемах. Кроме того, актуальной темой является исследование воздействия различных удобрений и биопрепаратов на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Растет интерес к применению новых технологий, таких как биоугли и компостирование, для повышения устойчивости сельского хозяйства и улучшения почвенных характеристик. Исследования также касаются воздействия сельскохозяйственной техники и изменения почвенных структур при эксплуатации тракторов, что



Также в облаке слов встречаются названия географических регионов, таких как Россия, Волгоград, Сибирь и Приморье, что говорит о широком охвате исследований в различных частях России и сопредельных территорий. Слово "влияние" появляется в контексте различных факторов, воздействующих на почвы, включая тяжелые металлы и антропогенное воздействие, что отражает актуальность экологических и сельскохозяйственных аспектов в почвоведении. Присутствие имени Докучаева и других исторических аспектов указывает на важность классических исследований почвообразования и их переоценку с учетом современных методов. Также значительное внимание уделяется почвенным картам и классификациям, что может свидетельствовать о важности картографирования почв, включая создание цифровых и традиционных почвенных карт. Таким образом, основными направлениями исследований в почвоведении, судя по облаку слов, являются оценка почв, их классификация, изучение их свойств и влияние различных факторов на их состояние.

### **Список литературы**

1. Koricheva, J., Gurevitch, J., & Mengersen, K. (Eds.). (2013). Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution. Princeton University Press.
2. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. PLoS Medicine, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

## **ГЕОЛОГИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ**

### **ЛИТОГЕННАЯ ОСНОВА КАК ФАКТОР ЛАНДШАФТНОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ВОРОБЬЕВЫХ ГОР**

*Аймалетдинова Алиса Саяровна, студентка 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, [zdrasteidasti@mail.ru](mailto:zdrasteidasti@mail.ru)*

*Воробьева Мария Сергеевна, студентка 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, [mv3708334@gmail.com](mailto:mv3708334@gmail.com)*

*Дубровская Виктория Александровна, студентка 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, [dubrvika@gmail.com](mailto:dubrvika@gmail.com)*

*(Научный руководитель – Арешин Николай Александрович, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, [soillab@rgau-msha.ru](mailto:soillab@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: В представленной работе рассматривается значение литогенной основы ландшафта как ключевого элемента, который служит носителем информации об его истории и развитии. Главная мысль статьи заключается в том, что литогенная основа является не только структурным компонентом ландшафта, но и важным составляющим его исторического развития.*

*Ключевые слова: история развития ландшафта, ландшафт, литогенная основа, Воробьевы горы.*

Литогенная основа считается одним из важных факторов формирования ландшафта и может быть независима от других его компонентов. К литогенной основе ландшафта относят: 1) тектоническую структуру территории; 2) характер новейших и современных движений земной коры; 3) литологический состав коренных и четвертичных отложений; 4) доледниковый и современный рельеф (морфоструктура и морфоскульптура); 5) мощность дочетвертичных и четвертичных рельефообразующих пород; 6) гидрогеологические особенности территории.

Объемно-вертикальная структура геологической среды представляет собой сложную систему, которая включает в себя различные инженерно-геологические объекты. Иерархическая структура объектов создает четкую организацию внутри геологической среды. Целостные образования имеют определенный состав и строение, что придает им характерные свойства. Взаимодействие различных компонентов играет ключевую роль в формировании и развитии геологической среды.

Актуальность данной работы определяется тем, что планирование сельскохозяйственной деятельности человека, строительства, ландшафтное

планирование, оценка экологического потенциала и прогноз эволюции ландшафтов требуют детального изучения литогенной основы ландшафта. Соответственно, **цель работы:** показать значение литогенной основы как фактора ландшафтного анализа примере Воробьёвых гор.

**Объект исследования:** Воробьевы горы - местность на юго-западе Москвы, расположенная на правобережной полосе днища долины р. Москвы, на крутом склоне ее правого берега и в прибрежной части плато Теплостанской возвышенности, являющаяся условным подрайоном Московско-Окской равнины. Данный геоморфологический район характеризуется плавными переходами между холмистыми и равнинными ландшафтами. Помимо этого, рассматриваемая территория с 1998 г. входит в состав Государственного природного заказника Воробьевы горы Департамента природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы. При общей краткой геоморфологической характеристике правобережной части Москвы использованы опубликованные данные и данные геологической съемки [5].

С геоморфологической точки зрения Воробьевы горы — не горы в их классическом определении, а правый крутой коренной борт долины Москвы-реки на вогнутом берегу Лужнецкой излучины высотой около 70 м (рис.), представленная флювиогляционной равниной, моренной равниной и нерасчлененным комплексом надпойменных террас по данным геоморфологической карты г. Москвы 2000 г [4].

Дочетвертичные отложения правобережной части Москвы представлены юрскими породами. Согласно методам определения абсолютного возраста геологических образований, юрскому периоду соответствует возраст около 25 миллионов лет. По литогическому составу по данным геологической карты дочетвертичных отложений Московской области (МПР РФ Центральный региональный геологический центр, 1998 г.) соответствует Волжскому ярусу, сложенному пескам с фосфоритами, песчаниками и глинистым алевроитам мощностью до 39 м, и Оксфордским-кимериджским ярусом, сложенным глинами мощностью до 30 м [1]. Под урезом реки залегают трещиноватые известняки каменноугольного возраста, над ними — преимущественно глины юрского периода, обнажающиеся у современного уреза реки, выше залегают пески и песчаники мелового возраста. Коренные породы перекрыты толщей четвертичных отложений: суглинками и супесями ледникового, водно-ледникового и покровного генезиса. Тяжелые глины и суглинки служат водоупором, а к рыхлым пескам приурочены водоносные горизонты [5].



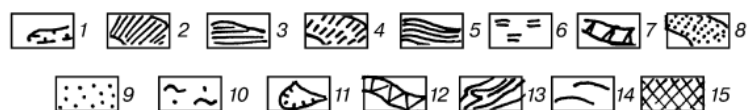
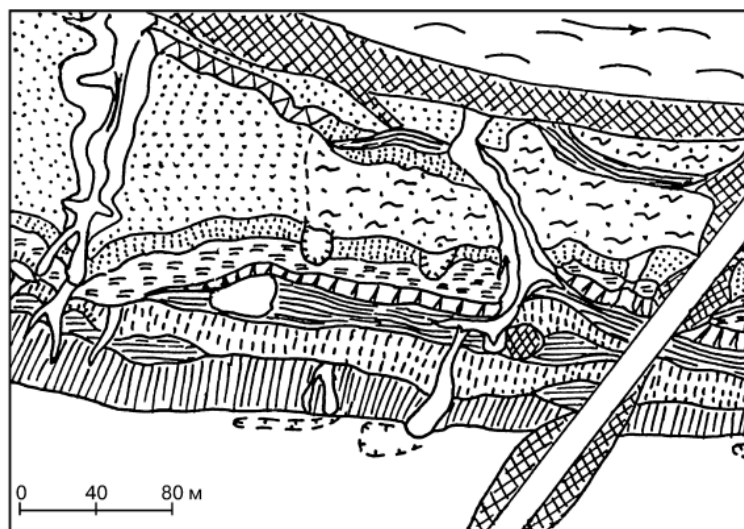


Рисунок - Фрагмент геоморфологического плана Воробьевых гор (район метрополитана – секторы 3-4): 1 – вершинное плато Теплостанской возвышенности и мягко очерченные ложбины на его поверхности; 2 – надоползневой уступ главной поверхности скольжения; 3 – псевдотеррасы на оползневых блоках ближнего транзита; 4 – наклонные поверхности структурных оползневых блоков ближнего транзита; 5 – рвы растяжения и гравитационные швы, сформированные в ходе близгоризонтального смещения шарнирных оползней; 6 – псевдотеррасы шарнирных оползней среднего транзита; 7 – склоны шарнирных оползней ближнего транзита с контруклоном (в сторону надоползневого уступа); 8 – фронтальные склоны шарнирных оползней среднего и дальнего транзита; 9 – аллювиальные террасы; 10 – оползневые тела, деформирующие и замещающие комплекс аллювиального генезиса; 11 – локальные оползневые амфитеатры; 12 – уступы надпойменных террас; 13 – днища и борта малых эрозионных форм; 14 – ложе р. Москвы, подверженное оползневым деформациям; 15 – техногенные формы рельефа [4].

На геологической карте четвертичных отложений полосой по правому крутому борту долины р. Москвы протягивается контур деляпися (отложения оползней) верхнечетвертичного-голоценового возраста. Особенности геологического строения территории предопределили широкое развитие здесь оползневых процессов, что связано с деформированием глинистых отложений юрского возраста. Большая часть коренного борта Москвы-реки в пределах Лужнецкой излучины поражена глубокими оползнями (мощностью в десятки метров), осложненными на крутых склонах мелкими и поверхностными оползнями [1].

В пределах Воробьевых гор можно наблюдать разные формы рельефа, созданные в результате оползневых процессов: стенки срыва, трещины, напорные валы, оползневые псевдотеррасы и др. [4].

По рельефу и четвертичным отложениям исследуемый район разделяется на юго-западную часть, представленную Воробьевыми горами, и северо-восточную часть, представленную Лужниковской излучиной р. Москвы. Границей юго-западной и северо-восточной частей является эрозионно-тектонический уступ. Эрозионно-тектонический уступ, являющийся границей юго-западной и северо-восточной частей исследуемого района, имеет северо-западное простирание. Он выражен в рельефе и в подошве четвертичных отложений. В рельефе он имеет ширину приблизительно 0,5–1 км, длину более 12 км. В северо-восточной части исследуемого района широко распространены три аккумулятивных надпойменные террасы: 1) ходынская 135–160 м, 2) мневниковская 130–140 м и 3) серебряноборская 126–130 м [4].

Современные оползневые склоны Воробьевых гор, включая и некоторые другие смещенные склоны правобережья р. Москвы (Коломенской, Кунцевской и др. возвышенностей), приурочены к узкому эрозионно-тектоническому уступу, отвечающему сопряжению Наро-Фоминского поднятия и Москворецкого прогиба (флексурно-депресссионная зона) [4].

**Заключение.** Область исследования находится в бореальной умеренно-континентальной группе ландшафтов, тип – таежные, подтип – подтаежные (с широколиственно-и мелколиственно-хвойными лесами) [3]. Исследуемый объект представлен следующими индексами. 131г относится к аллювиальным аккумулятивным равнинам. Это равнины плоские и слабоволнистые (поймы, низкие террасы), с хвойно-мелколиственными и сосновыми с примесью широколиственных пород лесами, разнотравно-злаковыми лугами, массивами сельскохозяйственных земель. 134д относится к аллювиальным ледниковым и водно-ледниковым равнинам. Это равнины волнистые местами холмисто-увалистые, среднечетвертичные, с березово-дубовыми, елово-березовыми лесами, разнотравно-злаковыми лугами, участками травяно-моховых болот и сельскохозяйственных земель. 138г относится к аллювиальным болотным равнинам. Это болота верховые плоские и плосковыпуклые, грядово-мочажинные и мелко-бугристые, травяно-кустарничково-моховые, с участками угнетенных сосновых и мелколиственных лесов [2].

Проведя анализ четвертичных отложений, литологического состава дочетвертичных и четвертичных рельефообразующих пород, гидрогеологических особенностей территории. Делаем вывод, что соответствие всех данных показателей на исследуемой области свидетельствует о том, что Воробьевы горы – яркий пример значимости литогенной основы как фактора ландшафтного анализа.

## Список литературы

1. Геологическая карта дочетвертичных отложений Московской области [Электронный ресурс] / МПР РФ Центральный региональный геологический центр; редакторы: Гаврюшова Е. А., Дашевский В. В. — 1998. — Масштаб 1:500000. — URL : <https://www.geokniga.org/maps/1264> (дата обращения: 31.10.2024).
2. Легенда к ландшафтной карте СССР масштаба 1:2500000; редакторы: И.С. Гудилин, К.Ф. Белякова, А.Е. Гаврилюк, Л. В. Герасимова // Министерство геологии СССР. — Москва: Ленинградская фабрика ВСЕГЕИ, 1987. — С. 42, 44 – 45, 49.
3. Ландшафтная карта СССР [Электронный ресурс]; редактор: И.С. Гудилин // Министерство геологии СССР. — Москва: Ленинградская фабрика ВСЕГЕИ, 1980. — Масштаб 1:2500000. — URL: [http://www.etomesto.ru/map-atlas\\_landscape](http://www.etomesto.ru/map-atlas_landscape) (дата обращения: 31.10.2024)
4. Лукашов, А. А. Геолого-геоморфологическое строение и морфодинамика Воробьевых гор / А. А. Лукашов // Вестник Московского университета. Серия 5: География. — 2008. — № 5. — С. 68-73.
5. Таранец, И. П. Заказник «Воробьевы горы» — живой музей природы под открытым небом [Электронный ресурс] / И. П. Таранец. — URL: <https://www.wildnet.ru/magazine-zapoved-islands/27/165/> (дата обращения: 31.10.2024).

## **ВЛИЯНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРРИТОРИИ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ**

*Великоцкая Ольга Сергеевна магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [o-velikotskaya@mail.ru](mailto:o-velikotskaya@mail.ru).*

*Попова Екатерина Константиновна магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kathrzy@gmail.com](mailto:kathrzy@gmail.com).*

*Челпанова Екатерина Сергеевна магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [chelpanova.kate@yandex.ru](mailto:chelpanova.kate@yandex.ru).*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в статье дано определение геоморфологии, изучены сложные формы рельефа, описаны виды фундамента малых архитектурных форм на сложном рельефе, предложен проект настила на сложном рельефе.*

*Ключевые слова:* геоморфология, рельеф, формы и элементы рельефа, малые архитектурные формы, фундамент.

Объектами изучения геоморфологии является совокупность неровностей земной поверхности, различных по размерам, формам, возрасту, истории происхождения и развития. Изменения верхней части земной коры обусловлены как динамическим процессам, протекающих в литосфере, атмосфере и гидросфере, так и эндогенным, связанным с движением литосферных плит, сейсмической активностью и магматизмом.

Определение форм рельефа является основой при изучении поверхности Земли геоморфологическими методами, к которым относятся: картографирование рельефа, измерение форм, изучение отложений, регистрация протекающих процессов.

Необходимо отметить, что разные концептуальные подходы к принадлежности рельефа как компонента ландшафта. Ряд авторов относят рельеф к компоненту ландшафта, что не совсем точно определяет его функцию в формировании облика территории. Другие авторы определяют рельеф как свойство литогенной основы, выраженное в форме положительных или отрицательных геоморфологических процессов, выраженных в пространстве [2].

В большинстве случаев местность ограничена в пространстве, ее границы обычно относятся к выпуклым или вогнутым изгибам поверхности земли. В зависимости от типа процессов выноса или накопления материала рельеф определяет уровень трофности почвенного покрова и физико-химические свойства почв и почвогрунтов [1].

К отличительным особенностям сложного рельефа относятся: неровности поверхности земли (овраги, склоны и др.); низинный характер территории или близко прилегающие водные объекты. Сложный рельеф может быть причиной разрушения его собственной поверхности в следствие подтопления территории или разных видов эрозии грунта.

Рельеф земной поверхности является важным условием для жизнедеятельности человека, иногда необходимо организовать труднодоступные территории для удобства времяпрепровождения людей, для этого на сегодняшний день существуют ряд методов обустройства сложных рельефов.

Зачастую для организации строительства на участках с небольшими перепадами высот проводится вертикальная планировка, основной задачей которой является преобразование местности путём срезки и подсыпки грунта. В случае со сложным рельефом, применение данного метода неэффективно, поскольку существует большая вероятность возникновения оползней, подтопления территории, нежелательных эрозионных процессов.

Альтернативным решением для благоустройства сложного рельефа может являться террасирование территории – разделение склона на отдельные горизонтальные площадки (ступени) [4,5], с помощью специальных

укрепительных сооружений (подпорных стен, габионов, бетонных блоков), а также проектирование определённых видов фундаментов.

Малые архитектурные формы (МАФ) – элементы ландшафтной архитектуры, которые играют существенную роль в создании облика территории. Они бывают декоративными (это, например, фонтаны, скульптуры, вазоны, такие объекты повышают эстетическую привлекательность проектируемого объекта) и утилитарными. Утилитарные МАФы, в частности, подразделяются на информационные (указатели, таблички, стенды), осветительные (фонари, уличные светильники, декоративная подсветка), игровые и спортивные (детские игровые комплексы, тренажёры), информационные (указатели, таблички, стенды), уличную мебель (скамьи, урны, навесы, беседки) [3].

Фундаменты для малых архитектурных форм различаются в зависимости от типа грунта и особенностей рельефа территории. В условиях сложного рельефа, где невозможно провести вертикальную планировку, особое внимание уделяется выбору устойчивых конструкций, обеспечивающих безопасность и долговечность МАФ. Среди часто используемых типов фундаментов выделяют столбчатые, свайные, плитные и анкерные, каждый из которых имеет свои особенности.

Столбчатые фундаменты представляют собой один из наиболее экономичных вариантов, так же они подходят для ситуаций, когда необходимо минимизировать вмешательство в природный ландшафт. Их конструкция представляет собой ряд вертикальных опор из бетона, кирпича или металла, находящихся на прочных основаниях. Этот тип фундамента особенно эффективен на участках с наклоном. Столбчатые фундаменты часто применяются для легких конструкций, таких как беседки, навесы и лавочки.

Столбчатые фундаменты имеют ряд преимуществ – это простота монтажа и экономичность. Одним из главных преимуществ столбчатых фундаментов является относительно низкая стоимость и простота установки по сравнению с более массивными фундаментами, такими как свайные или плитные. При их установке используется минимум материалов и земляных работ, что снижает денежные затраты на проект [4]. В зависимости от условий грунта и уклона участка, столбчатый фундамент может быть установлен без использования тяжелой техники, что делает его оптимальным решением для малых архитектурных форм на сложных участках [3].

Столбчатые фундаменты оказывают минимальное воздействие окружающую среду и изменение рельефа. Опоры устанавливаются точечно, это позволяет избежать значительного вмешательства в естественное состояние грунта, не требует выравнивания уровня земли. Это особенно важно для участков с высокой степенью подвижности почвы, где такие действия могут привести к усилению эрозионных процессов.

Столбчатые фундаменты, за счет конструкции, распределяющей нагрузку через отдельные опоры, снижают давление на почву. Это свойство делает их

особенно эффективными для применения на участках с рыхлыми или слабонесущими породами, которые могли бы не выдержать нагрузок, характерных для других видов фундаментов. Важно тщательно подбирать материалы и предусматривать защитные меры для столбов, способные противостоять воздействию подземных вод и температурных колебаний.

Особенности проектирования и установки столбчатых фундаментов на сложном рельефе – это глубина заложения. Для устойчивости конструкции на сложном рельефе важно заложить столбы на достаточную глубину, чтобы избежать подвижек грунта и обеспечить прочность фундамента. Как правило, глубина установки зависит от типа почвы и климатических условий, включая сезонные колебания температур и уровень грунтовых вод.

На сложных рельефах важно применять качественные материалы, в частности армированный бетон, который позволяет выдерживать значительные нагрузки и предотвращает деформацию столбов под действием внешних факторов. Арматура увеличивает прочность конструкции, а также защищает фундамент от разрушения при воздействии климатических факторов.

Анкерные фундаменты создаются за счет установки анкеров в глубоко залегающие и устойчивые слои грунта, что предотвращает смещение МАФ под воздействием ветров и естественных движений почвы. Анкерная система может выдерживать значительные нагрузки, что делает её подходящей для конструкций на сложных рельефах, с помощью её можно создавать смотровые площадки и мосты.

Одним из основных преимуществ анкерных, как и столбчатых, фундаментов является их способность обеспечить устойчивость конструкции без значительного вмешательства в естественную почвенную среду. Анкеры устанавливаются точно и глубоко, что позволяет избежать разрушения верхних слоев почвы и минимизировать влияние на экосистему участка. Это особенно актуально для заповедных территорий.

Анкерные фундаменты обеспечивают надежную фиксацию на подвижных грунтах, включая песчаные, глинистые и каменистые почвы, которые могут смещаться из-за осадков, заморозков и подземных вод. Анкеры глубоко внедряются в землю, закрепляя конструкцию на месте и предотвращая её деформацию при подвижках почвы.

Механические анкеры представляют собой стальные конструкции, которые внедряются в почву на определенную глубину и закрепляются с помощью специальных расширяющихся элементов. Такие анкеры подходят для грунтов с высокой плотностью и часто применяются для временных сооружений. Они легко демонтируются и переносятся на другие участки, благодаря чему такой фундамент экономичен и мобилен.

Химические анкеры устанавливаются путем заливки специального химического состава (обычно смолы) в заранее пробуренные отверстия в грунте, что обеспечивает прочную связь между анкерами и почвой. Этот метод особенно

эффективен для каменистых и скальных грунтов, где механическое закрепление может быть невозможно. Химические анкеры обладают высокой устойчивостью к коррозии и могут выдерживать большие нагрузки.

Такие анкеры часто используются на мягких грунтах. При установке эти анкеры внедряются в землю под углом, после чего их лопасти раскрываются, создавая большую площадь для сопротивления нагрузке. Этот тип анкеров обеспечивает высокую устойчивость на рыхлых и подвижных грунтах, что делает такой фундамент подходящим вариантом для использования на песчаных склонах.

Разработан проект настила из древесно-полимерного композита (ДПК) для установки на сложном рельефе с применением анкерного фундамента с расширяющимися лопастями (см. рис.).

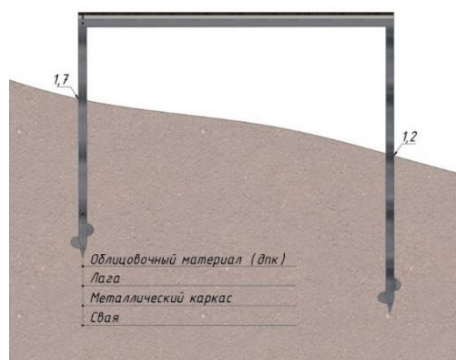


Рисунок. Проект настила из ДПК для сложного рельефа

Таким образом, рельеф местности играет определяющую роль в проектировании и установке малых архитектурных форм. На сложных рельефах, где вертикальная планировка невозможна, столбчатые и анкерные фундаменты обеспечивают устойчивость и долговечность конструкций.

### Список литературы

1. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 34 с. – EDN WLILPR.
2. Геология с основами геоморфологии / Н. Ф. Ганжара, Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов [и др.]. – Москва : Издательский Дом "Инфра-М", 2015. – 207 с. – EDN WLIKKD.
3. Курочкина, В. А. Малые архитектурные формы в структуре открытых общественных пространств города / В. А. Курочкина, Е. К. Калиниченко, М. О. Белова // Вестник Евразийской науки Т. 13, № 5. – 2021. – С. 1-15.

4. Мелсом Дж. Многомасштабные геоландшафтные модели: интерфейс геологических моделей с поверхностными данными ландшафта // Журнал цифровой ландшафтной архитектуры Т. 5. – 2020. – С. 59–69.

5. Христов, К. Особенности строительства на склонах и сложных рельефах/ Константин Христов //Актуальные исследования № 50 (77). – 2021. – С.35-38.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ, ОСНОВАННЫХ НА ЭЛЕМЕНТАХ КИТАЙСКОГО САДА**

*Гайфуллина Людмила Константиновна, магистрант 1 курса Института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gayfullina01@bk.ru*

*Турищева Дарья Александровна, магистрант 1 курса Института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dturishcheva@gmail.com*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.–х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, efimov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в статье анализируются основные принципы создания китайского сада, включая использование лунных ворот, их адаптация в различных культурных ландшафтах и влияние на восприятие пространства и времени.*

*Ключевые слова: лунные ворота, китайский сад, ландшафтная архитектура, ландшафтный дизайн, символика, культурный ландшафт.*

Культурный ландшафт — это ландшафт, появившийся в результате целенаправленной преобразовательной деятельности человека, направленной на удовлетворение тех или иных практических и духовных потребностей. Это понятие используется ЮНЕСКО для определения географических локаций, признанных в качестве объектов культурного наследия человечества.

Китайская садово-парковая культура имеет многовековую историю, основанную на интеграции природы и искусства. Одной из ключевых и узнаваемых черт китайского сада являются лунные ворота, которые играют важную роль в создании традиционного ландшафта.

Лунные ворота (кит. 月亮门) – представляют собой круглые проходы, традиционно встречающиеся в китайских садах и священных местах. Эти архитектурные элементы, уходящие корнями в династии Мин (1368-1644) и Цин (1644-1912), служили не только функциональными деталями, но и глубокими символами философии Дао и восточной эстетики.



В китайской культуре лунные ворота символизируют переход между двумя мирами: внутренним и внешним пространством, реальным и духовным. Их форма олицетворяет полноту, целостность и вечный цикл природы. В классическом саду ворота обеспечивали последовательный переход между пространствами, направляя взгляд посетителей на важные элементы сада, создавая сюрпризы и визуальные эффекты. Круглая форма ассоциировалась с символикой неба и гармонии, придавая саду философское и медитативное значение [1].

В классическом искусстве Азии они могли быть украшены резьбой, росписью или орнаментами, которые усиливали эстетическое воздействие. Часто вокруг ворот размещают каллиграфические надписи или символические изображения (облака, горы или цветы), что усиливало впечатление глубины и завершенности композиции.

Происхождение китайских садов можно отнести к династиям Шан и Чжоу. Тогда сад назывался «юэ» и использовался как место для общения и игры, поэтому богатые люди обычно разводили животных для охоты.

Влияние философии и искусства на оформление садов оказало большое влияние на становление современных объектов китайского ландшафта. В том числе на метаморфозы лунных ворот.

Одним из ярких художественных приемов в дизайне лунных ворот является принцип "завуалированного вида" (掩映). Согласно этой концепции, ворота должны открывать взор только на часть сада, что кажется скрытым и таинственным. Это создает ощущение движения и интерес к дальнейшему изучению пространства, создавая эмоциональную и визуальную интригу.

В современных китайских садах эти ворота по-прежнему сохраняются как символ глубины и исторической связи с прошлым. Так, например, городской парк Коулун в Гонконге (рис), построенный в 1995 году на месте города-крепости, в котором находится множество исторических элементов, таких как: остатки стен, древние башни и памятники, рассказывающие о истории этого места. В парке устроены живописные пруды, водопад и ручьи, поскольку вода – обязательный компонент китайского сада. Через них переброшены мостики выгнутой формы [2].

Визит в такой парк напоминает путешествие по времени, где исторические аспекты сочетаются с современными желаниями и устремлениями. Лунные ворота становятся своего рода порталом, через который можно проникнуть в атмосферу древнего Китая, соприкоснуться с духовной практикой предков и получить уникальный опыт медитации.



Рисунок - Лунные ворота в парке Коулун

Благодаря своей богатой символике и эстетической красоте, лунные ворота находят применение не только в традиционных, но и в современных архитектурных проектах за пределами Китая. С учетом возрастания интереса к экологии и гармонии с природой, эти элементы воплощают философию «зеленого» строительства. В данный момент лунные ворота часто изготавливаются не из традиционных материалов, а из множества других, которые дают возможности для игры с пространством и светом. Переработанные материалы для их создания снижают экологическую нагрузку и вносят уникальность в каждый проект. Обильная зелень, живописно обрамляющая проемы, добавляет эффектную завершенность, делая эти элементы ключевыми компонентами ландшафта и поддерживают биологическое разнообразие.

Кроме своей визуальной и концептуальной привлекательности, лунные ворота оказывают существенное влияние на эмоциональное состояние посетителей садов. В психологии дизайна считается, что круглые формы, такие как лунные ворота, вызывают чувство спокойствия и безопасности у человека. Возможность взаимодействовать с пространствами, построенными по принципу природной гармонии и исторической преемственности, способствует расслаблению и погружению в созерцательное состояние. Наряду с этим, лунные ворота могут способствовать улучшению микроклимата в зонах, где они установлены. Их архитектурная форма и окружающая растительность способны регулировать воздушные потоки, создавая естественную вентиляцию и снижая температуру в тёплые сезоны [3].

В ряде мегаполисов, таких как Сингапур и Гонконг, где высока плотность населения, лунные ворота выполняют не только эстетическую, но и функциональную роль. Они помогают разграничить потоки посетителей и создать зоны уединения, что особенно ценно в условиях городской среды. В проекте нового ботанического сада в Гуанчжоу, например, лунные ворота выполнены из металла и стекла, что придает им современный облик и позволяет подчеркнуть красоту окружающего парка. Умело вписанные в ландшафт, эти

конструкции создают плавный переход от городской среды к природе, напоминая о важности единства человека с окружающим миром.

Китайский сад в Портленде, также известный как Lan Su Chinese Garden, что переводится как «сад орхидеи и долголетия». Является одним из самых известных примеров китайской ландшафтной архитектуры за пределами Китая. Расположенный в штате Орегон и созданный мастерами ландшафтной архитектуры из города Сучжоу, духовной родиной таких садов. Этот комплекс представляет собой оазис традиционной культуры на фоне западного мира. Сад занимает площадь более четырех тысяч квадратных метров, и в его основе лежит гармония элементов природы: воды, камня, растений и архитектуры.

Классические китайские сады редко можно встретить в России, однако существует ряд примеров успешного применения их элементов и идей в ландшафтном дизайне, ориентированном на азиатскую садовую эстетику. Одним из таких примеров служит Главный ботанический сад РАН в Москве, где создан сад «Хуамин», спроектированный при участии китайских ландшафтных архитекторов. Хотя лунные ворота здесь выполнены не совсем в китайском стиле, они помогают передать гармонию пространства, что делает прогулку по саду по-настоящему медитативной и погружает в атмосферу природного баланса.

Помимо публичных парков и ботанических садов, китайские лунные ворота стали всё более популярны и в частных ландшафтных проектах. В загородных домах и усадьбах российские дизайнеры часто обращаются к восточным мотивам для создания зон уединения.

Китайские сады вносят неоценимый вклад в культурный обмен между странами, способствуя взаимопониманию и уважению к традициям друг друга. Процесс творческой адаптации этих садов в российском контексте побуждает к поиску новых форм эстетического выражения и способствует обогащению национального ландшафтного искусства.

Таким образом, особенности формирования культурных ландшафтов, основанных на элементах китайского сада и лунных ворот, заключаются в стремлении к гармонии и балансу, которые воплощаются в символизме, миниатюризации пространства и соединении природы с архитектурой. Эти принципы применимы в самых разнообразных культурных и климатических условиях, что подтверждает универсальность философии китайского сада.

### **Список литературы:**

1. Поляков, Е. Н., Композиционные особенности традиционного китайского сада / Е. Н. Поляков, Л. В. Михайлова // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 2(61). – С. 9-31. – EDN YKGPHR.

2. Кайдалова, Е.В., Стиль в современной ландшафтной архитектуре (на примере парков Гонконга) // Приволжский научный журнал. — 2020. — № 3. — С. 84-91. — ISSN 1995-2511.

3. Чекунова, К. А., Проектирование ландшафтно-архитектурной композиции малого сада в китайском стиле / К. А. Чекунова // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета. – 2022. – № 19. – С. 42-47. – EDN BQOVXH.

4. Шевченко, М. Ю., Основные композиционные приемы совмещения архитектуры и природы в китайских садах города Сучжоу / М. Ю. Шевченко // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2019. – № 1(25). – С. 14-28. – DOI 10.21869/23-11-1518-2019-25-1-14-28. – EDN ZSFULR.

5. Сюе, Б., Экологическая направленность проектирования китайских терапевтических садов // Месмахеровские чтения - 2024: Сборник научных статей международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А.Л. Штигица, 2024. – С. 331-338. – DOI 10.54874/9785605162926.2024.10.48. – EDN VRFDPG.

## **ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТНОСТИ НА ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

*Дятлова Екатерина Владимировна, магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, d.cathn@gmail.com*

*Матвиевская Дарья Алексеевна, магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, matvievskdasha@mail.ru*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: водные объекты занимают важное место в ландшафтной архитектуре, они не только выполняют эстетическую функцию, но и способствуют улучшению микроклимата, поддержанию биологического разнообразия и созданию комфортной среды для отдыха. Однако при проектировании таких объектов необходимо учитывать гидрологические особенности местности, которые могут существенно влиять на их функциональность и устойчивость.*

*Ключевые слова: ландшафтная архитектура, гидрология, проектные решения, экологическое проектирование.*

Вода один из важнейших компонентов ландшафта, который влияет на формирование планировочной структуры городской среды и поддерживает ее биоразнообразие. На градостроительном уровне вода используется как источник

энергии, питьевого и хозяйственного водоснабжения, для мелиорации климата, очистки территории и удаления отходов производства и жизнедеятельности человека, полива растительности, для создания рекреаций и т. д.

Гидрология изучает водные ресурсы, их распределение, движение и качество. Основные гидрологические факторы, влияющие на проектные решения, включают уровень грунтовых вод. Высокий уровень грунтовых вод может ограничивать выбор места для водоемов и определять типы растений, которые можно использовать в проекте.

Научные исследования свидетельствуют, что одним из основных факторов определяющих перемещение воды в ландшафте является рельеф, а именно его качественные и количественные показатели (угол ската, протяженность склона, его форма, физические свойства горных пород, растительный покров). [1]

При анализе потоков воды учитываются направление и скорость потоков поверхностных вод влияют на размещение водных объектов, а также на необходимость создания защитных сооружений. Важна грамотная организация поверхностного стока с плоскостных сооружений

Важный фактор гидрологии климатические условия. Осадки, температура и сезонные изменения климата влияют на уровень воды в водоемах и выбор материалов для их строительства.

Кроме перечисленных факторов необходимо отметить, что разные типы почв имеют различные способности к удержанию влаги, что важно учитывать при проектировании систем орошения и дренажа. [2]

По данным ряда авторов гидротехнические сооружения служат для использования водных ресурсов объекта или для защиты неблагоприятного воздействия вод на отдельные участки объекта. К таким сооружениям можно отнести бассейны, декоративные бассейны, водопады, пороги, каскады (многоступенчатые перепады), каналы (соединительные и спортивные), ручьи и протоки, противопожарные водоемы, фонтаны, источники (родники), питьевые фонтанчики, а также оросительные, осушительные и обводнительные сооружения и др. [3, 4, 5]

При выборе места для создания водоемов важно учитывать уровень грунтовых вод и существующие потоки. Например, в районах с высоким уровнем грунтовых вод целесообразно проектировать неглубокие пруды или искусственные водоемы, чтобы избежать затопления. Важно также учитывать направление стока дождевых вод для предотвращения эрозии и загрязнения. Для обеспечения устойчивости водных объектов необходимо разрабатывать системы дренажа, которые будут предотвращать затопление и обеспечивать контроль за уровнем воды. Это особенно актуально в районах с высоким уровнем осадков или при наличии подземных источников воды. [5]

Гидрологические условия влияют на выбор растений для озеленения вокруг водоемов. Например, для берегов прудов и рек желательно использовать растения, устойчивые к затоплению и влаге, такие как осоки и тростники. Это не

только улучшает эстетику, но и способствует укреплению берегов. С учетом глобальных изменений климата важно проектировать водные объекты таким образом, чтобы они были устойчивыми к изменению уровня осадков и температуры. Это может включать создание многоуровневых систем орошения и дренажа, а также использование адаптивных методов управления водными ресурсами. [3]

В качестве примера можно рассмотреть проектирование парков с водоемами в условиях городской застройки. В таких проектах часто используются системы биофильтрации для очистки сточных вод, что позволяет не только улучшить качество воды в водоемах, но и создать экосистему, способствующую биоразнообразию. Другим примером является создание ландшафтных резервуаров для сбора дождевой воды, которые могут использоваться для орошения зеленых насаждений и поддержания уровня воды в прудах, внедрение фитоочистных сооружений, таких как дождевые сады и биодренажные каналы (вади). К тому же данные сооружения обеспечивают защиту от подтопления: локальные территории могут становиться точками сбора, фильтрации и накопления воды для её последующего использования. [4]

Влияние гидрологических особенностей местности на проектные решения водных объектов ландшафтной архитектуры является ключевым аспектом успешного дизайна. Учитывая эти факторы, можно создать гармоничные и устойчивые пространства, которые будут служить не только эстетическим целям, но и обеспечивать функциональность и экологическую устойчивость. Проектировщики должны активно использовать гидрологические данные для разработки эффективных решений, способствующих улучшению качества жизни в городских и сельских районах.

### **Список литературы**

1. Галанина, А. А. Сравнительный анализ геоморфологических уровней рельефа при планировании и эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры / А. А. Галанина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 97-100. – EDN JCQXXM.
2. Ганжара, Н. Ф. Ландшафтоведение : Учебник / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков. – Москва : ФГБНУ "Росинформагротех", 2017. – 256 с. – ISBN 978-5-7367-1325-7. – EDN NBCPXG.
3. Гомельская, Д. А. Нетипичные водные конструкции в ландшафтной архитектуре / Д. А. Гомельская, О. А. Носаль, Е. И. Сувид // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2024. – № 38. – С. 11-13. – EDN YCYRFQ.

4. Обертас, Д. С. Дождевой сад - альтернатива дождеприемнику / Д. С. Обертас, А. А. Лагутин // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2024. – № 37. – С. 74-78. – EDN KKIFVF.

5. Теодоронский, В. С. Строительство и содержание объектов ландшафтной архитектуры : Учебник / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 397 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-12747-8. – EDN DNTWUT.

## **ЛИТОГЕННАЯ ОСНОВА ЛАНДШАФТА, ЕЁ СВОЙСТВА И ЗНАЧЕНИЕ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

*Гордеева Софья Алексеевна, студентка, институт Садоводства и Ландшафтной архитектуры, РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Email: sofyaafay@mail.ru*

*Ландик Виктория Руслановна, студентка, институт Садоводства и Ландшафтной архитектуры, РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.*

*Лысакова Мелана Владимировна, студентка, институт Садоводства и Ландшафтной архитектуры, РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.*

*(Научный руководитель – Арешин Николай Александрович, ассистент кафедры почвоведения, геологии ландшафтоведения и ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [skaut1909@mail.ru](mailto:skaut1909@mail.ru))*

*Аннотация: Рассмотрена литогенная основа ландшафта, ее свойства и значение для человека. Проанализирован процесс формирования литогенной основы ландшафта — процессы образования горных пород, влияние геологических процессов на формирование ландшафта. Рассмотрено использование литогенной основы ландшафта в промышленности и строительстве, ее влияние на сельское хозяйство. В заключении подведены итоги исследования и описаны перспективы дальнейших исследований.*

*Ключевые слова: литогенная основа, ландшафт, процесс, горные породы, структура, строение.*

### **Введение**

Термин «литогенная основа ландшафта?» был предложен российским ученым, почвоведом, физико-географом Робертом Ивановичем Аболиным в 1914 году [2, с. 90]. Николай Адольфович Солнцев, один из основоположников регионального ландшафтоведения, позднее определил, что у литогенной основы ведущая роль в формировании ландшафта, и придал ему следующее внутреннее содержание: литогенная основа - горные породы и рельеф дневной поверхности, слагаемый ими [2, с. 90].

Основная роль литогенной основы ландшафта заключается в том, что из ее составляющих — горных пород — формируется рельеф. Через это литогенная основа ландшафта влияет на происхождение, развитие, организацию и



устойчивость ландшафта, а также играет ключевую роль в формировании и разнообразии ландшафтных комплексов. Литогенная основа также очень важна для проведения границ между регионами.

#### **Состав литогенной основы**

К литогенной основе ландшафта относится следующее [2, с. 90]:

- тектоническая структура территории;
- характер движений земной коры;
- состав отложений (коренных и четвертичных);
- геологические особенности территории.

Разнообразие материалов, из которых состоит литогенная основа ландшафта, включает в себя две группы осадочных горных пород: карбонатные — к ним относятся мел, известняк, доломит и другие, и силикатные — к ним относятся глины, суглинки, пески, песчаник, гранит [3, с. 70].

От того, какая горная порода (среди осадочных) преобладает в составе литогенной основы, ее делят на типы — песчаный, суглинистый и глинистый. Эти типы различаются друг от друга по составу и свойствам литогенной основы: песчаный тип включает в себя аллювиальный и флювиогляциальный подтипы отложений, суглинистый тип представлен лессовидными и моренными отложениями, глинистый тип включает в себя осадочно-морской и ледниково-моренный типы отложений [2, с. 90].

Состав горных пород, из которых состоит литогенная основа, влияет на минеральное питание растения. Разнообразие минералов, которые входят в состав горных пород, определяет многообразие растительности и почвообразование.

Структура литогенной основы определяется прочностью, пористостью и водонепроницаемостью горных пород, а от этого, в свою очередь, зависит текстура ландшафта — дендритовая, перистая, пятнистая и другие. [6, с. 51].

На разнообразии ландшафта так же сказывается возраст и происхождение пород. От этого зависит формирование разных типов литогенной основы. Речь о формировании литогенной основы и процессах образования горных пород описано в статье далее.

#### **Формирование литогенной основы**

Влияние на формирование рельефа и ландшафта оказывают геологические процессы. Они изменяют состав, структуру, рельеф и строение всей нашей планеты в целом.

Геологические процессы, произошедшие большое количество лет назад, восстанавливаются благодаря по составу и строению давно образовавшейся литогенной основы ландшафта. Изменение ландшафта тоже позволяет судить о процессах, случившихся в прошлом [1, с. 69].

#### **Связь литогенной основы с экосистемами**

Литогенная основа ландшафта является «продуктом» не только горных пород, но и причиной формирования коры выветривания — поверхностного слоя



земной поверхности, у которого более рыхлая и мягкая структура. Образуется она посредством перепада температур, ветра и других «агентов» выветривания.

На ее примере можно отследить связь литогенной основы с экосистемой. Чем больше кора выветривания, тем более благоприятные условия создаются для формирования и развития биотических элементов ландшафта, образуется почва для обмена составляющими ландшафта энергией и веществами.

### **Человек и литогенная основа**

Важна роль литогенной основы для промышленности. Благодаря тому, что она состоит из различных материалов, из ее недр можно извлечь множество полезных ископаемых, которые используются для переработки.

Ландшафты, их структура и строение, определяют инфраструктуру района, где может проводиться строительство какого-либо здания, а в следствие этого определяют и параметры строительства.

Имеет влияние на ландшафт деятельность человека. В результате добычи полезных ископаемых образуются карьеры, выемки и прочие формы рельефа, из-за которых происходят различные неприятные для человека процессы — оползни, обвалы, осыпи, размывы и другие. Распашка земель и выпас скота так же имеют влияние на литогенную основу ландшафта — они приводят к эрозии и смыву земель, к образованию вторичных форм рельефа, т.е. оврагов, промоин и т. д.

Важен так же водный баланс и влагообмен ландшафта. Из-за с большого количества застроек на территориях городов, искусственного покрытия происходит изменение компонентов ландшафта.

### **Заключение**

Литогенная основа влияет на экологию и процессы, связанные с ней. Это важно для оценки потенциала ландшафта, планирования территории, деятельности человека. Она влияет на устойчивость экосистем; понимание литогенной основы ландшафта способствует более точной оценке потенциала ландшафта, поскольку определенные породы, из которых состоит литогенная основа, могут быть более сильно подвержены эрозии, что повлияет на экосистему в целом.

Оценка потенциала ландшафта важна для многих видов деятельности — например, для строительства и сельского хозяйства. Литогенная основа в таком случае влияет на биологическое разнообразие, растительность.

Деятельность человека во многом негативно сказывается на литогенной основе ландшафта. Из-за добычи полезных ископаемых, выпаса скота, распашки земель, застраивания территорий наблюдается эрозия, образования вторичных форм рельефа, могут произойти процессы, способные повлечь убытки (например, оползни и размывы).

### **Список используемых источников**

1. Борисов Б. А. Геологические процессы, их роль в формировании рельефа и ландшафтов / Б. А. Борисов. — Текст : непосредственный. — URL: [https://studref.com/361172/geografiya/geologicheskie\\_protsestry\\_rol\\_formirovani\\_rel\\_efa\\_landshaftov](https://studref.com/361172/geografiya/geologicheskie_protsestry_rol_formirovani_rel_efa_landshaftov) (дата обращения: 27.10.2024).

2. Калинин Э. В. Геологические процессы / Э. В. Калинин. — Текст : непосредственный. — 2024. — URL: <https://bigenc.ru/c/geologicheskie-protsestry-cd7548> (дата обращения: 27.10.2024).

3. Масляев В. Н. Литогенная основа ландшафта как объект геоэкологических исследований / В. Н. Масляев. — Текст: электронный // 2008. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/litogennaya-osnova-landshafta-kak-obekt-geoeologicheskikh-issledovaniy> (дата обращения: 27.10.2024). — Режим доступа: науч.-электрон. б-ка «КиберЛенинка».

4. Михно В. Б. Экологическая роль литогенной основы в дифференциации ландшафтной сферы и формировании почвенных органогенных горизонтов / В. Б. Михно. — Текст: электронный // 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-rol-litogennoy-osnovy-v-differentsiatsii-landshaftnoy-sfery-i-formirovani-napochvennyh-organogennyh-gorizontov> (дата обращения: 27.10.2024). — Режим доступа: науч.-электрон. б-ка «КиберЛенинка».

5. Синяковская И. В. Общая геология : учебное пособие / И. В. Синяковская. — Ч. : Издательство Южно-Уральского государственного университета. — 2014.

6. Соболева Н. П. Ландшафтоведение : учебник / Н. П. Соболева. — Т. : Издательство Томского политехнического университета. — 2010.

## **ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА НА ПОДБОР АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

*Гомельская Дарья Андреевна магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, [da0802sha@mail.ru](mailto:da0802sha@mail.ru)*

*Савинова Оксана Алексеевна магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, [oksana.nosal@mail.ru](mailto:oksana.nosal@mail.ru)*

*Сувид Елизавета Игоревна магистрант 1 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, [svid@rgau-msha.ru](mailto:svid@rgau-msha.ru)*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, К.с.-х.н., доцент, заведующий кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: в статье изложен аналитический обзор литературы, рассматривающей взаимосвязь рельефа и пространственного распределения экологических групп растений при составлении ассортимента.*

*Ключевые слова:* рельеф, формы рельефа, растения, экологические группы, ассортимент, растительные комплексы, пространственное распределение, экоморф.

Рельеф оказывает влияние на многие компоненты ландшафта, в том числе на их дифференциацию и функционирование. Также вследствие его влияния изменяются почвенный покров, влажность, химический состав, температурный и ветровой режимы нижних слоёв атмосферы, уровень залегания грунтовых вод, перераспределение тепла и влаги и, конечно, растительность.

Существуют различные типы рельефа: макрорельеф (крупные горные массивы), мезорельеф (рельефные формы средних размеров – долины рек, балки, моренные гряды, барханные цепи), микрорельеф (мелкие формы рельефа, такие как речные косы, западины в степи, кочки на сфагновом болоте). Именно мезорельеф и микрорельеф играют важную роль в распределении ресурсов, таких как тепло, влага и питательные вещества в почве. Свойства рельефа необходимо учитывать при проектировании объектов ландшафтной архитектуры в том числе и дистанционными методами [2].

Влияние рельефа на почвенно-гидрологические условия отражаются в характере и особенностях накопления, сохранения и передвижения воды в почвенной толще. Склон – это часть земной поверхности, имеющая уклон, вследствие этого подобные формы рельефа в большей степени подвержены эрозионным процессам. На них практически не задерживается снежный покров, теряются осадки, и происходит смыв верхнего почвенного слоя [3].

От этих процессов зависят условия сохранения и выноса полезных веществ, а также соотношение воды и воздуха, именно поэтому в понижениях склонов образуются наиболее благоприятные места для произрастания культур, требующих высокого уровня плодородия почв [4].

Поступление тепла на склоны так же неравномерно из-за инсоляционной асимметрии. На склоны южных экспозиций тепла поступает больше, чем на горизонтальную поверхность. Каждый градус южной экспозиции соответствует перемещению на 100 км к югу. Вместе с этим склоны с северными экспозициями получают меньше тепла по сравнению с равнинами.

Изменение атмосферной циркуляции и экспозиция склонов оказывает сильное влияние на микроклимат территории и поэтому является решающим фактором при подборе ассортимента растений. Все растения разделяют на группы видов, которые имеют схожие потребности к условиям произрастания. Выделяемые подобным способом группы называются экологическими группами или экоморфами. Ниже представлены самые распространённые группы [1].

Группа мезофитов – растений, адаптированных к жизни в условиях среднего водоснабжения (средняя влажность почвы и воздуха) на нейтральных почвах. Для данной группы характерны хорошо развитые листья, часто с крупными пластинками, слабо опушенными или не опушенными вовсе. Мезофиты наиболее распространены в умеренном поясе и представлены большим количеством форм.

Ксерофиты способны жить в условиях с крайне низким водоснабжением и переносить продолжительную засуху. Их можно отличить по уменьшенному размеру листьев, глубокой разветвлённой корневой системе и толстой кутикуле и обильному опушению листьев.

Гигрофиты – влаголюбивые растения, способные жить в почве с переизбытком влаги и имеющей нейтральную кислотность. У большинства представителей данной группы есть полости в разных частях растения, содержащие воздух. Корневая система как правило небольшая. Подобные растения можно встретить по берегам различных водоёмов, болотах.

Проведен ландшафтный анализ с целью подбора ассортимента декоративных растений для ревитализации деструктивного ландшафта на примере территории оврага в г. Таруса Калужская области. Исследуемая территория представляет собой эрозионную форму рельефа - овраг, максимальный перепад высот которого составляет 70 метров.

В ходе проведения инвентаризации существующих насаждений, было выявлено, что растительность на объекте недостаточная для обеспечения правильного соотношения типов пространственной структуры. Насаждения представлены в следующем видовом составе: Берёза повислая -13%, Лещина обыкновенная - 30%, Дуб черешчатый - 5%, Липа сердцевидная - 16%, Ель обыкновенная -21%, Ясень обыкновенный - 15%.

Для обеспечения правильного соотношения типов пространственной структуры, повышения показателей декоративности территории и увеличения видового разнообразия рекомендуется дополнительная высадка растений, подбор которых производится с учётом рельефа местности. В условиях транзитных ландшафтных систем, для предотвращения миграции вещества предложен следующий ассортимент растений: Сирень обыкновенная, Барбарис Тунберга, Ива ползучая, Дёрен отпрысковый, Можжевельник горизонтальный [5].

Данные культуры имеют развитую корневую систему и способны образовывать дополнительные корни. Также важна их устойчивость к неблагоприятным условиям среды.

Для трансаккумулятивных частей подобран следующий ассортимент растений, способных переносить повышенное содержание влаги: Ива белая, Ольха серая, Тсуга канадская, Арония черноплодная, Калина обыкновенная. [5]

Растения, произрастающие на элювиальных частях, должны быть выносливыми к неблагоприятным условиям окружающей среды, обладать высокой ветроустойчивостью и выдерживать интенсивную инсоляционную

нагрузку. Для таких мест подойдут следующие культуры: Чубушник венечный, Черёмуха виргинская, Пузыреплодник калинолистный, Шиповник обыкновенный, Ирга канадская [5].

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что рельеф является важным экологическим фактором, формирующим особый микроклимат отдельных участков земной поверхности. Растения обладают разными ландшафтно-экологическими требованиями для произрастания и поддержания декоративности в условиях разной трофности, водности, подвижности, дренажа.

### Список литературы

1. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений / Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.-543 с.

2. Галанина, А. А. Сравнительный анализ геоморфологических уровней рельефа при планировании и эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры / А. А. Галанина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 97-100. – EDN JCQXXM.

3. Гостев, В. В. Ландшафтная характеристика территории Сергиево-Посадского лесничества Московской области / В. В. Гостев, Д. Ю. Сайкова, О. Е. Ефимов // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы : материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28–29 октября 2021 года / Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Сеницына". – Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Сеницына", 2021. – С. 60-64. – EDN LWRKKZ.

4. Картошкина, В. Ю. Использование ландшафтного картографирования для предпроектного ландшафтного анализа объектов ландшафтной архитектуры / В. Ю. Картошкина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 107-109. – EDN KHTNDA.

5. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах //Полевая геоботаника.- Т.3, 1964.- с. 209-299.

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**Жидкова Юлия Андреевна**, студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [yulia.zhidkova05@mail.ru](mailto:yulia.zhidkova05@mail.ru)

**Кислова Алина Владимировна**, студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [kislovaalina15@gmail.com](mailto:kislovaalina15@gmail.com)

**Трефилова Варвара Андреевна**, студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [trefilova.varyu@bk.ru](mailto:trefilova.varyu@bk.ru)

(Научный руководитель - Ефимов Олег Евгеньевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))

*Аннотация.* Данная статья исследует влияние климатических условий, а именно – суммы активных температур (САТ), на проектные решения объектов ландшафтной архитектуры.

*Ключевые слова:* климат, сумма активных температур, ландшафтная архитектура, климатические показатели, объекты проектирования, ландшафт, компоненты ландшафта.

Ландшафт представляет собой сложную и динамичную систему, формируемую множеством взаимосвязанных компонентов. Существуют разные подходы к систематике ландшафтов. Их основу составляет иерархический и типологический подход [4,5]. Понимание составляющих каждого из подходов систематики и изучения ландшафта критически важно для анализа, прогнозирования, управления состоянием окружающей среды при проектировании объектов ландшафтной архитектуры.

Инертные компоненты составляют "скелет" ландшафта, определяя его пространственную структуру и являясь основой для развития других элементов. К ним относятся прежде всего литогенная основа – горные породы и грунты, формирующие рельеф местности.

Мобильные компоненты представляют собой вещество и энергию, находящиеся в постоянном движении и обмене между различными частями ландшафта. Преимущественно это атмосферный воздух и вода, их миграция и взаимодействие, которое определяет многие процессы в геосистеме.

Активные компоненты - живые компоненты ландшафта, оказывающие решающее влияние на его функционирование. Растения, животные, микроорганизмы - все они, взаимодействуя, образуют сложные биогеохимические циклы. Что, в свою очередь, определяет наличие тех или иных растений, произрастающих в разных климатических зонах.

Климат как экологический фактор оказывает влияние на течение всех природных процессов [3]. Сумма активных температур (САТ), как один из важнейших климатических показателей, представляет собой сумму среднесуточных температур воздуха за период вегетации. Это значение отражает количество тепла, доступного растениям для роста и развития.

Так, для широколиственных лесов юга Дальнего Востока, наделённых долгим и тёплым летом, САТ достигает 1800–2400 °С. Это позволяет развиваться богатому видовому разнообразию, включая такие виды, как Монгольский дуб (*Quercus mongolica*), Амурская липа (*Tilia amurensis*) и различные виды Клёнов (*Acer*).

В контрасте с этим, субтропические и тропические регионы, известные своим жарким и влажным климатом, демонстрируют уровень САТ около 3000°С. Такие значения присущи многим видам Пальм (*Palmae, arecaceae*), Орхидей (*Orchidaceae*) и Лиан (*Liana*).

В тундре суровые климатические условия ограничивают вегетационный период и, соответственно, САТ здесь составляет всего 300–600 °С. Растительность тундры представлена, в основном, Мхами (*Bryophyta*), Лишайниками (*Lichenes*) и низкорослыми кустарниками.

Таёжные леса, занимающие обширную территорию России, в том числе и Архангельскую область, характеризуются промежуточными значениями САТ – от 800 до 1700 °С.

Несомненно, САТ определяет энергетические затраты эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры, время проведения работ, планировочные решения, ассортимент растительности, который будет использоваться при воплощении проекта ландшафтной архитектуры.

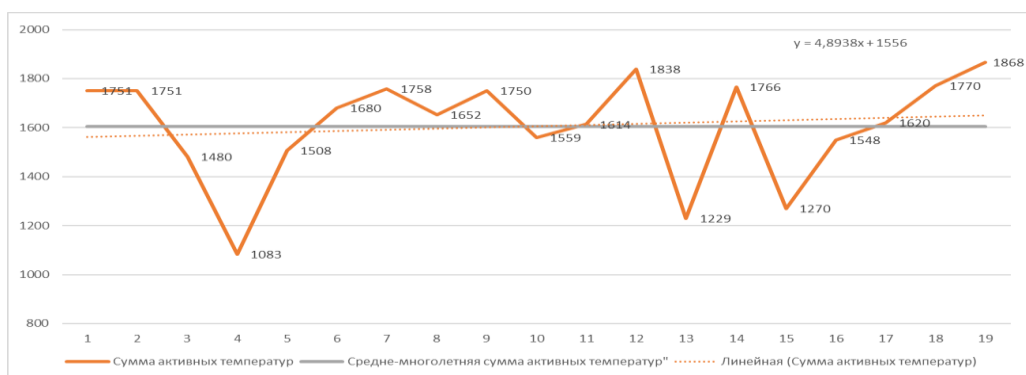


Рисунок – Распределение суммы активных температур за период с 2005 по 2023 гг.

В работе произведён расчёт статистических показателей суммы активных температур по данным сайта [gr5.ru](http://gr5.ru) [1,2], который в открытом доступе предоставляет базу данных по многим метеорологическим показателям: местное время, облачность, осадки, давление, температура, влажность, ветер, фаза луны, время заката и рассвета. Благодаря анализу выбранного архива Архангельска,

Россия, метеостанция им. ФЮ А. Абрамова (аэропорт), номеру ID=22550, выборки дат с 01.02.2005 по 31.12.2023 и количеству определений в 55068, был осуществлён подсчёт суммы активных температур за 18 лет.

Далее была использована программа Microsoft Excel, которая позволяет систематизировать набор данных, для того, чтобы было возможно вычлениить из многомерной базы данных нужную нам САТ. Для этого были взяты в пользование сводные таблицы и критерий выполнения: сумма активных температур должна быть больше 10°C, на основании этого были получены данные по годам (Рисунок) и сделана линия тренда.

По данным графика наблюдается потепление. В перспективе на территории Архангельской области нужно подбирать ассортимент с более теплолюбивыми растениями, в порядке 1800 – 2000°C суммы активных температур. С рекомендацией размещения с южной стороны для их максимального роста и развития. Можно предложить следующие варианты растительности:

Хвойные деревья: Ель обыкновенная (*Picea abies*), Ель сибирская (*Picea obovata*), Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), Лиственница сибирская (*Larix sibirica*). Также можно использовать интродуцированные (завезённые) хвойные растения: Лиственницу японскую (*Larix kaempferi*), Кедр сибирский (*Pinus sibirica*), Ель колючую (*Picea pungens*), Лиственницу Сукачева (*Larix sukaczewii Dylis*), Тую западную (*Thuja occidentalis*), Сосну Веймутова (*Pinus strobus*). Съедобные ягоды: Малина (*Rubus idaeus*), Смородина чёрная (*Ribes nigrum*) и Смородина красная (*Ribes rubrum*), Морошка (*Rubus chamaemorus*), Земляника (*Fragaria*), Брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), Черника (*Vaccinium myrtillus*), Голубика (*Vaccinium uliginosum*), Рябина (*Sorbus aucuparia*), Клюква (*Oxycoccus*) и Шиповник (*Rosa*). Лиственные деревья: Клён остролистный (*Acer platanoides*) и Клён татарский (*Acer tataricum*), Ива белая (*Salix alba*), Липа мелколистная (*Tilia cordata*), Ольха серая (*Alnus incana*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Тополь дрожащий (*Populus tremula*) и Тополь бальзамический (*Populus balsamifera*).

Наблюдается небольшое видовое разнообразие в связи с достаточно суровыми условиями северной зоны.

Таким образом, можно сказать, что понимание функций климатических компонентов особенно важно для ландшафтного архитектора, а знание такого фактора, как сумма активных температур, даёт возможность оценить обеспеченность растений теплом в любой период времени, что позволяет подобрать подходящие растения, адаптированные к различным климатическим условиям. Данные знания необходимы для создания устойчивых и функциональных ландшафтных решений.

### Список литературы

1. Сайт "Расписание Погоды" Архив погоды [Электронный ресурс]. - URL: <https://rp5.ru/> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 18.10.2024).



2. Использование дистанционных методов в оценке климатических показателей в предпроектном ландшафтном анализе территории / П. И. Лебедева, Д. Г. Колосова, О. Е. Ефимов, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 42-45. – EDN PMLZBD.

3. Савин, В. К. Роль экологических и климатических факторов при застройке территории / В. К. Савин, Н. Г. Волкова, Ю. К. Попова // Жилищное строительство. – 2014. – № 6. – С. 56-59. – EDN SFTNEZ.

4. Ландшафтоведение: ПРАКТИКУМ / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 129 с. – ISBN 978-5-9675-1543-9. – EDN GNCNVR.

5. Картошкина, В. Ю. Использование ландшафтного картографирования для предпроектного ландшафтного анализа объектов ландшафтной архитектуры / В. Ю. Картошкина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего: Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 107-109. – EDN KHTNDA.

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ**

**Жукова Елизавета Михайловна**, бакалавр, институт Агробиотехнологии, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, [zukovalizok@gmail.com](mailto:zukovalizok@gmail.com)

**Рахимов Андрей Фарходович**, бакалавр, институт Агробиотехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, [andreyrahimov12@gmail.com](mailto:andreyrahimov12@gmail.com)

**Каширская Мария Александровна**, бакалавр, институт Агробиотехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, [youlmarii29@gmail.com](mailto:youlmarii29@gmail.com)

(Научные руководители: Каменных Наталья Львовна, к. б. н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, [kamennyh@rgau-msha.ru](mailto:kamennyh@rgau-msha.ru), Шмакова Кристина Алексеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, [kshmakova@rgau-msha.ru](mailto:kshmakova@rgau-msha.ru) )

*Аннотация: Территория Лесной опытной дачи расположена в пределах Центрально-Московского структурно-геоморфологического блока, представляющего собой пологое куполообразное поднятие изометрических очертаний. Значительная часть территории ЛОД покрыта отложениями, образовавшимися в результате деятельности ледников. Среди них можно выделить морены и флювиогляциальные отложения [5].*

*Ключевые слова:* геология, четвертичные отложения, лесная опытная дача, картография, ледниковые отложения.

**Цель:** исследовать четвертичную геологию Лесной опытной дачи на основе анализа картографических и литературных данных.

**Задачи:**

1. Оцифровка картографических данных;
2. Анализ и описание карты четвертичных отложений;
3. На основании исследованного материала сделать выводы;

Лесная опытная дача (ЛОД) — это уникальная природная научно-исследовательская лаборатория. Лесная опытная дача расположена в юго-западной части землепользования Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К. А. Тимирязева, в Северном административном округе города Москвы. По своим природным условиям она относится к южной подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, которые входят в таёжно-лесную зону. Территория ЛОД имеет форму сложного многоугольника, вытянутого с северо-запада на юго-восток. Максимальная длина составляет 2,8 километра, а ширина — 1,6 километра. Лесная опытная дача расположена в самой южной части большого склона Клинско-Дмитровской гряды и по рельефу представляет собой моренную холмистую равнину.

В самом центре территории Лесной опытной дачи находится плоский водораздельный холм, со склонами крутизной до 3°. Равнинные территории осложнены ложбинами, понижениями и западинами. Амплитуда высот на территории составляет 15 м. Согласно данным, представленным в Государственной геологической карте Российской Федерации масштаба 1:200 000 и Геоморфологической карте города Москвы, составленной Институтом географии Российской академии наук масштаба 1:25 000, рассматриваемая территория относится к моренной пологоувалистой равнине, которая сложена валунным суглинком. Большая часть этой равнины с отсутствием или прерывистым плащом покровного суглинка. Северо-западная и западная части территории расположены на флювиогляциальной равнине, сложенной песками, супесями и суглинками. Таким образом, геологический разрез данной местности представлен четвертичными отложениями, подстилаемыми юрскими глинами, мощность которых составляет 20–22 метра [3].

**Ледниковые отложения**

Ледниковые отложения представляют собой обширную и разнообразную группу геологических образований, включающую в себя множество генетических типов, которые непосредственно или косвенно связаны с деятельностью ледников и климатическими условиями, характерными для их существования. В силу этого генетические типы данной группы рассматриваются в совокупности.

В подавляющей части ледниковые отложения являются продуктами механической осадочной дифференциации. В следствии чего, осадки, связанные с ледниками, обычно представляют собой смесь обломков, которые либо плохо отсортированы, либо вовсе не отсортированы, а зачастую содержат

грубообломочный материал. Тонкозернистые осадки, если и присутствуют, как, например, в озерно-ледниковых отложениях, то парагенетически они всегда тесно связаны с относительно грубым обломочным материалом.

На территории Лесной опытной дачи в четвертичных отложениях находятся следы деятельности ледников, которые выражены в виде морен и флювиогляциальных отложений.

**Моренные отложения** состоят из несортированной смеси обломков различных размеров: от больших глыб или валунов до песка и глинистых частиц. Содержание грубообломочного материала, песка и глины, а также цвет морены зависят от исходных горных пород и длительности переноса продуктов их разрушения ледником [1].

По данным карты [5] моренные отложения на территории ЛОД занимают половину площади. Таким образом на северо-востоке территории Лесной опытной дачи залегают четвертичные отложения представлены мореной, отложенной в Московскую стадию Днепровского оледенения (верхняя морена). Залегают на зачастую на повышенных элементах рельефа, по гранулометрическому составу она суглинистая или супесчаная, по цвету чаще красно-бурая. Следовательно, почвообразующая порода преобладающей возвышенной части Лесной опытной дачи представлена моренным красно-бурым суглинком, реже (на наиболее повышенных местах) - глиной, мощность которых составляет в среднем 5-6 м. Подстилаются они песком. В нижней части суглинистой толщи часто встречаются валуны массивно-кристаллических пород (гранит, кварцит, песчаник) [2].

**Флювиогляциальные отложения** образуются при таянии ледника, когда возникшие водные потоки сортируют и переоткладывают моренный материал на всем пути своего движения, формируя при этом особый рельеф и собственно водно-ледниковые отложения [1].

На территории Лесной Опытной Дачи такого рода отложения занимают чуть меньше половины территории, расположенной на северо-западе. В флювиогляциальных отложениях литологический состав между покровным слоем и ледниковым пластом в двучленных отложениях весьма неоднороден, об этом свидетельствует покровный слой, который образовался в результате локального размыва ледникового пласта. Новые данные оптически стимулированной люминесценции (OSL) — это научный метод, который используется для определения времени, прошедшего с момента последнего воздействия минеральных зёрен на свет.) подтверждают тот факт, что покровный слой образовался во время таяния Московского ледника. [4]

#### **Болотные и озерные отложения**

Несмотря на то, что практически вся территория Лесной опытной дачи представлена ледниковыми отложениями, она также имеет и болотные отложения в связи с следующими факторами: на территории Лесной опытной дачи (ЛОД) имеется большое количество заболоченных понижений, почти все

они, за исключением Оленьего озера, летом пересыхают; на территории ЛОД есть низинные болота, которые расположены в местах выхода на поверхность грунтовых вод, ключей, они приурочены к долинам рек и их поймам, берегам водоёмов. В связи с этим на территории можно встретить не только озерные и болотные. На карте четвертичных отложений города Москвы [5] озерные и болотные отложения расположены в нижней, северо-восточной части ЛОД и занимают сравнительно небольшую площадь.

### **Заключение**

1. Литологический состав территории Лесной Опытной Дачи сложен и весьма неоднороден;
2. Моренный суглинок, являясь основной почвообразующей породой в Лесной опытной даче, имеет двучленное строение;
3. На территории ЛОД имеется небольшое количество болотных отложений, в связи с большим количеством заболоченных понижений.

### **Список литературы**

1. Ганжара, Н. Ф., Геология с основами геоморфологии [Текст] / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, А. В. Арешин, О. С. Бойко, О. Е. Ефимов — . — Москва: РГАУ-МСХА, 2016 — 187 с.
  2. Наумов, В. Д. 145 лет Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [Текст] / В.Д. Наумов, В.М. Баутин, А.Н. Поляков — Москва: РГАУ-МСХА, 2009 — 784 с.
  3. Яшин, И. М. Путеводитель почвенно-экологической экскурсии по Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [Текст] /И.М. Яшин, И.И. Васенев, Р.А. Атенбеков — Москва: РГАУ-МСХА, 2016 — 67 с.
  4. Soils in the bipartite sediments within the Moscow glacial limits of the Russian Plain: Sedimentary environment, pedogenesis, paleolandscape implication [Текст] / Makeev A., P. Kust, M. Lebedeva, A. Rusakov, V. Terhorst, T. Yakusheva // Quaternary International. — 2019. — № 501. — С. 147-173
- Дашевский В.В. N-37-II (Москва). Государственная геологическая карта Российской Федерации. Карта четвертичных отложений / Дашевский В.В. [Электронный ресурс] // Геологическая библиотека "Geokniga" : [сайт]. — URL: <https://www.geokniga.org/maps/453> (дата обращения: 01.11.2024). УДК 911.52

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

*Ивченко Анастасия Сергеевна* – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

*Ивлева Анна Александровна* – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

*Кучеренко Майя Максимовна* – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

(Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Аннотация:* В данной статье мы рассмотрим влияние климатических условий на проектирование объектов ландшафтной архитектуры. Анализ поможет выявить ключевые аспекты при работе с различными климатическими показателями, такими как температура, ветер, осадки, влажность, освещенность.

*Ключевые слова:* климат, ландшафт, климатические условия, ландшафтное пространство, ландшафтная архитектура.

**Цель исследования:** цель данной статьи заключается в изучении влияния климатических условий на проектирование объектов ландшафтной архитектуры, которое позволит достичь качественного и эффективного результата, направленного на комфорт пользователей.

Ландшафтная архитектура включает в себя обширную область, связанную с проектированием открытых участков и преобразованием окружающей природы человеком. Создание парков, общественных инфраструктур, городских дизайнов и других пространств, требует больших усилий для их функциональности, и без анализа влияния климатических условий на благоустраиваемую территорию не обойтись.

#### **Анализ влияния климата.**

В рамках исследования, была проведена аналитическая работа, с последующим составлением таблицы (Таблица), в которой дана характеристика различных регионов РФ, включающая температуру, осадки, влажность, ветроустойчивость и освещение. Проанализирована база данных на основе сайта [gr5.ru](http://gr5.ru) по 6 областям за период 10 лет. На основе данной таблицы определили, как климатические условия влияют на разработку ландшафтного пространства и на что специалисту стоит обратить особое внимание при разработке проекта в области ландшафтной архитектуры.

Таблица

Среднегодовые климатические показатели различных регионов

Среднегодовые климатические показатели различных регионов РФ						
Название региона	Температура, t°C	Осадки, мм	Влажность, %	Сумма активных температур больше 10 °С	Освещение, кол-во дней в год	ID используемой метеостанции
Воронежская область	+6,9	600	74	2870	127	34123

Краснодарский край	+12,7	735	71	3903	182	URkk
Липецкая область	+5,8	520	75	2495	109	27930
Самарская область	+3,8	372	73	2860	126	28900
Тверская область	-5,7	727	80	2457	79	27619
Ростовская область	+9,9	618	73	3667	164	34730

Данная таблица свидетельствует, что все регионы можно разделить на 3 уровня: с высокой, средней, низкой теплообеспеченностью.

В группы с высокой теплообеспеченностью входят Краснодарский край и Ростовская область. Рекомендуемый ассортимент растительности:

Рябина обыкновенная, Ель колючая, Лиственница сибирская, Вишня обыкновенная, Клен остролистный, Липа мелколистная, Вяз гладкий, Туя западная, Спирея японская, Барбарис Тунберга, Боярышник обыкновенный, Свидина кроваво-красная, Можжевельник казацкий, Чубушник венечный, Курильский чай кустарниковый, Сирень обыкновенная, Жимолость каприфоль, Виноград амурский.

В группу со средней теплообеспеченностью входят Воронежская и Самарская области. Рекомендуемый ассортимент растительности:

Берёза повислая, Фигус Бенджамина, Бересклет бородавчатый, Клён остролистный, Толстянка яйцевидная, Фигус каучуконосный, Замиокулькас zamielistnyy, Липа сердцевидная, Дуб черешчатый, Лещина обыкновенная, Вяз гладкий, Каланхое Блоссфельда, Цикорий обыкновенный, Сосна обыкновенная, Сансевиерия трёхполосная, Душица обыкновенная, Яблоня низкая, Калина обыкновенная, Роза китайская, Ландыш майский.

В группу с низкой теплообеспеченностью входят Липецкая и Тверская области. Рекомендуемый ассортимент растительности:

Черёмуха обыкновенная, Сияк обыкновенный, Тысячелистник обыкновенный, Цикорий обыкновенный, Пижма обыкновенная, Бодяк полевой, Одуванчик лекарственный, Вероника дубравная, Фигус Бенджамина, Люцерна серповидная, Лапчатка серебристая, Полынь горькая, Вьюнок полевой, Подмаренник настоящий, Подорожник большой, Таволга обыкновенная, Полынь обыкновенная, Крапива двудомная, Клён ясенелистный, Клён остролистный.

От климатических условий зависит ряд факторов среды, которые влияют на рост и развитие растений. Для территорий с холодным или жарким климатом нужно подбирать достаточно выносливые растения соответственно температуре. Следует учесть факторы устойчивости к засухе и промерзанию почвы, при необходимости обеспечить растения системой полива и обогрева. Для ветровых районов следует обратить внимание на ветроустойчивость растений и

использовать системы, препятствующие потокам ветра, что позволит сократить ущерб ландшафтных участков. Для территории с повышенной влажностью требуется использование систем, направленных на отвод воды с поверхности участка. В тенистом районе следует выбирать теневыносливые растения, а в освещенном наоборот.

#### **Результаты исследования:**

Необходимо учитывать сезонные температурные условия при проектировании ландшафтно-архитектурных объектов. Как повышение температуры воздуха, так и его значительное понижение негативно сказываются на уровне комфорта посетителей. В летний период целесообразно устанавливать солнцезащитные конструкции, создающие теневые зоны, в то время как зимой необходимо проектировать закрытые пространства, способствующие сохранению тепла, например, павильоны. Для обеспечения долговечности сооружений важно тщательно подбирать материалы, соответствующие климатическим особенностям конкретного региона. Кроме того, следует принимать во внимание адаптированность растений, используемых в проектировании, к местным климатическим условиям для повышения устойчивости экосистемы. [1,4,5]

Очень важную роль в проектировании ландшафтных объектов играют ветровые потоки. Стоит учитывать, что теплые и холодные течения ветров, их направления, а также количество солнечного света влияют на формирование особых климатических условий. Ветрозащиту северных сторон ландшафтного объекта можно обеспечить, например, использованием, зеленых насаждений. Подбор растений осуществляется с учетом их ветроустойчивости. Итак, переходя к конкретным примерам, в парках возможно использование зеленых стенок, высоких кустарниковых насаждений, плотной посадки деревьев.[2]

Инсоляция, другими словами, освещение является одним из основных факторов, определяющих параметры ландшафтной архитектуры, существенно влияя на атмосферу и визуальное восприятие пространств. Распределение теней играет ключевую роль в процессе проектирования, учитывая световые предпочтения растений, которые могут варьироваться от полной солнечности до полутени. Солнечные лучи формируют сложные эффекты света и тени. Правильное размещение элементов ландшафта и открытых пространств с учетом инсоляции и теневых зон способствует созданию гармоничной среды, обеспечивающей комфорт для человека. Для защиты от солнца подходят, например, перголы, беседки, берсо, павильоны и другие сооружения с навесом.

Вода, один из важнейших факторов который необходимо учитывать перед проектировкой ландшафтно-архитектурных объектов. Берутся во внимание не только осадки, но и рельеф, для правильного создания дренажных систем. Подбор материалов осуществляется в зависимости от пагубного воздействия воды на них. Подбирать следует устойчивые к коррозии в областях с высокой влажностью,

материалы не подверженные коррозии используются в зонах с низкой влажностью. Стоит предусматривать планировку навесов или иных сооружений для защиты от осадков для комфортного пребывания людей. Подбор растений для проекта осуществляется также с учетом влажности конкретной местности. Ротонды, беседки, павильоны идеально подходят укрытия от осадков. [1,5]

В наше время растет тенденция восстановления экологии, и эта проблема становится все более актуальной на фоне глобальных климатических изменений и ухудшения состояния окружающей среды. Одним из ключевых направлений в этой области является биоклиматическая ландшафтная архитектура. Она основывается на создании подобия естественной экосистемы, которая учитывает местные климатические условия, особенности ландшафта, флоры и фауны. Биоклиматическая архитектура нацелена на гармоничное сосуществование человека и природы. Для улучшения экологических условий возможно применение биоклиматических принципов создания архитектурных объектов, которые исключают выбросы антропогенных отходов в окружающую среду. Так же учитывается использование местных материалов, продуманная планировка и грамотное расположение объектов.

Важно понимать, что без учета экологических факторов проект может оказать разрушительное воздействие как на природу, так и на здоровье людей. [3]

Климат влияет на количество растительности и видовой состав композиции. Правильный выбор цветовых решений, текстур и материалов позволяет создавать ландшафтные проекты, которые не только эстетически привлекательны, но и функционально адаптированы к местным климатическим условиям. [4]

### **Заключение:**

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что влияние климатических показателей на ландшафтные проекты велико. Важно учитывать наличие различных климатических факторов, это позволит специалистам данной сферы, с точностью подобрать растительность для территории, создать и спроектировать ландшафтное пространство, которое, благодаря учтенным факторам, прослужит более долгий срок и позволит достичь качественного результата при соответствующих затратах ресурсов и усилий. Следовательно, можно утверждать, что проведение анализа климата территории являются необходимым шагом при разработке ландшафта, чтобы сформировать гармоничный и устойчивый проект для их пользователей и обеспечить долговечность и стойкость к различным погодным условиям.

### **Список литературы:**

1. Использование дистанционных методов в оценке климатических показателей в предпроектном ландшафтном анализе территории / П. И. Лебедева, Д. Г. Колосова, О. Е. Ефимов, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 42-45. – EDN PMLZBD.



2. Бахина, М. А. Анализ климатических показателей ландшафтов долготного распределения / М. А. Бахина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 94-97. – EDN LECPLE.

3. Пипуныров, П. Н. Фактор местности в архитектуре биоклиматического малоэтажного жилого здания / П. Н. Пипуныров // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 9(128). – С. 119-124. – EDN PATJAB.

4. Савин, В. К. Роль экологических и климатических факторов при застройке территории / В. К. Савин, Н. Г. Волкова, Ю. К. Попова // Жилищное строительство. – 2014. – № 6. – С. 56-59. – EDN SFTNEZ.

5. Сайт "Расписание Погоды" Архив погоды [Электронный ресурс]. - URL: <https://rp5.ru/> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 18.10.2024).

## **АНАЛИЗ СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР ГОРОДА ЭЛИСТА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ПРЕДПРОЕКТНОМ ЛАНДШАФТНОМ АНАЛИЗЕ ТЕРРИТОРИИ**

*Иовлева Анна Сергеевна - студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, iovleva.a@gmail.com*

*Лачева Анастасия Михайловна - студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, asyala228@gmail.com*

*Халаева Милена Маратовна - студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, milena.halaeva1@gmail.com*

*(Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, efimov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в данной работе представлен анализ суммы активных температур в контексте предпроектного ландшафтного анализа для города Элиста. Сумма активных температур является ключевым климатическим показателем, влияющим на выбор растительных видов, планирование зеленых насаждений и устойчивое развитие городской инфраструктуры.*

*Ключевые слова: климат, ландшафт, сумма активных температур.*

Климатические показатели являются важной характеристикой при планировании и эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры. Метеорологи постоянно ведут мониторинг по десяткам показателям, однако пользование климатическими показателями, которые учитывают многолетние

изменения значительно удобнее. К такому показателю можно отнести сумму активных температур за вегетационный период более 10 градусов цельсия. Показатель помогает понять возможности садоводства и сельского хозяйства и других видов деятельности, связанных с распределением температуры. [1]

Данный показатель необходим при планировании зеленых насаждений, определение оптимальных видов растений и деревьев, которые можно использовать в озеленении города, основываясь на температурных условиях. Анализ активных температур может помочь в изучении динамики экосистем и биоразнообразия в регионе. [3]

Климатические показатели влияют на: период проведения работ, планировочные решения инженерных сооружений, подбор ассортимента растительности. Изменение температурных условий влияет на рост и развитие растений, это стоит учитывать при предпроектном ландшафтном анализе территории. [2]

Проведен расчет и анализ суммы активных температур г. Элиста. Исходными данными для оценки климатических условий послужили данные, представленные сайтом «Расписание Погоды», [rp5.ru](http://rp5.ru) метеорологической станции номер ID 34861 Элиста, Калмыкия, Россия (46° 19.002' с.ш., 44° 15' в.д.; абсолютная высота - 170 м н. у. м. БС), расположенной на сухостепной смешанного происхождения аккумулятивно-денудационной равнине в балке одноименной реки в юго-восточной части возвышенности Ергеня с умеренным, резко-континентальным климатом. [4]

В рамках исследования были изучены архивные данные температурных показателей на изучаемой территории с последующим составлением графика, в котором указаны суммы активных температур города Элиста в период с 01.01.2014 по 31.12.2023 (рис. 1). Архив помещен в программу Excel. Из архива получены ключевые данные для анализа суммы активных температур за указанный период. С использованием формул построена таблица активных температур ( $T > 10^{\circ}\text{C}$ ) за весь период. На основании сводной таблицы построен график, на котором указана сумма активных температур за каждый год указанного периода.

На основании данного графика определен тренд изменения суммы активных температур (рисунок).

Общая выборка (число наблюдений) за весь период наблюдения составила 32121 единицу. Определена средняя сумма активных температур за десятилетний период, которая составила  $3850^{\circ}\text{C}$ . Расчитана модель распределения суммы активных температур описывается уравнением:  $y = -0,0425x^6 + 1,9571x^5 - 31,534x^4 + 228,42x^3 - 760,57x^2 + 1057,7x + 3286,6$  с коэффициентом аппроксимации:  $R^2 = 0,69$ . Общий тренд суммы активных температур за весь период наблюдения имеет положительный тренд и описывается уравнением:  $y = 32,578x + 3670,8$ .

Анализ данных свидетельствует, что тренд идет на повышение, из этого следует, что среднегодовые температуры будут увеличиваться. Климатические, эдафические, антропогенные факторы довольно тесно взаимосвязаны друг с другом. Изменение одного из факторов влечет за собой изменение других. Воздействие пастбищной нагрузки и сезонные, погодные инверсии влияют на те, или иные показатели отдельных растительных сообществ.

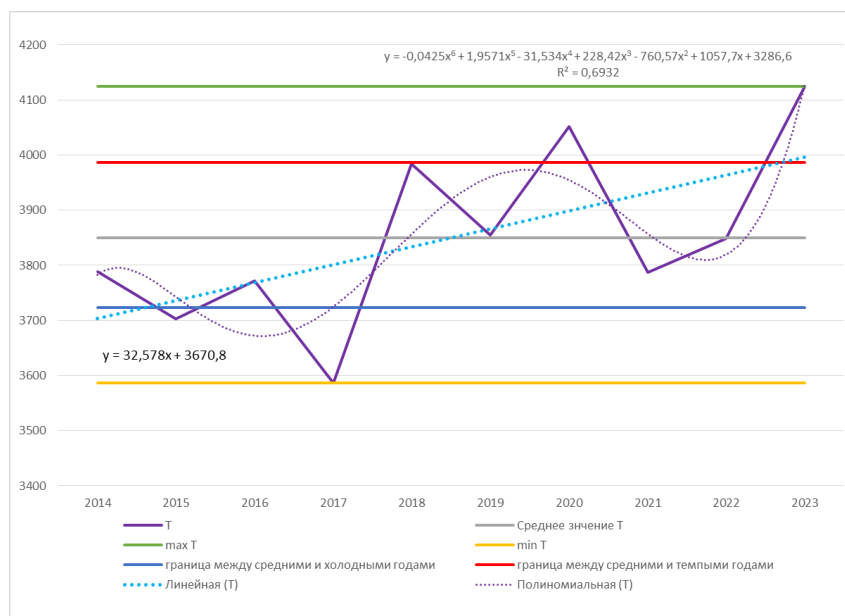


Рисунок - График изменения активных температур в период с 2014 по 2023 год

*Оптимальная разновидность растений, используемых в озеленении города Элиста - город с засушливым континентальным климатом, характеризующимся жарким летом и холодной зимой. Для успешного озеленения необходимо выбирать виды, устойчивые к суровым условиям.*

Ассортимент деревьев и кустарников, применяемый в лесоразведении Калмыкии, в количественном выражении составляет более 30 таксонов. Основными из них являются: вяз и др. ильмовые – 20%, дуб – 15%, тополь – 3%, акация белая – 4%, ясень – 2%. [5]

Другие древесные виды растений можно рекомендовать для данного региона : лиственница – дерево с высокой холодостойкостью, которое хорошо переносит засуху и ветры; клен ясенелистный также является быстрорастущим деревом, устойчивым к жаре и засухе, а также хорошо противостоит ветру; тополь, в свою очередь, отличается быстрым ростом и способностью адаптироваться к городским условиям; ясень – светолюбивое дерево, которое успешно переносит засуху и ветры; акация, будучи засухоустойчивым и быстрорастущим деревом, также активно используется в озеленении; сосна

выделяется своей холодостойкостью и устойчивостью к засухе, а также способностью переносить ветры. [5]

Кустарники составляют наибольшую долю (52 %) и имеют важнейшее мелиоративное значение. Для целей лесомелиорации широко применяются следующие кустарники: смородина - 14 %, джужгун - 11 %, лох - 7%, гребенщик - 7 %. Кустарники, такие как барбарис, жимолость, шиповник, спирея и сирень, также играют важную роль. Все перечисленные кустарники холодостойкие и засухоустойчивые, а некоторые из них радуют глаз красивыми цветами и яркими плодами.

Кроме того, в дополнение к деревьям и кустарникам, в регионе также высаживаются цветы, такие как тысячелистник, мак, космос, львиный зев и гвоздика. Эти растения являются засухоустойчивыми и могут быть как однолетними, так и многолетними, при этом они привлекают внимание своими яркими цветками.

Анализ метеорологических данных показывает устойчивый тренд к повышению температуры воздуха в Элисте. За последние 10 лет среднегодовая температура в Элисте демонстрирует устойчивый рост, увеличившись примерно на 1-2 градуса Цельсия. Это приводит к более частым и интенсивным волнам жары, что оказывает значительное влияние на жизнь населения и экосистему региона. Летние температуры становятся более высокими, а зимние – менее холодными. Данные о количестве осадков также показывают значительные изменения: в последние десятилетия наблюдается увеличение среднегодового количества осадков на 10-20%. Увеличение осадков чаще всего фиксируется в весенний и летний сезоны, что может приводить к затоплениям и другим негативным последствиям. Увеличение частоты экстремальных погодных явлений, таких как сильные дожди, град и засухи, также стало заметным. Это может быть связано с изменениями в атмосферной циркуляции и глобальным потеплением.

Представленный анализ динамики среднегодовых температур города Элиста позволяют сделать вывод об устойчивой тенденции к потеплению за последние 10 лет.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что показатели суммы активных температур имеют большое значение при проведении предпроектного ландшафтного анализа. Данные исследования позволяют получить необходимую информацию о тепловом режиме территории, что является ключевым фактором при выборе растений, материалов и других элементов ландшафтного дизайна.

### **Список литературы**

1. Использование дистанционных методов в оценке климатических показателей в предпроектном ландшафтном анализе территории / П. И. Лебедева,

Д. Г. Колосова, О. Е. Ефимов, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 42-45. – EDN PMLZBD.

2. Ландшафтоведение : ПРАКТИКУМ / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 129 с. – ISBN 978-5-9675-1543-9. – EDN GNCNVR.

3. Медведева, С. О. Ландшафтный анализ распределения суммы активных температур на примере долготного распределения в городах 56-й Северной широты / С. О. Медведева, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 115-117. – EDN FQWHWW.

4. Сайт «Расписание Погоды» Архив погоды [Электронный ресурс]. –URL: <https://rp5.ru/>Режим доступа: свободный.

5. Шумова Н.А. Анализ климатических условий в Республике Калмыкия за 1966-2017 гг. // Аридные экосистемы. 2020. Том 26. № 3 (84). С. 23-29. | PDF

## **ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

*Киреев Кирилл Ильич - студент 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Булыгина Вероника Дмитриева - студент 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Кавкаева Алина - студент 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, канд. с-х наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация. В данной работе рассматриваются как рельеф влияет на архитектурно планировочные решения объектов ландшафтной архитектуры. После обработки всей информации влияние рельефа на архитектурно планировочные решения объектов ландшафтной архитектуры.*

*Ключевые слова:* рельеф, ландшафт, ландшафтная архитектура, планировка, архитектура.

Рельеф является свойством литогенной основы ландшафта. В зависимости от того, как складывались процессы в поверхностных слоях литосферы, так визуально это в виде сочетания форм и элементов рельефа можно наблюдать,

диагностировать и использовать при эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры.

Структурный элемент ландшафта, который предопределяет планировочное и композиционное решение территории любого объекта ландшафтной архитектуры, в том числе специализированного объекта, является мощным фактором зрительных впечатлений и в значительной мере определяет саму функциональную структуру территории.

В работах многих авторов указывается, что одним из важнейших факторов формирования ландшафта является рельеф. Он оказывает большое влияние на процессы пространственной дифференциации компонентов всего географического комплекса, определяет пейзажный характер ландшафта и его эстетические характеристики. [1, 3]

Рельеф выступает важным фактором дифференциации и создает ландшафтное разнообразие в природных комплексах разной степени. Под влиянием рельефа находятся распределение и состав сети водотоков, характер почв и растительности. Топография существенно влияет на перераспределение солнечного тепла и осадков в ландшафте. [2]

Топография отражает геологическое строение и палеогеографическое прошлое территории и в конечном итоге является основой «портрета территории» По мнению Д.Л. Арманды, главные факторы – это те, которые сильно влияют на большинство компонентов и остаются в основном неизменными под их воздействием. В природе они объективно присутствуют и не могут быть изменены. В ландшафтах это рельеф и климат: По мнению Н.А. Солнцева, компоненты ландшафта (от «сильных» до «слабых») ранжируются следующим образом: кора - атмосфера - вода - почва - флора – фауна. [5]

Топография влияет на разнообразие мест и определяет морфологическую структуру ландшафта, которая отражается в ландшафтной структуре. Для каждого ландшафта характерна своя дифференциация места, геоморфологии и дорожки Н.А. Солнцев отмечал, что географический ландшафт - это часть географической оболочки, индивидуальная структура которой известна. Географический ландшафт, часть географической оболочки, индивидуальная структура которой известна.

Географические ландшафты создают многообразие мест, где разграничиваются пласты и тропы и формируются ландшафтные структуры. Отдельные пласты и тропы не оригинальны, сходные пласты и тропы повторяются снова и снова, а их индивидуальные особенности отходят на второй план, но в то же время комбинации неоригинальных пластов и троп часто создают оригинальные ландшафты. Географический ландшафт состоит из нескольких (или многих) простых частей. Ландшафт не является оригинальным сам по себе, он всегда состоит из нескольких или многих частей, взаимосвязанных и многократно сочетающихся друг с другом. Чем выше уровень, тем более оригинальным и уникальным является природный комплекс в принципе. [4]

Одним из ключевых этапов изучения ландшафтов, ландшафтного планирования и проектирования агроландшафтов и проведения оценки (агроэкологической, экологической, стоимостной и т.п.) земель выступают составление и анализ ряда картографических материалов по мере выполнения определенного цикла заданий. В него входят: составление подробной геоморфологической карты исследуемого участка с последующим построением карты-схемы экспозиций склоновых земель и картосхем распределения суммы активных температур и осадков на элементах рельефа, а также картосхемы элементарных геохимических ландшафтов [3].

Рельефы, играющие важную роль в архитектурно-планировочных решениях ландшафтной архитектуры, символизируют взаимодействие человека и природы. Такие характеристики, как высота, уклон, тип почвы и существующие природные элементы, лежат в основе дизайнерского подхода.

При проектировании парков, садов и общественных пространств следует учитывать уклон местности. Например, использование естественных форм рельефа для создания водных объектов, таких как водопады, значительно обогащает природное разнообразие и повышает экологическую устойчивость проекта.

Топография также влияет на микроклимат и поэтому важна для выбора растений и материалов. Неровные поверхности пола помогают создать уединенные и разнообразные визуальные ландшафты, а также могут усиливать или ослаблять ветер, солнечный свет и влажность.

Вот некоторые важные моменты, которые необходимо учитывать это формирование пространства: топография определяет расположение зданий, дорог, территории и растительности. Склоны и углы могут создавать естественные пространства или, наоборот, затруднять доступ.

Управление водными ресурсами: основные принципы дренажа и управления поверхностными водами зависят от топографии. Склоны можно использовать для проектирования водосборных систем, ландшафта для осадков и предотвращения заболачивания.

Зонирование: рельеф может способствовать созданию различных функциональных зон (например, открытых пространств, садовых участков, зон отдыха) в зависимости от высоты и уклона участка.

Визуальные аспекты: разнообразный рельеф может создавать захватывающие виды. Архитекторы и ландшафтные дизайнеры учитывают визуальную ось, чтобы подчеркнуть природную красоту и создать уютные, открытые горизонты.

Условия окружающей среды: угол и высота склона влияют на климатические условия (ветер, солнечный свет и температура). Это важно для выбора подходящих растений и экологических материалов.

Стабильность и безопасность: При проектировании объектов в районах с потенциальными склонами и оползнями следует учитывать устойчивость

конструкции. Для укрепления и защиты могут потребоваться специализированные инженерные решения.

Доступность: топография влияет на доступ к объектам. Пандусы, лестницы, тротуары и дороги должны соответствовать природной среде для комфортного передвижения.

Таким образом, рельеф является важным фактором, который необходимо учитывать при планировании и проектировании ландшафтных архитектурных объектов, поскольку он влияет на расположение, конфигурацию, движение, дренаж и визуальное восприятие этих объектов. Осмысленное включение рельефа в архитектурный дизайн не только обогащает эстетическое восприятие, но и способствует гармоничному сосуществованию искусственных территорий с природной средой и подчеркивает уникальность каждой ландшафтной особенности.

### **Список литературы**

1. Галанина, А. А. Сравнительный анализ геоморфологических уровней рельефа при планировании и эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры / А. А. Галанина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 97-100. – EDN JCQXXM.
2. Картошкина, В. Ю. Использование ландшафтного картографирования для предпроектного ландшафтного анализа объектов ландшафтной архитектуры / В. Ю. Картошкина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 107-109. – EDN KHTNDA.
3. Ландшафтоведение : ПРАКТИКУМ / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 129 с. – ISBN 978-5-9675-1543-9. – EDN GNCNVR.
4. Летняя полевая практика по ландшафтоведению [Текст] : Учеб. пособие для студентов-заочников / Ленингр. гос. ун-т им. А. А. Жданова. - Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1969. - 92 с.
5. Учение о ландшафте: Избр. тр. / Н.А. Солнцев; Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Географ. фак. - Москва: Издательство Московского университета, 2001. – 382



## **BERGAUERIA. КАК НЕОДНОРОДНОСТЬ ИХНОСТРУКТУР ПРИВОДИТ К ОШИБКАМ ПРИ ИХ ИДЕНТИФИКАЦИИ**

*Кащенко Григорий Алексеевич, бакалавр 3 курса Института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, научный сотрудник ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, [grigory.kashchenko@mail.ru](mailto:grigory.kashchenko@mail.ru)*

*(Научный руководитель – Искюль Георгий Сергеевич, к.г.-м.н., научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А. П. Карпинского, отдел стратиграфии и палеонтологии)*

*Аннотация: в работе продемонстрирована проблема интерпретации ихноструктур из ордовикских известняков сиалорусской и волховской свит при одностороннем подходе, принимающем во внимание лишь морфологию их гипорельефа*

*Ключевые слова: Ордовик, ихноструктуры, волховский ярус*

Ихнофоссилии и их комплексы, аналогично настоящим фоссилиям, демонстрируют связь с определёнными фациями и являются индикаторами тех или иных состояний окружающей среды, например, степени плотности и подвижности осадка, степени аэрации придонных вод, доступности нутриентов и т.п. Морфология ихнофоссилий позволяет судить об относительной скорости осадконакопления (протрузивные и ретрузивные шпрейты у одних и тех же ихновидов), характер их сохранности - о наличии процессов эрозии (усечённые ихноструктуры), степени пост-седиментационного уплотнения осадка (деформированные ихноструктуры) [2,5].

Норки ихнорода *Bergaueria* Prantl, интерпретируются как слепки тел седентарных кишечнополостных, в частности морских анемонов. Типовой материал из нижнепалеозойских отложений мыса Кейп-Джордж (Канада) представлен гладкостенными цилиндрическими норками с округлым основанием, обычно с центральным апикальным выступом, с примерно равными глубиной и шириной [4]. Норки имеют пассивное заполнение и проявлены в гипорельефе пласта песчаника (*B. perata* Prantl). Морфология основания несколько различается, ввиду чего используется зарубежными исследователями в качестве систематического признака при выделении видов. В дальнейшем к этому же ихнороду отнесли норки с более широким или узким верхним диаметром (каплевидные и конические), с усложнённым или упрощённым основанием без апикального выступа, удлинённые или укороченные (цилиндрические или полусферические). Отдельные работы указывают на наличие центрального канала, заполненного осадком иного литологического состава. Последнее указывает уже на активный тип заполнения.

Проведено сопоставление морфологии норок *Bergaueria* в осадках различного литологического типа (на основании литературных данных), а также

изучены среднеордовикские норки из глауконитовых известняков волховской свиты (пачка фризы) и известняков с железистыми оолитами силлаоруской свиты Ижорской и Путиловской возвышенностей (р. Лава, карьер Путилово и Широково). Эти норки были ранее отнесены к ихнородам *Bergaueria* Prantl, *Gastrochaenolites* Leymerie (?), *Dolopichnus* Alpert and Moore (?) и *Gastrochaenolites* Leymerie [1,2]. Для полноценного изучения морфологии ихноструктур в разрезе каждый найденный образец разделялся на две части с помощью отрезного станка. Поверхность спила выравнивалась, шлифовалась и изучалась под бинокляром.

По результатам наблюдений мы предположили три ситуации, когда норки того или иного типа могли быть ошибочно приняты за обсуждаемый ихнород: - ввиду неполной эрозии норок последних трёх таксонов (в особенности *Dolopichnus*); - при литостатическом уплотнении удлинённо-цилиндрических норок типа *Gastrochaenolites* Leymerie; - в случае проявления в гипорельефе пласта лишь нижней части цилиндрической норки типа с округлым основанием (*Dolopichnus* и *Gastrochaenolites*). Первый случай предполагается для глинистых известняков силлаоруской свиты. Последний характерен для верхней части волховской свиты, где известняки переслаиваются с глинами - длинные норки глубиной до 5 см, начинаясь внутри карбонатных слоёв, выступают из их подошвы на 0,5-2 см., напоминая по морфологии *Bergaueria*.

### Список литературы

1. Дронов А. В., Федоров П. В. Карбонатный ордовик окрестностей Санкт-Петербурга: Стратиграфия желтяков и фризов //Вестник СПбГУ. Сер. – 1995. – Т. 7. – С. 9-16.
2. Дронов А. В., Микулаш Р. ПАЛЕОИХНОЛОГИЯ – Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. 122 с.
3. Dronov A., Mikuláš R. Paleozoic Ichnology of St. Petersburg Region: Excursion Guidebook //IV workshop on ichnotaxonomy (June 21-26, 2010. Moscow), St. Petersburg. – 2010. – С. 1-70.
4. Pickerill R. K. *Bergaueria perata* Prantl, 1945 from the Silurian of Cape George, Nova Scotia //Atlantic Geology. – 1989. – Т. 25. – №. 3. – С. 191-197.
5. Seilacher A. Trace fossil analysis. – Berlin : Springer, 2007. – Т. 226.

### МЕТОДИКА ОТБОРА И СОХРАНЕНИЯ ФОССИЛИЙ ТЕМНОЦВЕТНЫХ ГЛИН ВОЛЖСКОГО ЯРУСА

*Кащенко Григорий Алексеевич, бакалавр 3 курса Института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, научный сотрудник ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, grigory.kashchenko@mail.ru*

**Крючков Марк Александрович**, бакалавр 3 Института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, mark.rabota2000@yandex.ru

**Василенкова Валерия Евгеньевна**, бакалавр 3 Института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, vasilenkoval@icloud.com

(Научный руководитель – Арешин Николай Александрович, аспирант 2 г.о. кафедры динамической геологии геологического факультета МГУ, преподаватель кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.)

*Аннотация: опробована методика обработки палеонтологического материала, происходящего из волжского яруса верхней юры, с целью сохранения его первозданного вида и дальнейшей таксономической идентификации. Результаты позволяют заключить преимущество перед ранее применяемыми методиками.*

*Ключевые слова:* биостратиграфия, реставрация окаменелостей

Отдельные группы беспозвоночных животных относятся к так называемым руководящими ископаемыми. Выступая объектом биостратиграфии, они регулярно применяются в качестве маркеров при выделении временных интервалов, соотносимых с определёнными эпохами геолого-палеонтологической летописи. Такие маркеры позволяют не только корректировать границы того или иного стратиграфического подразделения, но и выделять уже известные для ранее не изучавшихся геологических объектов.

Далеко не всегда находки имеют высокое качество сохранности ввиду не только фациальных особенностей осадконакопления, но и трудности их извлечения из осадочных толщ и дальнейшего сохранения. Существует два “исторических” метода резервации ископаемых останков, традиционно применяющиеся в палеонтологии - метод очистки (препарации) и использования уплотняющих материалов (консолидации). Первый заключается в удалении вмещающего матрикса или любых других материалов, которые препятствуют детальному изучению окаменелостей или создают угрозу для сохранения их целостности. Различают механическую и химическую очистки. Операция так же может проводиться с использованием воды или органических растворителей, применением ультразвуковых ванн и “грубой” механической обработки (ударный инструмент, пескоструи и т.д.). Второй метод - комплекс действий, направленных на укрепление и восстановление целостности хрупких объектов. Раньше затвердители изготавливались на основе натуральных продуктов (таких как клеи животного происхождения), но со второй половины 20-го века они в основном состоят из виниловых и акриловых смол [3].

Волжский ярус на территории г. Москвы представлен морскими отложениями, преимущественно темноцветными (чёрными) глинами иллитового состава. На территории Филёвского парка, расположенного по правому берегу реки Москвы, существует значительное количество обнажений данного возраста. Все они приурочены к эрозионным формам мезорельефа (рис.) [2].



Рисунок - Парк Фили. Обнажения волжского яруса в районе одного из ручьёв. Вымывание глин горизонтальным током вод из-под четвертичных отложений

Фоссилии беспозвоночных, относящиеся к таксонам *Rhynchonellida* Kuhn, *Pectinida*, *Terebratulida* Waagen, *Ammonitida* Hyatt, *Belemnitida* Zittel и т.д., характерные для верхневолжского подъяруса ( $J_3V$ ), из-за особенностей захоронения и постоянного переувлажнения осадочных пород, крайне хрупки и трудноизвлекаемы из толщ глин [1,2]. Напротив, достаточно высокой сохранностью обладают ростры белемнитов, регулярно встречающиеся в этих же отложениях. Ввиду данных факторов обнаружение полноценных находок, их дальнейшее сохранение и идентификация являются нетривиальными задачами, требующими решения.

Предложенная методика состоит из нескольких подготовительных операций перед процедурой “фиксации” образцов. Фрагменты беспозвоночных необходимо крайне аккуратно очистить от налипших частиц глины практически сразу после обнаружения и упаковать в слегка влажный материал (во избежание высыхания и отслаивания частиц или же, наоборот, их размягчения и “смазывания”). Далее следует обработка раствором на основе сополимеров винилацетата, в сочетании с растворителями, чаще всего используемыми в технических целях (ацетон, бутанол, этанол и т.д.). Как показывает практика, соотношение компонентов, близкое к 1:3 (винилацетат: растворитель), является

наиболее оптимальным и позволяет покрыть образец защитной плёнкой в одну итерацию, избегая повторности.

Основное преимущество перед наиболее распространённой методикой, основывающейся на применении эмульсии, где растворителем выступает вода, заключается в отсутствии “помутнения” поверхностного слоя фосилий (в сочетании с матовостью плёнки и необходимостью неоднократного покрытия образцов, что затрудняет дальнейший анализ находок).

Перламутровый отблеск, характерный в основном для аммонитов и двустворчатых моллюсков, в случае предложенной методики, сохраняется, не пропадая со временем.

### **Список литературы**

1. Герасимов Пётр Александрович Ископаемые волжского яруса Центральной России / Герасимов Пётр Александрович, Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Московская Городская станция юных натуралистов, 1995. 116 с.
2. Шмаков Алексей Сергеевич [и др.]. Ископаемые Московского региона. Атлас-определитель / Шмаков Алексей Сергеевич, Дадыкин Иван Антонович, Верлатова Анна Александровна, Кулагина Людмила Владимировна, Фитон XXI, 2019. 398 с.
3. López-Polín L. Possible interferences of some conservation treatments with subsequent studies on fossil bones: A conservator's overview // Quaternary International. 2012. (275). С. 120–127.

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В СКВЕРЕ БАТЮШКОВА Г. ЧЕРЕПОВЦА**

*Кiryushin Михаил Павлович, студент 1 курса Института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kirushin05052006@gmail.ru*

*(Научные руководители – Ляпкина Нина Ивановна, педагог дополнительного образования высшей категории ДДЮТ им. А. А. Алексеевой г. Череповец, [lyapkova90@mail.ru](mailto:lyapkova90@mail.ru); Ахметова Лилия Рафисовна - Ассистент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Института садоводства и ландшафтной архитектуры РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, [l.ahmetova@rgau-msha.ru](mailto:l.ahmetova@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: Проведен мониторинг жизненного состояния деревьев в сквере им. К. А. Батюшкова г. Череповца по методикам Крафта и Шапята, газоустойчивости деревьев. Проведена статистическая обработка полученных данных. Можно рекомендовать к озеленению города все виды деревьев, высаженные в сквере, так как у большинства деревьев категория жизненного состояния 1 или 2. Сроки проведения работы: 2022–2024 гг.*

*Ключевые слова:* мониторинг, экология, деревья, сквер им. К. Н. Батюшкова, жизненное состояние, газоустойчивость, озеленение, Череповец.

Город Череповец – промышленный центр Вологодской области, где очень хорошо развиты металлургическое и химическое производство. Кроме того, в городе много более мелких предприятий и автотранспорта. Экологическая обстановка в связи с этим сложная. Поэтому озеленение очень важно для промышленного города, так как деревья снижают уровень загрязнения и регулируют температурный режим. Даже малые площади, расположенные между зданиями, улучшают микроклимат, особенно в дневные часы, и очищают воздушную среду [1]. В городе высаживается множество деревьев, озеленяются парки, скверы, улицы. Вместе с тем, в Зашекснинском районе, самом молодом из четырех административных районов Череповца, существуют определенные проблемы: зеленые насаждения здесь в большом дефиците. Кроме того, создается впечатление, что не всегда высаживаются те породы деревьев, которые будут чувствовать себя хорошо в индустриальном городе. Например, вдоль оживленных автодорог высаживаются негазоустойчивые породы деревьев, такие как манчжурский орех, яблоня. Поэтому будет актуально провести мониторинг жизненного состояния и газоустойчивости деревьев в сквере им. К. Н. Батюшкова города Череповца и дать оценку грамотности подбора ассортимента деревьев для озеленения городских территорий, так как данный сквер заложен одним из первых в Зашекснинском районе.

**Цель:** мониторинг жизненного состояния и газоустойчивости деревьев в сквере им. Батюшкова города Череповца.

**Задачи исследования:** 1. Изучить видовой состав древесных растений в сквере Батюшкова г. Череповца. 2. Провести мониторинг жизненного состояния деревьев по методикам Шаптяне и Крафта. 3. Сравнить состояние деревьев в 2022 - 2024 гг. 4. Определить состояние листьев древесных растений сквера (газоустойчивость и повреждения вредителями). 5. По результатам мониторинга дать рекомендации по подбору ассортимента древесных растений для озеленения города. **Объект исследования:** жизненное состояние и газоустойчивость деревьев в сквере Батюшкова. **Предмет исследования:** мониторинг жизненного состояния и газоустойчивости деревьев в сквере Батюшкова. Сроки проведения работы: 2022 – 2024 гг. **Методы исследования:** оценка жизненного состояния деревьев по методикам Крафта [5] и Шаптяне [3], газоустойчивости деревьев [4], анализ, сравнение, наблюдение, статистические методы обработки информации. Определение проводилось по определителю сосудистых растений [2]. **Практическая значимость:** полученные результаты можно использовать при разработке рекомендаций для озеленения городских территорий. **Гипотеза исследования:** можно предположить, что состояние деревьев в сквере в 2022 - 2024 гг. не будет сильно различаться.



Местом исследования и изучения деревьев стал сквер им Батюшкова, заложенный в 2012 году. В сквере произрастает 5 видов деревьев: ива ломкая (1), липа крупнолистная (49), липа мелколистная (18), береза повислая (7), клен остролистный (89). Всего 164 дерева. В августе - сентябре 2022-2024 гг. оценено жизненное состояние по методикам Я. Шаптяне и Крафта [3, 5].

Липы мелколистной в сквере 18 деревьев. Согласно оценке, в 2022 году в хорошем и удовлетворительном состоянии находился 61% липы мелколистной. Семь деревьев были отнесены к четвертой категории (39 %) по обоим методикам, так как живой листы практически не наблюдалось, но при этом на деревьях были засохшие плоды, то есть липы отцвели в положенный срок. В 2023 году была проведена повторная оценка жизненного состояния деревьев в сквере. Липы мелколистной четвертой категории в 2023 г. по сравнению с 2022 г. обнаружено не было. Одно дерево (6%) было отнесено к пятой категории по обоим методикам – сухостой текущего года, на стволе полностью содрана кора от земли до начала ветвей дерева. Таким образом, в хорошем и удовлетворительном состоянии (1-3 категории) находится 94% липы мелколистной, что на 33% больше, чем в 2022 г. Оценка жизненного состояния деревьев, проведенная в 2024 показала, что 94% деревьев находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии (1-3 категории) по обоим методикам, за исключением одного дерева (6%), отнесенного к 5 категории (сухостой).

Липы крупнолистной в сквере 49. По результатам оценки в 2022 г. больше половины деревьев оказалось в отличном состоянии. Липы очень хорошо плодоносят и развиваются. Первую категорию жизненного состояния по обоим методикам имеют 28 лип из 49 (57%). Одна липа была отнесена к четвертой категории по обоим методикам, так как живой листы было фактически не обнаружено (2%). В 2023 году была проведена повторная оценка. Половина деревьев оказалось в отличном состоянии. Первую категорию жизненного состояния по обоим методикам имеют 24 особи из 49 (49%). Два дерева (4%) относятся к третьей категории по методике Крафта, так как слабо плодоносят, по методике Шаптяне - второй категории. Все остальные липы – второй категории. Согласно оценке жизненного состояния, проведенной в 2024 году, все деревья относятся к первой (49%) и второй категориям (51%) по обоим методикам. Деревьев третьей и четвертой категорий не наблюдалось.

В сквере им. Батюшкова высажено 89 особей клена остролистного. Согласно оценке, проведенной в 2022 г., первую категорию жизненного состояния по обоим методикам имеет 21 дерево из 89 (24%). Также 21 клен отнесен к первой категории по методике Шаптяне, ко второй - по методике Крафта, так как при отсутствии повреждений деревья менее развиты (24%). Восемь деревьев были отнесены к первой категории по методике Шаптяне (повреждений нет), к третьей по методике Крафта, потому что они очень плохо плодоносят. Причин может быть несколько. Клены отставали в развитии, зацвели позже и период цветения пришелся на неблагоприятные погодные условия для

насекомых опылителей. Слишком близкое расположение деревьев друг к другу также отрицательно сказывается на развитии плодоношения. Часть деревьев отнесена к 3-4 категории по методике Крафта из-за плохого плодоношения и узкой продолговатой кроны. Согласно результатам оценки, в 2023 г. значительных изменений в жизненном состоянии клена остролистного не произошло. В хорошем и удовлетворительном состоянии находится 96% деревьев. Оценка, проведенная в 2024 году, показала, что в хорошем и удовлетворительном состоянии находится 97% деревьев, что на 1% больше, чем в 2023 году.

Шесть особей березы повислой и одна ива ломкая как в 2022-2024 гг. относятся к первой категории по обоим методикам. Одно дерево березы в 2023г. было отнесено в 2023 г. ко второй категории, так как была частично потеряна листва. В 2024 г. данное дерево, согласно оценке, было отнесено к первой категории.

Чтобы подтвердить полученные результаты, проведена статистическая обработка данных с помощью программы Excel (см. табл.).

Средние значения жизненного состояния клена остролистного по методике Шаптяене и Крафта в 2022-2024 гг. находятся практически на одном уровне, что может подтверждать, что клен остролистный в сквере в хорошем состоянии. Медиана жизненного состояния по методике Шаптяене - 1, по методике Крафта - 2. Стандартное отклонение (среднее квадратичное) незначительное, разброс небольшой, что так же подтверждает наши исследования. G-критерий знаков эмпирический составил по методике Шаптяене 2, по методике Крафта – 2, т.е. выше критического значения (при  $\alpha=0,05$ ), что подтверждает равенство медиан жизненного состояния клена остролистного. Таким образом, большинство деревьев клена в 2022-2024 гг. находятся в стабильно хорошем жизненном состоянии.

Средние значения жизненного состояния у липы мелколистной по обоим методикам в 2024 г. ниже, чем в 2022 г. Медиана - 2, таким образом, не меньше половины липы мелколистной относится к 1 и 2 категориям по обоим методикам. Стандартное отклонение незначительное. Это так же подтверждает наши исследования, большинство деревьев в хорошем состоянии. G-критерий знаков эмпирический составил по методике Шаптяене 1, по методике Крафта – 1, т.е. равно критическому значению (по методике Шаптяене) и незначительно ниже критического значения (по методике Крафта) (при  $\alpha=0,05$ ), что практически подтверждает равенство медиан жизненного состояния липы мелколистной в 2022 - 2024 гг.

Средние значения жизненного состояния у липы крупнолистной по методикам Шаптяене и Крафта в 2022 - 2024 гг. практически равны. Медиана - 1, очевидно, что не меньше половины липы крупнолистной относится к первой категории. Стандартное отклонение абсолютно незначительно. G-критерий знаков эмпирический составил по методике Шаптяене 2, по методике Крафта –



2, т.е. выше критического значения (при  $\alpha=0,05$ ), что подтверждает равенство медиан жизненного состояния липы крупнолистной в обеих выборках (2022 и 2023 гг.). Состояние липы крупнолистной в сквере несколько лучше, чем липы мелколистной.

Состояние липы крупнолистной в сквере несколько лучше, чем липы мелколистной.

Некроз - это повреждение клетки, которое может привести к преждевременной гибели живой ткани. Некротические участки листа могут выглядеть, как круглые пятна на листьях, коричневые края или кончики листьев. На настоящих листьях пятна угловатые, распространяются вдоль жилок в виде подтеков, или расположены беспорядочно при диффузном поражении [5]. В нашем случае краевой некроз листьев наблюдался только на одном дереве (клене остролистном). Мы предполагаем, что такая картина наблюдалась из-за электрического кабеля, протянутого через крону клена. В 2023-2024 гг. по проведенным исследованиям было отмечено, что на листьях нет точечных некрозов, краевые некрозы незначительны (не более 5%) на отдельных деревьях. Все деревья в сквере газоустойчивы к конкретным условиям. Повреждения насекомыми (липовый слизистый пилильщик и тля) и галловым клещом обнаружены на листьях лип мелколистной и крупнолистной.

Гипотеза о том, что состояние деревьев в сквере в 2022-2024 гг. не будет сильно различаться, подтвердилась.

В 2024 г. взяты образцы почвы в сквере на разных участках, около деревьев, относящихся к разным категориям жизненного состояния, для оценки влияния состава почвы на жизненное состояние. Результаты обрабатываются.

### **Выводы.**

1. В сквере Батюшкова г. Череповца 5 видов древесных растений: клен остролистный, липа крупнолистная, липа мелколистная, ива ломкая, береза повислая. Всего оценено 164 особи. 2. По методике Шаптяене большинство деревьев 1 и 2 категории (среднее значение по видам от 1 до 2,44), по методике Крафта деревья относятся к 1-3 категориям (среднее значение от 1 до 2,72). Стандартное отклонение от 0 до 1,2, что подтверждает наши исследования. 3. На листьях деревьев в сквере в 2022г. практически нет некрозов, в 2023-2024 гг. на листьях отдельных лип и кленов отмечен краевой некроз (5%). Это говорит о хорошей газоустойчивости обследованных видов (по литературным данным липа крупнолистная устойчивый вид, остальные четыре вида относительно газоустойчивы). Листья некоторых лип повреждены тлей, липовым слизистым пилильщиком, галловым клещом. 4. Состояние деревьев в 2022 - 2024 гг. отличается незначительно, что подтверждается расчетными значениями критерия знаков. 5. По результатам оценки можно рекомендовать все пять видов деревьев, произрастающих в сквере Батюшкова, для озеленения территории города Череповца.

## Статистическая обработка оценки жизненного состояния деревьев

	Средняя арифметическая						Медиана						Стандартное отклонение						G-критерий знаков				
	по методике Шапьяте			по методике Крафта			по методике Шапьяте			по методике Крафта			по методике Шапьяте			по методике Крафта			по методике Шапьяте	Критическое значение ( $\alpha = 0,05$ ) по методике Крафта	Критическое значение ( $\alpha = 0,05$ )	Интерпретация	
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024					
Клен остролистный	1,44	1,46	1,45	2,20	2,16	2,15	1	1	1	2	2	2	0,50	0,54	0,53	0,78	0,79	0,79	2	1	2	1	G>G <sub>кр</sub> , принимается H <sub>0</sub>
Липа мелколистная	2,44	1,94	1,94	2,72	2,11	2,11	2	2	2	2	2	2	1,34	1,00	1,00	1,18	1,02	1,02	1	1	1	2	G≤G <sub>кр</sub> , принимается H <sub>1</sub>
Липа крупнолистная	1,41	1,41	1,41	1,51	1,57	1,57	1	1	1	1	1	1	0,64	0,50	0,50	0,68	0,61	0,61	2	0	2	1	G>G <sub>кр</sub> , принимается H <sub>0</sub>
Береза повислая	1	1,14	1	1	1,14	1	1	1	1	1	1	1	0	0,37	0	0	0,37	0	1	0	1	0	G>G <sub>кр</sub> , принимается H <sub>0</sub>
Ива ломкая	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	

## Список литературы

1. Булыгин Н.Е. Дендрология. – Л.: Агропромиздат, 1991 – 352 с.
2. Губанов И.А. и др. Определитель сосудистых растений центра европейской России. – М.: Аргус, 1995. – 560с.
3. Шапьяте Я. и др. Методические указания по оценке жизненного состояния сосны, ели, березы. – Каунас, 1987 – 29 с.
4. Газоустойчивость древесных растений/Выдержки из стандартов – [Электронный ресурс] URL: [Интенсивность накопления пыли некоторыми древесными породами \(studfile.net\)](http://studfile.net) (15.10.2022)
5. Категории состояния деревьев. [Электронный ресурс] URL: <http://www.derev-grad.ru/lesozaschita/kategorii-sostoyaniya-derevev.html> (01.10.2022)

### ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТА НА ВЫБОР АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

*Корнеева Ангелина Александровна, магистрант 1 курса Института Садоводства и Ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, linacorn2002@gmail.com*

*Парёнкина Юлиана Павловна, магистрант 1 курса Института Садоводства и Ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, porenkina@gmail.com*

*Гужкова Софья Михайловна, магистрант 1 курса Института Садоводства и Ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, guzhkova22@mail.com*

*(Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения)*

*Аннотация: Данная работа посвящена исследованию влияния ландшафта на выбор архитектурно-планировочного решения в области ландшафтной архитектуры. В условиях стремительного урбанизации и изменения экологических факторов, важность гармоничного сочетания архитектурных объектов с природным окружением становится все более актуальной. Данная работа посвящена исследованию влияния ландшафта на выбор архитектурно-планировочного решения в области ландшафтной архитектуры. В условиях стремительного урбанизации и изменения экологических факторов, важность гармоничного сочетания архитектурных объектов с природным окружением становится все более актуальной.*

*Ключевые слова:* ландшафт, архитектурно-планировочное решение, ландшафтный анализ

Ландшафт (по А. Г. Исаченко) – это генетически единая геосистема, однородная по зональным и азональным признакам и состоящая из сопряженных локальных геосистем [1.3].

Ландшафты классифицируются в зависимости от их распространения на несколько типов.

Зональные ландшафты – это ландшафты, характерные для определенной природной зоны. К примеру, разнообразные лесные ландшафты, характерные для лесной зоны [2].

Интразональные ландшафты находятся внутри зон, но не являются их типичными представителями; к ним относятся верховые сфагновые болота, тугайные заросли в поймах рек и такыры. Экстразональные ландшафты – это участки, представляющие типичные ландшафты соседних зон, такие как степной участок среди лесов или лесной участок среди степей [2].

Азональные ландшафты не привязаны к конкретной природной зоне и могут встречаться в различных зонах; примерами таких ландшафтов служат пойменные, заливные и суходольные луга, а также низинные болота [2].

К основным природным географическим компонентам ландшафтов можно отнести: массы твердых пород земной коры (литосфера); массы вод, находящиеся на поверхности и под землей (гидросфера), которые представлены в трех физических состояниях (жидком, твердом и газообразном); воздушные массы нижней части атмосферы (тропосферы); а также биоту, включающую растения, животных, микроорганизмы, и органоминеральное вещество – почву [2].

Все эти компоненты влияют на выбор архитектурно-планировочного решения.

Архитектурно-планировочная решение объекта ландшафтной архитектуры определяется по результатам комплексной оценки территории, включающего ландшафтный анализ.

Ландшафтный анализ территории - анализ, включающий оценку насаждений, рельефа местности, экспозиции склонов, выявление архитектурно-

композиционных характеристик, наличия видовых точек, потенциальных возможностей по обогащению пейзажа; определение ценности отдельных участков, пригодности территории к рекреационным нагрузкам, возможностей изменения существующего ландшафта [3].

При проектировании важно учитывать природные особенности местности. Это поможет создать гармоничное пространство, которое будет не только эстетичным, но и функциональным.

По результатам ландшафтного анализа можно: сделать вывод о возможности использования территории для рекреации, выделить проблемы и достоинства выбранного объекта для лучшего решения по его использованию, определить способность освоения и трансформации участка в нужную сторону.

Исследование объектов ландшафтной архитектуры включает в себя: почвенно-геологические условия, для выявления пригодности почв и ландшафта; гидрологические условия, для определения водного режима территории и возможности создания водных сооружений; дендрологические обследования, для понимания видового разнообразия ландшафта; анализ объемно-пространственной структуры, для определения типа местности и организации территории.

При визуальном восприятии территории рельеф играет важную роль архитектоники, он является основополагающий объекта проектирования. В некоторых случаях его можно кардинально изменить под концептуальный замысел, но чаще всего от рельефа отталкиваются, при формировании архитектурно-планировочного решения. Во втором случае, акцент ставится на усиление эстетических сторон рельефа и преобразование неудобных, с функциональной точки зрения. При этом создаваемый рельеф не должен расходиться с характером ландшафта, а хорошо вписываться в общую картину пространства.

Для эффективной организации пространства и его зонирования проводится геоморфологический анализ местности, который помогает выявить уникальные характеристики рельефа. Рельеф местности существенно влияет на выбор проектных решений. Плоские участки позволяют создавать большие площадки для активного отдыха, таких как спортивные поля или парки. В отличие от этого, земли с выраженным рельефом могут потребовать более креативного подхода к формированию пространства, например, разработку многоуровневых парков или площадок с использованием каскадов и лестниц. Элементы, такие как пруды или ручьи, могут быть использованы как декоративные и функциональные объекты, добавляющие разнообразия ландшафту [4].

Одним из важнейших компонентов ландшафта является вода. Гидросфера определяет такие характеристики как: водный режим, степень орошения, кислотность почвы и т.д. Водные объекты, такие как реки, озера, пруды и источники, часто занимают центральное место в проектных решениях области ландшафтной архитектуры. Архитекторы должны тщательно анализировать

расположение, направление, размеры и экосистемные характеристики водоемов. Природные водные ресурсы могут выполнять как эстетическую, так и функциональную роль в проектировании. Например, озера могут служить основой для организации рекреационных зон и активного досуга, включая создание инфраструктуры для водных видов спорта и досуга. Река, в свою очередь, может стать основой для разработки пешеходных и велосипедных маршрутов, что не только способствует улучшению доступности рекреационных пространств, но и увеличивает туристическую привлекательность данной местности.

В зависимости от гидрологического режима определяются мероприятия по устройству дренажа и полива, методы вертикальной планировки участка, необходимость отвода грунтовых вод, подбирается ассортимент растений.

Водный режим территории может быть неблагоприятным, к примеру, весенние половодье, когда уровень воды в реке поднимается, это сильно влияет на планировку ландшафтного объекта.

Стоит выделить роль крупных природных водоемов на архитектурно-планировочное решение объектов ландшафтной архитектуры. В первую очередь водные объекты улучшают микроклимат, создают необходимые условия для роста и развития определенных видов растений, являются большим зеркалом, которое увеличивает пространство и подчеркивает ландшафт.

Крупный водоем чаще всего является доминантой проектируемой территории, точкой притяжения, которая располагает вокруг себя или вдоль основной функциональной зоны. Для таких объектов характерно чередование открытых и закрытых пространств, в особенности открытое пространство около реки, визуально расширяет русло.

Еще одним компонентом ландшафта является почва, которая оказывает большое значение при проектировании, так как почвенные условия напрямую влияют на растения. Свойства почвы играют важную роль в проектировании. Состав и структура почвы определяют, какие виды растений могут быть успешно использованы в ландшафтном дизайне. Тяжелые почвы не позволяют растениям со слабой корневой системой развиваться должным образом, а объекты, расположенные на песчаной почве, могут не получать достаточно влаги, поэтому при разработке ассортимента растений необходимо также продумывать дренажную систему.

При выборе растений для объекта проектирования необходимо учитывать состав почвы, главными агротехническими показателями которой являются: кислотность, содержание гумуса, фосфора и калия.

Факторы, такие как солнечное излучение, температура, влажность, скорость и направление ветра, а также осадки, часто оказывают значительное влияние на выбор архитектурно-планировочных решений. Наиболее эффективные результаты достигаются при комплексном учете всех этих факторов уже на начальном этапе проектирования.

На формирование внешнего облика ландшафта влияют климатические условия определенной области, необходимо учитывать следующие показатели для правильного подбора растений: шкала морозостойкости, зона зимостойкости, показатель состояния воздуха, скорость ветра, инсоляционный режим объекта.

Для организации пространства объекта важно учитывать инсоляционный режим, так как освещение влияет на размещение определенных функциональных зон и отдельных объектов на территории, а также на подбор ассортиментной ведомости растений.

Важнейший аспект анализа природного ландшафта заключается не только в его исследовании, но и в понимании динамики, с которой он взаимодействует с архитектурными и планировочными решениями. Например, в условиях гористых районов важно учитывать, как горизонтальные, так и вертикальные уровни. Это может влиять на размещение зданий, дорог и других инфраструктурных объектов, где нужно избегать участков, подверженных оползням или эрозии. Применение террасирования может не только технично решить проблему уклона, но и создать уникальные визуальные эффекты, а также улучшить доступ к водным ресурсам [5].

Влияние ландшафта на выбор архитектурно-планировочного решения в ландшафтной архитектуре является многогранным и сложным процессом, который требует комплексного подхода и многоуровневого анализа.

#### **Список литературы:**

1. Ландшафты СССР – 1985 А.Г. Исаченко - д.г.н., проф. кафедра физической географии ЛГУ
2. ОСНОВЫ ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ И ПОЧВЕННО-ЛАНДШАФТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
3. СП 475.1325800.2020. Свод правил. Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства. Введен: 22.01.2020
4. Кочуров Борис И., Хазиахметова Юлия А., Ивашкина Ирина В., Сукманова Екатерина А. Ландшафтный подход в градостроительном проектировании // Юг России: экология, развитие. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/landshaftnyy-podhod-v-gradostroitelnom-proektirovanii> (дата обращения: 05.11.2024).
5. Живица В. В., Поливанова М. Е. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ГОРОДСКИХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОПЛАСТИКИ // Строительство и техногенная безопасность. 2021. №21 (73). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-printsipy-sozdaniya-gorodskih-obschestvennyh-prostranstv-s-ispolzovaniem-geoplastiki> (дата обращения: 05.11.2024).

# ЛЕСА КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЛАНДШАФТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ

*Лазовский Александр Юрьевич, магистр ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*(Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)*

*Аннотация. В данной статье рассматривается роль лесов в природных ландшафтах, их вклад в устойчивость экосистем и экологическое равновесие. Леса выступают ключевым элементом для поддержания биоразнообразия, регулирования климата, водного баланса и предотвращения эрозии почвы. Рассматриваются последствия антропогенного воздействия, важность восстановления лесов и влияние климатических изменений. Делается вывод о необходимости междисциплинарного подхода в управлении лесными территориями, что позволяет сохранить экосистемные услуги лесов для будущих поколений и устойчивого развития.*

*Ключевые слова:* лесные экосистемы, ландшафтоведение, устойчивость экосистем, биоразнообразие, глобальное потепление, адаптация лесов, рациональное лесопользование.

## **Введение**

Леса являются неотъемлемой частью природных ландшафтов и играют важнейшую роль в поддержании экологического равновесия и устойчивости экосистем. Они способствуют регулированию климата, сохранению биоразнообразия, водного баланса и предотвращению почвенной эрозии. Однако антропогенное воздействие и климатические изменения оказывают негативное влияние на лесные экосистемы, что требует разработки эффективных мер по их защите и восстановлению. Введение междисциплинарного подхода в управление лесными ресурсами становится особенно актуальным.

Целью данной статьи является анализ роли лесных экосистем в структуре природных ландшафтов, выявление их значимости для устойчивого развития, а также определение эффективных подходов к управлению и охране лесов.

Задачи исследования:

1. Изучить влияние лесных экосистем на климат, биоразнообразие и водные ресурсы.
2. Проанализировать антропогенные факторы, влияющие на состояние лесных ландшафтов.
3. Определить методы защиты и восстановления лесных экосистем в условиях изменяющегося климата.
4. Оценить перспективы использования междисциплинарных

подходов для устойчивого управления лесными ресурсами.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Лесные ландшафты России представляют собой одну из важнейших составляющих природного наследия страны. Покрывая более половины её территории, леса выполняют не только экономическую функцию, обеспечивая древесиной и различными ресурсами, но и играют ключевую роль в регулировании климата, поддержании биоразнообразия и сохранении экосистемных функций. Леса России включают в себя более 90 пород деревьев, что создаёт разнообразие экосистем и уникальные условия для существования многочисленных видов растений и животных [1].

Структура лесных ландшафтов определяется не только видовым составом лесных сообществ, но и географическими условиями, в которых они располагаются. В России выделяют несколько зон в зависимости от их расположения и климата: тайга, смешанные леса, широколиственные леса и лесостепь. Каждый из этих типов характеризуется уникальной флорой и фауной, а также разной плотностью и возрастом древостоя [2].

Тайга занимает крупнейшую часть лесного фонда России и представлена преимущественно хвойными породами, такими как ель, пихта и сосна. Эти леса играют важнейшую роль в углеродном цикле, поглощая значительные объемы углекислого газа из атмосферы и тем самым способствуя замедлению глобального потепления. Смешанные леса, состоящие как из хвойных, так и из лиственных пород, характеризуются высокой продуктивностью и разнообразием растительных сообществ, что способствует поддержанию высокого уровня биоразнообразия.

Леса России выполняют множество функций, среди которых можно выделить климаторегулирующую, водорегулирующую, защитную и рекреационную. Климаторегулирующая функция лесов особенно актуальна в свете глобальных изменений климата. Леса не только абсорбируют углекислый газ, но и участвуют в водном цикле, способствуя поддержанию влажности в атмосфере и предотвращению эрозии почвы.

Леса играют ключевую роль в повышении устойчивости ландшафта к различным природным и антропогенным изменениям. Лесные экосистемы помогают стабилизировать климат, предотвращают эрозию почвы, уменьшают частоту и интенсивность наводнений, а также способствуют поддержанию водного баланса в регионе. Они служат естественным барьером против сильных ветров и засух, защищая более уязвимые участки ландшафта, такие как сельскохозяйственные земли и водоемы [3].

Водорегулирующая функция лесов выражается в способности лесного покрова замедлять сток воды, улучшать её качество и поддерживать гидрологический баланс на обширных территориях. Лесные массивы играют важную роль в защите водных экосистем, предотвращая вымывание почвенных частиц и загрязняющих веществ в реки и озера.



Защитная функция лесов заключается в снижении воздействия природных катастроф, таких как паводки, оползни и засухи. Лесные ландшафты также выполняют рекреационную функцию, являясь местом отдыха для населения и пространством для экологического туризма, что способствует повышению осведомлённости общества о необходимости охраны природы [4].

Лесные ландшафты оказывают многофакторное влияние на окружающую среду, определяя условия жизни для множества видов и формируя специфические экосистемы. В частности, леса способствуют сохранению биоразнообразия, предоставляя местообитания для многочисленных видов растений и животных. В зависимости от региона, леса России поддерживают различные экосистемы, от тундровых лесов на севере до субтропических лесов на юге.

Помимо этого, леса играют важную роль в предотвращении деградации почв, особенно в зонах с активной сельскохозяйственной деятельностью. Лесной покров защищает почву от ветровой и водной эрозии, увеличивает её плодородие за счёт накопления органических веществ и улучшает структуру. Эти процессы особенно важны в контексте устойчивого использования земель и предотвращения опустынивания.

Эксплуатация лесных ресурсов России предполагает баланс между экономической выгодой и сохранением экосистемных функций леса. Промышленное лесопользование даёт значительный вклад в экономику страны, обеспечивая работу многочисленных лесозаготовительных и перерабатывающих предприятий. Однако чрезмерная вырубка лесов и недостаток мер по восстановлению могут привести к негативным экологическим последствиям, включая утрату биоразнообразия, изменение водного баланса и ухудшение качества воздуха.

В последние годы в России активно внедряются меры по устойчивому лесопользованию, которые включают программы лесовосстановления и охрану особо ценных лесных массивов. Леса в зависимости от их функций и значимости для экосистемы делятся на защитные, резервные и эксплуатационные. Такой подход позволяет рационально распределять ресурсы и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [5].

### **Заключение**

Леса России являются важным элементом национального природного богатства, играя ключевую роль в поддержании экологического равновесия и стабильности биосферы. Исследование лесных ландшафтов, их структуры и функций позволяет лучше понять процессы, происходящие в лесных экосистемах, и разрабатывать эффективные методы управления этими ресурсами. В условиях изменения климата и роста антропогенного воздействия особенно важно обеспечить устойчивое развитие лесного хозяйства, поддерживать биоразнообразие и сохранять экологические функции лесов.

### **Список литературы**

1. Кузьмичев Е. П. Леса России и глобальные экологические проблемы // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 1999. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lesa-rossii-i-globalnye-ekologicheskie-problemy> (дата обращения: 06.11.2024).
2. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Ландшафтоведение. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. 248 с.
3. Нестеров В. Г. Лесные экосистемы: основы структурно-функционального подхода. М.: Сельскохозяйственная литература, 1960. – с. 79-99
4. Тишков А.А. 2005. Биосферные функции природных экосистем России. М.: Наука. 309 с.
5. А.В. Дроздов, Н.А. Алексеенко, А.Н. Антипов, Р. Йоханнсен, И.В. Замотаев, В.В. Кравченко, Т.М. Кудерина, К.Н. Кулик, А.С. Рулев, Ю.М. Семенов, Ю.И. Сухоруких, Ф. Флоринет, Е. Хакер Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии. М: Т-во научн. изданий КМК. 2006. 239 с.

### **ПОЧВЕННЫЙ ГОРИЗОНТ КАК ГЕОХИМИЧЕСКИЙ БАРЬЕР НАКОПЛЕНИЯ УРАНА НА ПРИМЕРЕ КИНГИСЕППСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Лисин Владимир Владиславович, Специалист 4 курса Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II, [lisin4809@yandex.ru](mailto:lisin4809@yandex.ru)*

*Рябинина Александра Александровна, Специалист 4 курса Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II, [ralexandra2827@gmail.com](mailto:ralexandra2827@gmail.com)*

*(Научный руководитель – Матвеев Владимир Петрович, к.г.-м.н., доцент, кафедры исторической и динамической геологии Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II, [wmatveev@mail.ru](mailto:wmatveev@mail.ru))*

*Аннотация: Уран является крайне неоднозначным для человека элементом. Оказываемое в результате его радиоактивного распада воздействие губительно для человека, но при этом наука позволила обуздать это явление и применить его для производства электроэнергии. Не менее важным является уран и для геохимических поисков. А значит необходимо изучать его особенности миграции и накопления особенно в поверхностных условиях.*

*Ключевые слова: накопление урана в почве, ураноносные почвы Ленинградской области, почвенный геохимический барьер.*

### **Характеристика участка исследований**

Выбранная для исследования территория располагается на востоке от города Кингисепп, в юго-восточной части листа О-35-V государственной

геологической карты масштаба 1:200 000. Участок расположен на территории Ижорской возвышенности, отличающейся простым слабоволнистым рельефом с редкими моренными холмами [2].

С точки зрения геологии участок характеризуется следующим строением: докембрийские породы представлены ордовикскими карбонатными породами. Поверх них, перекрывая, и тем самым образуя относительный водоупор, залегает эйфельский горизонт девонских мергелей с прослоями глин. Строение осложнено тектоническим нарушением. Четвертичная система представлена ледниковыми отложениями ошашковского возраста, а также аллювиальными отложениями. В рассматриваемой области благодаря эрозионной деятельности реки, а также тектоническому нарушению произошло вскрытие относительного водоупора, что обеспечило возможность поступления подземных вод к дневной поверхности из ордовикского водоносного горизонта. Водообильность горизонта значительна, а высокую скорость фильтрации обеспечивает сильная трещиноватость известняков. Область питания водоносного горизонта расположена на ордовикском плато, находящемся поблизости от рассматриваемой территории. Воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые, напорные.



Рисунок - Схема исследуемого района. Составлена на основе источников [2] и [5]

### Характеристика почв

На рассматриваемой территории, а именно в долине реки Азика и Брюмбельского ручья, распространены аллювиальные торфяно- и перегнойно-глеевые болотные почвы. В основном данный тип почв сосредоточен в таёжной зоне и образуется в долинах рек, низинах, депрессиях и ложбинах стока. Болотные почвы формируются за счёт стока поверхностных вод в относительное

понижение – долину реки Луга, а также разгрузка напорных подземных вод, что обеспечивает развитие торфяных отложений.

В данном случае коренные породы, подстилающие торфяные отложения, выступают в роли относительного водоупора в виде эйфельского горизонта девонских мергелей с прослоями глин. Они обеспечивают застойность влаги и, как следствие, переувлажнение почв. Однако отмечается, что тектоническое нарушение вскрывает этот относительный водоупор, что способствует выходу напорных подземных вод на поверхность.

Величина показателя кислотности-щелочности торфяных и торфяно-глеевых болотных почв колеблется от 4,0 до 6,5, т. е. реакция среды сильноокислая (рН 4,0 - 4,5), а также близкая к нейтральной (рН = 6,5), зольность 5 - 15% на сухое вещество, влагоёмкость редко превышает 100%.

Почвы характеризуются бурым, тёмно-бурым и иногда почти чёрным цветом и сложены торфом различной степени разложения (средней и высокой) [1].

### **Геохимия накопления урана**

#### *Исходные условия системы:*

Карбонатные породы ордовика формируют в подземных водах щелочную среду, а близкое расположение области питания и высокая скорость фильтрации обеспечивают содержание в воде кислорода. Всё это создаёт благоприятные условия для миграции урана, который переносится, в данном случае, в форме комплексного соединения, будучи вынесенным из расположенных поблизости ураноносных диктионемовых сланцев. В результате формируются воды, обогащённые ураном. Его концентрация в водах составляет  $5 \div 6 \cdot 10^{-7}$  г/л. Активность пород, вмещающих водоносный горизонт, слабая и составляет порядка семи гамм [5].

В тоже время в почвенном слое создаются диаметрально противоположные условия. Большая влажность, обеспечиваемая долиной реки, благоприятно сказывается на количестве произрастающих растений, закономерным итогом жизни которых является отмирание. Постепенно отмирая и накапливаясь в условиях избыточной увлажнённости, они создают торфяно- и перегное-глеевые почвы. Процессы разложения и минерализации накопившихся органических веществ, в том числе с активным участием микроорганизмов, приводят к образованию органических кислот, накапливающихся в почвах и частично проникающих в нижележащие отложения. Формируются восстановительные кислые условия без сероводорода [4].

Тектоническое нарушение, прорезая относительный водоупор, вскрывает напорные воды ордовикского водоносного горизонта. Благодаря этому воды проникают в почвенный горизонт и, как следствие, образуется геохимический барьер типа АЗ по классификации Перельмана (в гипергенных условиях между

слабо щелочными окислительными водами и кислыми глеевыми почвами), на котором происходит накопление урана.

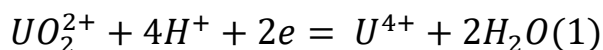
Таблица

Радиоактивность почв [5]

Номер точки	Максимальная активность в гаммах
5760	25
5793	25
5805	19

*Химические реакции на геохимическом барьере:*

В кислых условиях урановые комплексы разрушаются, следствием чего становится формирование твёрдых нерастворимых соединений. Также на данном барьере происходит и другой процесс: воды из кислородных условий, при попадании в почвы речной долины, оказываются в резко восстановительных условиях. Уран низкой степени окисления характеризуется большей степенью гидролизуемости, нежели окисленный уран. Таким образом в результате процесса восстановления  $U^{6+}$ , мигрирующего в форме комплекса уранила, степень окисления изменяется до  $4+$ , и образуется нерастворимый гидроксид урана  $U(OH)_4$ , который в свою очередь преобразуется в диоксид урана [3]. Процесс восстановления урана происходит по реакции приведённой в формуле 1.



**Список литературы:**

1. Гл. редактор Шоба С. А. Национальный атлас почв Российской Федерации. - М.: Астрель: АСТ, 2011. - 632 с.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000. Третье поколение. Гидрогеологическая карта. Центрально-Европейская серия. Листы О-35 (Псков), (N-35), О-36 (Санкт-Петербург). / В. П. Кириков М.: ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2010.
3. Крайнов С.Р. и др. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. Издание второе, дополненное / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец; Отв. ред. академик Н.П. Лаверов. - М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. – 672 с.
4. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. Изд. 2. Учеб. Пособие для студентов географ. И геолог. Специальностей ун-тов. М., «Высшая школа», 1975. – 342 с. геохимия ландшафтов
5. Шмаенок А. И., Саммет Э. Ю. и др. Геологическое строение района нижнего течения рек Нарвы, Луги и Систы (Отчет о комплексной геологической съемке масштаба 1 : 200 000). Т. 1–4. – ФГУ «СЗРФГИ», 1962.

## ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

*Лузан Мария Павловна, студент 2 курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [bubany.photo@gmail.com](mailto:bubany.photo@gmail.com)*

*(Научный руководитель - Ефимов Олег Евгеньевич, к. с.-х. н., доцент, и.о. заведующего кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация. Рассмотрены особенности ландшафтов Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) как природных, так и под влиянием антропогенного фактора.*

*Ключевые слова: Ямал, ЯНАО, ландшафт, оленеводство, рекультивация*

Ямало-Ненецкий автономный округ – субъект Российской Федерации. Входит в состав Уральского федерального округа. На западе автономный округ граничит с Республикой Коми и Ненецким автономным округом, на юге – с Ханты-Мансийским автономным округом – Югрой, на востоке – с Красноярским краем и Таймырским (Долгано-Ненецким) автономным округом, на севере – омывается Карским морем Северного Ледовитого океана.

Площадь региона довольно большая, составляет 769 250 км<sup>2</sup>, что сильно сказывается на разнообразии ландшафтов.

Автономный округ расположен на севере Западно-Сибирской равнины, в арктической зоне и лишь небольшая часть его территории находится на восточных склонах Полярного Урала и относится к районам Крайнего Севера. Большая часть территории находится за Северным Полярным кругом (66° северной широты). Значительную часть территории занимают полуострова Ямал, Тазовский и Гыданский, которые разделены Обской и Тазовской губами. Кроме того, в состав автономного округа входит группа островов, расположенных в Карском море (Белый, Шокальского, Вилькицкого, Неупокоева, Олений и др.). Крайняя северная материковая точка – мыс Скуратова (73° 30' северной широты), расположен на расстоянии в 800 километрах от северного Полярного круга.

Рельеф округа представлен двумя частями: горной и равнинной. Равнинная часть почти на 90% лежит в пределах высот до 100 м над уровнем моря; отсюда множество озер и болот. Левый берег Оби имеет повышенный и пересеченный рельеф: заболоченные пространства между водоразделами, высоты которых местами превосходят 200 м над уровнем моря. Правобережная, материковая часть представляет собой слегка всхолмленное плато с небольшим уклоном на север. Наиболее приподнятые участки низменности находятся на юге округа в пределах Сибирских увалов. Поверхность Ямальского, Тазовского и Гыданского полуостровов, особенно прибрежных террас, расчленена густой сетью оврагов, логов, ложбин и мелких речных долин. Поймы рек иногда достигают десятков

километров ширины, и нередко представляют собой песчаные равнины, незакрепленные растительностью; многие поймы сильно заболочены и изрезаны многочисленными старицами и протоками.

Горная часть округа занимает неширокую полосу вдоль Полярного Урала от Константинова Камня на севере до верховьев р. Хулга на юге и представляет собой крупные горные массивы общей протяженностью 380 км. Средняя высота южных массивов 600-800 м, ширина – 20-30 км. Наиболее высокими вершинами являются горы Колокольня – 1305 м, Ханмей – 1333 м, Пай-Ер – 1472 м. и др. Севернее высота гор достигает 1000-1300 м. Главный водораздельный хребет Полярного Урала извилист, его абсолютные высоты достигают 1200-1300 м и выше: хребет Оченырдак – 1363 м.

Протяженность автономного округа с севера на юг составляет 1150 км, с запада на восток – 1130 км. Самая северная материковая точка округа на 73° северной широты, в 800 км от Северного Полярного круга. [1]

Всего земель в административных границах округа, как было сказано выше, 76 925 050 га. Из них сельскохозяйственные угодья – 200,8 тыс. га; земли под поверхностными водами – 13 484,3 тыс. га; болота – 5 783,7 тыс. га; земли под лесами и древесно-кустарниковой растительностью – 24 552,5 тыс. га; другие угодья – 32 903,7 тыс. га; из всех земель – земли под оленьими пастбищами – 48 533,7 тыс. га.

В округе распространены тундровые, арктические, глеевые и торфяно-болотные почвы. Подзолистые почвы находятся в приречных районах, в местах хорошего стока избыточной влаги. Почвенно-растительный покров территории отличают две основные особенности – классически выраженная зональность и высокая степень гидроморфизма.

Для северной части округа характерны тундрово-глеевые болотные почвы, для южной – глеево-подзолистые, подзолисто-болотные почвы; в долинах крупных рек – аллювиальные, нередко суглинистые почвы. Тундра и лесотундра занимают 3/5 всей территории; широко развиты сфагновые торфяники.

Развитию болотообразования способствует сочетание многих факторов, главные из которых – равнинность территории и ее тектонический режим с устойчивой тенденцией к опусканию, слабая дренированность территории, избыточное увлажнение, наличие многолетней мерзлоты. На юге округа многолетнемерзлые грунты встречаются островами, в основном в низинах, севернее 61 параллели все осадочные породы – глины, суглинки, пески, торф – находятся в мерзлотном состоянии, а севернее 66 параллели мерзлота становится сплошной. [2]

ЯНОА является лидером по добыче природных ископаемых. Разработка залежей разрушает естественные ландшафты. Со строительством промышленных комплексов по добыче, подготовке и транспортировке нефти и газа связан максимум механических нарушений почвенно-растительного покрова (отсыпки, внедорожное движение техники, временные и постоянные дороги).

При строительстве часто используются местные материалы (песок, гравий и др.), добываемые в местных карьерах. Обустройство карьеров сопровождается снятием почвенного покрова на значительных площадях, перемещением больших масс грунта, что приводит к раздуванию субстрата, ветровой эрозии, миграции песков. Помимо механического разрушения и нарушения почвенно-растительного покрова в значительных масштабах происходит его трансформация за счет изменения гидрологического режима, нарушения теплообмена между почвой и атмосферой, перераспределения снежного покрова. Изменение природных циклов и ритмов этих явлений и процессов приводит к просадкам грунтов, образованию озерных котловин, активизации мерзлотных процессов. Естественные восстановительные процессы нарушенных ландшафтов определяются общим периодом от 15 до 100 лет, но значительная их часть вообще не восстановима ввиду полного нарушения структурных связей и изменения физико-химического состава почвы. Такие изменения в большинстве случаев приводят к полному заболачиванию территории.

Для восстановления после причинённого ущерба производят рекультивацию земель, однако это многоэтапная серия мероприятий не только длительная, но и затратная в денежном плане. В связи с этим нередко случаи пренебрежением всем требованиям и халтуры, что, естественно, негативно сказывается на целостности ландшафта. [3,4]

Ещё одним фактором нарушения естественного вида территорий ЯНАО последние десятилетия является оленеводческое хозяйство. Разведение оленей не только является «визитной карточкой» округа, но и важной прибыльной отраслью. Продукты из оленины не только продаются по всей России, но и экспортируются в заграничные страны, например, Германию. Рост прибыли происходит за счёт увеличения поголовья стад. Однако хрупкий травянисто-лишайниковый покров, медленно растущий на вечной мерзлоте, не успевает восстановиться за год после выпаса на нём того количества оленей, что есть сейчас, в связи с чем постепенно увеличиваются участки голой почвы, оленеводам приходится перегонять стада на новые пастбища, на которых вновь происходит вытаптывание и выедание покрова. Правительству региона приходится принимать меры по снижению числа голов оленьих стад. [5]

Заключая, можно сказать, что даже несмотря на вышеперечисленные факторы, негативно влияющие на состояния природных ландшафтов, большая часть ЯНАО сохраняет свой естественный облик в связи с малочисленностью населения относительно общих площадей субъекта федерации и труднодоступностью большей части территории.

### **Список литературы**

1. Ямало-Ненецкий автономный округ. Общая информация в «Системе обмена туристской информацией» [Электронный ресурс]. URL:



<https://www.nbcrs.org/regions/yamalo-nenetskiy-avtonomnyy-okrug/general-information/> (дата обращения: 05.11.2024).

Об утверждении концепции инвестиционного развития Ямало-Ненецкого автономного округа: постановление администрации Ямало-Ненецкого автономного округа от 24.01.2006 № 28-А.

3. Евтушкова Е.П. Особенности рекультивации земель, нарушенных при обустройстве кустов скважин (на материалах Сугмутского месторождения) // Вестник КрасГАУ 2022 №2. С. 12 – 18.

4. Черезова Н.В. Проблемы проведения рекультивации нарушенных земель на примере песчаного карьера Пуровского района, ЯНАО // Аграрный вестник Урала 2017 № 01 (155). С. 49 – 54.

. Клоков К.Б. Оленеводческие ландшафты России: ландшафтное районирование и траектории эволюции оленеводческого хозяйства в конце XX – начале XXI столетия // Сибирские исторические исследования. 2023. № 3. С. 96 - 112.

## **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

*Николаева Ксения Павловна, студентка 3 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*(Научный руководитель: Арешин Николай Александрович, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, skaut1909@mail.ru)*

*Аннотация: В данной работе рассматриваются фосфориты как осадочные горные породы, состоящие из фосфатных минералов, и их значение в сельском хозяйстве как основного источника фосфора для производства минеральных удобрений. Основное внимание уделяется геохимическим характеристикам фосфоритов Центрального федерального округа, включая их формирование и механизмы образования.*

*Ключевые слова:* фосфорит, геохимия, Центральный федеральный округ

**Введение.** Фосфориты – осадочные горные породы, больше чем на 50% сложенные фосфатными минералами. Они являются важным полезным ископаемым, как сырье для производства минеральных удобрений. Фосфориты сложены кальциевыми фосфатами, относящимися к минералам группы апатита, точнее фторапатита. Основным источником фосфора являются живые организмы – фосфор является биогенным элементом [5]. Фосфориты являются главным источником фосфора, благодаря этому они имеют большую значимость в сельском хозяйстве. В связи с вышеизложенной целью работы является ознакомление и систематизация информации о геохимии фосфоритов Центрального федерального округа и их применение в сельском хозяйстве.

Задачи работы состоят в том, чтобы собрать и скомпилировать и провести сопоставление и анализ литературы по геохимическим характеристикам фосфоритов Центрального федерального округа. Научная новизна заключается в том, что исследование локализации формирования и механизмы образования фосфоритов в Центральном федеральном округе, а также их применение в сельском хозяйстве.

**Геохимия фосфоритов.** Главные компоненты фосфатных руд – фосфатные минералы группы апатита наиболее распространённые из них – фторапатит (в эндогенных апатитовых месторождениях) и апатит. Апатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$  является наиболее распространённым фосфатным минералом. Он встречается в осадочных, магматических и метаморфических породах. Является основным источником фосфора для удобрений. В изверженных и метаморфических породах наиболее распространён минерал фторапатит. Фторапатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  - это разновидность апатита, в которой фтор замещает гидроксильные группы. Фторапатит часто встречается в осадочных породах и может образовываться в результате метаморфизма [3].

Фосфориты в Центральном федеральном округе образуются преимущественно в осадочных формациях. Основные регионы, где можно встретить фосфориты: в Смоленской (1 месторождение), Московской (2 месторождения), Калужской (2 месторождения), Тульской (1 месторождение), Брянской (2 месторождения), Тамбовской (1 месторождение) и Курской областях (11 месторождений) [4].

Геохимические процессы, влияющие на формирование фосфоритов в Центральном федеральном округе:

осадочные процессы. Фосфориты образуются в результате осаждения органического вещества и биогенного накопления фосфора в морских и пресноводных средах.

метаморфизм. В некоторых случаях осадочные фосфориты могут подвергаться метаморфизму, что приводит к изменению их химического состава и структуры.

Такие факторы как температура, давление, содержание кислорода играют важную роль в формировании фосфоритов [2].

**Применение фосфорита в сельском хозяйстве.** Фосфориты играют ключевую роль в сельском хозяйстве, в основном благодаря своему высокому содержанию фосфора, который является одним из основных макроэлементов, необходимых для роста и развития растений. Одни из самых известных фосфорсодержащие удобрения- суперфосфат и двойной суперфосфат.

Суперфосфат. Получается путем обработки фосфоритов серной кислотой. Он содержит легко усваиваемый фосфор и используется для повышения урожайности.

Двойной суперфосфат. Более концентрированная форма, содержащая около  $\text{P}_2\text{O}_5$ , также производится из фосфоритов. [1]

В некоторых случаях фосфориты могут применяться непосредственно в почву без предварительной переработки, особенно на бедных почвах.

Фосфориты способствуют увеличению содержания фосфора в почве, что улучшает ее плодородие и способствует лучшему росту растений.

**Заключение.** Фосфориты, представляющие собой осадочные горные породы, богатые фосфатными минералами, играют ключевую роль в сельском хозяйстве как основной источник фосфора. Фосфориты формируются в результате осадочных процессов и могут подвергаться метаморфизму, что влияет на их химический состав и структуру. Основные регионы добычи фосфоритов в округе включают Смоленскую, Московскую, Калужскую, Тульскую, Брянскую, Тамбовскую и Курскую области. В сельском хозяйстве фосфориты используются для производства удобрений, таких как суперфосфат и двойной суперфосфат, которые обеспечивают растения необходимым фосфором для их роста и развития. Применение фосфоритов непосредственно в почву также возможно, что способствует улучшению ее плодородия. Таким образом, фосфориты не только представляют собой ценное сырье для аграрного сектора, но и способствуют устойчивому развитию сельского хозяйства за счет повышения урожайности и качества продукции.

### Список литературы

Абидова М.А., Убайдуллаева С.Б., Ботиров О.Б., Махмудов З.У. «Виды фосфорных удобрений и их получение» // Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences scientific journal: [сайт]. – 2022. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-fosfornyh-udobreniy-i-ih-polucheniya/viewer>

(Дата обращения 30.10.2024)

2. Роль вулканизма в образовании фосфоритов. Бродская Н. Г. Труды ГИН АН СССР, вып. 258. М., «Наука», 1974 г. (Дата обращения: 25.10.2024)

3. Евдокимов А.И. «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» курсовая работа «Гидротермальный синтез фосфатов кальция с переходными элементами»; науч. рук. Димитрова О.В., Гурбанова О.А.; Москва 2019. – 39с. – URL: [https://cryst.geol.msu.ru/literature/kurs/2019\\_03\\_evdokimov.pdf](https://cryst.geol.msu.ru/literature/kurs/2019_03_evdokimov.pdf)

(Дата обращения 17.10.2024)

4. Минерально-сырьевая база ЦФО»//ФБУ ТФГИ по центральному федеральному округу: [сайт]. – 2014-2024. – URL: [https://ctfi.ru/mineralno-syrevaabaza/#:~:text=В%20Центральном%20ФО%20Государственным%20базе,1%20месторождение\)%2С%20Брянской%20\(2](https://ctfi.ru/mineralno-syrevaabaza/#:~:text=В%20Центральном%20ФО%20Государственным%20базе,1%20месторождение)%2С%20Брянской%20(2) (Дата обращения 30.10.2024)

5. «Фосфорит»// Все о Геологии: [сайт]. – 2010. – URL: <https://wiki.web.ru/wiki/Фосфорит> (Дата обращения 15.10.2024) УДК 574

## **ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК НА ЛАНДШАФТ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ (ПОСЕЛОК ЧУПА)**

**Савин Захар Дмитриевич**, студент 2 курса, Института  
Агробиотехнологии, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, [sydak228322@gmail.com](mailto:sydak228322@gmail.com)

(Научный руководитель - Ковальская Т. Н., к. г. - м. н., ученый секретарь  
ИЭМ РАН, Педагог высшей категории доп. образования МУДО ЦДО «МАН  
Импульс», [Tatiana76@iem.ac.ru](mailto:Tatiana76@iem.ac.ru))

*Аннотация: в данной статье представлены результаты геологической экспедиции в июле 2024 года в Северной Карелии (поселок Чупа). В работе описываются ландшафтные особенности исследуемой территории, приобретенные в результате появления горных выработок.*

### **Введение**

Начиная с 17 века, Чупа стала центром российского слюдяного промысла. В 1922 году началась промышленная добыча полевого шпата, кварца, пегматита. С 1968 года действовала помольно-обоганительная фабрика, закрытая в 2009 году, с 1973 года — горно-обоганительный комбинат «Карелслюда» Министерства строительных материалов СССР, с 1999 года — Чупинский горно-обоганительный комбинат. В 1970—1980-х годах предприятие насчитывало 2500 работников и являлось крупнейшим в СССР поставщиком слюды-мусковита. За такой большой промежуток времени, предприятия значительно повлияли на современный ландшафт территории. Поэтому целью моей работы стало выявление особенностей ландшафта на территории горных разработок поселка Чупа и его окрестностей, и их использования.

### **Объекты и методы исследования**

Объект исследования характеризуется типичным ледниковым ландшафтом. Гидрография исследуемой области представлена озерами Амональное озеро, Верхнее и Нижнее Пулонгское озера, соединенное рекой Пулонга длиной 5,4 км, протекающей в Лоухском районе республики Карелия, впадающей в Белое море. Также к бассейну реки Пулонга относятся Верхнее и Нижнее Котозеро, Глубокое плотичное, Плотичное и озеро Савино. Разветвленные системы озер, на берегах которых расположены крутые, полированные каменные обособления, именуемые бараньи лбы. Иногда берега озер заболочены, что затрудняет подход к ним. Рельеф территории пониженный, заболоченный. Остаточные породы представлены моренными отложениями и характеризуются высокой степенью окатанности. Почвы исследуемого района представлены болотно – подзолистыми торфяно- и торфянисто – глеевыми, болотными, торфяными и трофяно – глеевыми. На исследуемой территории произрастают сосны и ели, лиственные породы имеют резко подчиненное значение и представлены в основном березой и кустарниками: рябиной, ивой, ольхой, малиной. Поверхность болот покрыта различными видами мхов,

багульником, дикорастущими ягодами: черникой, клюквой, морожкой, брусникой.



Рисунок – Объект исследования

### **Результаты исследования**

С целью изучения влияния особенностей ландшафта поселка Чупа и его окрестностей (Малиновая Варакка, поселок Хетоламбино, Хитостров), были проведены полевые исследования в июле 2024 года, в ходе которых мы посетили горные выработки и их отвалы, связанные с добычей кварц – полевошпатового сырья с 1930 по 1980 годы. В поселке Чупа и его окрестностях проводились разработки как шахтным, так и открытым карьерным путем, что непосредственно повлияло на ландшафт. Среди общего пониженного рельефа и заболоченной местности, первой ландшафтной особенностью является насыпная дорога, начинающаяся от 10 километра трассы Чупа – Хетоламбино и протягивающаяся до поселка Карельский, в настоящее время заброшенная. Дорога была необходима для доставки руды на чупинскую горнообогатительную фабрику из шахт. При пересечении Верхнего Пулонгского озера располагается деревянный мост. С обеих сторон по дороге, ведущей по насыпи, находится большое количество законсервированных шахт, в которых еще сохранились укрепленные деревянные стволы шахт, а также выработок, известных с конца 18 века. Главным геологическим объектом при пересечении этой дороги является шахта Лопатова губа, развалины которой видны из далека. В окрестностях шахты наблюдаются отвалы пустой породы размером 300 на 300 метров, которые сложены биотитом, флогопитом, мусковитом, кварцем, полевым шпатом и другими минералами. Часть этих отвалов использовалась для укрепления дороги. Спустя 16 – 17 км на лево уходит отворот, ведущий к шахте Юбилейное и переправе на Хитостров (в данный момент ООПТ). На самом Хитострове расположен карьер, разведанный предприятием «Севкварцсамоцвет» по добыче коллекционного корунда. Порода, в отличие от вышеперечисленных шахт, где добыча сырья производилась в кварцмикроклиновых пегматитах, представлена корундсодержащими, ставролит – гранат – биотит – роговообманковыми гнейсами, иногда с кианитом. Помимо карьера на Хитострове располагается большое количество разведочных траншей.

В месте, где пегматиты максимально близко расположены к поверхности, находится в поселке Хетоламбино. За зданием почты расположен затопленный карьер, разрабатывавшийся открытым способом до 1980 годов. Справа от карьера расположены его отвалы, состоящие из кварца, беломорита, мусковита, биотита, апатита, турмалина(шерла), топазов. В настоящее время отвалы поросли густой растительностью, что гармонично вписалось в общий ландшафт. Недалеко от пулонгского моста располагаются слюдяные штольни, где мы обнаружили схожую минерализацию. На данный момент штольни используются как экскурсионные объекты чупинского музея «Валитов камень». Между поселком Чупа и поселком Хетоламбино расположен поселок Малинова Варакка, в котором до 2000 годов велась добыча полевого шпата и редкого розового кварца. Его окраска связана с примесями фосфора в составе. Отвалы законсервированных шахт в лесу занимают достаточно большую площадь, но в отличие от Хетоламбино не покрыты растительностью, так как периодически рекультивируются (перекапываются). Горные породы из отвалов частично используются для отсыпки железных и автомобильных дорог, строительных материалов и др., а также интересны с минералогической точки зрения.

### **Выводы**

Несмотря на значительные изменения ландшафта в ходе проведения горнодобывающих работ, они гармонично вписались в современный ландшафт и используются в качестве объекта экскурсий, минералогических исследований и историкокраеведческой деятельности. Отдельная территория (Хитостров) стала ООПТ.

### **Список литературы**

1. Богданов Н. А., Богданова К. Н., Минералы – индикаторы особенностей вмещающей среды
2. Керт Г., Мамонтова Н., Загадки Карельской топонимики
3. Левицкий В. И., Петрология и геохимия метаморфоза при формировании континентальной коры

## **ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ЛАНДШАФТ**

*Седых Нина Петровна, студентка 2 курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*Аннотация. Гранулометрический состав почвы и горных пород оказывает значительное влияние на формирование и развитие компонентов ландшафта. Прослеживается связь между числом пластичности и фракционно-групповым составом почв.*

*Ключевые слова:* гранулометрический состав, почва, ландшафт, рельеф, фактор.

Гранулометрический состав почв и горных пород — это распределение частиц различного размера, от крупного песка до тончайшей глины, — играет важную роль в формировании и развитии ландшафтов. От соотношения этих частиц зависят физические и химические свойства почвы, такие как водопроницаемость, влагоемкость, аэрация и плодородие, что в свою очередь определяет особенности растительного покрова, рельефа и гидрологического режима местности.

### **1. Влияние на почвенно-растительный покров**

Почвы с крупными частицами, такими как песчаные и супесчаные, обладают хорошей водопроницаемостью, но слабо удерживают влагу. Это благоприятно для развития засухоустойчивых растений, но ограничивает возможности для произрастания более влаголюбивых культур. Глинистые и суглинистые почвы, напротив, обладают высокой влагоемкостью и лучше удерживают питательные вещества, что способствует формированию более плодородных ландшафтов, подходящих для широкого спектра растительности.

### **2. Влияние на рельеф**

Гранулометрический состав почв и пород также влияет на интенсивность эрозионных процессов. Крупнозернистые почвы, такие как песок, менее устойчивы к ветровой и водной эрозии, поэтому на участках с такими почвами часто образуются дюны и барханы. Мелкозернистые глинистые почвы, напротив, способствуют формированию оврагов и оползней при нарушении растительного покрова. Таким образом, гранулометрия во многом определяет рельеф и долговечность его форм.

### **3. Гидрологический режим**

Структура и размер частиц почвы влияют на уровень грунтовых вод, фильтрацию и дренаж. Крупные частицы, как песок, позволяют воде быстро проникать вниз, что создает условия для низкого уровня грунтовых вод и хорошего дренажа. Глинистые почвы, напротив, задерживают воду, что способствует образованию заболоченных участков и озер, особенно в местах с незначительным уклоном. В итоге ландшафт с преобладанием мелкозернистых почв может быть более влажным, с большим количеством застойных водоемов.

### **4. Климатические и микроклиматические особенности**

Гранулометрический состав влияет на испарение и теплообмен между почвой и атмосферой. Крупнозернистые почвы быстрее прогреваются и охлаждаются, что приводит к резким суточным колебаниям температуры. Мелкозернистые почвы благодаря своей влагоемкости создают более стабильные температурные условия и повышенную влажность, что сглаживает микроклиматические перепады и способствует благоприятной среде для многих видов растений и животных.

## **5. Антропогенное влияние**

Гранулометрический состав также определяет возможности использования ландшафта человеком. Крупнозернистые почвы легко поддаются обработке, но требуют частого полива и внесения удобрений. Глинистые почвы трудны для сельскохозяйственных работ, часто требуют мелиорации и дренажных систем, но более плодородны. В строительстве глинистые почвы нуждаются в укреплении, чтобы предотвратить проседания, а песчаные — в стабилизации, чтобы избежать размыва и эрозии.

Таким образом, гранулометрический состав — это важнейший фактор, определяющий множество природных и антропогенных характеристик ландшафта. От него зависит, насколько устойчиво и продуктивно будет функционировать природная система, какие растения смогут развиваться на данной территории и насколько удобно будет использовать этот участок для нужд человека.

### **Список литературы**

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 436 с.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. - М.: Агропромиздат, 1986. -416 с.
3. Ревут И.Б. Физика почв. - Ленинград: Колос, 1964. - 319 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРОЕКТНОГО АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

*Фёдорова Арина Александровна – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ri.feodorowa2017@yandex.ru*

*Солтан Ксения Александровна – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, soltanksenia03@gmail.com*

*Браун Алиса Александровна – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alisa.braun05@mail.ru*

*(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, efimov@rgau-msha.ru)*

*Аннотация: в статье рассматриваются особенности проведения предпроектного анализа объектов ландшафтной архитектуры, которые являются основой для успешного проектирования и реализации ландшафтных проектов. Статья подчеркивает важность комплексного подхода к*



*предпроектному анализу для достижения гармонии между функциональностью, эстетикой и устойчивостью ландшафтных объектов.*

*Ключевые слова: ландшафт, предпроектный анализ, ландшафтное проектирование, ландшафтная архитектура.*

Цель исследования: систематизация и рассмотрение особенностей проведения предпроектного анализа объектов ландшафтной архитектуры, с акцентом на выявление ключевых факторов, влияющих на успешное проектирование.

Исследование направлено на разработку методологии, позволяющей эффективно собирать и анализировать информацию о природных, социальных и культурных условиях, а также потребностях пользователей.

Особенности проведение предпроектного анализа.

Изучение ландшафтных условий является важной частью в процессе архитектурного проектирования. На разных стадиях проектирования, в зависимости от типа объекта, формулируются задачи по анализу природных данных, выбираются методы оценки ландшафтов и способы представления полученных результатов. С одной стороны, архитектор разрабатывает программу предпроектных исследований, а с другой – результаты анализа ландшафта (включая функциональные, экологические, инженерные, санитарно-гигиенические, эстетические и другие аспекты) помогают ему обосновать проектную программу для оптимального преобразования ландшафта. [2]

Рациональное зонирование территории основывается на различных параметрах, таких как микроклиматические условия, санитарно-гигиенические характеристики, эстетические аспекты, а также состояние почвы, рельефа и растительности. Большинство данных для предпроектной оценки природных факторов проектировщики получают из смежных областей знаний. Задача архитектора заключается в их интеграции в соответствии с проектной программой. Архитектор также осуществляет композиционную и эстетическую оценку ландшафтов. Задачи по изучению природы и оценке ландшафтов варьируются в зависимости от стадии проектирования. При разработке проекта озеленения проводится комплекс предпроектных изысканий, который включает оценку природно-климатических условий и микроклимата, анализ градостроительной ситуации и инженерно-строительных условий, а также натурные обследования и ландшафтный анализ территории.

Исходными материалами для проектирования являются:

решение об отводе участка; климатологические данные; инженерно-геологические материалы; почвенные материалы; гидрологические данные; материалы обследования насаждений; материалы лесопатологического обследования; материалы водохозяйственного обследования; материалы лесомелиоративного обследования; материалы агроэкономического обследования; материалы, характеризующие существующие здания, сооружения,

элементы; благоустройства и санитарное состояние территории; топографическая основа для проектирования; ситуационный план города (района) с нанесением границ озеленяемого объекта; существующих подъездных путей к нему; выкопировка из генерального плана города.

Примечание. Объем и содержание исходных материалов определяется характером, размером и сложностью озеленяемого объекта.

Основным источником информации для оценки природных и климатических условий являются данные метеорологических станций, содержащиеся в климатических справочниках. При изучении микроклимата следует принимать во внимание общие тенденции его изменений в зависимости от различных факторов, таких как горные вершины, склоны с разными экспозициями, долины и искусственные объекты, а также различия в температурно-влажностном режиме, для чего проводятся специальные полевые исследования. Анализ микроклимата территории является основой для разработки мер по его оптимизации и общей концепции композиции.

При проектировании крайне важно создавать специальные карты на топографической основе, на которых выделяются различные рельефные условия, участки с просадочными грунтами, зоны с высоким уровнем грунтовых вод и территории, подверженные затоплению. Геодезическая основа проектирования выполняется в масштабе 1:500 с интервалом горизонталей 0,5 метра.

Для получения недостающих исходных данных проектные организации проводят натурные обследования, включая почвенные, лесомелиоративные, водохозяйственные исследования, инвентаризацию насаждений с ландшафтной таксацией, лесопатологические и агроэкономические обследования и другие.

Генеральный план объекта озеленения является ключевым документом, который разрабатывается на топографической основе в зависимости от размера территории. На генеральном плане обозначаются границы объекта, существующие и проектируемые насаждения с указанием типов посадок, таких как массивы, группы, аллеи, куртины, живые изгороди, газоны и цветники. Также указываются расположение зданий, сооружений, малых архитектурных форм, площадок, дорог и водных объектов. Для участков, требующих более детального рассмотрения, создаются фрагменты в большем масштабе, профили и разрезы наиболее характерных участков. Генеральный план может включать схему функционального зонирования территории и перспективные планы развития. В нем содержится экспликация всех проектируемых и существующих сооружений, баланс территории и условные обозначения. [3]

В дополнение к генеральному плану разрабатывается дендроплан. На нем отображаются сохраняемые насаждения и все проектируемые посадки (аллейные, рядовые, групповые и куртинные) с указанием ассортимента деревьев и кустарников. Спецификация включает условные обозначения, ориентацию по сторонам света и таблицу ассортимента растений. [2]

Проект дорожной сети включает планирование дорог, площадей и площадок с различными покрытиями, мостов, лестниц и ограждений. Все элементы отображаются на отдельном плане с указанием объемов работ.

Проектирование системы водоснабжения охватывает определение источников водоснабжения и разработку сети водопровода для обеспечения зданий питьевой и хозяйственной водой, а также поливочной сети для орошения насаждений и питания декоративных водных объектов. На плане указываются все необходимые сооружения для водоснабжения (насосные станции, резервуары) и местная сеть канализации с присоединениями к городской системе.

Проект электроснабжения охватывает систему электроосвещения и сеть высоковольтных и низковольтных линий. На отдельном плане указываются места подключения к городской электросети и собственные подстанции. Условные знаки показывают степень освещенности проектируемых дорог, проездов и площадок. [1]

Отдельный план вертикальной планировки включает решения по высотным отметкам, уклонам, ливневодам и объему земляных работ. Проект мелиорации разрабатывается для участков с проблемами заболачивания, оврагами или оползнями. На плане обозначается сеть осушительных канав или подземного дренажа, выводы сбрасываемых вод, водосточные лотки и мероприятия по борьбе с оползнями. [1]

Схемы зонирования территории, расчета посещаемости и системы обслуживания разрабатываются по мере необходимости в зависимости от значимости и масштабов объекта. Эти схемы помогают оптимизировать

Чертежи играют ключевую роль в успешной реализации проектов, так как они позволяют структурировать и визуализировать все аспекты работы. Это упрощает понимание масштаба и сложности проекта для команды проектировщиков и всех заинтересованных сторон. Четкие планы и схемы помогают определить необходимые ресурсы, включая материалы, рабочую силу и время, что способствует более эффективному управлению проектом и минимизации затрат.

При проектировании зеленых зон и озеленении важно проводить тщательный анализ экосистемы. Чертежи позволяют учитывать существующие природные условия, что способствует сохранению биоразнообразия и улучшению экологической ситуации. Правильное зонирование и планировка территории создают комфортное и функциональное пространство, отвечающее потребностям пользователей. Это включает удобные маршруты передвижения, доступ к инфраструктуре и эстетическое восприятие.

Предпроектный анализ помогает выявить потенциальные проблемы еще до начала строительства, такие как вопросы дренажа, доступ к коммуникациям или соблюдение норм и стандартов. Это позволяет избежать задержек и дополнительных затрат в будущем. Кроме того, чертежи должны соответствовать

местным строительным нормам и правилам, что обеспечивает законность всех аспектов проекта.

Наличие наглядным материалов облегчает общение между всеми участниками процесса — заказчиками, проектировщиками, строителями и представителями местных властей. Это способствует более эффективной координации и согласованию решений. В целом, проведение предварительного анализа и детальная проработка чертежей создают основу для успешной реализации проекта, снижая риски и повышая качество итогового результата. Это позволяет создать функциональное и эстетически привлекательное пространство, обеспечивая его стабильность и безопасность в долгосрочной перспективе. [2]

**Заключение.**

Проведённый анализ показывает, что предпроектная оценка объектов ландшафтной архитектуры имеет решающее значение для создания гармоничной и функциональной среды. Все аспекты — от изучения природных условий и существующей инфраструктуры до анализа потребностей пользователей и экологических аспектов — способствуют формированию целостной картины проекта. Тщательный учёт этих факторов позволяет не только предотвратить потенциальные трудности на этапе реализации, но и создать устойчивые, эстетически привлекательные и комфортные для жизни пространства.

### **Список литературы**

1. Вертикальная планировка территорий. Методические указания. М., 2002.
2. Разумовский, Ю.В. Ландшафтное проектирование / Ю.В. Разумовский, Л.М. Фурсова, В.С. Теодоронский. – М.: Форум, 2012.
3. Березкина, Ирина Валентиновна. Теория ландшафтной архитектуры и методология проектирования [Текст] : учебное пособие / И. В. Березкина ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т-МСХА им. К. А. Тимирязева. - Москва : Изд-во РГАУМСХА, 2016. - 196 с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-9675-1416-6 : 100 экз.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ**

*Ткачева Дарья Александровна, студентка 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dashatk2002@mail.ru*

*Лабзин Иван Андреевич, студент 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, labzinivan23@gmail.com*

**Ермилова Иоанна Ивановна**, студентка 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [ermilovayana05@gmail.com](mailto:ermilovayana05@gmail.com)

(Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [efimov@rgau-msha.ru](mailto:efimov@rgau-msha.ru))

*Аннотация: в статье рассматривается проблема нарушения ландшафтов на фоне глобальной урбанизации, роста промышленного производства и эксплуатации природных ресурсов. Выделены плюсы и минусы рекультивации земель. Рассмотрены некоторые примеры такого подхода, включающие их сравнение по различным параметрам. На основе изучения данного вопроса, получилось выяснить, стоит ли перенимать опыт Китая и ориентироваться на данные методики для применения их на нарушенных ландшафтах в России.*

*Ключевые слова:* рекультивация, Китай, ландшафт, экология

В последние десятилетия проблема нарушенных ландшафтов приобретает все более острый характер на фоне глобальной урбанизации, роста промышленного производства и эксплуатации природных ресурсов. Ландшафты, пострадавшие от добычи полезных ископаемых, сельскохозяйственной деятельности, интенсивной урбанизации и других антропогенных воздействий, теряют способность к самовосстановлению, что приводит к их деградации[1]. Воздействие на природные территории влечет за собой утрату биоразнообразия, снижение качества почв, ухудшение водных ресурсов и ухудшение экосистемных услуг, на которых зависит как природа, так и человек. Потребность в рекультивации нарушенных земель обуславливается необходимостью смягчения этих негативных последствий для окружающей среды и улучшения условий жизни населения.

Восстановление таких территорий позволяет не только снизить нагрузку на окружающую среду, но и создать новые функциональные пространства, которые могут быть использованы для рекреации, сельского хозяйства или даже создания природных заповедников. Использование инновационных методик ландшафтной архитектуры для рекультивации нарушенных ландшафтов имеет ряд значительных преимуществ. Однако, как и любой подход, он сопряжен с определенными трудностями и недостатками. Рассмотрим основные плюсы и минусы данного подхода.

Преимущества:

1. Экологическое восстановление и улучшение биоразнообразия
2. Снижение экологических рисков и улучшение качества жизни
3. Создание функциональных пространств для общественных нужд
4. Инновационные и устойчивые технологии
5. Экономическая выгода и туристический потенциал

Недостатки:

1. Высокие затраты на реализацию проектов
2. Сложность проектирования и длительные сроки реализации
3. Ограниченные возможности в экстремально деградированных территориях
4. Риски технологической неопределенности
5. Социальные и культурные аспекты

Китай активно использует инновационные методики ландшафтной архитектуры для восстановления нарушенных территорий, преобразуя их в экологически ценные и функциональные пространства. Рассмотрим три значительных примера, где бывшие свалки и карьеры были рекультивированы и превратились в востребованные городские и природные зоны.

#### 1. Экологический парк Лайчунь (Laichun Ecological Park), г. Шэньчжэнь

На месте старого карьера в Шэньчжэне был создан Экологический парк Лайчунь — проект, направленный на восстановление нарушенного ландшафта и создание зеленой зоны для горожан. После прекращения добычи полезных ископаемых территория карьера представляла собой пустошь с обеднёнными почвами и нестабильными склонами. Путем применения методов биоремедиации и устойчивого озеленения китайские архитекторы смогли стабилизировать ландшафт, засадив его местными растениями, которые не требуют большого количества воды и легко адаптируются к местному климату. Сейчас парк Лайчунь стал популярным местом для отдыха и спорта, с обустроенными тропами для прогулок, спортивными площадками и местами для пикников. Кроме того, восстановленная территория активно поддерживает местное биоразнообразие, включая редкие виды птиц и растений.

#### 2. Парк «Западные холмы» (West Hills Park), г. Чэнду

Рекультивация свалки в городе Чэнду, провинция Сычуань, стала одним из ярких примеров успешного преобразования сильно нарушенного ландшафта. Свалка, которая ранее загрязняла окрестности, была закрыта и подверглась экологической реабилитации. Сначала специалисты провели очистку и стабилизацию почвы, а затем применили технологии капсулирования отходов, чтобы предотвратить утечку загрязняющих веществ. В результате был создан парк «Западные холмы», который включает лесные зоны, пруды и прогулочные маршруты, привлекающие как местных жителей, так и туристов. Кроме того, на территории были разработаны зоны для экологического просвещения, где проводятся лекции и мероприятия, посвященные вопросам охраны природы.

#### 3. Парк Ляньхуа (Lianhua Park), г. Шанхай

Бывший карьер в Шанхае, известный как Парк Ляньхуа, также был преобразован с применением инновационных методов ландшафтной архитектуры. После завершения добычи глины на этом месте остались глубокие ямы и лишенная растительности территория, которая представляла экологическую угрозу и становилась источником загрязнений. Рекультивация включала очистку территории, укрепление склонов и посадку устойчивых

растений. Кроме того, были созданы искусственные водоемы, которые поддерживают водный баланс в парке и служат средой обитания для рыб и водоплавающих птиц. Сегодня Парк Ляньхуа — это красивое место для отдыха с различными природными зонами.

В описанных примерах использовались методы биоремедиации, капсулирования отходов, устойчивого озеленения и создания искусственных водоемов. Эти подходы учитывают долговечность, экономическую доступность, экологическую эффективность и климатическую адаптацию[2].

Биоремедиация — это использование микробов, растений или грибов для очищения загрязненной почвы и воды. Она эффективна и экологична, но требует времени и мониторинга для достижения стабильных результатов.

Капсулирование подразумевает изоляцию загрязненных слоев почвы с помощью защитных барьеров, таких как глина или бетон. Этот метод быстро предотвращает влияние отходов на природу, но является дорогостоящим и требует регулярного обслуживания.

Устойчивое озеленение восстанавливает растительность на деградированных территориях с помощью местных видов, адаптированных к условиям. Этот метод помогает стабилизировать почву и снижает потребность в поливе. Он доступен по стоимости и обеспечивает долговременные результаты, но зависит от правильного выбора растений и их адаптации к климату.

Создание искусственных водоемов. Искусственные водоемы играют важную роль в водоудержании, фильтрации загрязнений и поддержании биоразнообразия. Они создают подходящие условия для развития водных экосистем и стабилизируют водный баланс восстановленных ландшафтов. В экопарке Лайчунь и парке Ляньхуа в Шанхае создание искусственных водоемов способствовало поддержанию местной экосистемы, обеспечив местообитание для водоплавающих птиц и других организмов. Однако их создание может быть затратным, а также требует регулярного ухода, особенно если водоемы искусственные и не получают постоянного природного водоснабжения.

Китайские проекты рекультивации показали, что с помощью грамотного сочетания различных методов можно не только восстановить экологический баланс, но и превратить заброшенные и деградированные территории в полноценные природные зоны. В российских условиях, где многие ландшафты также страдают от антропогенного влияния, применение этих методов может помочь улучшить экологическую обстановку, особенно в промышленных зонах и на территориях, пострадавших от добывающих отраслей.

Китайские рекультивированные территории стали не только экологически безопасными, но и экономически выгодными благодаря притоку туристов и развитию инфраструктуры. В России, особенно в регионах с богатой природной красотой, восстановленные территории могут привлекать туристов и способствовать развитию местной экономики, создавая рабочие места и обеспечивая приток средств в региональные бюджеты. Но есть некоторые

нюансы. Методика озеленения, включающая адаптацию местных растений и устойчивых видов, может потребовать значительной адаптации к российским климатическим условиям, особенно для территорий с суровым климатом.

В северных регионах России, например, будет важным подобрать устойчивые виды растений, способные выживать в условиях низких температур[2]. В России финансирование природоохранных проектов зачастую ограничено, поэтому необходимо тщательно оценить экономическую целесообразность каждого метода. Например, капсулирование может быть эффективным, но при ограниченных бюджетах предпочтение может быть отдано биоремедиации и устойчивому озеленению[3,4].

Перенятие опыта Китая в области рекультивации нарушенных ландшафтов представляется перспективным и целесообразным шагом для России. Однако успех проектов в российских условиях будет зависеть от адаптации методов к климатическим, экономическим и социальным реалиям страны. В результате внедрения этих методик Россия сможет не только улучшить состояние окружающей среды, но и создать новые возможности для социально-экономического развития, улучшая качество жизни населения и внося вклад в формирование устойчивого будущего.

### **Список литературы**

1. Ландшафтоведение : ПРАКТИКУМ / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 129 с. – ISBN 978-5-9675-1543-9. – EDN GNCNVR.
2. Шафрай, А. А. Оценка влияния континентальности климата на вариативные показатели динамики биологически активной температуры / А. А. Шафрай, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 123-126. – EDN KWTRWP.
3. Современные биологические методы восстановления и очистки нарушенных угледобычей земель в условиях кемеровской области - Кузбасса / Н. В. Фотина, В. П. Емельяненко, Е. Е. Воробьева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 4. – С. 869-882. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-4-869-882. – EDN DPWUJJ.
4. Баянова, А. А. Проблемы рекультивации нарушенных земель в Иркутском районе Иркутской области / А. А. Баянова, Л. Л. Некало // Астраханский вестник экологического образования. – 2021. – № 3(63). – С. 4-8. – DOI 10.36698/2304-5957-2021-3-4-8. – EDN OJKOWC.



## ЛАНДШАФТНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Чайко Егор Вадимович*, студент 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, gildors@yandex.ru

*Иванников Никита Григорьевич*, студент 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, n.ivannikov123@yandex.ru

*Ивин Михаил Дмитриевич*, студент 2 курса Института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, ivinmixail@yandex.ru

*(Научный руководитель – Арешин Николай Александрович, ассистент кафедры почвоведения, геологии ландшафтоведения и ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, skaut1909@mail.ru)*

*Аннотация: Рассмотрены вопросы развития геоэкологии, как синтетического направления географии, ландшафтоведения и экологии. Геоэкологическое направление научных исследований наиболее тесно связано с природопользованием и охраной окружающей среды.*

*Ключевые слова: геоэкология, природа, биоразнообразие, охрана окружающей среды, техногенные загрязнения.*

Геоэкология и охрана окружающей среды России представляют собой важные и актуальные темы, требующие внимания в условиях стремительных изменений, происходящих в естественной среде и обществе. Россия, как одна из крупнейших стран мира, обладает уникальным природным разнообразием и богатыми ресурсами, однако эти богатства подвержены рискам из-за антропогенного воздействия, изменения климата и экологической неустойчивости.

Сочетание обширных площадей лесов, рек, озёр и горных систем делает страну важным экосистемным пространством не только для своих жителей, но и для всего мира. В то же время, активное использование природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и социально-экономические вызовы ставят под угрозу экосистемы, биологическое разнообразие и качество жизни населения. Геоэкология, как междисциплинарная наука, предоставляет инструменты для понимания взаимосвязей между природными процессами и человеческой деятельностью, а также для разработки стратегий устойчивого управления природными ресурсами.

Важность природных ресурсов, как компонента ландшафта и окружающей среды существования человека отмечено в работах многих авторов, где в значительной степени вопросы минеральных и почвенных ресурсов,

рассматриваются, как неподлежащие восстановлению и имеют жизненно важное значение для развития общества. [1-5]

В начале XX века, когда человек начал активно противопоставлять себя природе, основное внимание было сосредоточено на исследовании отдельных природных объектов и явлений, а не на изучении закономерностей их взаимодействия. И лишь по прошествии длительного периода времени люди поняли, насколько глубоки и разнообразны отношения между человеком и окружающим миром. Они осознали, что не могут существовать изолированно от природы, и что природа не только не способна в полной мере обеспечить их потребности, но и сама нуждается в заботе и охране [1].

Начиная с конца XX века, Россия сталкивается с рядом серьезных геоэкологических вызовов, связанными с воздействием промышленного производства, сельского хозяйства и урбанизации. По данным Бурматова, «интенсивное использование земель и природных ресурсов ведет к деградации почв, загрязнению водоемов и ухудшению качества воздуха» [3]. Этот процесс требует внимательного мониторинга и внедрения устойчивых практик в управления природными ресурсами. В России много рек и озёр подвержено загрязнению. Основные источники включают промышленные выбросы, сельскохозяйственные стоки и бытовые отходы. Например, по данным Росстата, более 60% водоёмов в европейской части страны имеет признаки загрязнения. Это приводит не только к ухудшению качества питьевой воды, но также к потере биоразнообразия водных экосистем. Загрязненные воды негативно влияют на здоровье местных сообществ и могут вызывать заболевания.

Одним из основных факторов, ухудшающих состояние окружающей среды, является промышленное производство. Увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу и водные ресурсы приводит к ухудшению здоровья экосистем. М. Д. Лисовский и И. В. Сидоров отмечают, что «в крупных промышленных зонах наблюдается высокая степень загрязнения, что влечет за собой негативные последствия для флоры и фауны» [5]. Необходимость проведения комплексных экологических экспертиз становится актуальной для оценки воздействия на окружающую среду.

Леса России, занимающие значительные площади, также находятся под угрозой. Увеличение незаконной вырубке лесов и лесных пожаров осложняет ситуацию. А. П. Заболотный акцентирует внимание на том, что «уменьшение лесного покрова негативно сказывается на биоразнообразии и климатических условиях». [4]. Это требует разработки эффективных мер по охране и восстановлению лесных экосистем.

Одним из ключевых направлений для улучшения геоэкологической ситуации в стране является переход к устойчивому развитию. Это включает в себя внедрение «зелёных» технологий, развитие систем переработки отходов и охрану природных территорий. А. И. Бурматов подчеркивает важность

образовательных программ по экологии, которые способствуют повышению осведомленности населения о необходимости охраны окружающей среды [3].

Так же необходимо укрепление законодательства в области охраны окружающей среды. Усовершенствование нормативных актов и контроль за их выполнением позволят значительно сократить уровень загрязнения и обеспечить устойчивый менеджмент природных ресурсов.

Геоэкологическая ситуация в России представляет собой сложную совокупность вызовов, в которой перекликаются вопросы загрязнения водных ресурсов, деградации почв и изменения климата. Чрезмерные антропогенные воздействия, включая промышленное загрязнение и нерациональное использование природных ресурсов, ставят под угрозу как экосистемы, так и здоровье населения.

Важность не только сохранения, но и возобновления (реконструирования) природных ландшафтов отмечает в своей статье А. В. Арешин, где акцентирует свое внимание на трудоемкости палеоландшафтных исследований, в связи с чем и их минимизацию в мировом применении [2].

Загрязнение водоемов так же оказывает катастрофическое влияние не только на биоразнообразие, но и на качество жизни людей, и требует немедленных мер для улучшения экологической ситуации. В то же время, проблемы с почвами, включая эрозию и ухудшение их плодородия, ставят под сомнение продовольственную безопасность страны. Изменения климата усугубляют эти проблемы, приводя к появлению экстремальных погодных явлений, которые дальнейшим образом влияют на все аспекты экосистемного баланса и устойчивого развития.

Таким образом мы понимаем, что необходим комплексный подход к развитию экологической политики в России, который будет включать как профилактические, так и адаптационные меры. Это, в свою очередь, потребует тесного сотрудничества между государственными структурами, научными учреждениями, коммерческим сектором и населением. Важно также учитывать доступные технологии и международный опыт в области охраны окружающей среды. Только единое усилие всех заинтересованных сторон позволит восстановить и сохранить природные ресурсы, обеспечив устойчивое развитие страны на долгосрочную перспективу.

Соответственно, для преодоления текущих экологических вызовов России необходимо действовать решительно и обоснованно, проводя политику, ориентированную на устойчивую экосистему, которая будет способна поддерживать здоровье населения и природные ресурсы в будущем.

### **Список литературы**

1. Арешин, А. В. Почвенно-геологические памятники природы - мёртвая культура или живая наука? / А. В. Арешин, О. Е. Ефимов // Ландшафтная география в XXI веке : Материалы Международной научной конференции,

Симферополь, 11–14 сентября 2018 года / Под редакцией Е.А. Позаченюк. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2018. – С. 91-94. – EDN XWWZSH.

2. Арешин, А. В. Опыт реконструкции палеоландшафтов позднего карбона Подмосковья / А. В. Арешин, Н. Ф. Ганжара, О. Е. Ефимов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2009. - № 4. - С. 43-51. - EDN JYBFJQ.

3. Бурматова, О. П. Вызовы в области формирования благоприятной экологической ситуации в России и пути их преодоления / О. П. Бурматова // Мир экономики и управления. – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 19-34. – DOI 10.25205/2542-0429-2017-17-3-19-34. – EDN ZDMPYR.

4. Современные региональные проблемы географии и экологии : материалы V Международной научно-практической конференции, Мытищи, 22 декабря 2021 года. – Москва: Московский государственный областной университет, 2022. – 384 с. – ISBN 978-5-7017-3360-0. – EDN MPSGHR.

5. Лисовский, М. Д., Сидоров, И. В. Влияние антропогенных факторов на состояние экосистем России // Вестник экологии, №12, 2020 – 45-56 с.

## **ЛАНДШАФТНЫЕ СВЯЗИ ЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ**

**Чистяков Артём Сергеевич**, студент 2 курса бакалавриата Института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *ch.artem333@gmail.com*

**Королева Анастасия Сергеевна**, студент 2 курса бакалавриата Института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *anakorsssik@mail.ru*

**Трухачева Виктория Сергеевна**, студент 2 курса бакалавриата Института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *dashavika15@gmail.com*

(Научный руководитель: Арешин Николай Александрович, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, *soillab@rgau-msha.ru*)

*Аннотация: В статье обобщается информация о ландшафтных связях литогенной основы и их видах. Приводятся примеры их влияния, а также возможности использования человеком.*

*Ключевые слова:* ландшафт, ландшафтные связи, ландшафтная оболочка, литогенная основа, антропогенные комплексы, природно-антропогенные ландшафты.

Изучение ландшафтных связей литогенной основы было предметом исследования ряда ученых, каждый из которых сосредотачивался на отдельной области. Часть полученной информации могла устареть или начать различаться.

Проделанная нами работа должна проанализировать и скомпелировать информацию из различных источников и представить ее в виде, доступном для понимания и применения на практике.

Прежде чем приступить к работе, стоит рассмотреть несколько важных для данной темы понятий. Первым фундаментальным понятием является понятие «ландшафт». Ландшафт – это природно-территориальный комплекс, наименьшей региональной размерности, состоящий из элементов ранга, фаз, урочищ и местности, генетически и функционально связанных между собой, расположенных на одной макроформе рельефа, обладающий одной почвенной разностью, одним гидротопом, биотопом, и сформированный в условиях местного климата. Более простыми словами ландшафт есть внешний облик территории, состоящий из компонентов ландшафта, гармонирующих между собой [4]. Вторым фундаментальным понятием является «литогенная основа» – сочетание элементарных форм рельефа с особенностями состава и строения приповерхностных горных пород. Употребляется при картировании фаций, урочищ и местностей. Она неспроста названа «основой», ведь литогенез (от "литос" в переводе с греческого языка значит "камень") – это процесс образования и последующих изменений осадочных горных пород, что уже несет за собой огромное значение для формирования ландшафта. [2]

Ландшафтные связи — это вещественные, энергетические и информационные связи между компонентами и морфологическими частями ландшафта. Большая ошибка не учитывать их наличие, так как, сколько бы компонентов ни было без определенных связей никакой комплекс не будет сформирован [5].

Придя к выводу, что литогенная основа является одним из основных компонентов ландшафта, можно сказать, что она выступает важнейшим фактором формирования, дифференциации и разнообразия ландшафтных комплексов, оказывает мощное воздействие на ландшафтно-экологическую обстановку. Помимо этого, она еще и наиболее устойчива, и инерционна во времени по сравнению с другими компонентами ландшафта, что имеет большое значение не только для развития литосферы, но и для человека, так как осваивание и преобразование земель не стоит на месте, люди все больше работают с окружающим пространством, подстраивают его под себя.

Литогенная основа образует нижний горизонт геосистемы, из её вещества образуется минеральная часть почв, обеспечивающая растения элементами питания, в пределах литогенной основы действуют все три природных энергетических фактора: земное тепло, солнечная радиация и гравитационная сила. Чем больше современная кора выветривания, тем более благоприятные условия создаются для развития биотических элементов ландшафта, интенсивного обмена веществом и энергией компонентов ландшафта, их трансформации и динамики.

На разных иерархических уровнях влияние отдельных компонентов литогенной основы на ландшафтную структуру неодинаково. Например, горизонтальная структура типов ландшафтов определяется морфологией речной сети, а на внутри ландшафтном уровне мозаика растительных ассоциаций определяется пространственным положением климатических ниш, созданных сочетаниями эрозионных и аккумулятивных мезо- и микроформ рельефа.

Ландшафтные связи литогенной основы включают её взаимодействие с основными биологическими и почвенно-климатическими факторами, которые влияют на развитие современных ландшафтов и напочвенных органогенных горизонтов [2].

Влияние ландшафтных связей заключается в том, что изменение любого компонента геосистемы приводит к изменениям всех других компонентов и геосистемы в целом. Оно проявляется через систему прямых и обратных связей:

- Прямая связь — это вещественно-энергетическое и информационное воздействие одного природного компонента ландшафта на другие, одной природной системы на другие, смежные в ней, внешней среды на ландшафтную оболочку и её структурные части, антропогенного фактора на ландшафтную среду.

- Обратная связь — обратное воздействие геосистемы на фактор, оказывающий на неё прямое воздействие; ответная реакция геосистемы и её природных компонентов на возмущающие внешние воздействия.

Положительная обратная связь порой может нести катастрофическое разрушение ландшафтов. Отрицательная обратная связь обеспечивает динамическое равновесие геосистемы, её гомеостазис при возмущающих внешних воздействиях.

Ландшафтные связи играют важную роль в организации и функционировании ландшафтов. Они включают в себя:

- Радиальные связи — межкомпонентные связи, которые организуют вертикальную структуру геосистем.

- Латеральные связи — межгеосистемные, межландшафтные связи, которые соединяют природные геосистемы в ландшафтный континуум.

- Вещественно-энергетические связи — атмосферная циркуляция воздушных масс, воздушный перенос тепла, влаги, пыли, солей, загрязняющих веществ, поверхностный и грунтовый сток, биологический круговорот.

- Информационные связи — пространственно-временная организация, передача пространственного и временного разнообразия от одного компонента к другим.

- Коррелятивные связи — влияние случайных факторов [3].

Также стоит рассмотреть возможность использования человеком компонентов и их связей, упомянутых ранее.

Антропогенные комплексы — это природные системы, сформированные человеком в историческое время и имеющие отличную от естественных

ландшафтов структуру. Некоторые исследователи считают их модификациями природных комплексов, отрицая возможность коренных преобразований и подчеркивая временность антропогенных воздействий. Вопрос об устойчивости антропогенных ландшафтов сложен и неоднозначен. Глубина преобразований зависит от устойчивости природного комплекса и интенсивности техногенного воздействия.

Около 40% суши испытали сильное антропогенное воздействие: это территории под земледелие, пастбища, объекты промышленного и городского назначения, антропогенный бедленд. Человек активно использует ландшафтные связи для удовлетворения своих потребностей. В сельском хозяйстве человек использует почвы для выращивания растений, а также строит ирригационные системы для обеспечения растений водой. В промышленности человек добывает полезные ископаемые из горных пород и использует водные ресурсы для производства электроэнергии.

Ландшафтная оболочка представляет собой глобальную геоэкосистему, состоящую из двух взаимодействующих подсистем — «природа» и «общество». Природная подсистема создает и поддерживает природный потенциал, а социоэкономическая определяет специфику хозяйственного каркаса.

Природно-антропогенные ландшафты (ПАЛ) — это ландшафты, структура и функционирование которых заметно изменены социохозяйственной деятельностью людей. ПАЛ подразделяют по целевой социально-экономической производственной ориентации, степени измененности, пригодности для жизнедеятельности, характеру использования земель.

Хищническая эксплуатация ресурсов ведет к снижению экономической эффективности и экологической деградации. Изменения включают трансформацию компонентов (вырубка лесов, распашка земель, изменение литогенной основы), перестройку структуры ландшафта, появление дополнительных энергетических источников и техновеществ, уменьшение площади естественных элементов.

ПАЛ классифицируют по хозяйственной ориентации, региональному признаку, типам природопользования, экологическим классификациям, степени окультуренности и международной классификации.

Международная классификация выделяет: природные, измененные, культивируемые, застроенные и деградированные ПАЛ [1].

**Заключение.** Таким образом, многие исследователи сходятся во мнении, что литогенная основа — это важнейший фактор формирования, дифференциации и разнообразия ландшафтных комплексов; она оказывает мощное воздействие на ландшафтно-экологическую обстановку. Помимо этого, она еще и наиболее устойчива во времени по сравнению с другими компонентами ландшафта, что во многом обуславливает инерцию их развития. Ландшафтные связи литогенной основы являются основой для существования и развития различных видов деятельности человека. Их изучение и учёт при планировании

хозяйственной деятельности позволяют обеспечить устойчивое развитие и сохранение природных ресурсов для будущих поколений [2].

### **Список литературы**

1. В. Н. Слюсарев; А. В. Осипов, Е. Е. Баракина Ландшафтоведение [электронный ресурс]: учебник. Электронные текстовые данные. Краснодар: КубГАУ, 2018. – 188 с. URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/81e/81ef3a3ffac5faf7de5ea75cd5b0b48e.pdf?ysclid=m2vwf7raqo21075962> (дата обращения: 30.10.2024)
2. StudFiles [электронный ресурс]: Литогенная основа как фактор ландшафтной дифференциации. Новокузнецкий институт (филиал КемГУ), 2019. URL: <https://studfile.net/preview/9745080/page:8/> (дата обращения: 30.10.2024)
3. StudFiles [электронный ресурс]: Ландшафтные связи и их виды. Барановичский Государственный Университет, 2018. URL: <https://studfile.net/preview/9745080/page:8/> (дата обращения: 30.10.2024)
4. StudFiles [электронный ресурс]: Многомерное понятие ландшафта. Российский государственный аграрный университет МСХА им. Тимирязева, 2020. URL: <https://studfile.net/preview/14998802/page:5/> (дата обращения: 30.10.2024)
5. Кирюшин В.И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов [электронный ресурс] // Bstudy.net URL: [https://bstudy.net/858377/agro/ekologicheskie\\_osnovy\\_proektirovaniya\\_selskohozyaystvennyh\\_landshaftov](https://bstudy.net/858377/agro/ekologicheskie_osnovy_proektirovaniya_selskohozyaystvennyh_landshaftov) (дата обращения: 31.10.2024)



**ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ «ЮНЫЙ ПОЧВОВЕД»**  
**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ**  
**МИКРООРГАНИЗМОВ ПОЧВЫ В ПАРКОВОЙ ЗОНЕ ШКОЛЫ**

*Ефимова Ксения Ильинична, учащаяся 6 «Д» класса МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП им. В.В. Завадского, [efimova\\_ms@bk.ru](mailto:efimova_ms@bk.ru)*

*(Научный руководитель - Родионова Ирина Владимировна, преподаватель биологии МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП им. В.В. Завадского, [irina.rodionova.7979@bk.ru](mailto:irina.rodionova.7979@bk.ru))*

*Аннотация: исследование видового разнообразия микроорганизмов почвы в парковой зоне школы показало увеличение присутствия фитопатогенных микроорганизмов, и уменьшение количества сапрофитных и сапротрофных микроорганизмов, продуцирующих антибиотики.*

*Ключевые слова: анализ почв, микробиологическое разнообразие*

Вокруг нас постоянно присутствуют микроорганизмы, их можно встретить в воздухе, в воде, на любой поверхности и в почве. В почве обитают различные микроорганизмы, есть полезные, которые помогают разлагать растительные и животные останки, а есть опасные, которые являются фитопатогенами и патогенами для живых организмов. В настоящее время все большее влияние на разнообразие микробиологического ценоза почвы оказывают антропогенные факторы, а именно загрязнение окружающей среды отходами жизнедеятельности человека. С течением времени влияние антропогенных факторов может оказать значительное влияние на видовой состав микроорганизмов почвы, вплоть до полного его изменения.

Почва представляет собой систему, обеспечивающую рост растений. В свою очередь, рост растений позволяет протекать процессам фотосинтеза, обеспечивающих нашу планету кислородом, что необходимо для существования всего живого на нашей планете. Одним из основных факторов процесса почвообразования является жизнедеятельность почвенных микроорганизмов.

С течением времени могут изменяться не только количественный состав видового разнообразия микроорганизмов, но и качественный состав. С изменением разнообразия микроорганизмов может измениться и состав почв. В том случае, если из видового разнообразия пропадают сапротрофные и сапрофитные микроорганизмы, значительно ухудшается разложение органических остатков, что в конечном итоге приводит к обеднению почвы.

Нормальный микробиологический состав почвы включает в себя бактерии, актиномицеты, и грибы. В зависимости от зоны расположения почвы, температуры, времени года и других факторов процентное соотношение данных групп микроорганизмов различается. Так, в южных почвах преобладают спорообразующие бактерии и актиномицеты, а в северных почвах преобладают грибы. В разных почвах одной зональности видовой состав микроорганизмов

изменяется. В основном, в почве любой зональности преобладают представители родов *Bacillus*, *Penicillium* и *Fusarium*.

Для оценки видового разнообразия микроорганизмов, встречаемых в почве парка возле школы был произведен забор образцов почвы с глубины 5 см, в октябре месяце в 2022г и 2023г из одного и того же места. Затем образцы почвы были исследованы с помощью микробиологических методов для оценки изменения видового состава почвы со временем.

Для проведения микробиологического исследования были использованы следующие микробиологические агаризованные среды: Чапек с антибиотиком, L-агар с нистатином, Эшби. Микробиологический состав образцов оценивался качественно (землю стерильно помещали в чашку Петри) и количественно – с помощью метода последовательных разведений Коха в КОЕ/г. Помещённые на чашки Петри образцы инкубировались в течение 5 дней при температуре 28°C. После окончания инкубации производилась идентификация обнаруженных микроорганизмов методом прямого микроскопирования, экспресс-методом Крегенсена (для определения Грам-типа бактерий). Все работы велись в стерильных условиях, с применением специального оборудования.

Таблица

Анализ микробиологического разнообразия почв в образцах земли

Наименование образца	Исследуемый объект	Обнаруженные микроорганизмы	Концентрация в КОЕ/г
Образец №1	Субстрат (земля)	<i>Bacillus sp.</i>	3x10 <sup>5</sup>
		<i>Дрожжеподобный гриб</i>	1x10 <sup>3</sup>
		<i>Актиномицеты</i>	1x10 <sup>5</sup>
		<i>Дрожжи</i>	1x10 <sup>3</sup>
		<i>Ascremonium sp.</i>	4x10 <sup>3</sup>
		<i>Penicillium sp.</i>	2,1x10 <sup>4</sup>
		<i>Fusarium sp.</i>	1x10 <sup>3</sup>
		<i>Rhizopus sp.</i>	Менее 1x10 <sup>3</sup>
		<i>Mucor sp.</i>	Менее 1x10 <sup>3</sup>
		<i>Г+ бактерии</i>	3x10 <sup>5</sup>
<i>Г- бактерии</i>	1x10 <sup>5</sup>		
Образец №2	Субстрат (земля)	<i>Bacillus sp.</i>	3x10 <sup>5</sup>
		<i>Дрожжеподобный гриб</i>	5x10 <sup>3</sup>
		<i>Актиномицеты</i>	1x10 <sup>5</sup>
		<i>Penicillium sp.</i>	1x10 <sup>3</sup>
		<i>Fusarium sp.</i>	2x10 <sup>3</sup>
		<i>Rhizopus sp.</i>	Менее 1x10 <sup>3</sup>
		<i>Mucor sp.</i>	Менее 1x10 <sup>3</sup>
		<i>Alternaria sp.</i>	2x10 <sup>3</sup>
		<i>Trichoderma sp.</i>	2x10 <sup>3</sup>
		<i>Г+ бактерии</i>	1x10 <sup>7</sup>
<i>Г- бактерии</i>	1x10 <sup>5</sup>		

Как мы видим, со временем из состава почвы исчезли представители рода *Acremonium*, но добавились представители рода *Alternaria* и *Trichoderma*. Также можно отметить увеличение доли дрожжеподобных грибов, и грамм-положительных бактерий, а также увеличение доли представителей рода *Fusarium*. Как известно, представители родов *Alternaria* и *Fusarium* являются фитопатогенными грибами, и их увеличение в процентном соотношении с представителями других родов говорит о наличии заболевания почвы, что может быть следствием воздействий антропогенных факторов на почву в парке.

### **Список литературы**

1. Савич В.И., Сорокин А.Е., Ефимов О.Е., Тазин И.И.. Почвенно-экологический мониторинг (лабораторно-практические и семинарские занятия). М.: ООО «Плодородие», 2022, 388с
2. Чумаков А.Е., Минкевич И.И., Власов Ю.И., Гаврилова Е.А.. Основные методы фитопатологических исследований. М.: Колос, 1974, 121с

### **ВЫРАЩИВАНИЕ СВЕКЛЫ СОРТА «БОРДО- 237» И МОРКОВИ СОРТА «ДЕТСКАЯ СЛАДОСТЬ» НА СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ**

*Калашников Роман, ученик 4 класса ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ*

*Калашников Кирилл, ученик 4 класса ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ*

*Колпащикова Катерина, ученица 4 класса ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ*

*(Научный руководитель: Ахметшина Г.М., ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, педагог дополнительного образования, [nxar1@mail.ru](mailto:nxar1@mail.ru))*

Данная работа посвящена изучению технологии выращивания свеклы и моркови в открытом грунте Станции юных натуралистов

Гипотеза: соблюдение условий посадки позволяют вырастить качественный урожай культур в открытом грунте на учебно- опытном участке Станции юных натуралистов.

Исследование направлено на изучение способов посадки свеклы и моркови, условий выращивания растений в открытом грунте, на повышение урожайности корнеплодов на учебно - опытном участке Станции юных натуралистов

Исследования проведены в рамках программы «Сити – фермерство. АгроСтарт».

**Цель:** изучение технологии выращивания сельскохозяйственных культур в открытом грунте.

#### **Задачи:**

1. Изучить методы и способы выращивания свеклы и моркови в открытом грунте, изучить разные способы посева;
2. Провести экспериментальную работу и вырастить свеклу сорта «Бордо –237» и морковь сорта «Детская сладость»;

3. Сравнить результаты и сделать выводы.

### **Результаты работы и выводы:**

1. Уточнены условия выращивания растений свеклы и моркови, оптимальные условия для роста и развития растения: своевременная обработка от сорняков, прополка и полив;

2. Проведены наблюдения за ростом и развитием растений на учебно - опытном участке Станции юных натуралистов;

3. Анализ качественных и количественных показателей урожайности, выращенной свеклы, показал, что урожайность и качество продукта повышается при выращивании растений в открытом грунте при правильном и своевременном поливе и проведением прополки. Урожай свеклы составил 5,700кг с 2 кв м.;

4. Выращивание моркови позволяет получить качественный продукт за 2,5-3 месяца; Гипотеза о получении качественного урожая при соблюдении условий выращивания подтвердилась. Способ посева с использованием киселеобразного раствора из крахмала способствует равномерному распределению мелких семян моркови на грядке, что способствует равномерного росту и формированию плодов и повышает урожайность. Урожай моркови с 1 кв м составил 3,5 кг;

5. Проект может быть рекомендован для использования в домашних условиях для выращивания растений в открытом грунте.

### **Список литературы**

1. Ганичкина О., Ганичкин А.: Баклажаны, кабачки и перцы. От рассады до урожая. М. – Эксмо, 2014г.

2. Звонарев Н. М. Перец, баклажаны. Сорта, выращивание, уход, рецепты. М.

3. Центрполиграф 2011 г.

4. Лебедева А.. Как правильно выращивать овощи в квартире.

5. Октябрьская Т.. Как правильно выращивать рассаду овощей.

6. Шафранский Г.В. Газета «САДОВОД» №3, 2012г.

7. Садовый центр «Пятница» <http://www.5-nt.ru/> <http://www.sadovod-yasenevo.ru/>

8. Лаврова С. А. Занимательная ботаника / С. А. Лаврова. — Белгород: Белый город, 2008. — 144 с.

## **ОБНАРУЖЕНИЕ АЗОТОФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВОПОДОБНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ О. ЯГРЫ**

*Климентьева Екатерина Григорьевна - обучающийся МАОУДО «Северный Кванториум», 16 лет*

*Климентьев Александр Григорьевич, обучающийся МАОУДО «Северный Кванториум», 16 лет,*

*Резаева Арина Александровна обучающийся MAOУДО «Северный Кванториум», 16 лет,*

*Силаков Марк Сергеевич, обучающийся MAOУДО «Северный Кванториум», 16 лет,*

*Красноруженко Ростислав Романович, обучающийся MAOУДО «Северный Кванториум», 15 лет,.*

*(Научный руководитель - Колпакова Анастасия Владимировна, педагог дополнительного образования MAOУДО «Северный Кванториум», [anast-kolpakova@mail.ru](mailto:anast-kolpakova@mail.ru))*

*Аннотация: Свою исследовательскую работу мы выполняли в рамках всероссийского исследовательского проекта «Охотник за микробами» по созданию биологической базы «Всероссийский атлас почвенных микроорганизмов». Отобранные в ходе проведения полевых работ почвенные образцы и полученные образцы микроорганизмов были направлены нами для дальнейших исследований в Институт химической биологии и фундаментальной медицины (ИХБФМ СО РАН). Проект «Всероссийский атлас почвенных микроорганизмов» является частью большого научного исследования в рамках развития генетических технологий в России.*

*Ключевые слова: Azotobacter, «Всероссийский атлас почвенных микроорганизмов», гражданская наука.*

Выдвинутая **гипотеза** заключается в том, что почвоподобные образования тепловых сетей, испытывающие в зимнее время воздействие повышенными температурами, должны содержать в себе азотофиксирующие бактерии.

**Актуальность:** изучение почвоподобных образований тепловых сетей о. Ягры необходимо при экологической оценке территории города и его дальнейшего озеленения, что улучшит микроклимат, защитит от ветра, шума и выхлопных газов.

**Цель** - доказать наличие азотофиксирующих бактерий в почвоподобных образованиях тепловых сетей о. Ягры города Северодвинска.

Для выполнения поставленной цели нам было необходимо решить следующие **задачи:** 1) провести первичный скрининг и физико-химический анализ отобранных образцов; 2) засеять методом почвенных комочков среду Эшби и провести наблюдения за развитием колоний азотофиксирующих бактерий; 3) приготовить временные окрашенные микропрепараты колоний азотофиксирующих бактерий и провести их идентификацию.

Азотфиксация — это процесс перевода молекулярного азота из атмосферы в восстановленную растворимую форму. Растворимые соединения азота доступны для усваивания растениями, а почва, насыщенная такими соединениями, считается более плодородной [2].

Азотфиксацию способны осуществлять прокариоты. Наиболее известные азотфиксирующие симбиотические бактерии – *Rhizobium* sp. – используются в производстве биологических удобрений для бобовых растений [2].

*Azotobacter* — это род свободноживущих грамотрицательных бактерий, обитающих в почве [5].

*Azotobacter* нередко образуют симбиотическую связь с растениями и живут в ризосфере. Бактерии *Azotobacter* способны расти и осуществлять процесс фиксации азота в диапазоне pH от 4,8 до 8,5, а оптимальным для жизнедеятельности данных организмов считается диапазон pH 7,0—7,5 [5].

Дефицит питательных элементов, засоление почв, наличие тяжелых металлов, биоциды, ограниченная влажность и сочетание всех вышеперечисленных неблагоприятных условий может приводить к исчезновению популяции азотфиксаторов и изменению микробиоценоза почвы [1, 4].

Специфической средой обитания микроорганизмов являются почвы и почвоподобные образования городских территорий. Городские почвы испытывают хроническое воздействие урбаногенных факторов, что не может не сказаться на биологической активности и биоразнообразии почвенных образований, на их плодородии и самоочищении. Почвообразовательная деятельность микроорганизмов в городских условиях обитания вызывает особый интерес. Однако эколого-физиологические возможности выживания микробного населения изучены недостаточно [3].

В рамках зимнего цикла исследовательского проекта «Охотник за микробами» мы попробовали отыскать интересные с научной точки зрения виды азотфиксирующих бактерий.

Мы живем на крайнем Севере и в зимний период у нас ограничены места, где можно добыть почву для исследований. Поэтому для участия в зимнем сезоне мы выбрали теплотрассы. Почвы от теплотрасс испытывают регулярно воздействие повышенной температуры от труб центрального отопления. В этом году у нас с 10-х чисел января наблюдались постоянные оттепели (температура в дневные часы от -4 до +2 градусов по Цельсию; в ночные часы редко опускалась до -5-6). Во время отбора проб почвы были без снежного покрова. С 10-х чисел февраля начались метели и наблюдаемые участки теплотрасс были немного припорошены снегом. Т.е. мы видим, что почвы на теплотрассах подвергаются воздействию повышенным температурам во время отопительного сезона от труб центрального отопления и при этом не имеют снежного покрова или в меньшем количестве, по сравнению с другими почвами. Помимо воздействия температур некоторые почвы от теплотрасс, находящиеся рядом с автомобильными дорогами, подвергаются воздействию реагентов, которые используют для борьбы с наледью на дорогах. Мы для своих исследований эти участки теплотрасс также включили и отобрали пробы почв.



На предложенной ниже схеме указаны точки отбора почвенных образцов для проведения наших исследований.

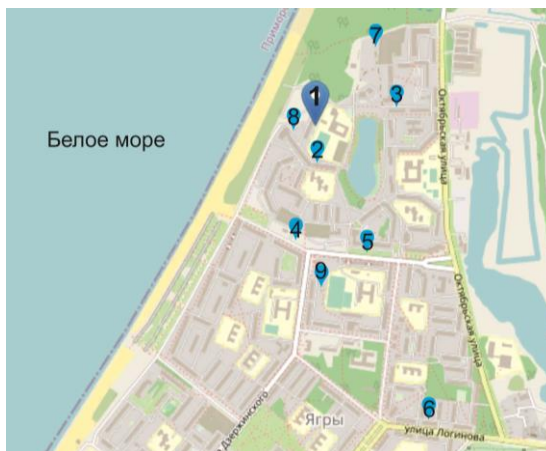


Рисунок - Точки отбора почвенных образцов

В каждой точке отбор почв проводился в трехкратной повторности по 500 грамм на глубине от 3 до 4 см. Затем почвенные образцы высушивались при комнатной температуре. По 100 гр. навески каждой повторности каждой точки мы отправили для дальнейших исследований в ИХБФМ СО РАН.

С оставшейся почвой мы проводили следующие исследования: 1) определяли механический состав почвы; 2) определяли кислотность среды почвенной вытяжки; 3) выявляли содержание органических веществ; 4) проводили посев и наблюдение за ростом колоний азотофиксирующих бактерий; 5) создавали временные микропрепараты и производили их окрашивание. Исследования проводили по общепринятым методикам [2].

Для отобранных образцов провели первичный физико-химический анализ, по результатам которого выявили, что четыре образца по механическому составу супесчаные, два – легкосуглинистые и по одному – песчаные, суглинистые и среднесуглинистые.

У 2, 3 и 7 образцов наибольшее содержание органики. Причем, наибольшая подвижность органических веществ зафиксирована только у второго и седьмого образцов. По рН пять образцов имеют нейтральную среду (рН=7), слабокислую – три образца (рН=6) и слабощелочную только 1 образец (рН=8).

Интересно было проследить зависимость обрастания колониями азотофиксирующих бактерий почвенных комочков от физико-химических особенностей образцов. Так мы обнаружили, что максимальное обрастание на десятый день наблюдений было у образцов с механическим составом супесчаные, рН = 8 и 7. По соотношению органических веществ минимальный процент обрастания почвенных комочков также совпадает с минимальным содержанием органики.

Наименьшее обрастание почвенных комочков и наименьшее содержание органических веществ наблюдается у образцов, которые были отобраны в непосредственной близости от автомобильных дорог (образцы 4,5,6,9).

Помимо процента обрастания фиксировали окраску и форму колоний на почвенных комочках. Эти особенности указывали в базе данных «Охота на микробов».

На десятый день наблюдения создавали временные микропрепараты наиболее интересных по окраске и форме колоний бактерий. Их окрашивали фуксином Циля и тушью по общепринятой методике. По окраске микропрепаратов убедились, что выращенные колонии азотофиксирующих бактерий – *Azotobacter*.

В ходе выполнения нашей исследовательской работы пришли к следующим **выводам**:

1. провели первичный скрининг и физико-химический анализ отобранных образцов. В результате обнаружилось, что у 4-х образцов по мех. составу – супесчаная почва; у 2-х – легкосуглинистая и по одному: песчаная, суглинистая и среднесуглинистая. У 2, 3 и 7 образцов наибольшее содержание органики. По кислотности пять образцов имеют нейтральную среду (рН=7), слабокислую – три образца (рН=6) и слабощелочную только 1 образец (рН=8).

2. засеяли методом почвенных комочков среду Эшби и провели наблюдение за развитием колоний азотофиксирующих бактерий. При этом выявили закономерность – чем ближе к автодорогам с оживленным движением транспорта, тем меньше наблюдается обрастание почвенных комочков колониями азотофиксирующих бактерий;

3. приготовили временные окрашенные микропрепараты колоний азотофиксирующих бактерий. По внешнему виду микропрепаратов при увеличении  $\times 100$  и  $\times 400$  можно предположить, что данные микроорганизмы относятся к *Azotobacter*;

4. все почвенные образцы, участвовавшие в исследовании, показали наличие колоний азотофиксирующих бактерий, но их развитие зависит от механического состава, рН среды, содержания органических веществ и близости к дорогам с оживленным трафиком движения автотранспорта.

В дальнейшем планируем продолжить свои исследования по двум направлениям: 1) исследование городских почв на обнаружение и выявления зависимости развития азотофиксирующих бактерий от степени нарушенности территорий; 2) воздействие азотофиксирующих бактерий на рост и развитие сосудистых растений, используемых для городского озеленения.

### **Список литературы**

1. Данилова А. А., Петров А. А. Вопросы интерпретации результатов биотеста с применением бактерий рода *Azotobacter* // Почвы и окружающая среда – 2021. - Том 4 № 3 – С. 2 -10.



2. Охотник за микробами - Методические рекомендации и инструкции по применению набора для исследования азотофиксирующих бактерий – зимний сезон, 2023. 22 с.

3. Шишкина Д.Ю. Биологическая активность урбанизированных почв на территории г. Оренбурга // Международный научный журнал «Вестник науки» - 2024. - № 6 (75) Том 5 – С. 845 - 853.

4. Васендин Д. В. Потенциал биологических агентов в обеззараживании почв при загрязнении токсичными химическими веществами – научная статья [clck.ru/3EBdK3](http://clck.ru/3EBdK3) (дата последнего посещения 25.10.2024)

5. Данилова А. А., доктор биол.наук, зав.лаб. плодородия почв СибНИИ кормов СФНЦА РАН - Удивительный азотобактер <https://www.youtube.com/watch?v=jF0FFNksooQ> (дата последнего посещения 07.08.2024)

## **ВЫРАЩИВАНИЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ НА УЧЕБНО - ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ**

*Колтович Наталья, ученица 5 класса ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ*

*Бункова Дарья, ученица 5 класса ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ*

*Колпащикова Катерина, ученица ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, 5 кл.*

*(Научный руководитель: Ахметшина Г.М., ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, педагог дополнительного образования, [nxar1@mail.ru](mailto:nxar1@mail.ru))*

Данная работа посвящена изучению технологии выращивания бахчевых культур в открытом грунте Станции юных натуралистов

Гипотеза: соблюдение условий посадки позволяют вырастить качественный урожай бахчевых культур в открытом грунте на учебно- опытном участке Станции юных натуралистов.

В данном проекте проведены исследования по изучению условий выращивания мускатной тыквы сорта «Цукатная» в открытом грунте. Исследования проведены в рамках программы «Сити – фермерство. АгроСтарт».

**Цель:** изучение технологии выращивания бахчевых культур в открытом грунте.

### **Задачи:**

- Изучить методы и способы выращивания бахчевых культур в открытом грунте;
- Провести экспериментальную работу и вырастить растения, сравнить урожайность;
- Разработать рекомендации для выращивания бахчевых культур в домашних условиях;
- Сравнить результаты и сделать выводы.

## Результаты работы и выводы:

1) Подтверждение гипотезы: соблюдение сроков посадки, правильная посадка растений в открытый грунт, а также своевременный полив и прополка позволяют вырастить качественный урожай бахчевых культур.

2) Выращивание растений позволяет получить качественный урожай кабачков за 45 дней; для получения вкусной тыквы рекомендуется выращивать мускатную тыкву сорта «Цукатная» от 2,5-3 мес. и более на хорошо освещенном месте.

3) Опыт может быть рекомендован для выращивания бахчевых в домашних условиях, выращивание бахчевых в домашних условиях экономично и выгодно, если учесть, что цена и кабачков, и тыквы от 100 и более рублей за 1 кг.

4) В рекомендациях «Выращивание бахчевых в домашних условиях» даны советы по выращиванию растений.

## Список литературы

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учеб. Пособие, -М., «АГАР», 2000. – 386 с.
2. Губанов И. А. Популярный атлас определитель «Дикорастущие растения» // Губанов И. А.Новиков В. С. Издательство «Дрофа» Москва, 2006.
3. Гузей Л.С., Сорокин В.В., Суровцева Р.П. Химия 8 кл.: Учеб. Для общеобразоват. Учреждений.-6-е изд., перераб. И доп.-М.: Дрофа, 2001.-288с.
4. Зверев А.Т. Экология. Практикум.10-11 кл. Учебное пособие для общеобразовательных учреждений.- М.; ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004.-176с.
5. Камерилова Г.С. Экология города: урбоэкология: Учеб. Для 10-11 кл. шк. Естеств.-науч. Профиля.- М.: Просвещение, 1997.-192с
6. Федорос Е.И., Нечаева Г.А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений.- М.: Вентана- Граф, 2007.-384с.
7. Зельцер Э. «Гидропоника для любителей». Москва; «Колос», 1965.
8. Небесный С. «Юным овощеводам». Москва; «Детская Литература», 1987.
9. Вахмистров Д. Б. Растения без почвы / Д. Б. Вахмистров. 1965. — 112 с.
10. Растения / Пер. с англ. Ю. Соколова. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. 33 с.
11. Лаврова С. А. Занимательная ботаника / С. А. Лаврова. — Белгород: Белый город, 2008. — 144 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ БИОПЛЕНКИ ЧАЙНОГО ГРИБА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВ

*Маслова Александра Евгеньевна, ученица ГБОУ Школа №1434, г.Москва*

*Сенько Алексей Михайлович, ученик МОУ СОШ №20, г.Подольск МО*

*(Научный руководитель - Маслова Ольга Васильевна, с.н.с., к.х.н., МГУ имени М.В.Ломоносова, г.Москва olga.maslova.rabota@gmail.com)*

*Аннотация. В статье представлены результаты научно-исследовательской работы по получению комплексных препаратов на основе биопленки чайного гриба для улучшения качества почвы и повышения урожайности огурцов и томатов.*

*Ключевые слова:* биопленка чайного гриба, биопрепарат, Амицид, почва, огурцы, томаты.

В связи с наличием ряда экологических проблем, истощением почвенных ресурсов и повсеместному переходу к органическому земледелию актуальными и востребованными являются препараты для улучшения качества почв, которые оказывают комплексное действие, направленное на то, чтобы обеспечивать растения влагой, защитить от вредителей, простимулировать рост, повысить урожайность. При этом важно минимизировать применение токсичных препаратов. При решении актуальных задач в растениеводстве важная роль отводится природным экологичным компонентам [1, 2]. Отмечено, что наилучшие результаты могут быть получены при сочетании специальных препаратов и обеспечении растений достаточным количеством влаги.

Ранее уже было продемонстрировано успешное эффективное применение чайного гриба (SCOBY, *Medusomyces gisevii*) при выращивании растений [3-5]. Влажную биопленку чайного гриба (БЧГ) можно вводить в почву, она является биоразлагаемой, не приносит вреда почвенной микрофлоре, постепенно высвобождает влагу. В результате при проращивании семян земляники удалось снизить число поливов. В связи с этим БЧГ можно рассматривать в качестве основы-носителя для препаратов, улучшающих качество почвенных ресурсов. **Целью** данной работы является получение комплексных препаратов на основе БЧГ, пропитанной специальным составом, и их апробация для улучшения качества почвы и повышения урожайности томатов и огурцов.

Для проведения экспериментальных исследований по получению улучшителей почв после проведенного анализа литературных данных были отобраны и апробированы следующие перспективные кандидаты: жидкое гуминовое удобрение - жидкое гуминовое удобрение (ЖГУ) Живая сила (Peter reat, Россия), препарат для борьбы с вредителями Зеленое мыло (ЗМ) (Долина, Россия), биорегулятор роста Амицид (А) (Ваше хозяйство, Россия), стимулятор корнеобразования Корневин (К) (Октябрина Апрельевна, Россия).

Помимо препаратов в экспериментах использовались: культура чайного гриба (*Medusomyces gisevi*, ООО Современные технологии, Россия), семена огурцов Кураж F1 (Гавриш, Россия) и томатов Балконное чудо (Партнер, Россия).

Требуемое количество препарата согласно инструкции производителя, разводилось в небольшом количестве воды. В соответствующий раствор препарата помещался кусочек БЧГ, предварительно выращенной в среде с отходами чайной заварки и высушенной путем помещения на фильтровальную бумагу и выдерживания при комнатной температуре в течение 2-х часов. Через 30 минут БЧГ, пропитанная соответствующим препаратом, переносилась в грунт на глубину 6-8 см, после этого в почву производилась высадка рассады. В качестве контроля растения выращивались без каких-либо добавок, а также часть растений выращивалось при внесении препаратов в грунт без БЧГ согласно инструкции по применению. Томаты и огурцы выращивались в течение 2-х месяцев. Полив растений водопроводной водой проводился периодически по мере необходимости после визуальной оценки побегов и почвы. Все эксперименты проводились в трех повторностях.

В зависимости от цвета препарата цвет БЧГ после выдерживания в растворе соответствующего препарата менялся от кремового до темно-коричневого. Следовательно, примененный подход к нанесению препарата на носитель – путем погружения и выдерживания в течение некоторого временного интервала, результативен. Пленка БЧГ перед внесением в почвогрунт была полностью пропитана раствором соответствующего препарата.

При выращивании растений оценивались следующие параметры: высота куста, количество плодов и внешний вид растений (Таблица). Установлено, что внесение в почву БЧГ, пропитанной одним из препаратов, способствующих стимуляции роста, развития и защиты растений, является целесообразным, так как по сравнению с контролем обеспечивает получение более развитых высоких побегов с максимальным количеством плодов. Вероятно, это связано с тем, что БЧГ выполняет в данном случае три функции: одновременно является носителем препарата, влагоудерживающим компонентом почвогрунта, обеспечивающим пролонгированное высвобождение влаги и препарата, а также благодаря биоразложению может выступать питательным компонентом для почвенной микрофлоры и самих растений. Отмечено, что при внесении в почву БЧГ растениям требовался, полив реже по сравнению с контролем.

Несмотря на наличие небольших внешних повреждений листьев лучшие результаты (Таблица, Рисунок) получены при сочетании БЧГ с биорегулятором роста растений Амицидом (8-9 плодов с 1 куста за 2 месяца).

Таким образом, путем внесения в почвогрунт БЧГ, пропитанной раствором специального препарата, можно направленно влиять на характеристики почвы и урожайность овощных культур, и при этом получать результаты лучше тех, что могут быть получены в аналогичных условиях, но без БЧГ. Из анализа полученных результатов следуют выводы:

- Отобранные на основании анализа литературных данных доступные нетоксичные препараты: жидкое гуминовое удобрение - Живая сила, средство для борьбы с вредителями - Зеленое мыло, биорегулятор роста - Амицид, стимулятор корнеобразования – Корневин, могут использоваться для пропитки предварительно выращенной биопленки чайного гриба и вноситься в почву в виде комплексного препарата.

Таблица

Характеристики растений\*, выращенных в течение двух месяцев в почвогрунте с и без БЧГ, пропитанной препаратами, стимулирующих рост, развитие и защиту растений

Характеристики	Томаты			Огурцы			
	Высота растения, см	Количество плодов	Наличие видимых повреждений	Высота растения, см	Количество плодов	Наличие видимых повреждений	
Без добавки	32±1	2±1	+++	80±4	4±1	+++	
ЖГУ		41±1	5±1	++	127±4	6±1	++
	БЧГ	44±1	6±1	+	141±4	8±1	+
ЗМ		34±1	3±1	-	87±4	5±1	-
	БЧГ	36±1	4±1	-	110±4	6±1	-
А		47±1	6±1	+	151±4	8±1	+
	БЧГ	52±1	8±1	+	157±4	9±1	+
К		45±1	5±1	-	152±4	6±1	+
	БЧГ	48±1	7±1	-	161±4	7±1	-

\* - представлены средние значения трех независимых экспериментов



Рисунок. Внешний вид томатов и огурцов выращенных в условиях городской квартиры при внесении в почвогрунт БЧГ, пропитанной биорегулятором роста - Амицидом

- В случае присутствия в почве влажной БЧГ при выращивании растений (огурцов и томатов) в почвогрунте (с и без добавок препаратов) требуется минимальное количество поливов. Использование продемонстрированного подхода, связанного с внесением БЧГ в почвогрунт, может быть рекомендовано для поддержания оптимальной влажности почвы при выращивании растений.

- При выборе носителя при разработке новых многофункциональных препаратов применение БЧГ является целесообразным. Биопленка может выполнять три функции: одновременно является носителем препарата и влагоудерживающим компонентом почвогрунта, обеспечивающим пролонгированное высвобождение влаги и препарата, а также может выступать питательным компонентом для почвенной микрофлоры и самих растений.

- Для практического применения рекомендовано внесение в почву БЧГ, предварительно пропитанной раствором, содержащим биорегулятор роста растений Амицид. При введении в почву разработанного комплексного препарата возможно получение растений максимальной высоты с минимальным количеством визуальных повреждений. При этом за 2 месяца выращивания огурцов и томатов в замкнутом пространстве может быть получено 8-9 плодов с 1 куста, что в 2-4 раза выше, чем без препарата.

*Выполнено в рамках государственного задания 121041500039-8*

### **Список литературы**

1. Руткин Н. М., Лагуткина Л. Ю., Лагуткин О. Ю. Урбанизированное агропроизводство (сити-фермерство) как перспективное направление развития мирового агропроизводства и способ повышения продовольственной безопасности городов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2017. – №. 4.-95-109.

2. Семичева Л. А. Значимость решения экологических проблем отходов в мировом сообществе // Образование и наука в России и за рубежом. – 2020. – №. 8. – С. 23-29.

3. Маслова А.Е., Сенько А.М., Игнатенко Е.А., Маслова О.В. Культуральная жидкость чайного гриба (scoby) в качестве подпитки при выращивании микрозелени // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020): материалы XVI Международной научно-технической конференции : в 2 т./ Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. — Т. 2. — РИК УГАТУ Уфа, 2020. — С. 348–351.

4. Слюсарев Д.А., Маслова О.В., Маслова А.Е. и др. Проращивание семян проса (*panicum miliaceum*) при варьировании состава подпиток // матер. XIII Междунар. науч.-техн. конф. Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. — Екатеринбург: Екатеринбург, 2021. — С.253–257.

5. Маслова А.Е., Сенько А.М., Игнатенко Е.А., Маслова О.В. Применение отходов биопленок чайного гриба при выращивании растений // Сборник материалов XXV Международного Биос-форума и Молодежной Биосолимпиады.— СПбНЦ РАН, ВВМ Санкт-Петербург, 2021.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «МЕЩЁРА»**

*Мотина Софья Вячеславовна, ученица 6 класса, ГБОУ Школа №1208 им М.С. Шумилова, [svmotina12@mail.ru](mailto:svmotina12@mail.ru)*

*(Научный руководитель - Вяльцева Татьяна Юрьевна, учитель биологии, ГБОУ Школа №1208 им М.С. Шумилова, [1208@edu.mos.ru](mailto:1208@edu.mos.ru))*

*Аннотация: Оценка экологического состояния почвы позволяет определить уровень ее загрязнения, а также выявить возможные источники этого загрязнения. В ходе работы проведена оценка экологического состояния почвенного покрова национального парка «Мещёра», в результате которой установлено наличие потенциального негативного влияния антропогенной деятельности.*

*Ключевые слова: почвенный покров, биоиндикация, экологическое состояние, кресс-салат, национальный парк*

Экологическое состояние окружающей среды является одной из самых актуальных проблем современного мира. Почвенный покров, как один из основных компонентов экосистемы, играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития экосистемы и жизнедеятельности живых организмов.

Национальный парк «Мещёра», расположенный на территории Российской Федерации, представляет собой уникальную природную территорию, которая нуждается в регулярном мониторинге состояния почвенного покрова и оценке его экологического состояния [4,5].

Почва является основой для существования всех живых организмов, поэтому её состояние напрямую влияет на биоразнообразие и экологическую стабильность парка. Оценка экологического состояния почвы позволяет определить уровень ее загрязнения, а также выявить возможные источники этого загрязнения. На основе полученных данных можно разработать меры по снижению негативного воздействия на почву и, следовательно, на всю экосистему парка. Кроме того, оценка экологического состояния почвы является одним из инструментов для мониторинга изменений в окружающей среде и прогнозирования возможных последствий этих изменений. Это позволяет принимать обоснованные решения о планировании и развитии территории, а также о мерах по предотвращению негативных последствий хозяйственной деятельности [3].



Актуальность темы объясняется всё большим и большим антропогенным воздействием человека на окружающую среду, в том числе и на охраняемые природные территории.

Состояние почвенного покрова особо охраняемых природных территорий требует особого внимания, поскольку данные территории выступают механизмом, позволяющим поддерживать экологический баланс.

Биоиндикация является одним из эффективных методов оценки состояния окружающей среды. Использование биоиндикаторов, таких как кресс-салат, позволяет получить объективную информацию о качестве почвы и уровне ее загрязнения, что является важным шагом на пути к сохранению и улучшению экологической обстановки [3].

Цель работы - исследование экологического состояния почвенного покрова национального парка на основе биоиндикации с использованием проростков кресс-салата.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Ознакомиться с литературой по теме исследования.
2. Освоить методику отбора проб почвы.
3. Освоить методику биоиндикации загрязнения почвы с помощью кресс-салата.
4. Провести оценку фитотоксичности почв.
5. Сделать выводы и обосновать практическую значимость проекта.

Объекты и методы исследования

Для оценки экологического состояния почвенного покрова Национального парка «Мещёра» с использованием биоиндикатора кресс-салата были выбраны точки отбора проб почвы вблизи следующих населенных пунктов: поселок Уршельский, посёлок Тасинский, поселок Ильичево, город Курлово, деревня Михали.

Почвы собирались с помощью саперной лопатки, отбор производился общепринятым в почвоведении методом «конверт», каждая точка на расстоянии 1-2 м друг от друга. С каждого из планируемых участков почвы отбирались пробы почвы с глубины 10-20 см, что соответствует штыку лопаты. Из каждой точки отбирали около 0,5 кг почвы, далее образцы смешивались между собой, для получения единого образца массой 1 кг из пяти точечных проб. Каждая объединенная проба подписывалась [2].

Работа проводилась по методике, взятой из учебно-методического пособия «Экологический мониторинг» Т.Я. Ашихминой [1].

Кресс-салат - однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнениям почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются



заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян) [4].

#### Результаты исследований

Прежде чем ставить эксперимент была проведена проверка партии семян на всхожесть. Через 4-5 суток всхожесть составила 96% от всего количества семян, что соответствует норме.

В течение 10 дней проводились наблюдения за прорастанием семян, поддерживая влажность субстратов примерно на одном уровне. Результаты наблюдений представлены в таблице.

Таблица

Скорость прорастания семян кресс-салата

Исследуемые образцы почвы	Число проросших семян, шт. (%)				
	3 сут	4 сут	5 сут	8 сут	10 сут
Проба 1 Посёлок Ильичёво	39 (78)	44 (88)	45 (90)	45 (90)	45 (90)
Проба 2 Посёлок Уршельский	37 (74)	39 (78)	44 (88)	44 (88)	42 (84)
Проба 3 Посёлок Тасинский	38 (76)	43 (86)	43 (86)	43 (86)	43 (86)
Проба 4 Город Курлово	21 (42)	24 (48)	24 (48)	24 (48)	24 (48)
Проба 5 Деревня Михали	25 (50)	28 (56)	28 (56)	28 (56)	28 (56)
Контроль (покупной грунт)	40 (80)	45 (90)	47 (94)	47 (94)	47 (94)

В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырёх уровней загрязнения.

Результаты проращивания позволили сделать следующие выводы:

1. Проба 1: Всхожесть семян составила 90%, что говорит о благоприятных условиях для роста семян. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Следовательно, можно утверждать, что в данном образце почвенного покрова отсутствуют загрязнения.

2. Проба 2: Всхожесть семян кресс-салата составила 84% от числа посеянных. Условия для роста семян кресс-салата также остаются довольно благоприятными, однако наблюдается небольшое снижение всхожести по сравнению с контролем. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные, следовательно, можно сделать вывод о том, что загрязнения почвенного покрова в точке отбора пробы вблизи посёлка Уршельский минимальны.

3. Проба 3: В данном опыте всхожесть семян равна 86%. Условия для роста семян в целом сохраняются стабильными. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные, следовательно, почвенный покров в точке отбора пробы вблизи посёлка Тасинский содержит минимальное количество загрязнений.

4. Проба 4: Всхожесть семян составила 48%. Наблюдается значительное снижение всхожести, что свидетельствует о менее благоприятных условиях для роста семян кресс-салата в данном опыте. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что в точке отбора пробы вблизи города Курлово почвенный покров содержит загрязнения.

5. Проба 5: В данном опыте всхожесть семян составила 56%. Условия для роста семян кресс-салата также оцениваются как менее благоприятные. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные. Следовательно, почвенный покров в точке отбора пробы вблизи деревни Михали содержит загрязнение.

Исходя из этих данных, можно сделать вывод о том, что почва проб 4 и 5 имела менее благоприятные экологические условия по сравнению с пробами 1, 2 и 3.

В пробах 1, 2 и 3, где наблюдались относительно высокие уровни всхожести (90%, 84% и 86% соответственно), можно предположить, что почвенный покров находится в условиях, мало затронутых антропогенной деятельностью. Это может указывать на естественное или мало нарушенное человеком экологическое состояние почвы и отсутствие производственных предприятий.

Однако, в пробах 4 и 5, где наблюдалось значительное снижение всхожести семян (48% и 56% соответственно) и более худшие морфологические признаки, можно предположить, что антропогенная деятельность оказывает более существенное влияние на экологическое состояние почвенного покрова.

В отношении пробы 4, предполагаемый стекольный завод в городе Курлово может быть одной из причин загрязнения почвы.

В случае пробы 5, загруженный поток автотранспорта по автомобильной трассе, проходящей вблизи деревни Михали, также может способствовать загрязнению почвы.

На основе представленных данных можно сделать предположение о том, что антропогенная деятельность может оказывать негативное влияние на экологическое состояние почвенного покрова.

#### Выводы

1. В ходе выполнения работы изучена литература по теме исследования.
2. Освоена методика отбора проб почвы методом «конверта».
3. Освоена методика биоиндикации загрязнения почвы с использованием кресс-салата.
4. Проведена оценка экологического состояния почвенного покрова национального парка «Мещёра», в результате которой установлено наличие потенциального негативного влияния антропогенной деятельности.

В целом, для поддержания устойчивости экосистемы парка, возможно потребуется принятие мер по сокращению антропогенного воздействия и улучшению экологической обстановки в уязвимых участках парка.

Для улучшения экологического состояния почвенного покрова в Национальном парке «Мещёра» и минимизации негативного воздействия антропогенной деятельности могут быть предложены следующие практические меры: проведение систематического мониторинга качества почвы во всех участках парка для выявления и контроля уровня загрязнения, а также идентификации источников загрязнения; проведение работ по сохранению и

восстановлению диких растений и животных, а также создание условий для сохранения разнообразия природных экосистем в парке, что способствует укреплению почвенного покрова; организация программ по экологическому образованию для посетителей парка и местного населения с целью повышения осведомленности о сохранении окружающей среды и ее влиянии на состояние почвы; проведение дальнейших исследований по оптимальному использованию территории парка в целях минимизации последствий антропогенной деятельности и максимального сохранения экосистем. Эти меры могут помочь улучшить экологическое состояние почвы в Национальном парке «Мещёра» и обеспечить его устойчивость в долгосрочной перспективе.

### **Список литературы**

1. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие/автор-сост. Т.Я. Ашихмина – Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012.- 95 с.
2. ГОСТ 14.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»
3. Рассадина Е.В. Биодиагностика и индикация почв: учебно-методическое пособие/Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016 -186 с.
4. <http://www.park-meshera.ru/?ysclid=lps8fk2y9g637724935>
5. [https://www.mnr.gov.ru/activity/oopt/meshchera\\_natsionalnyy\\_park/?ysclid=lps8gams65174693258](https://www.mnr.gov.ru/activity/oopt/meshchera_natsionalnyy_park/?ysclid=lps8gams65174693258)

### **МОНИТОРИНГ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИНКА В УСЛОВИЯХ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА ГОРОДА МОСКВЫ**

*Поветкин Андрей Владимирович - ученик 10 «М» класса ГБОУ Школа № 185 имени Героя Советского Союза, Героя Социалистического Труда В. С. Гризодубовой*

*Бычкова Мария Вячеславовна – студентка 4 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*Кочкин Святослав Сергеевич - ученик 10 «М» класса ГБОУ Школа № 185 имени Героя Советского Союза, Героя Социалистического Труда В. С. Гризодубовой*

*(Научные руководители: Ефимов Олег Евгеньевич - к.б.н., доцент кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; Графутко Елена Александровна - учитель биологии ГБОУ Школа № 185 имени Героя Советского Союза, Героя Социалистического Труда В. С. Гризодубовой)*

*Анотация- В работе показано распределение цинка в лесной подстилке территории ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Содержание тяжелых металлов в почве оказывает существенное значение на рост и развитие растительных культур. По результатам исследований сделан вывод, что очень высокое и высокое содержание цинка в лесной подстилке выявлено на двух локальных участках, расположенных в западной части ЛОД, примыкающих к железной дороге, а так же вблизи учебно-научного консультационного центра “Лесная опытная дача”.*

*Ключевые слова: картограмма содержания цинка, профиль почв, тяжелые металлы, лесная подстилка, загрязнения природной среды, лесные ландшафты.*

Лесная опытная дача (ЛОД), расположенная почти в центре крупного мегаполиса и окруженная со всех сторон жилыми массивами, промышленными зданиями, автомобильными и железными дорогами испытывает значительные техногенные и рекреационные нагрузки. Территория Лесной опытной дачи представляет собой научную лабораторию под открытым небом, единственную в Европе, где в течении более 160 лет ведутся наблюдения за составом древостоя, где расположены 156 постоянных пробных площадей, заложенных в разное время российскими лесоводами. Полученные результаты наблюдений за древостоями различного состава и происхождения имеют огромное теоретическое и практическое значение [3. 4].

Известно, что для лесных ландшафтов, расположенных в гумидной области, характерна аккумуляция рассеянных элементов в лесной подстилке, под которой расположена зона их выноса. Их концентрация в горизонте вмывания ниже, чем в озоленном материале подстилки. По особенностям распределения по профилю почв выделяются две группы элементов. Представители первой (медь, цинк, свинец, никель и некоторые другие) активно поглощаются лесной растительностью и в то же время относительно прочно связаны в мертвом органическом веществе. Представители второй группы (титан, цирконий, ванадий, хром) характеризуются тем, что их концентрация в горизонте А хотя и повышается по сравнению с зоной выноса, но все же не достигает уровня исходной породы [2].

В условиях загрязнения природной среды происходит два основных тесно взаимосвязанных процесса - уменьшение прироста и увеличение отпада деревьев [1]. Хвойные деревья содержат меньше тяжелых металлов, чем лиственные породы. В хвое сосны содержится в 2-8 раз меньше тяжелых металлов, чем в березе, но первая гибнет при значительно меньшем содержании тяжелых металлов, чем вторая. Тяжелые металлы попадают из воздуха на растительный покров и смываются оттуда в почву [2]. При поступлении тяжелых металлов на поверхность дерново-подзолистой почвы, в первую очередь, металлы вступают в контакт со слоем лесной подстилки, которая, с одной стороны, может быть идентифицирована как ловушка для тяжелых металлов. С другой стороны,

насыщенность подстилки водорастворимыми органическими соединениями способствует трансформации металлов в более миграционно-активную форму. Развитие дернового почвообразовательного процесса приводит к аккумуляции токсикантов в горизонте А<sub>1</sub>. Они осаждаются там и в связи с нейтральной реакцией среды в этом горизонте. Сочетание процессов аэрального и биологического накопления тяжелых металлов и их элюирование приводит к перераспределению их по профилю почв [2, 5]. Для исследования вопроса, как происходит техногенное воздействие на древостои различного состава и происхождения Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, были отобраны 36 образцов лесной подстилки и проведен анализ на содержание цинка в них. Между почвой и древесным растением существует тесная взаимосвязь, поэтому изучение техногенного воздействия на систему почва-растение имеет важное теоретическое и практическое значение. Результаты наблюдений в течении более многолетних наблюдений на ЛОД позволяют с одной стороны оценить роль лесной подстилки в условиях мощного пресса города, с другой стороны они могут быть использованы при оценки экологического состояния города Москва.

Лесная опытная дача расположена на самом высоком в пределах территории РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева плоском водораздельном моренном холме с очень пологим склоном на юго-запад, и более крутым склоном на северо-восток. Почвообразующие породы представлены моренными отложениями различного гранулометрического состава. Лесная растительность представлена естественными хвойно-лиственными древостоями и культурами на постоянных пробных площадях. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми почвами, различающимися по характеру и интенсивности проявления дернового, подзолистого процессов и оглеения. По гранулометрическому составу от супесчаных до средне-тяжелосуглинистых разновидностей.

Для оценки техногенного загрязнения цинком были отобраны на территории ЛОД 36 образцов лесной подстилки. Для измерения валовых форм цинка были применен метод РД52.18191 "Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии"

По результатам анализов получена картограмма содержания цинка в лесной подстилке на территории Лесной опытной дачи (рис)

По результатам анализов была составлена группировка почв по содержанию цинка в лесной подстилке ЛОД:

- 1-я группа - с очень низким содержанием цинка ( $\leq 90,83$  мг/кг);
- 2-я группа – с низким содержанием цинка (90,83-144,62 мг/кг)
- 3-я группа - с средним содержанием цинка (144,62-198,40 мг/кг)
- 4-я группа - с высоким содержанием цинка (198,40-252,18 мг/кг)
- 5-я группа - с очень высоким содержанием цинка ( $>252,18$  мг/кг)

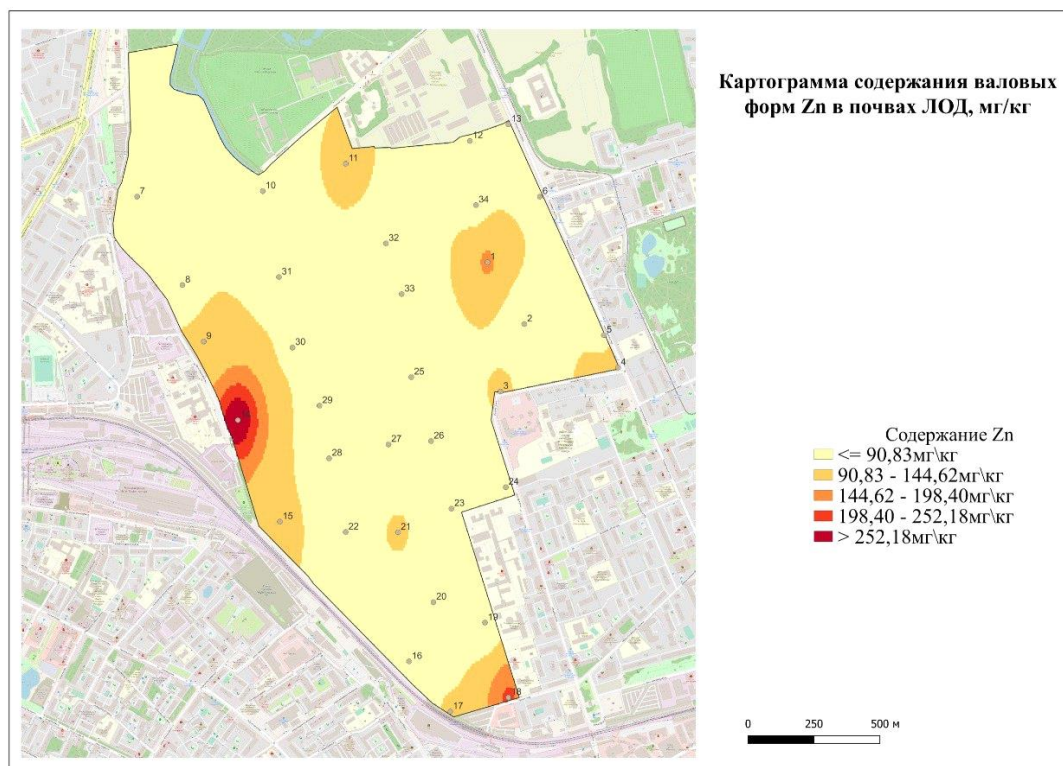


Рисунок - Содержание цинка в лесной подстилке

Как видно из данных картограммы основная территория Лесной опытной дачи характеризуется очень низким содержанием цинка в лесной подстилке. Учитывая большое разнообразие по составу древостоев, которые представлены чистыми и смешанными: хвойными, лиственными, смешанными, различающимися по возрасту, происхождению, можно сделать вывод, что содержание цинка в лесных подстилках ЛОД не претерпевает значительных изменений в зависимости от состава древостоев. Очень высокое и высокое содержание цинка в лесной подстилке выявлено на двух локальных участках, один из которых представлен небольшой территорией, расположенной в западной части ЛОД, примыкающей к железной дороге, другой в самой южной части территории ЛОД, вблизи с железнодорожной станцией, а также конечной остановкой трамвайного маршрута. Среднее содержание цинка в лесной подстилке выявлено на территории административного здания ЛОД.

#### Выводы

1 Составлена картограмма содержания валовых форм цинка в лесных подстилках, в образцах, отобранных ЛОД под древостоями различного состава и происхождения.

2 По содержанию цинка в лесной подстилке выделено пять групп, где количество цинка колеблется от 90,83 до 252,18 мг/кг.

3 На большей части территории ЛОД содержание цинка в лесной подстилке относится к очень низкой группе по обеспеченности.

4 Выявлено два небольших по площади участков, где содержание цинка в лесной подстилке отнесены к группе очень высоким и высоким его количеством.

5 Исследования показали, что содержание цинка в лесных подстилках, под древостоями различного состава и возраста не подвержено значительным колебаниям.

### Список литературы

1. Грачева Н.М. Влияние антропогенного загрязнения на лесорастительные свойства дерново-подзолистых почв, Дисс., МСХА, 1992. - 152 с.

2. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеивание. М.: Мысль, 1983, 272 с

3. Наумов, А. Н. Поляков, Н. Л. Поветкина. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 766 с. – ISBN 978-5-4497-0626-3. – EDNJCLNVH. 5. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2009. 512 с.

4. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 345 с.

5. Почвенно-эколого-лесоводственная характеристика насаждений на геоморфологическом профиле Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных, А. В. Лебедев [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 2. – С. 11-16. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-2-002. – EDNZAWVUC.

### УМНАЯ ТЕПЛИЦА

*Салеев Роман Юрьевич, ученик 10 класса ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, ГБПОУ МГОК*

*(Научный руководитель: Ахметшина Г.М., ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, педагог дополнительного образования, [nxar1@mail.ru](mailto:nxar1@mail.ru))*

Одно из наиболее перспективных направлений - это развитие IT-технологий. Возможность комплексно решить вопрос автоматизации инженерных систем, освобождение времени, которое раньше тратилось на рутинные процессы – все это серьезно повышает качество производства, делает ее более благоустроенной. Неудивительно, что с каждым годом во всем мире интерес к интеллектуальным системам только растет – актуальность умной теплицы растет с каждым годом. И проекты, связанные с разработкой умных теплиц, становятся более востребованными.

Отличительной особенностью (актуальность) данной работы является автоматический процесс выращивания культур, построенный на системе



протоколов. Протокол выращивания представляет собой последовательность команд и действий, основанных на оптимальных условиях выращивания не только каждой культуры, но и отдельных сортов растений.

**Цель:** проектирование макета «Умной теплицы».

**Задачи:**

1. Изучение макетов теплицы.
2. Проектирование аппаратного комплекса.
3. Сборка аппаратного комплекса.
4. Программирование микроконтроллера.
5. Сбор и обработка данных о выращивании растений.
6. Анализ протоколов выращивания растений.
7. Тестирование программно-аппаратного комплекса.
8. Отладка программно-аппаратного комплекса.

**Выводы:**

1. Разработан аппаратный комплекс с использованием необходимых датчиков на основе *Arduino Uno*

2. Собран и спаян аппаратный комплекс по схеме, а также установлен на макет. Установлена светодиодная лента на верхнюю рамку.

3. Проведено тестирование и отладка полученного программно-аппаратного комплекса.

4. «Умная» теплица может быть рекомендована для использования в домашних условиях для выращивания растений не только в зимний период времени, но и для регионов с засушливым климатом и отсутствием плодородных почв. Затраты на изготовление макета «Умной теплицы» составила 10000 рублей.

Этот проект вносит свой вклад в развитие знаний о многообразии автоматизированных теплиц и особенностях выращивания растений в домашних условиях. Практическая ценность нашей работы связана с возможностью сотрудничества со специалистами российских университетов РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, РОСБИОТЕХа в области использования новых методик и результатов исследований в практике учебно - исследовательской и агропроектной деятельности обучающихся ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ.

**Список литературы**

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учеб. Пособие, - М., «АГАР», 2000. – 386 с.
2. Алексенко А.Г. «Основы микросхемотехники»).
3. Гукин Д. «Язык программирования Си для чайников»).
4. Петин В.А. «Проекты с использованием контроллера Arduino»



## ВЛИЯНИЕ ТИПА ПОЧВ НА АККЛИМАТИЗАЦИЮ *HIBISCUS SABDARIFFA* В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ

Слюсарева Екатерина Денисовна, ученица МОУ СОШ № 20 г Подольска Московской области

Капитанкина Дарья Владимировна, ученица ГБОУ города Москвы «Школа № 1329»

(Научный руководитель - Сенько Ольга Витальевна, к.х.н., научный сотрудник МГУ имени М.В. Ломоносова, senkoov@gmail.com)

*Аннотация.* В статье представлены результаты работы по оценке возможности акклиматизации гибискуса *Hibiscus sabdariffa* на разных типах почв в условиях средней полосы России.

*Ключевые слова:* гибискус, акклиматизация, почва, средняя полоса России.

*Hibiscus sabdariffa* — травянистое растение, соцветия которого можно использовать для приготовления лечебного чая, способствующего нормализации давления крови [1]. Также растения данного рода активно используются в России в декоративных целях как внутри помещений, так и для украшения ландшафтов территорий на Черноморских побережьях и курортах Северного Кавказа.

Родиной растений рода Гибискуса является Африка и некоторые страны Азии [2]. Почвы данного региона являются весьма обедненными [3]. В этой связи была выдвинута гипотеза, что более богатые почвы средней полосы России [4] можно успешно использовать для культивирования *Hibiscus sabdariffa* в течение летнего периода.

При проведении данного исследования была апробирована возможность выращивания этой культуры в условиях средней полосы России. Для этого использовались разные типы почв, присутствующие в регионе: чернозем, характерный для Тульской области, и дерново-подзолистая почва (ДПП), характерная для Рязанской области. Территории средней полосы Европейской части России характеризуются умеренно континентальным климатом. Температура и длительность светового дня летом в этом регионе достигает оптимальных значений для выращивания гибискуса.

Для того чтобы оценить влияние типов почв, растения *Hibiscus sabdariffa* выращивались в условиях открытого грунта, тепличных условиях и условиях поддержания постоянной температуры. Через 90 дней была оценена высота растений и количество цветков (Таблица).

В целом погодные условия Тульской и Рязанской областей очень схожи. Однако в Тульской области в условиях открытого грунта были получены растения с меньшей высотой. Вероятно, это обусловлено тем, что на данной территории были более низкими ночные температуры, и выпало большее количество осадков.

## Характеристики растений гибискуса, выращенных в разных условиях

Условия	Высота растений, см		Количество цветов на растении, шт	
	Чернозем	ДПП	Чернозем	ДПП
Постоянные	69±2	66±2	5±1	0
Тепличные	61±1	39±1	4±1	1±1
Открытый грунт	41±1	68±2	0	3±1
<i>Среднее значение</i>	<i>57</i>	<i>58</i>	<i>4,5</i>	<i>2</i>

Оценка усредненного значения высоты растений, выращенных во всех условиях, для разного типа почв показал отсутствие значительных различий. Однако растения, полученные при постоянных температурах и освещении, были выше при выращивании их в горшках с черноземом (Рисунок).



Рисунок - Внешний вид растений *Hibiscus sabdariffa*, выращенных в различных условиях в рамках данной работы

Среднее количество цветов и цветов, полученных при постоянных условиях значительно выше при выращивании на черноземе.

Таким образом, в ходе реализации научно-исследовательской работы показано, что в условиях средней полосы России можно выращивать *Hibiscus*

*sabdariffa* на разных типах почвы. При этом более высокие растения с большим количеством цветков можно получить при использовании чернозема. Полученные результаты обладают практической значимостью, поскольку именно цветы используются для приготовления лечебного напитка.

### **Список литературы**

1. Нарчук, В. И., Нечаева, Е. М., Коссова, П. В. Каркаде – рубиновый лекарь. // *Чай в историческом, культурном и медицинском аспектах*. 2022, с. 319-321.
2. El Bilali, H. State and contours of research on roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Africa. // *Open Agriculture*, 2024, 9(1), 20220336.
3. Гаврилова, Н. Г. Анализ типов ведения аграрного производства и их влияние на состояние сельского хозяйства в странах АЮС. // *International agricultural journal*, 2023, 66(5), 1384-1392.
4. Senko, O., Stepanov, N., Maslova, O., Gladchenko, M., Gaydamaka, S., Aslanli, A., Efremenko, E. Artificially obtained humic-like substances from chicken manure and symbionts in *in vitro* and *in situ* improvement of oil degradation in soil. // *Arabian Journal of Geoscience*, 2024, 17, 300.

## **ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЯ ГИНКГО БИЛОБА ДВУЛОПАСТНОГО (*GINKGO BILOBA MARIKEN*)**

**Тарелова Владислава Максимовна**, ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, ГБОУ Школа №1575, 8 кл.

(Научный руководитель: Ахметшина Г.М., ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, педагог дополнительного образования, [nxar1@mail.ru](mailto:nxar1@mail.ru))

Одним из современных подходов у ландшафтных дизайнеров является создание комфортных зон для отдыха с использованием разных видов растений, композиций из разных видов. Гинкго двулопастный очень высоко ценится в декоративном садоводстве и ландшафтном дизайне и его можно выращивать для посадки в парках и в домашних условиях.

Гинкго двулопастный можно встретить в садах и парках многих стран Азии, Австралии, Европы и в Южной Америке. В России его выращивают в Крыму, на Черноморском побережье Краснодарского края, в Краснодаре, Майкопе, Ростове-на-Дону, Москве, Владивостоке и т.д.

Экологические исследования, посвященные изучению особенностей произрастания растения Гинкго двулопастного в разных регионах, с разными климатическими условиями, интересуют многих садоводов, ландшафтных дизайнеров и экологов. В данной работе проведены наблюдения и изучены условия выращивания растения Гинкго для использования растений в озеленении и для ландшафтного дизайна территории Станции юных натуралистов. Сущность

экологической оценки состояния растения Гинкго заключается и в определении степени антропогенной изменчивости, а также пригодности природной среды на определенной территории с точки зрения возможности ее хозяйственного использования или принятия необходимых профилактических мер по его сохранению.

**Цель:** изучить особенности выращивания саженцев растения Гинкго билоба

двулопастного для озеленения и ландшафтного дизайна территории Станции юных натуралистов

**Задачи:**

1. Изучить по литературным источникам исторические сведения о распространенности растения;
2. Изучить видовой состав древесно - кустарниковой растительности, произрастающих на Станции юных натуралистов;
3. Изучить и провести физико - химические исследования проб почвы, взятых с отделов питомника;
4. Провести наблюдения за ростом и развитием растения в школьном отделе питомнике; провести фенологические наблюдения и изучить динамику роста и развития;
5. Разработать инструкцию с рекомендациями по выращиванию растения Гинкго в домашних условиях;
6. Перспективы, рекомендации и выводы.

**Результаты работы и выводы:**

1. Подтверждение гипотезы: в домашних условиях можно вырастить саженцы реликтового растения Гинкго двулопастного.
2. Проведены исследования почвы в отделах питомника Станции юных натуралистов. Исследования показали, что показатель рН варьирует от 4,0- 6,5, что свидетельствует о том, что почвы слабокислые и близкие к нейтральным, на участке питомника присутствует легкий и тяжелый суглинок. Растение Гинкго не привередливо к составу почвы и переносит, как кислую, так и щелочную почву, а также уплотненную почву.
3. Изучены виды и характеристики растений семейства гинкговые. Проведены фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Проведены инвентаризационные замеры дерева Гинкго (4-х летнего), было выявлено, что высота дерева составила -83 см, длина боковых веток варьирует от 43-45 см. Формирование кроны и общая обрезка веток не проводилась; прирост составил примерно 10 см.
4. Проведена экспериментальная работа по выращиванию саженцев растения Гинкго билоба двулопастного из семян. Сроки всхожести и прорастания семян варьируют от 20-30 дней от момента посадки семян; На 20 сентября высота проростка из первой партии – составила 21 см., второй – 12 см, а проростки из третьей и четвертой партии выросли на 9 см. Выращивание

растений из семян на специальных субстратах позволяет получить качественные всходы; для проращивания семян рекомендуется предварительно обработать и выдержать семена в растворе аквамикса; проращивать семена в агроперлите при поддержании температуры 21 С.

5. Разработана инструкция по применению, где изложены правила посадки Гинкго двулопастного, разработана технология посадки растения Гинкго двумя способами (семенным и черенкованием); Опыт может быть рекомендован для выращивания реликтового растения в домашних условиях и в регионах с прохладным климатом; выращивание растения в домашних условиях экономично и выгодно, если учесть, что цена одной упаковки семян в весенний период варьирует от 250- 450 рублей за 3 шт.

6. Проанализированы и сделаны выводы о целесообразности и практической значимости выращивания саженцев растения Гинкго в питомнике Станции юных натуралистов Московского центра экологии и туризма. Исследование вносит вклад в изучение пригодности природной среды и возможности хозяйственного использования растения в ландшафтном оформлении пришкольных территорий и парков.

### **Список литературы**

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учеб. Пособие, - М., «АГАР» , 2000. – 386 с.
2. Губанов И. А. Популярный атлас определитель «Дикорастущие растения» // Губанов И. А.Новиков В. С. Издательство «Дрофа» Москва, 2006.
- 3.Гузей Л.С., Сорокин В.В., Суровцева Р.П. Химия 8 кл.: Учеб. для общеобразовательных учреждений.-6-е изд., перераб. И доп.-М.: Дрофа, 2001.-288с.
- 4.Зверев А.Т. Экология. Практикум.10-11 кл. Учебное пособие для общеобразовательных учреждений.- М.; ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004.-176с.
- 5.Камерилова Г.С. Экология города: урбозоология: Учеб. Для 10-11 кл. шк. Естеств.-науч. Профиля.- М.: Просвещение, 1997.-192с
- 6.Федорос Е.И., Нечаева Г.А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений.- М.: Вентана-Граф, 2007.-384с.
- 7.Зельцер Э. «Гидропоника для любителей». Москва; «Колос», 1965.
- 8.Небесный С. «Юным овощеводам». Москва; «Детская Литература», 1987.
- 9.Вахмистров Д. Б. Растения без почвы / Д. Б. Вахмистров. 1965. — 112 с.
- 10.Растения / Пер. с англ. Ю. Соколова. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. 33 с.
- 11.Лаврова С. А. Занимательная ботаника / С. А. Лаврова. — Белгород: Белый город, 2008. — 144 с.

## **ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕННОГО БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ НИЗИННОГО ТОРФА НА КОЛИЧЕСТВО И ПРОДУКТИВНОСТЬ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПОЧВЕ**

*Щукин Тимофей Васильевич, обучающийся 9 класса МКОУ «Поротниковская сош», [manatik2022@mail.ru](mailto:manatik2022@mail.ru)*

*Щукина Юлия Васильевна, обучающаяся 9 класса МКОУ «Поротниковская сош», [tea15052009@yandex.ru](mailto:tea15052009@yandex.ru)*

*(Научные руководители -Булычева Лиза Владимировна, к.х.н., преподаватель ОГБПОУ «ТПГК», [lizyladimirovna@yandex.ru](mailto:lizyladimirovna@yandex.ru), Щукина Любовь Леонидовна, учитель биологии и экологии МКОУ «Поротниковская СОШ», [lld2305@yandex.ru](mailto:lld2305@yandex.ru))*

*Аннотация: целью данного исследования являлось выявить эффективность обогащения разными бобовыми культурами низинного типа торфа на количество и продуктивность азотфиксирующих бактерий. С использованием торфа и бобовых растений проведен полевой опыт для выявления эффективности обогащения разными бобовыми культурами низинного типа торфа на количество и продуктивность азотфиксирующих бактерий. После проведения полевого опыта анализировался механический и химический состав образцов почвы. Полученные колонии азотфиксирующих бактерий из образцов почв исследовались на способность к накоплению полимерных соединений, солибилизации азота, фосфора, калия, производства сидерофоров и целлюлаз. Наша гипотеза о том, что обогащение бобовыми культурными растениями низинного торфа повысит количество, и продуктивность азотфиксирующих бактерий в почве подтвердилась.*

*Ключевые слова: низинный торф, азотфиксирующие бактерии, бобовые культуры*

В 2 километрах на запад от с. Поротниково, в пойме р. Бакчар, расположено торфяное месторождение верхового и низинного типа. Местные жители его называют «Зеленая тайга» В 2022 г. мы определили количественное содержание подвижных форм азота и оксида фосфора в верховом и низинном торфе. Исследования показали, что лучше в качестве удобрения использовать торф низинного типа. По рекомендациям, полученным от руководителя проблемной лаборатории агроэкологии Томского государственного педагогического университета, ведущего специалиста в области комплексного использования торфяных ресурсов Инишевой Л.И. были разработаны формулы удобрений на основе торфа. В 2022-2023 году проводилась опытно-экспериментальная работа по сравнению эффективности удобрений, полученных из торфа низинного и верхового типов лесного участка «Зеленая тайга. Гипотеза о том, что эффективней для роста и развития культурных растений будут удобрения на основе низинного типа торфа, подтвердилась. Самым эффективным оказалось

удобрение на основе низинного типа торфа с добавлением суперфосфата – всхожесть пшеницы составила 99%. По результатам исследований были разработаны рекомендации для жителей села об использовании низинного типа торфа лесного участка «Зеленая тайга» в качестве удобрения для разных культур растений. В этом году мы решили проверить эффективность низинного типа торфа на способность к симбиотическому взаимодействию с бобовыми растениями и, как, следствие, увеличение азотфиксирующих бактерий в почве и их продуктивность с использованием исследовательских наборов ИХБФМ СО РАН ООО «Живые системы» в рамках всероссийского проекта «Атлас почвенных микроорганизмов».

Цель исследования: выявить эффективность обогащения разными бобовыми культурами низинного типа торфа на количество и продуктивность азотфиксирующих бактерий.

Задачи:

Отобрать образцы низинного торфа.

Выбрать место для проведения исследования.

Заложить полевой опыт.

Отправить образцы обогащённого разными сортами бобовых культур низинного торфа ИХБФМ СО РАН.

5. Исследовать механический и химический состав почвы после проведения полевого опыта.

Провести подсчет и скрининг полученных азотфиксирующих бактерий.

Сделать выводы по результатам исследования об эффективности бобовых культур для обогащения низинного торфа азотфиксирующими бактериями.

Объект исследования: азотфиксирующие бактерии в низинном торфе обогащенный викой (*Vicia*), фасолью (*Phaseolus*) и клевером (*Trifolium*).

Предмет исследования: количество азотфиксирующих бактерий и их способность к накоплению полимерных соединений, солубилизации азота, фосфора, калия, производства сидерофоров, целлюлаз, антимикробной активности и способности к продукции протеаз.

Гипотеза исследования: предполагаем, что обогащение бобовыми культурными растениями низинного торфа повысит количество и продуктивность азотфиксирующих бактерий в почве.

На первом этапе исследования, в июне 2023 г., был заложен полевой опыт. На втором этапе, сентябрь-январь 2023-2024г.г., проведено исследование механического и химического состава почвы и обнаружение количества, видового состава и продуктивности азотфиксирующих бактерий в данных образцах. На третьем этапе обрабатывались и систематизировались полученные результаты, составлялись выводы по исследованию.

После проведения полевого опыта механический состав, содержание карбонатов и показатель кислотности почвы почти не изменился по сравнению с составом до проведения опыта. Существенной разницы в механическом составе



почвы опытных и контрольных делянок после полевого опыта также не обнаружено. Но, показатель дыхания почвы и содержание органики в почве опытных и контрольных делянок изменился: 12,4/10,4 мг/100гр CO<sub>2</sub> и 1867/1400 мгС/кг соответственно. Процент полученных азотфиксирующих бактерий также выше в почве опытных делянок: 42% против 6% контрольных делянок. Исследование разнообразия микроорганизмов показало больший коэффициент и равномерности видов в почве контрольных делянок. В почве опытных делянок высокий и средний уровень доминирования видов бактерий. Во всех образцах почвы полученные бактерии проявили активность к накоплению полимеров в своих клетках. Скрининг азотфиксирующих бактерий, полученных в образцах почвы с торфом, к солюбилизации азота, фосфора, калия, производства сидерофоров, целлюлаз и способность к продукции протеаз в экстремальных условиях, показал лучшие результаты у азотфиксирующих бактерий образцов почвы с викой. Высокую антибактериальная активность проявили выделенные штаммы бактерий торфа, обогащенного викой в отношении бацилл (*Bacillus* spp. из аптечного препарата «Ветом»). Если сравнивать все результаты исследований среди образцов опытных делянок, то лучшие показатели также у почвы, на которой росла вика и хуже у почвы с клевером. Все результаты исследований почвы с низинным торфом, обогащенного бобовыми культурами, выше, чем в образцах почвы без торфа. Мы доказали, что низинный тип торфа участка «Зеленая тайга» может использоваться для образования симбиотических взаимодействий с азотфиксирующими бактериями бобовых культур в почве. Наша гипотеза о том, что обогащение бобовыми культурными растениями низинного торфа повысит количество, и продуктивность азотфиксирующих бактерий в почве подтвердилась. Для удобрения почвы рекомендуем использовать низинный тип торфа, обогащенный викой.

### **Список литературы**

1. Гутрова, Т. О. Изучение симбиоза бобовых растений и клубеньковых бактерий / Т. О. Гутрова, Н. Н. Дюкова // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Тюмень, 27 февраля – 03 2023 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 29-35. – EDN НТТJUJ.
2. Инструкции по использованию набора «Скрининг азотфиксирующих бактерий на способность к стимулированию роста растений. ООО «Живые системы», 2023 г.
3. Симбиотические азотфиксаторы. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL.: <https://studfile.net/preview/8886262/page:4/> свободный - (дата обращения 11.11.2023г.)