



# СБОРНИК ТРУДОВ

Молодежной научной конференции

VI Вильямсовские чтения

«Почвенный покров – фундамент агротехнологий  
будущего»

*Молодежная научная конференция  
Почвенно-агрономический музей имени В.Р. Вильямса  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

Москва  
2022

**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**

**Молодежной научной конференции**

**VI Вильямсовские чтения**  
**«Почвенный покров – фундамент агротехнологий**  
**будущего»**

Москва  
2022

УДК 631.4

ББК 40.3

Редакционная коллегия: В.Д. Наумов (Председатель), Б.А. Борисов, В.Г. Мамонтов, В.И. Савич, О.Е. Ефимов, Н.Л. Каменных, Н.В. Минаев, А.В. Чинилин.

**Сборник трудов Молодежной научной конференции VI Вильямсовские чтения «Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего» / Под. ред. В.Д. Наумова. – М., 2022. – 90с.**

© РГАУ-МСХА имени К.А. Тимиязева, 2022

# СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

<i>Е.М. Ефанова, Н.А. Александров.</i> Анализ влияния распределения элементов питания внутри поля на плодородие почвы.....	6
<i>А.А. Меженков, Р.О. Жолудев и др.</i> Разработка информационно-справочной системы «Почвенная карта Ростовской области».....	8
<i>Д.А. Никишина, А.О. Петрова и Н.Л. Каменных.</i> Обзор современного состояния применения цифровых технологий в сельском хозяйстве.....	10
<i>И.С. Потапенко, М.В. Загребельный и Н.А. Александров.</i> Оценка применения минеральных и органо-минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы.....	13
<i>М.Н. Пуховский.</i> Энергетическая оценка системы почва-растение.....	14
<i>А.А. Прохоров.</i> Применение перманганатного метода для оценки динамики активного углерода в агроландшафтах на выщелоченных и обыкновенных черноземах Краснодарского края.....	16
<i>В.А. Тютина, Н.А. Семенчук.</i> Изменение свойств агротёмногумусовых подбелов юга Приморского края при внесении биочара.....	19
<i>С.А. Ходорковская.</i> Плодородие чернозема и урожайность озимой пшеницы.....	22

## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

<i>К.А. Бодалев.</i> Оценка влияния типов растительности на структурно-агрегатный состав почв ботанического сада Казанского федерального университета.....	25
<i>А.И. Куликова, П.Д. Чеченков.</i> Крупномасштабное картографирование почв национального парка «Смоленское Поозерье».....	26
<i>А.С. Налиухина.</i> Почвы Вологодской области и их рациональное использование.....	30
<i>С. Шенне-Чечек.</i> Гранулометрический состав и минералогия ила в почвах склонового агроландшафта Назаровской котловины.....	32
<i>Д.А. Стрелков, В.Д. Наумов и Н.Л. Каменных.</i> Лесорастительная характеристика дерново-подзолистых почв ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.....	35
<i>А.С. Хребтенко.</i> Количественная оценка разнообразия почв Красноярского края.....	38
<i>Г.Г. Чебану, В.Д. Наумов и Н.Л. Каменных.</i> Лесорастительная характеристика почв заповедника «Кологривский лес» .....	41
<i>К.А. Шмакова, В.Д. Наумов и Н.Л. Каменных.</i> Характеристика лесорастительных свойств дерново-подзолистых почв ЛОД под древесными насаждениями разного состава.....	43
<i>А.А. Янькова, М.А. Вартамян и др.</i> Оценка структурного состояния дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава и происхождения лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.....	46

## МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ

<i>В.В. Вилкова, М.С. Нижельский.</i> Изменение активности каталазы коричневых почв заповедника «Утриш» через год после пожара.....	51
<i>Я.С. Жигалева, Е.М. Илюшкова и М.Т. Спыну.</i> Сравнительная динамика кислотности лесной подстилки и древесного опада в различных условиях мезорельефа на территории ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.....	54

<i>Е.М. Илюшкова, Я.С. Жигалева и М.Т. Спыну.</i> Экологическая оценка биологической активности и кислотности дерново-подзолистой почвы на различных вариантах мезорельефа в городском лесу в г. Москва.....	57
<i>В.Н. Кривоцова.</i> Использование синтетических гелевых структур на почвах лёгкого гранулометрического состава.....	59
<i>М.С. Нижельский, К.Ш. Казеев и В.В. Вилкова.</i> Влияние дыма от пожаров на ферментативную активность бурозема.....	62
<i>Д.А. Привизенцева, В.Д. Лыгановская.</i> Микробиологическая диагностика состояния постпирогенных почв заповедника “Утриш”.....	65
<i>С. Шаохуэй.</i> Оценка экологического состояния почв василеостровского района Санкт-Петербурга методами биотестирования.....	67
<i>Е.А. Тимофеева, А.С. Молодцова.</i> Тяжёлые металлы в системе почва-растение в условиях полевого эксперимента на примере нефтезагрязненного чернозема типичного республики Башкортостан.....	70

### **ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ХИМИЯ ПОЧВ**

<i>Д.Н. Котюн, А.А. Прохоров.</i> Анализ содержания органического вещества в огородных почвах России.....	74
<i>В.А. Крылов, С.А. Беляева.</i> Содержание, состав и оптические свойства лабильных гумусовых веществ агрочернозема типичного курской области.....	76
<i>А.И. Лосев.</i> Характеристика гумусового состояния дерново-подзолистых почв 3 и 4 кварталов ЛОДРГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.....	79
<i>О.В. Шопина, Д.А. Терехова и др.</i> Запасы органического углерода в песчаных почвах постагрогенных экосистем национального парка «Смоленское поозерье».....	81

### **ГЕОЛОГИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ**

<i>А.В. Белькова.</i> Использование базы данных сайта <a href="http://www.rp5.ru">www.rp5.ru</a> в ландшафтном анализе климатических показателей на примере метеостанции г. Норильск.....	85
<i>И.В. Селищева, С.А. Саенко и А.В. Арешин.</i> Геологическая информация как основа для землеустройства.....	88
<i>Д.А. Бакатин, Т.В. Томилова.</i> Влияние вечной мерзлоты на сельское хозяйство.....	90

### **ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ «ЮНЫЙ ПОЧВОВЕД»**

<i>Е.А. Быкова.</i> Влияние листового опада на количество и разнообразие микроорганизмов	92
<i>А.А. Кранкевич.</i> Оценка эффективности применения костры технической конопли ( <i>cannabis sativus</i> ) в качестве субстрата для выращивания огурца посевного ( <i>cucumis sativus</i> ).....	94
<i>А.С. Титова.</i> Оценка эффективности применения костры технической конопли ( <i>cannabis sativus</i> ) в качестве субстрата для выращивания редиса посевного ( <i>raphanus sativus</i> ).....	97

# АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ВНУТРИ ПОЛЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

**Ефанова Евгения Михайловна**

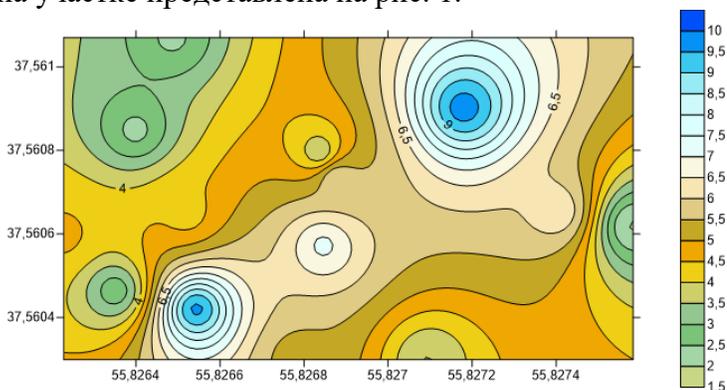
*аспирант кафедры биотехнологии РГАУ-  
МСХА имени К.А. Тимирязева  
e-mail: efashka05@yandex.ru*

**Александров Никита Александрович**

*аспирант кафедры экологии РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева*

При исследовании почвенного покрова необходимо проследить динамику почвенных характеристик: рН, содержание NPK, гумуса и т.д. При этом необходимо обладать не просто усредненными значениями параметров по участку, но учитывать их внутривольное варьирование [3]. В связи с этим, нами, в Surfer 15 методом обратных расстояний были составлены картограммы внутривольного варьирования данных показателей [1].

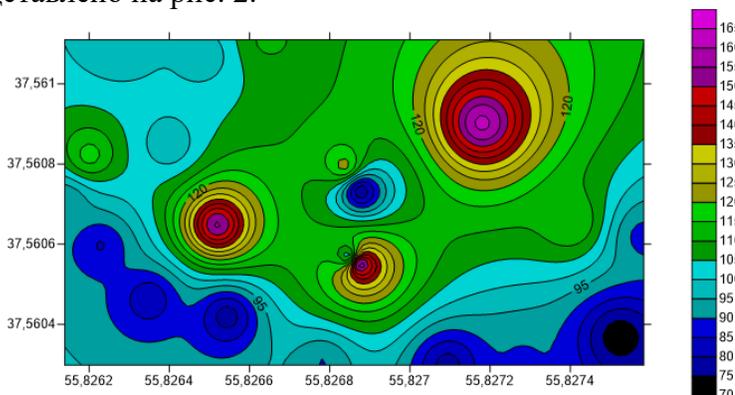
Аммонийный азот более стабилен в почве, однако, именно из этой формы после процесса нитрификации азот переходит в нитратную форму. При этом существенная доля аммонийного азота теряется в виде газообразных соединений (до 40% в зависимости от почвенных и климатических условий) [2]. Картограмма внутривольного варьирования аммонийного азота на участке представлена на рис. 1.



*Рисунок 1 - Картограмма внутривольного варьирования аммонийного азота, мг/кг*

Содержание аммонийного азота на опытном участке низкое, поэтому варьирование данного показателя не оказывает существенного влияния на продуктивность культуры.

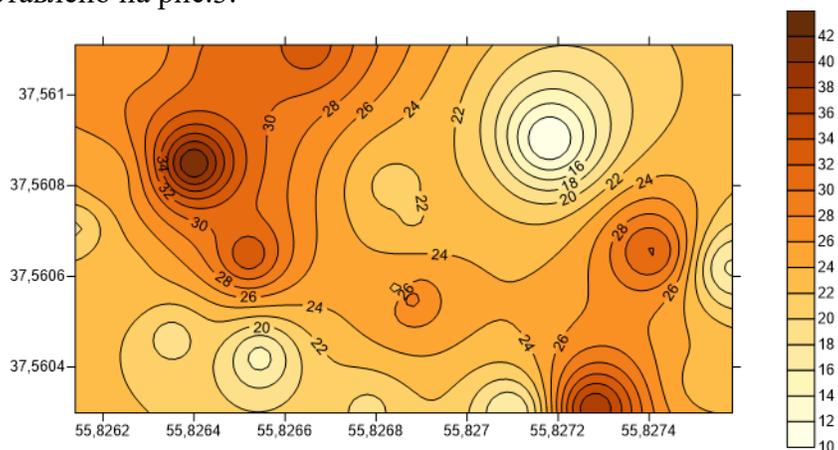
Фосфор имеет большое значение в обменных процессах растений, а также в развитии корневой системы. Однако, в антропогенно преобразованных почвах часто встречается проблема зафосфачивания почвенного покрова. Внутривольное варьирование подвижных форм фосфора представлено на рис. 2.



*Рисунок 2 - Картограмма внутрипольного варьирования  $P_2O_5$ , мг/кг*

В северной части участка значения ниже, что может быть связано с особенностями водного режима территории, а также с более низким антропогенным воздействием на данную половину поля, по сравнению с южной частью. В целом, обеспеченность опытного поля подвижными формами фосфора варьирует от средней до высокой.

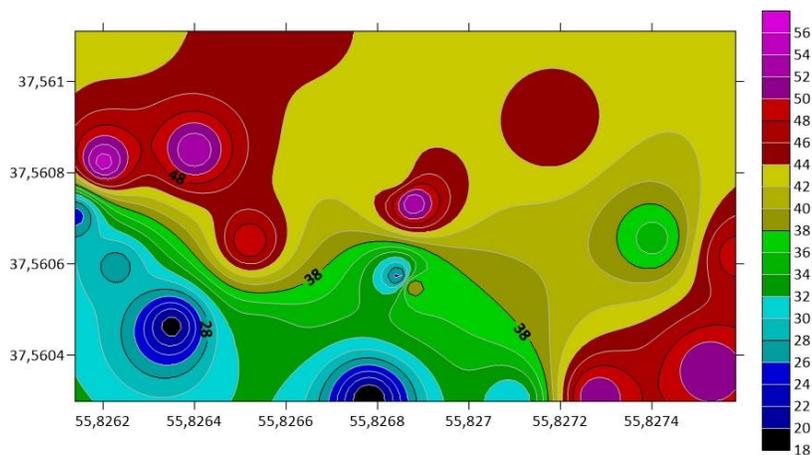
Калий оказывает влияние на устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, а также участвует в обменных процессах растения. Внутрипольное варьирование представлено на рис.3.



*Рисунок 3 – Картограмма внутрипольного варьирования  $K_2O$ , мг/кг*

Распределение обменного калия отличается небольшой неоднородностью и варьирует от низкой обеспеченности до средней. Низкая обеспеченность может быть обусловлена особенностями водного режима (более высокому вымыванию калия), а также редким применением минеральных удобрений, содержащих в составе соединения калия.

На рис. 4 продемонстрирован пространственный анализ биопродуктивности яровой пшеницы.



*Рисунок 4 – Биопродуктивность яровой пшеницы, ц/га*

Биопродуктивность варьирует от 18 ц/га до 56 ц/га. Наибольшая визуальная корреляция биопродуктивности наблюдается с распределением подвижных форм фосфора.

### Литература

[1]. Александров, Н.А., Глушков, П.К., Ефанова, Е.М. Влияние интенсификации антропогенного изменения почв на биопродуктивность зерновых культур в условиях ведения городского сельского хозяйства/ Н.А. Александров, П.К. Глушков, Е.М.

Ефанова//Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды. – Пермь, 2021. – С. 160-162

[2]. Ефанова, Е.М., Александров, Н.А. Агроэкологический мониторинг почвенного покрова экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева/Е.М. Ефанова, Н.А. Александров//Сборник студенческих научных работ.–2020. – С. 264-267

[3]. Черногоров, А.Л., Чекмарев, П.А., Васенев, И.И., Гогмачадзе, Г.Д. Агроэкологическая оценка земель и оптимизация землепользования – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 268 с.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ «ПОЧВЕННАЯ КАРТА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ»**

**Меженков Антон Александрович**

*аспирант кафедры почвоведения и оценки  
земельных ресурсов ЮФУ*

*e-mail: aotro.nfhfolpc@yandex.ru*

**Жолудев Ростислав Олегович**

*аспирант кафедры почвоведения и оценки  
земельных ресурсов ЮФУ*

**Кучменко Екатерина Вадимовна**

*аспирант кафедры почвоведения и оценки  
земельных ресурсов ЮФУ*

**Голозубов Даниил Олегович**

*агрохимик 2-й категории ФГБУ ГЦАС  
«Ростовский»*

Веб-приложение «Почвенная карта Ростовской области» [1] является информационно-справочной системой для получения пространственной информации о почвенном покрове Ростовской области. Приложение может быть использовано для решения научных и прикладных задач в области агроэкологической оценки и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, планирования почвенно-экологических изысканий, принятия управленческих решений в области рационального использования земельных ресурсов на региональном уровне.

Представленные материалы почвенного обследования были собраны, оцифрованы и подготовлены для использования в приложении силами коллектива авторов кафедры географии почв факультета почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета, сотрудников ФГБУ ГЦАС «Ростовский».

В качестве базовой карты веб-приложения используются материалы проекта OpenStreetMap [2], находящиеся в открытом доступе.

Исходными материалами являются почвенные карты административных районов Ростовской области в масштабе 1:100 000, выполненные в период 1970–1980 гг. по результатам второго и третьего туров почвенных обследований территории области, проведенных НИИ ЮжГИПРОЗем. Архивные почвенные карты были геореференсированы и отвекторизованы на базе кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ и ФГБУ ГЦАС «Ростовский» [3].

Интерфейс приложения позволяет выводить пространственную информацию о границах почвенных выделов для территории интереса с возможностью отображения атрибутивной информации. Поиск территории осуществляется как визуально, так и с помощью поисковой строки. В качестве поискового запроса может выступать фактический адрес или координаты точки (единица измерения – десятичные градусы) в пределах интересующей территории.

Веб-приложение позволяет выводить координаты любой точки на экране посредством нажатия правой кнопкой мыши. Данные о местоположении появляются во всплывающем окне

приложения и могут быть использованы для определения границ почвенного выдела на местности, так и для последующих поисковых запросов.

В связи с большим объемом пространственных данных (более 54 000 почвенных выделов) в приложении существует ограничение по отображаемому масштабу. В случае если выбранный масштаб приложением не поддерживается, появляется уведомление с просьбой увеличить масштаб отображения.

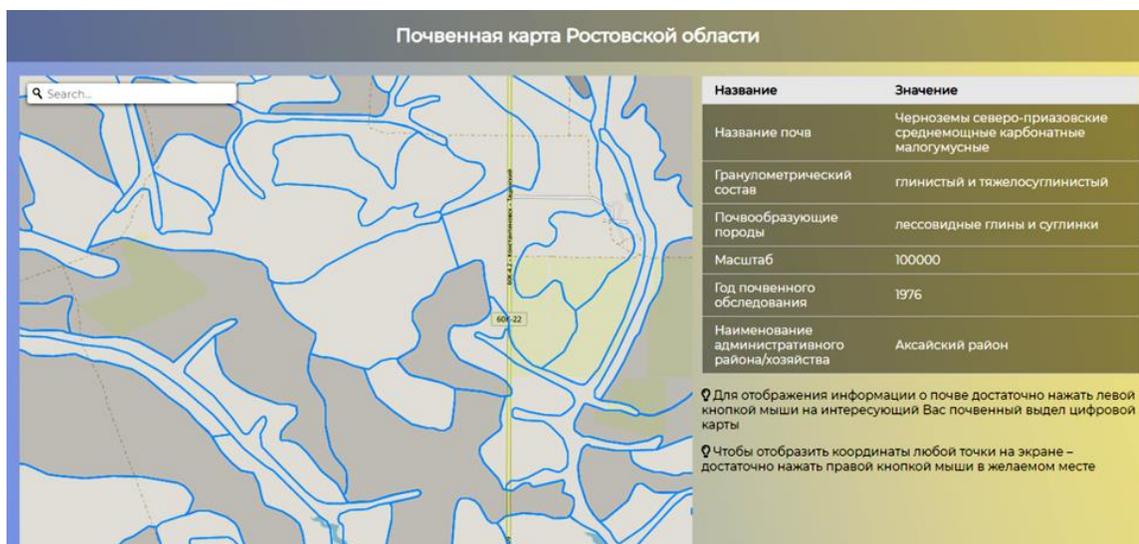
Получение атрибутивной информации о почвенном выделе происходит путем нажатия левой кнопки мыши, после которого классификационное наименование выводится в виде структурированной таблицы на боковой панели приложения. В качестве информации о почвенном выделе отображается: название почв (наименование выдела от типа до вида включительно), гранулометрический состав по классификации Качинского и почвообразующие породы. Помимо почвенной информации выводятся и метаданные карты: масштаб, год почвенного обследования (если он сохранился в исходных материалах) и наименование административного района Ростовской области. Границы почвенных комбинаций (сочетаний и комплексов) выделяются в приложении более темными оттенками, что позволяет ориентироваться в сложном почвенном покрове Ростовской области.

Среднемасштабные почвенные карты (1:100 000) Ростовской области обработаны таким образом, что любому пользователю через Интернет предоставляется возможность получения информации о почвенном покрове земель сельскохозяйственного назначения [3].

Интерфейс управления программой позволяет запрашивать описание отдельных почвенных выделов с возможностью выведения их наименований и дополнительной информации о масштабе, годе почвенного обследования и наименовании административного района.

Отображаемая в приложении цифровая почвенная карта включает почвенный покров 80 % территории Ростовской области.

В связи с отсутствием архивных почвенно-картографических материалов не приводится почвенная информация для Морозовского, Октябрьского и Ремонтненского административных районов области. Для территории населенных пунктов, земель промышленности и лесного фонда почвенно-картографические данные также отсутствуют, в связи с тем, что исходные почвенные карты содержали информацию только о землях сельскохозяйственного назначения. Для перечисленных исключений векторная карта в приложении не отображается. Веб-приложение является пополняемым ресурсом, который развивается по мере получения новой картографической информации (рисунок 1).



### **Литература**

- [1]. Веб-приложение «Почвенная карта Ростовской области» (<http://80.254.123.108/soil-map-823i123/>) (дата обращения 28.11.2021)
- [2]. Онлайн-карта “OpenStreetMap” (<https://www.openstreetmap.org>) (дата обращения 28.11.2021)
- [3]. Материалы почвенного обследования Ростовской области в масштабе 1:100 000 НИИ Южгипрозем, 1970 – 1980 гг.

## **ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Никишина Дарья Александровна**

*студентка 3 курса ИМВХиС РГАУ-МСХА  
им. К.А. Тимирязева*

*e-mail: [nikishina.darya.2001@mail.ru](mailto:nikishina.darya.2001@mail.ru)*

**Петрова Анастасия Олеговна**

*студентка 3 курса ИМВХиС РГАУ-МСХА  
им. К.А. Тимирязева*

**Каменных Наталья Львовна**

*к.б.н., доцент кафедры Почвоведения,  
геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА  
им. К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В работе идет речь о применении цифровых технологий в сельском хозяйстве РФ. Рассматриваются не рациональное использование традиционных методов определения состояния посевов и экономическая актуальность разработки и внедрения системы мониторинга состояния посевов с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и IoT технологий. Цель нашей работы - показать, что использование цифровых технологий в сельском хозяйстве может способствовать более быстрому решению многих вопросов с существенной экономией денежных средств.

На протяжении многих десятков лет наша страна поддерживает одну из главенствующих позиций на мировой арене. Это выражается, в первую очередь, в том, что мы обладаем высоким потенциалом роста аграрной отрасли, а также новыми перспективными направлениями развития сельского хозяйства на базе всеобщей цифровизации и автоматизации, путём внедрения современных цифровых платформ и технологий в АПК.

1 декабря 2016 г. был подписан Указ Президента РФ «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», согласно которому ключевая роль в инновационном развитии государства отводится цифровым технологиям. Наиболее важное значение он придал отрасли сельского хозяйства, так 21 июля 2016 г. был подписан Указ Президента РФ "О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства".

В статье основное внимание уделяется определению роли беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и IoT технологии в мониторинге агропромышленного комплекса РФ.

Новый мировой кризис, произошедший в начале 2020 года и продолжающийся в 2021 году, показал нам силу цифровых технологий. Именно это заставляет задуматься о том, какая будет наша будущая жизнь, как в дальнейшем будет показывать себя экономика, как страны будут выходить из кризиса, взаимодействовать между собой, и как все эти глобальные процессы повлияют на мировую торговлю. Как показало нам время и, как минимум, полгода самоизоляции, в сложившейся ситуации, на первый план выдвинулись цифровые технологии, которые оказались главным инструментом разрешения многих наших проблем.

Проблема развития цифровых технологий в сельском хозяйстве является актуальной и важно ее решение на государственном уровне, что поможет в дальнейшем в становлении конкурентоспособности страны в разных отраслях промышленности.

### **Основная часть**

Осуществление государственного мониторинга сельскохозяйственных земель, используемых или предоставленных для нужд сельского хозяйства, регулируется Федеральным законом от 16 июля 1998 года № 101-ФЗ "О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения".

В соответствии со статьей 16 вышеуказанного закона мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения является составной частью государственного мониторинга земель, что способствует активному развитию агропромышленного комплекса страны. Основную роль в мониторинге АПК России отдают дистанционному зондированию, которое проводится с помощью **беспилотных летательных аппаратов**.

**Беспилотный летательный аппарат** — это летательный аппарат многоцветного или условно-многоцветного использования, не имеющий на борту экипажа и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в воздухе для выполнения различных функций в автономном режиме или посредством дистанционного управления.

Основным достоинством БПЛА по сравнению с традиционными средствами является высокая разрешающая способность и простота устанавливаемой на них съемочной аппаратуры и, как следствие, приемлемое соотношение между качеством данных и затратами на их получение.

Рассмотрим пример всеми известной компании Varilla. Не так давно стало известно, что именно с помощью систем БПЛА компания собирается увеличить производительность выпускаемой продукции. Максимальную рентабельность производства, которая определяется соотношением ожидаемых цен на готовую продукцию и расходов на её получение, фирма достигла путем исследования полей России при помощи систем БПЛА. Таким образом, Varilla взяла на себя контроль территории, для будущего выращивания зерна. Поля с пшеницей были тщательно исследованы спутниковыми и другими системами, переданы в специальные мониторинговые станции, где производителю, после тщательного анализа территорий, рекомендовали какие гектары полей выкупать, а какие нет, где будет хороший всход зерна, а где нет.

Применение БПЛА в сельском хозяйстве имеет огромный потенциал и с каждым годом интерес к их использованию растет. Использование БПЛА в сельском хозяйстве является инновацией для России, в первую очередь, при реализации задач точного земледелия. Беспилотники оснащаются мультиспектральными камерами, высокая четкость изображения которых позволяет точно определять проблемные участки поля, разнообразными датчиками, системами спутниковой навигации, малогабаритными бортовыми компьютерами и оборудованием для внесения химикатов. Беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве могут решать следующие задачи: создания электронных карт полей (построение 3D модели полей); инвентаризация сельхозугодий; оценка объема работ и контроль их выполнения, с целью оптимального построения систем ирригации и мелиорации; оперативный мониторинг состояния посевов (БПЛА позволяет быстро и эффективно строить карты по всходам); прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур.

Использование БПЛА в сельском хозяйстве позволяет существенно снизить затраты на аренду авиатехники и обеспечить большую эффективность работ благодаря высокой мобильности аппаратов. Летая на автопилоте по заданному маршруту, он выполняет цифровую съемку местности, результатом которой являются снимки высокого разрешения по привязанным системой GPS-координатам. Благодаря стратегии и планированию, основанным

на сборе и обработке данных в реальном времени, технология БПЛА обеспечит высокотехнологичную модернизацию сельскохозяйственной отрасли.

Важную роль в мониторинге АПК России отдают также IoT технологиям («интернет вещей»). Термин «интернет вещей» означает, что «вещи» имеют подключение к сети передачи данных и могут быть доступны для обмена информацией по этой сети.

IoT в сельском хозяйстве предназначен для того, чтобы помочь контролировать важную информацию о поле и растениях с помощью дистанционных датчиков, а также для повышения урожайности, планирования более эффективной ирригации и составления прогнозов урожая.

Например, солнечные датчики «plug and play» обеспечивают фермерам мгновенный доступ к данным о свойствах почвы и состоянии сельскохозяйственных культур. Эти датчики измеряют такие параметры, как температура, влажность, значение pH, а затем хранят информацию в онлайн-базах данных, доступных через смартфоны. Данная технология помогает фермерам планировать процесс выращивания и облегчает принятие решений, поскольку имеется доступ к важной информации, что позволяет экономить воду, снижать риск неурожая и использование агрохимикатов.

Поскольку ресурсы для сельскохозяйственных работ ограничены (большинство земель, пригодных для ведения сельского хозяйства, уже используются), единственный способ увеличить объем — это повысить эффективность производства. Нет сомнений что « умное сельское хозяйство» может помочь в решении этих проблем.

Если рассмотреть цифровизацию сельскохозяйственной отрасли на примере субъектов РФ, то можно обратиться к Тамбовской области, которая задействована в программе Минсельхоза России «Цифровая экономика сельского хозяйства». Десятки хозяйств используют элементы систем точного земледелия (определение границ полей с использованием спутниковых систем навигации, система умного орошения, почвенные датчики, осуществляющие мониторинг влажности и температуры почвы в режиме реального времени на различных глубинах). В животноводческих хозяйствах области внедряются технологии доения роботом-дойаром, современная автоматизированная система кормления с функциями смешивания, самозагрузки корма и его раздачи.

Исходя из вышеизложенного, задачи повышения производительности труда в сельском хозяйстве можно решить в рамках моделей, базирующихся на IoT технологиях, а не с использованием традиционных методов.

Традиционные методы определения состояния посевов включают в себя наземные исследования, использования химических реагентов или различных тестеров и не приспособлены для массового применения при принятии оперативных решений для каждого участка поля. Разработка и внедрение системы мониторинга состояния посевов с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и IoT технологий является актуальной научно-технической проблемой, решение которой позволит получать оперативную информацию о состоянии посевов, как предпосылку для максимальной экономической эффективности хозяйств.

Как показывает вышеизложенные примеры, использование БПЛА и IoT технологий является эффективным методом мониторинга сельскохозяйственных угодий Российской Федерации, так как способствует более быстрому решению многих вопросов, по сравнению с использованием спутников, и с существенной экономией денежных средств.

Мы считаем, что именно благодаря цифровым технологиям в агропромышленном комплексе Россия станет мировым лидером в области сельского хозяйства.

## Литература

- [1]. Вторый, В.Ф. Перспективы экологического мониторинга сельскохозяйственных объектов с использованием беспилотных летательных аппаратов / В.Ф. Вторый, С.В. Вторый // Теоретический и научно-практический журнал ИАЭП. — 2017. — вып. 92. — с. 158-165
- Кузнецов П. Н., Холопова Т. Ю., Петина И. И., Анализ состояния цифровизации сельского хозяйства Тамбовской области / Кузнецов П. Н., Холопова Т. Ю., Петина И. И.// Конференция «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК». – 2019. - №4 - С. 47- 54.
- [3]. Федеральный закон от 16.07.1998 № 101-ФЗ (ред. от 05.04.2016) «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель

## ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Потапенко Ирина Сергеевна**

*студентка 4 курса кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
e-mail: i.potapenko2013@yandex.ru*

**Загребельный Максим Вячеславович**

*студент 4 курса кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Александров Никита Александрович**

*аспирант кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

Производство сахара и переработка сахарной свеклы оставляет огромное количество органических отходов, самый распространенный из которых меласса. Один из потенциальных способов применения мелассы – в качестве органо-минерального удобрения.

Меласса представляет собой густую вязкую жидкость темно-коричневого цвета со специфическим запахом карамели и меланоидинов. Сухие вещества свекловичной мелассы слагаются из следующих компонентов (в среднем масс. %): сахарозы 60,0; безазотистых органических веществ 16,7; азотистых веществ 14,8 и минеральных веществ (золы) 8,5 [2].

Меласса - превосходный источник большого количества питательных веществ, которые необходимы для растений: железа, калия, углерода, серы, кальция, магния, меди и марганца. Богатое содержание углеводов обеспечивает растения дополнительным источником энергии для активного роста, цветения и плодоношения [2].

В качестве минерального удобрения использовалась аммиачная селитра. Схема опыта выглядит следующим образом:

К - контроль

АМ1 - аммиачная селитра в дозировке 50 кг/га

АМ2 - аммиачная селитра 75 кг/га

АМ3 - аммиачная селитра 100 кг/га

М1 - меласса с дозировкой азота 50 кг/га

М2 - меласса с дозировкой азота 75 кг/га

М3 - меласса с дозировкой азота 100 кг/га.

Площадь одной делянки составила 2м<sup>2</sup>. Местом проведения опыта выступило Центральное поле Экологического стационара РГАУ-МСХА [1].

По результатам опыта с яровой пшеницей сорта Дарья наблюдается тенденция: меласса во всех дозировках дала прибавку к продуктивности, когда применение аммиачной селитры вызвало снижение продуктивности относительно контроля (рисунок 1).

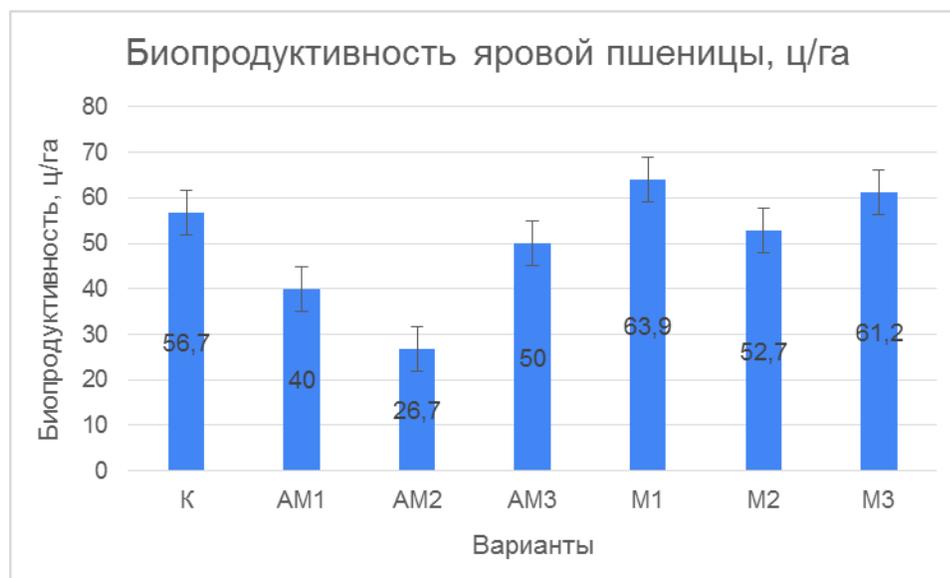


Рисунок 1 – Биопродуктивность яровой пшеницы сорта Дарья

Контроль составил 56,7 ц/га, когда варианты с применением аммиачной селитры составили 40 ц/га, 26,7 ц/га и 50 ц/га соответственно. В вариантах с применением мелассы наибольшую продуктивность получили на вариантах с дозировками 50 кг/га и 100 кг/га – 63,9 и 61,2 ц/га соответственно, когда в варианте 75 кг/га продуктивность получилась ниже контрольной – 52,7 ц/га и 61,2. Подобные отличия объясняются метеорологическими условиями и способом внесения удобрений. Меласса напрямую вносилась в почву шприцеванием в растворенной форме, когда аммиачная селитра вносится в гранулированном виде на глубину 5 см, что увеличивает вероятность газообразных потерь азота, а также низким потреблением питательных веществ культурой во время засушливого периода в июле.

### Литература

- [1]. Ефанова, Е.М., Александров, Н.А. Агроэкологический мониторинг почвенного покрова экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева/Е.М. Ефанова, Н.А. Александров//Сборник студенческих научных работ.–2020. – С. 264-267
- [2]. Описание препарата на основе мелассы. Plantators® © 2014 – 2021. (<https://plantators.com/shop/dobavki/melassa-1>) (дата обращения: 07.09.2021)

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ

**Пуховский Михаил Николаевич**

*студент 4 курса кафедры почвоведения,  
геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева  
e-mail: mipoukh@yandex.ru*

**Введение.** В работе оценены взаимосвязи физико-химических и агрохимических свойств дерново-подзолистых почв Московской области в пределах катен и по почвенному профилю. Степень взаимовлияния свойств почв зависела как от степени удобренности почв, так и от степени их окультуренности. Информационные взаимосвязи проявлялись не только между свойствами почв, но и между протекающими процессами. Так, временное избыточное увлажнение почв приводило при промывном типе водного режима к подкислению почв, а при непромывном – к подщелачиванию. Показано отличие этих взаимосвязей для почв, развитых

на разных элементах катены, почв разной степени окультуренности, оподзоленности, оглеенности.

Отмечено, что во взаимосвязях свойств почв проявляются эффекты синергизма и антагонизма, статического и динамического гистерезиса. Они изменяются при разном чередовании воздействия внешних факторов и процессов почвообразования на почву. Предлагается учитывать взаимосвязи свойств почв с влажностью, температурой, рН, Eh для корректировки составляющих систем земледелия.

**Объекты и методы.** Методика исследования состояла в определении физико-химических свойств почв и урожайности общепринятыми методами в расчете баланса биофильных элементов в почвах с учетом внесения их с удобрениями, выноса урожаем, потерь за счет испарения и транспирации в воздушную среду, потерь с миграцией в водную среду. Энергетическая оценка проводилась с использованием данных о теплоте сгорания биомасс растений. При поглощении растениями энергии солнечного света часть ее аккумулируется в урожае. Другая часть расходуется на поглощение воды, биофильных элементов из почв, на проникновение корней через плотную почву и на обеспечение себя другими факторами жизни, связанными с почвой.

Также в данном проекте был выбран метод химической автографии, который основан на электролизе, зная напряжение, силу тока и количество вытесненного из почвы иона. Объектами исследования выбраны дерново-подзолистые окультуренные почвы, отобранные в Московской области, таблица физико-химических свойств почвы представлены в таблице 1.

#### Обсуждение.

*Таблица 1 - Физико-химические свойства дерново-подзолистой окультуренной почвы*

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН <sub>KCl</sub>	S	N <sub>r</sub>	V, %
				мг-экв/100г		
Ап	0-27	2,9	5,3	14,4	2,3	83
А <sub>2</sub> В	27-44	0,5	4,8	13,5	2,6	85
В	44-79	0,4	4,7	17,0	3,1	86
ВС	79↓	0,3	4,9	14,2	2,7	87

Дерново-подзолистая окультуренная среднепахотная

*Таблица 2 - Энергоемкость гумуса (0-20 см), продуктивность полевых культур и содержание в фитомассе NPK в кг/га*

Культура	Вариант	Гумус, ккал/га	Энергоемкость массы, млн. ккал/га	Усвоено		
				N	P	K
Викоовсяная смесь	ОК <sub>1</sub> -1	195	16,2	55,7	8,6	46,8
Травы 2-го года	ОК <sub>3</sub> -2	335	82,0	278,0	34,0	325,0

*Таблица 3 - Зависимость накопления солнечной энергии в фитомассе культур от степени окультуренности (X) дерново-подзолистых почв (млн.ккал/га)*

<b>Фитомасса</b>	<b>Уравнение <math>Y=a+bX</math></b>	<b>R</b>
Озимая пшеница	$Y=3,89+0,40X$	0,53
Травы 1-го года пользования	$Y=24,4+0,36X$	0,46
Овес	$Y=15,7+0,16X$	0,30

Как видно из представленных данных в таблице 1, более требовательные культуры острее реагируют на степень окультуривания почв.

Из таблиц 2 и 3 можно сделать вывод, что на почвах разного уровня плодородия с энергетической точки зрения более выгодно выращивание определенных культур, отсюда можно подвести итог, что на плохо окультуренных почвах более выгодно выращивать многолетние травы, а на хорошо окультуренных – пшеницу

### **Литература**

- [1] Булаткин А.Г. Энергетические аспекты воспроизводства почвенного плодородия // Вестник сельскохозяйственной науки. 1987. № 1.
- [2] Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1977.
- [3] Володин В.М. Экологические основы оценки и использования плодородия почв. М.: ЦИНАО, 2000. 336 с. 4. Герайзаде А.П. Преобразование энергии в системе почва – растение – атмосфера: автореф. дис. ... д-ра наук. М., 1988. 31 с.
- [5] Гукалов В.Н., Савич В.И., Белюченко И.С. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в компонентах агроландшафта. М.: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. 400 с.
- [6] Савич В.И., Сычев В.Г., Замараев А.Г. Энергетическая оценка плодородия почв. М.: ВНИИА, 2001. 273 с. 10.
- [7] Свентицкий И.И. Биоэнергетические основы оценки плодородия земель // Вестник сельскохозяйственной науки. 1981.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРМАНГАНАТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ АКТИВНОГО УГЛЕРОДА В АГРОЛАНДШАФТАХ НА ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ И ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Прохоров Артем Анатольевич**

*студент 2 курса магистратуры кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
e-mail: cos2xsin2x1@gmail.com*

**Аннотация** В данной работе был рассмотрен вопрос, связанный с возможностью использования фракции Permanganate oxidizable carbon (ПОХС) (Culman, Steve et al 2012) в качестве индикатора характеризующего состояние активного пула углерода в агроландшафтах. В качестве альтернативы также были рассмотрены фракции: Readily oxidizable carbon (ROC), cold water carbon (CWC), hot water carbon (HWC) (Nortcliff S. 2011), а также денситометрические фракции fPOM < 1.6 г/см<sup>3</sup> и Mineral >2.0 г/см<sup>3</sup> (Schrumf M et al 2013). На полученных данных были установлены наиболее индикаторные показатели.

**Введение.** Одним из наиболее интересных и информационно-значимых объектов является система почвенных органических соединений. Построение моделей, а также изучение ряда функций данной системы позволяет судить об общей динамике протекающих процессов. (Борисов 2008)

В работе (Shade J. Akinsete and Stephen Nortcliff 2014) авторы указывают на важность комплексности изучения как стабильных, так и лабильных фракций почвенного органического вещества (ПОВ), это также отмечали в своих более ранних исследованиях (Gal et al. 2007; Schrumpf et al. 2013).

В работе «Permanganate Oxidizable Carbon Reflects a Processed Soil Fraction that is Sensitive to Management 2012» авторы отмечают, что фракция (РОХС) является достаточно универсальным индикатором качества почвенного органического вещества.

**Объекты и методы.** Для проведения исследований были выбраны несколько ключевых участков на территории Краснодарского края г. Кореновск, г. Армавир, вовлечённых в интенсивное с.х. пользование. В качестве фоновых объектов были отобраны пробы почвы из лесополос. По каждому из участков было отобрано равномерно 5 проб внутри контура полей, а также 5 проб по периметру полей защитных насаждений.

1) Участок «№1» г. Кореновск – Чернозем типичный сверхмощный легкоглинистый на тяжелом лёссовидном суглинке

2) Участок «№2-3» г. Армавир - Чернозем обыкновенный мощный тяжелосуглинистый Легкоокисляемый углерод (ROC) определяли путем мокрого озоления пробы в присутствии ( $K_2Cr_2O_7: H_2SO_4 (1.86)$ ) - 1:1, углерод фракций HWC и CWC в соответствующих вытяжках (Ghani et al 2003) согласно ЦВ 3.01.17-01 «А», содержание РОХС устанавливали согласно методике предложенной в (Culman, Steve et al 2012). Денситометрические фракции были выделены согласно методу (Schrumpf M et al 2013)

### Обсуждение

Данные, полученные в ходе лабораторно-практической части приведены в таблице №1

*Таблица 1 – Распределение фракций углерода в исследуемых объектах*

Точка	pH <sub>H2O</sub> (ед.рН)	ROC < 0.25 мм (%)	ROC 1- 0.25 мм (%)	РОХС 1.0 мм (мг/кг/%)	HWC < 1.0 мм	CWC < 1.0 мм	fPOM < 1.6 г/см <sup>3</sup> (%)	Mineral > 2.0 г/см <sup>3</sup> (%)
Участок-1 (А <sup>с</sup> ) Чернозем типичный 0-30 см	<b>6,80</b>	<b>4,4</b>	<b>3,9</b>	<b>896</b>	<b>181</b>	<b>34</b>	<b>0,23</b>	<b>88,9</b>
	6,61	3,6	4,2	662	176	21	0,26	89,1
	6,73	3,2	3,7	659	91	*	*	86,4
	6,89	4,1	3,4	724	103	*	0,21	90,2
	6,52	4,7	3,8	770	209	106	0,19	91,3
Участок-1 (Л) Чернозем типичный 0-30 см	<b>6,12</b>	<b>8,3</b>	<b>8,5</b>	<b>1338</b>	<b>302</b>	<b>126</b>	<b>0,96</b>	<b>87,1</b>
	6,27	8,1	8,1	1252	121	42	1,56	88
	6,44	7,4	7,6	1566	79	36	1,64	84,7
	6,18	6,9	6,1	901	106	29	*	89,2
	6,32	7,6	7,3	1070	237	41	1,37	88,4
Участок-2 (А <sup>с</sup> ) Чернозем обыкновенный 0-30 см	<b>6,69</b>	<b>5,4</b>	<b>5,3</b>	<b>1124</b>	<b>112</b>	<b>27</b>	<b>*</b>	<b>89,9</b>
	6,56	5,6	4,9	850	84	*	0,23	90,1
	6,34	4,9	4,2	906	72	35	0,19	91,2
	6,49	5,1	5,1	844	57	*	0,18	90,3

	6,37	5,8	4,6	825	139	41	0,27	88,7
Участок-2 (Л) Чернозем обыкновенный 0-30 см	<b>6,61</b>	<b>8,0</b>	<b>6,4</b>	<b>1163</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>0,19</b>	<b>89,3</b>
	6,78	7,3	5,0	1080	107	26	1,1	87,1
	6,43	7,1	5,3	1450	212	30	1,3	89,3
	6,82	6,9	6,2	1131	207	17	*	87,1
	6,34	8,3	5,4	1321	71	*	1,12	89,2
Участок-3 (А <sup>к</sup> ) Чернозем обыкновенный 0-30 см	<b>6,64</b>	<b>6,3</b>	<b>4,7</b>	<b>819</b>	<b>50</b>	<b>16</b>	<b>1,16</b>	<b>89,1</b>
	6,12	7,1	5,1	712	74	23	0,21	90,3
	6,71	5,9	5,0	812	63	29	0,18	87,4
	6,22	6,5	4,7	564	*	34	*	91,2
	6,39	6,3	5,2	676	52	42	0,16	89,6
Участок-3 (Л) Чернозем обыкновенный 0-30 см	<b>6,59</b>	<b>8,3</b>	<b>6,8</b>	<b>1194</b>	<b>112</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>89,6</b>
	6,32	8,1	4,7	1122	98	*	1,3	85,4
	6,49	6,6	5,6	985	181	23	0,97	88,6
	6,18	7,5	4,2	1327	141	*	0,72	89,4
	6,42	6,9	5,3	1260	301	98	*	*

А<sup>к</sup>- предшественник кукуруза; А<sup>с</sup>-предшественник сахарная свекла; Л-лесополоса; \*-Не определяли

Содержание углерода по ROC на исследуемых участках варьировались от 3,2% в агроландшафтах до 8,2% в лесополосах, при этом значимых расхождений в значениях фракций 1-0.25 мм и <0.25 мм не наблюдалось. Величина массового содержания POXC варьировала в диапазоне от 564 мг/кг до 1450 мг/кг, и в среднем составляет от ROC 11-18% для агропочв и 16% для почв под лесополосами. Фракции HWC и CWC характеризовались низкой воспроизводимостью. Вариация по содержанию данных фракций для одного образца внутри повторности в некоторых случаях составляла > 70% (от 37 до 302 мг/кг) для HWC и 80% для CWC (от 21 до 106 мг/кг) на участках вблизи г. Кореновск.

Денсиметрические фракции ( $f.POM < 1.6 \text{ г/см}^3$ ) достаточно хорошо коррелируют ( $r^2=0.34$ ) с величиной содержания фракции POXC, а также с величиной ROC ( $r^2=0.47$ )

Наиболее индикаторными показателями в данном случае выступает ряд:  $C_{[ROC]} - C_{[POXC]} - f.POM < 1.6 \text{ г/см}^3$  (%)

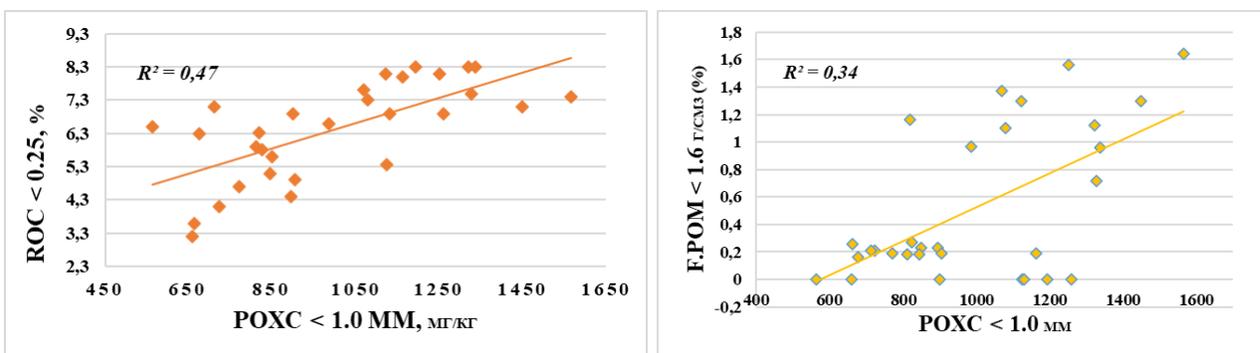


Рисунок 1 – Взаимосвязь POXC с другими фракциями

Величина окисляемого перманганатом углерода коррелирует с содержанием фракций  $f.POM < 1.6 \text{ г/см}^3$ , а также ROC исследованными в этой работе, тесно связан с содержанием

свежего поступившего, но еще не гумифицированного ОВ. Это говорит о том, что РОХС может хорошо подходить для оценки методов регулирования углеродного баланса.

### Литература

- [1]. Борисов Б.А., Ганжара Н.Ф. Географические закономерности распределения и обновления легкоразлагаемого органического вещества целинных и пахотных почв зонального ряда Европейской части России // Почвоведение. 2008. № 9. С. 1071-1078.
- [2]. Adisa SJ, Nortcliff S (2011) Carbon fractions associated with silt-size particles in surface and subsurface soil horizons. *Soil Sci Soc Am J* 75:79–91
- [3]. Culman Steve et al ... (2012). Permanganate Oxidizable Carbon Reflects a Processed Soil Fraction that is Sensitive to Management. *Soil Science Society of America Journal*. 76. 494-504. 10.2136/sssaj2011.0286.
- [4]. Ghani, Anwar & Dexter, Moira & Perrott, Ken. (2003). Hot-Water Extractable Carbon in Soils: A Sensitive Measurement for Determining Impacts of Fertilisation, Grazing and Cultivation. *Soil Biology and Biochemistry*. 35. 1231-1243. 10.1016/S0038-0717(03)00186-X.
- [5]. Culman, Steve, M. Freeman, and S. Snapp. 2012. Procedure for determination of permanganate oxidizable carbon. Kellogg Biological Station, Michigan State University, Hickory Corners, MI 49060. Found at <http://lter.kbs.msu.edu/protocols/133>.

## ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ АГРОТЁМНОГУМУСОВЫХ ПОДБЕЛОВ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОЧАРА

**Тютина Виктория Андреевна**

*студент 4 курса кафедры почвоведения,  
геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева  
e-mail: nika.melifaro@mail.ru*

**Семенчук Надежда Александровна**

*студент 3 курса Института Рыболовства и  
Аквакультуры Дальневосточного  
Технического Рыбохозяйственного  
университета*

С каждым годом плодородие почв снижается по разнообразным причинам: изменение климата, неподходящие севообороты, нерационально использование удобрений и сельскохозяйственных машин. В связи с этим довольно остро стоит вопрос о возможных способах сохранения и повышения плодородия почв, в том числе с использованием низкоуглеродных технологий, в том числе и с помощью внесения биочара.

В работе впервые получены данные по влиянию внесения биоугля (биочара) в разных дозах на свойства агротёмногумусовых подбелов юга Приморского края за два вегетационных периода на поле с дренажной и бездренажной системой и с внесением минеральных и органических удобрений.

Целью исследования являлось выявление изменения свойств агротёмногумусовых подбелов юга Приморского края при внесении различных удобрений с наличием/ отсутствием дренажной системы при внесении в почву биоугля в разных дозах, с наличием или отсутствием дренажной системы и внесением различных удобрений.

Задачами являлось:

- получение данных по физико-химическим свойствам почв (актуальная и потенциальная кислотность, гидролитическая кислотность, степень насыщенности почв основаниями, ёмкость катионного обмена, сумма обменных оснований);

- получение данных по химическим свойствам почв (общий органический углерод, подвижные формы фосфора и калия);
- оценка влияния внесения биочара в разных дозах на изменение физико-химических и химических свойств агротёмногумусовых подбелов.

Объектами изучения являлись агротёмногумусовые подбелы (Luvic Anthrosols, агротёмногумусовые подбелы (2008), подзолисто-буроземные почвы (1977)) юга Приморского края, основным профилеобразующим процессом в которых является лессиваж (механическое перемещение илистой фракции вниз по профилю без химического изменения и образование иллювиального горизонта ВТ на территории опытного поля «Приморская овощная опытная станция ВНИИО» (с. Суражевка). На опытном поле проводился опыт, где оценивается влияние внесения различных доз биоугля (биочар) в сочетании с минеральными и органическими удобрениями в дренажной и бездренажной системах на физико-химические и химические свойства почвы. В почву вносился биоуголь, произведенный методом пиролиза из *Betula alba* в дозах 1 и 3 кг/м<sup>2</sup> на глубину пахотного горизонта (27 см). В опыте анализируются два поля: с системой дренажа на глубине 120 см и без системы дренажа. Культура – свекла столовая. Каждое поле разбито на 9 делянок. В общей сумме мы анализируем 18 образцов в течение двух вегетационных периодов [2, 3].

В работе были использованы следующие методы исследования почв: определение общего органического углерода мокрым сжиганием по Тюрину, определение рН почвы (актуальная и потенциальная кислотность) потенциметрическим методом, определение подвижных форм фосфора в вытяжке Масловой, определение гидролитической кислотности по Каппену, определение подвижных форм калия в вытяжке Кирсанова, определение суммы обменных оснований по Каппену-Гильковицу, проводились вычисления степени насыщенности почв основаниями и ёмкости катионного обмена (ЕКО)[1].

Актуальная кислотность является показателем необходимости внесения в почву органических удобрений и торфования. На поле с дренажом изменяется в диапазоне от 6,28 до 6,7, что соответствует нейтральной среде. На поле без дренажа интервал составил 6,48 – 6,61, что также соответствует нейтральной среде.

Потенциальная кислотность является показателем необходимости известкования почв. На поле с дренажом значения изменяются от 4,77 до 5,66, что составляет диапазон показателя от среднекислой до близкой к нейтральной среде. На поле без дренажа диапазон составил 5,70 – 5,99, что соответствует показателю среды, близкой к нейтральной.

Гидролитическая кислотность используется для расчёта дозы извести при известковании кислых почв. Значения на поле с дренажом колеблются от 2,8 до 5,08, что соответствует диапазону от очень низкой до средней потребности в известковании. На поле без дренажа в диапазоне 2,01-4,03, от очень низкой до низкой потребности в известковании, в среднем потребность очень низкая.

Степень насыщенности почв основаниями показывает процентное содержание общего количества катионов оснований в почвенном поглощающем комплексе (ППК) из всей ёмкости поглощения. На поле с дренажом показатель изменяется в интервале от 69,39 до 87,72, что относится к показателю среднего и повышенного содержания. На поле без дренажа показатель изменяется в интервале от 83,83 до 93,43, что соответствует показателю повышенного содержания.

Ёмкость катионного обмена используется при оценке пригодности нарушенного плодородного слоя. На поле с дренажом изменяется в пределах от 17,08 до 29,44 что соответствует средней поглотительной способности почвы. На поле без дренажа значения изменяются от 22,4 до 30,61, что также соответствует средней поглотительной способности почвы.

Сумма обменных оснований показывает, какую часть всей емкости поглощения занимают обменные основания. На поле с дренажом значения изменяются от 12 до 25,5, что является низким показателем. На поле без дренажа значения суммы обменных оснований изменяются от 18,9 до 28,6, что также относит их в группу с низким показателем.

Оценка гумусированности почв необходима для уточнения необходимости проведения противоэрозионных мероприятий и разделения почв на сельскохозяйственные группы. На контрольном варианте мы видим повышение содержания гумуса с 1,7 до 1,8 на поле с дренажом и повышение с 2,8 до 3,2 на поле без дренажа соответственно. Это говорит о благоприятном воздействии биочара на содержание гумуса в почве. В среднем по образцам с применением удобрений содержание гумуса повысилось. На поле с дренажом процент содержания гумуса ниже среднего, на поле без дренажа – среднее.

Обеспеченность почв подвижными формами фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ) позволяет определить, достаточно ли в почве доступных питательных веществ для растений, следить за изменением свойств почвы, которые так или иначе влияют на рост и развитие растений, оценить характер и определить особенности взаимодействия почвы с применяемыми удобрениями и поступающими из атмосферы веществами, а также рассчитать количество удобрений, которое необходимо внести в почву. На поле с дренажом содержание подвижных форм фосфора изменяется в диапазоне от 5 до 17,46, что соответствует от повышенного до очень высокого содержания. На поле без дренажа содержание подвижных форм фосфора изменяется в диапазоне от 8,9 до 17,9, что также соответствует показателям от повышенного до очень высокого содержания.

По содержанию подвижного калия ( $K_2O$ ) на поле с дренажом показатель содержания изменяется в диапазоне от 5,33 до 29,9, что соответствует от низкого до очень высокого содержания подвижных форм калия. На поле без дренажа показатель содержания изменяется в диапазоне от 8,6 до 31,3, что соответствует от среднего до очень высокого содержания подвижных форм калия.

Внесение биоугля в разных дозах в сочетании с удобрениями и отсутствием/наличием дренажной системы повышает плодородие почвы, благоприятно улучшая физико-химические и химические показатели почвы. Наилучшие результаты наблюдаются на вариантах с дренажом, но имеются и противоположные тенденции, что делает необходимым продолжение исследований.

### Литература

- [1]. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв - 2-е изд. - М.: изд-во МУ, 1970. - 488 с.
- [2]. Классификация и диагностика почв СССР Егоров В.В., Иванова Е.Н., Фридланд В.М. Колос, 1977 г., 225 стр.
- [3]. FAO. Guidelines for Soil. Description; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2006.

# ПЛОДРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**Ходоровская София Александровна**

*аспирант кафедры агрохимии КубГАУ  
имени И. Т. Трубилина  
e-mail: sofya.lakiza95@mail.ru*

**Шаляпин Владимир Владимирович**

*аспирант кафедры агрохимии КубГАУ  
имени И. Т. Трубилина*

**Введение.** Кубань занимает лидирующие позиции по валовому сбору зерна, посевным площадям озимых культур и урожайности озимой пшеницы. Отмечено, что высокопродуктивные сорта (потенциальная урожайность более 10 т/га) за последнее десятилетие дают довольно низкую урожайность – 4,8-6,2 т/га [6]. Необходимо устранить факторы, понижающие продуктивность важнейшей культуры – озимой пшеницы: несбалансированное питание растений, снижение естественного уровня плодородия почвы, отсутствие осадков продолжительное время. Поэтому возникает необходимость в проведении исследований и мониторинга плодородия почвы, что определяет эффективность производства зерна важнейшей культуры – озимой пшеницы [7].

**Цель** данной работы заключалась в исследовании действия минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы, выращиваемой в условиях чернозема выщелоченного Западного Предкавказья.

**Объектами исследования** – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках и озимая пшеница высокопродуктивного сорта Безостая 100, рекомендованная для возделывания в Краснодарском крае.

## **Задачи исследования:**

- установить динамику биогенных элементов минерального питания в черноземе выщелоченном в зависимости от норм минеральных удобрений;
- определить влияние минеральных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы.

**Методика.** Эксперимент проводился в условиях стационарного опыта кафедры агрохимии на базе учебно-опытного хозяйства «Кубань». В исследовании применялись следующие методики для анализа почвы: ГОСТ 26951-86 (Определение нитратов потенциометрическим методом) [4], ГОСТ 26489-85 (Определение обменного аммония) [3], ГОСТ 26205-91 (Определение подвижных соединений фосфора и калия по Мачигину) [2].

В полевом опыте минеральные удобрения вносили под основную обработку: аммонийная селитра, калий хлористый, аммофос. Единичная норма минерального удобрения  $N_{40}P_{30}K_{20}$ . Предшественник – подсолнечник. Схема опыта контроль,  $N_{40}P_{30}K_{20}$ ,  $N_{80}P_{60}K_{40}$  и  $N_{120}P_{90}K_{60}$ . Размещение вариантов – рендомизированное.

**Результаты исследований.** Характеристика чернозема выщелоченного опытного участка, описаны в ранее опубликованных работах [1, 5, 8]. Почва опытного участка достаточно благоприятная для возделывания озимой пшеницы, обладающая высоким запасом минерального азота (таблица 1). Но для роста и развития культуры азот выступает в качестве элемента первостепенного значения, который находится в минимуме в черноземе выщелоченном [5, 7]

*Таблица 1 - Динамика содержания минерального азота в черноземе выщелоченном на посевах озимой пшеницы в пахотном слое, мг/кг*

Вариант	Фаза вегетации							
	Всходы		Выход в трубку		Цветение		Полная спелость	
	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>						
Контроль	2,9	2,3	2,8	2,1	2,8	24,5	3,2	7,8

N <sub>40</sub> P <sub>30</sub> K <sub>20</sub>	2,8	3,7	2,8	3,3	2,8	25,8	3,8	7,1
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	2,8	3,9	2,8	4,4	2,8	12,0	6,2	5,8
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	2,8	3,4	2,8	3,3	2,8	11,1	5,9	8,5

Анализируя содержание нитратной формы азота на всех вариантах можно увидеть тенденцию его повышения к фазе полной спелости. Динамика содержания аммонийного азота на всех вариантах в фазу всходов и выхода в трубку была без существенных изменений. Отмечается повышение показателя к фазе цветения с последующим его снижением к фазе полной спелости.

На вариантах с нормами N<sub>40</sub>P<sub>30</sub>K<sub>20</sub> и N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> отмечено повышение содержания подвижного фосфора от фазы всходы до фазы выхода в трубку. Содержание подвижного фосфора – 33,6 и 40,9 мг/кг соответственно (таблица 2).

*Таблица 2 - Динамика содержания подвижного фосфора и калия в черноземе выщелоченном на посеве озимой пшеницы, мг/кг*

Вариант	Фаза вегетации							
	Всходы		Выход в трубку		Цветение		Полная спелость	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	29,8	270,2	27,5	300,4	23,7	299,8	13,6	221,5
N <sub>40</sub> P <sub>30</sub> K <sub>20</sub>	23,5	209,8	33,6	349,6	36,3	338,3	25,5	216,5
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	26,5	249,5	40,9	308,9	23,0	305,6	17,8	225,6
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	42,4	254,1	30,5	268,6	31,2	286,2	45,3	222,8

Содержание подвижного фосфора на контроле не изменяется вплоть до фазы цветения, а в период полной спелости зерна уровень показателя низкий – 13,6 мг/кг. Можно отметить изменения в содержании подвижного калия. Внесение калийных удобрений повлияли на повышение содержание подвижного калия от фазы всходов к выходу в трубку на вариантах N<sub>40</sub>P<sub>30</sub>K<sub>20</sub> и N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>.

Вносимые минеральные удобрения улучшали питательный режим почвы, что положительно сказалось на уровне обеспеченности растений озимой пшеницы наиболее дефицитными элементами питания и продуктивности культуры (таблица 3).

*Таблица 3 - Урожайность озимой пшеницы в зависимости от норм минеральных удобрений, т/га*

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	6,02	-	-
N <sub>40</sub> P <sub>30</sub> K <sub>20</sub>	6,39	0,39	6,2
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	6,91	0,89	14,7
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	6,54	0,52	8,6
НСР <sub>05</sub>	4,2	-	-

Минеральные удобрения достоверно повышали урожайность зерна озимой пшеницы за исключения внесения одинарной нормы удобрения. Внесение удобрений в норме N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> обеспечило прибавку 0,52 т/га, что составляет 8,6 %. Наибольшую эффективность показала норма N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>. Урожайность зерна была равна 6,91 т/га, а прибавка составила 0,89 т/га, что на 14,7 % выше контроля.

*Закключение.* Озимая пшеница благоприятно отзывается на внесение минеральных удобрений. Наилучшей нормой удобрения является N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> способная обеспечить на протяжении всей вегетации растений озимой пшеницы элементами питания в условиях чернозема выщелоченного Западного Предкавказья.

## Литература

- [1]. Али А. К. А. Минеральный азот чернозема выщелоченного в агроценозе озимой пшеницы, выращиваемой в условиях Азово-Кубанской низменности / А. К. А. Али, В. В. Шаляпин, Л. М. Онищенко, С. А. Лакиза // В сб.: Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала. Иркутск, 2021. – С. 216-219.
- [2]. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. – М., 1992. – 10 с.
- [3]. ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. – М., 1986. – 5 с.
- [4]. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М., 1986. – 10 с.
- [5]. Онищенко Л. М. Удобрение: минеральный азот в агроценозе озимой пшеницы / Л. М. Онищенко, В. В. Шаляпин, А. А. К. Али // В сборнике: Энтузиасты аграрной науки. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященная 100-летию со дня рождения ученых агрохимиков Коренькова Дмитрия Александровича и Тонконоженко Евгения Васильевича. – 2020. – С. 188-199.
- [6]. Управление Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея / URL: <https://krsdstat.gks.ru/> (дата обращения 20.11.2021 г.).
- [7]. Шеуджен А. Х. Агрохимия чернозема. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. – 232 с.
- [8]. Шеуджен А. Х. Оценка действия минеральной системы удобрения озимой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, В. В. Гузик // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 149. – С. 110-115.

## **ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ**

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Бодалев Константин Андреевич**

*студент 3 курса кафедры почвоведения  
Казанского (Приволжского) федерального  
университета  
e-mail: bodalev.kostya@gmail.com*

Структура почв является важным элементом их функционирования, так как обеспечивает движение и удержание влаги, воздуха, питательных веществ, тем самым оказывая влияние на активность и рост живых организмов. Биота, в свою очередь, также принимает непосредственное участие в образовании почвенной структуры. К примеру, растительность является важным источником органических веществ в почвах, которые необходимы для производства стабилизирующих веществ, обеспечивающих физическую защиту почв от процессов, ухудшающих ее структуру [1].

Работа направлена на определение влияния различных типов растительности на структурно-агрегатный состав почв Ботанического сада Казанского федерального университета (КФУ).

Ботанический сад КФУ расположен в Предкамье Республики Татарстан, почвенный покров представлен серыми лесными почвами со средним содержанием гумуса в верхнем слое 1,5% [2]. На участке с разнообразным растительным составом случайным образом было распределено 50 точек для отбора образцов верхнего горизонта почвы. На основе геоботанического описания территории, включающего определение проективного покрытия (ПП), подсчета стволов деревьев, видового состава и обилия видов по Друде, было выделено 5 зон, характеризующих растительность: луг вейниковый, луг мелкопестниковый, сосняк с березой, сосняк кисличный, березняк вейниковый. Анализ структурно-агрегатного состава почв проводился методом сухого просеивания по Н.И. Саввинову. По результатам анализа было выделено содержание микро-, мезо- и макроагрегатов, определены значения средневзвешенного диаметра агрегатов (СВД) и среднегеометрического диаметра (СГД), а также дана оценка структурного состояния по коэффициенту структурности ( $K_{стр}$ ) [3,4]. Статистическая обработка проводилась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Корреляционная связь между геоботаническими характеристиками и показателями структуры почв определялась по Спирмену. По результатам корреляционного анализа проводился кластерный анализ методом k-средних.

Отличное состояние почвенной структуры ( $K_{стр} > 1,5$ ) получено у 68% образцов, неудовлетворительное ( $K_{стр} < 0,67$ ) – у 4%, у остальных образцов наблюдалось хорошее состояние структуры. Критерий Манна-Уитни показал, что показатели СВД и СГД, а также содержание микро-, мезо- и макроагрегатов не имеют статистически значимых различий при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Однако, статистически значимые различия наблюдались для  $K_{стр}$ . Вероятно, это связано с тем, при расчете  $K_{стр}$  учитывается соотношение агрономически ценного диапазона и диапазона неблагоприятной для растений структуры. Статистически значимая средняя корреляционная зависимость наблюдалась между показателями ПП и  $K_{стр}$  ( $r = 0,32$ ), а также между количеством стволов деревьев и  $K_{стр}$  ( $r = 0,46$ ). Таким образом, разделение зон на кластеры проводилось по этим показателям. Было выделено три кластера:

в первый кластер вошли сосняки, второй кластер представлен лугами, в третий кластер вошел березняк. Кластер 1 отличается наибольшим средним показателем  $K_{стр}=2,96$ . Растительность этого кластера имеет низкую по сравнению с другими кластерами степень ПП (<10%). Кластер 2, представленный травянистой растительностью, имеет высокие значения степени ПП (75-90%), а среднее значение показателя  $K_{стр}=2,25$ . Кластер 3 характеризуется схожей с кластером 2 степенью ПП (75-80%) и схожим с кластером 1 количеством стволов деревьев. Тем не менее, в кластере 3 среднее значение  $K_{стр}=2,03$ , что является минимальным значением из рассмотренных.

По данным космических снимков (сервиса Google Earth) на участке исследования происходит смена растительности с преобладанием древесных пород. В целом, выделение кластеров по значению  $K_{стр}$  подчиняется распределению типа растительности на территории, что позволяет сделать вывод о его влиянии на изменение почвенной структуры.

### Литература

- [1]. Angers, D.A. Plant-induced changes in soil structure: Processes and feedbacks / D.A. Angers, J. Caron: Biogeochemistry 42, 1998. P. 55-72.
- [2]. Латыпова, Л.И. Некоторые физико-химические свойства залежных светло-серых лесных почв Предкамья РТ / Л.И. Латыпова, Т.Е. Маннапова, К.Г. Гиниятуллин: Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: экологические вызовы XXI века: сборник трудов III международной конференции - Казань, 2017. С. 688-689.
- [3]. Филиппова, О.И. Микроагрегатный, гранулометрический и агрегатный состав гумусовых горизонтов зонального ряда почв Европейской России / О.И. Филиппова, В.А. Холодов, Н.А. Сафронова, А.В. Юдина, Н.А. Куликова: Почвоведение, №3, 2019. С. 335-347.
- [4]. Шеин, Е.В. Курс физики почв. Учебник / Е.В. Шеин: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.

## КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЧВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

**Куликова Анастасия Ильинична**

*студент 3 курса кафедры геохимии  
ландшафтов и географии почв МГУ им. М.В.  
Ломоносова*

*e-mail: kulikovanastya2001@yandex.ru*

**Чеченков Павел Дмитриевич**

*студент 3 курса кафедры геохимии  
ландшафтов и географии почв МГУ им. М.В.  
Ломоносова*

**Введение.** Национальный парк «Смоленское Поозерье» расположен в северо-западной части Смоленской области. Целью создания парка стало сохранение и восстановление ландшафтов хвойно-широколиственных лесов, причиной исчезновения которых послужили масштабные лесорубочные работы, приведшие к изменению всех компонентов ландшафта, в частности почвенного покрова [1]. Информация о почвенном покрове, в том числе как о среде обитания множества живых организмов, необходима в целях инвентаризации и охраны ландшафтов национального парка, а также может быть положена в основу работ по восстановлению хвойно-широколиственных лесов. Данные о компонентном составе почвенного покрова и их пространственном положении носят не только практический, но и

важный фундаментальный характер, позволяя раскрыть структурно-функциональную организацию ландшафтов, находящихся на разных стадиях восстановительных сукцессий.

Для получения знаний о наличии, распространении и динамике развития почвенного покрова, используют почвенные карты. Наиболее точные и детализированные карты составляются в крупном масштабе. Создание крупномасштабных карт с помощью цифровых технологий рассматривается как актуальное направление на сегодняшний день. Ранее почвенный покров национального парка не картографировался в крупном масштабе (за исключением территорий отдельных колхозов) и согласно российской классификации 2004/2008 гг [2]. В основном, информацией для ознакомления с распространением того или иного типа почвы на территории национального парка служат карты, составленные в среднем и мелком масштабе с высоким уровнем генерализации. К таким можно отнести почвенную карту РСФСР (1:2 500 000) [3], почвенную карту Смоленской области из Атласа за 1964 год 1:1 500 000 [4]. На обеих картах отражается преобладающий тип почвы в среднем для региона. В случае Смоленского Поозерья это дерново-подзолистые почвы с разной степенью оподзоленности; данной информации, безусловно, недостаточно для инвентаризации и охраны почвенного покрова национального парка. Таким образом, целью работы являлось составление крупномасштабной почвенной карты национального парка «Смоленское Поозерье» в границах ключевого участка, ее анализ и сравнение полученных результатов с имеющимися литературными данными.

**Объекты и методы картографирования.** Границы участка картографирования охватывают территории к западу и югу от озера Баклановское, на востоке и юге ограничены долиной реки Половья, общая площадь территории картографирования – 8,76 км<sup>2</sup>. Диагностика почв проводилась согласно классификации 2004/2008 гг [2]. Объектом являлся тип почвы, преобладающий в данных природных условиях. Составлялась карта традиционным подходом, с применением геоинформационных систем.

Основной информацией для выбора мест заложения разрезов, а также для последующей обработки полевых данных, служили цифровая модель рельефа (ЦМР) с пространственным разрешением 10x10м, векторизованная лесотаксационная карта Смоленского Поозерья и спутниковые снимки для оценки антропогенного влияния и возможности проведения полевых работ. Для структуризации полученных описаний составлена информационная таблица в Excel, куда вносились данные о номере разреза, местоположении (координаты), подстилающей породе, растительной ассоциации, позиции в рельефе, типе почв, а также о наличии антропогенных модификаций почвенных горизонтов. Все эти данные закреплялись за одной точкой, соответствующей определенному разрезу. Далее таблица конвертировалась в QGIS проект.

При определении и проведении границ почвенных образований использовался сравнительно-географический метод.

**Результаты.** Рассмотрим составленную карту подробно (рис. 1). Всего было выделено 13 типов почв на основе 88 описанных разрезов. По площади среди всех типов доминируют три: серогумусовые (33,7% площади), дерново-подзолистые (16,3% площади) и дерново-подбуры (13,9% площади). Серогумусовые почвы выделяется в северной, западной и восточной частях участка. Она занимает как автономные позиции на озовых грядах, так и подчиненные позиции склонов, поймы озера. Их подтип – серогумусовые глееватые почвы – встречается у подножья склона, переходящего в заболоченный участок с перегнойно-торфяными почвами. Дерново-подзолистые имеют меньшие площади распространения по сравнению с серогумусовыми. В северной части занимают участок выровненной надпойменной террасы озера, на западе приурочены к склону. Южная и юго-восточная части участка заняты дерново-подбурами, формирующимися под сосновыми лесами (при проведении границ фактор растительности был основным). Эрозионным формам рельефа

свойственны перегнойно-глеевые почвы. В верховьях одной из балок, расположенной в северной части исследуемого участка, был выявлен ареал глееземов. Заболоченные участки представлены торфяными почвами разной степени трофности: для верховых болот (в южной части) выделены торфяно-олиготрофные почвы, для низинного болота (в юго-западной части) отмечены торфяно-эутрофные почвы. Юго-восточный берег озера Баклановское занят перегнойно-торфяными почвами, такой же тип встречается в понижении рельефа вокруг низинного болота. Псаммоземы встречаются на территории довольно редко, формируются на выходах песчаного субстрата (флювиогляциальные пески поздневалдайского времени). На агропочвах расположены поля с возделываемыми культурными растениями.

Исследуемая территория имеет преимущественно легкий гранулометрический состав. Штриховкой на карте показан гранулометрический состав. Области с косым типом штриховки соответствуют суглинистому составу, области без штриховки – песчаному. Основные территории распространения суглинков отмечены для ареалов зональных дерново-подзолистых почв, формирующихся именно на суглинистом субстрате – к западу и юго-западу от озера Баклановское.

Самой контрастной областью на всем участке картографирования является западная, которая содержит в себе наибольшее разнообразие почвенных ареалов. Рельеф территории представляет собой чередование озовых гряд, ложбин стока талых ледниковых вод и камовых холмов. Почвообразующими породами, соответственно, являются поздневалдайские флювиогляциальные пески. Здесь встречаются и природные, и антропогенные почвы. К первым относятся как доминирующие типы на всем участке (серогумусовые, дерново-подзолистые), так и характерные только для этой области (дерново-подзолы, перегнойно-подзолы, псаммоземы). Вторая группа почв (агропочвы) используется в данный момент в сельском хозяйстве. На южном склоне имеют место быть как суглинистые почвы, так и песчаные.

Благодаря крупному масштабу получилось детализировать и отразить на карте многие почвенные границы. Сравнивая результаты с картами, составленными ранее на территорию Смоленской области в среднем и мелком масштабах (Атлас Смоленской области 1964г.[4], почвенной карты РСФСР [3]), видно, что доминирующим типом почвы является дерново-подзолистая. На нашей же карте преобладающим типом стала серогумусовая почва. Дерново-подзолистая же имеет меньшие площади. Также на карте удалось отобразить многие типы почв, представленные небольшими по площади почвенными ареалами, которые при среднем и мелком масштабе были бы генерализованы.

### **Выводы:**

По итогам проделанной работы можно заключить, что исследуемая территория имеет сложный и разнообразный почвенный покров. Выделенные 13 типов почв являются результатом взаимодействия основных факторов почвообразования. К ним относятся рельеф, подстилающие породы, растительные ассоциации. Агропочвы отмечались на основе оцифровки полигонов со спутникового снимка и, используя полевые наблюдения для уточнения границ.

Наибольшее распространение на исследуемом участке получили серогумусовые почвы, когда как на картах среднего и мелкого масштаба, составленных в XX веке, доминирующей являются дерново-подзолистые почвы. Благодаря крупному масштабу получилось отметить типы почв, формирующиеся на маленькой площади.

Совмещение традиционного подхода к картографированию и использование геоинформационных технологий сократило трудоемкость работы и помогло с визуализацией собранных в поле данных.

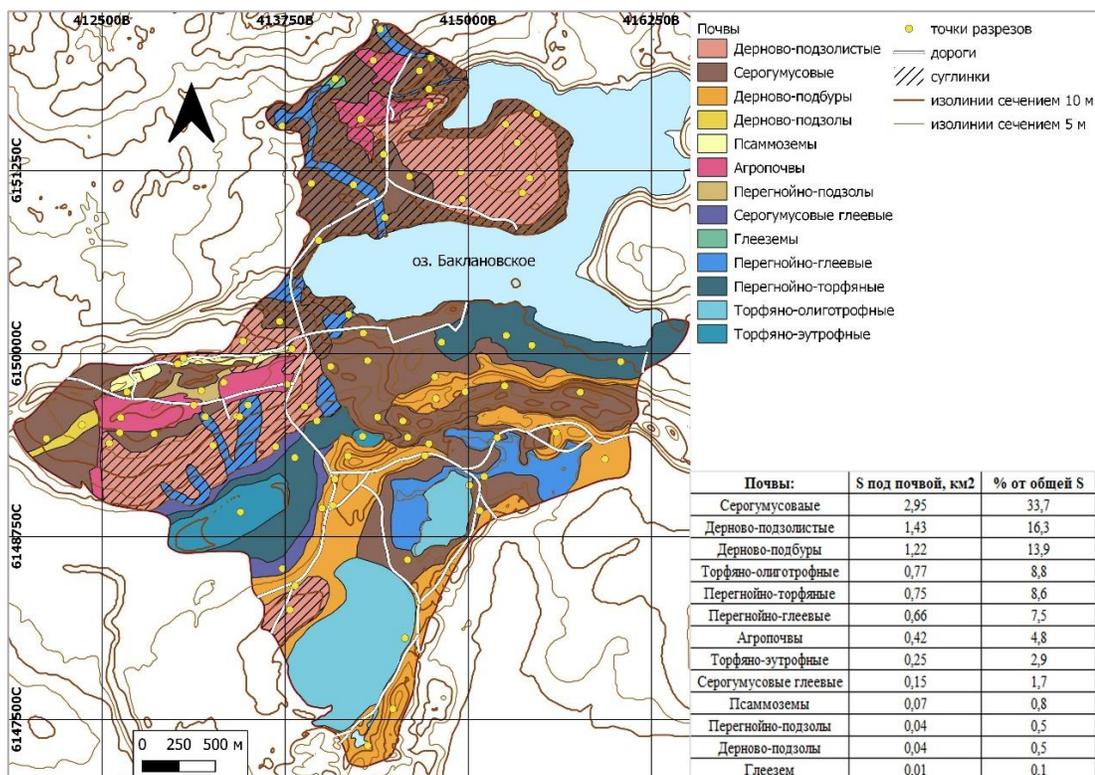


Рисунок 1 – Почвенная карта ключевого участка  
(Куликова А., Чеченков П., 2021)

**Благодарности:** Авторы выражают благодарности студентам 3 и 4 курса географического факультета МГУ кафедры ГЛиГП, принявшим участие в полевой почвенно-картографической практике; с.н.с. Семенкову И.Н. и асп. Елчилик П.Р. за организацию и проведение полевых и камеральных исследований, а также за помощь в интерпретации данных.

*Работа выполнена в рамках госбюджетной темы 1.4. Антропогенная геохимическая трансформация компонентов ландшафтов.*

### Литература

- [1]. Национальный парк «Смоленское Поозерье»: [сайт]. — 1992-2021 гг. — URL: <http://www.poozerie.ru/>
- [2]. Полевой определитель почв. — М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2008 г. — 182 с.
- [3]. Почвенная карта РСФСР, М. 1:2500000 - М.: ГОСАГРОПРОМ РСФСР, 1972
- [4]. Почвенная карты [карты]: атлас Смоленской области. — 1:1 500 000, в 1 см 15 км. — М.: главное управление геодезии и картографии государственного геологического комитета СССР, 1964 г. — 42с.

# ПОЧВЫ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

**Налиухина Анастасия Сергеевна**

*студентка 1 курса РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*  
*e-mail: a137412@mail.ru*

Вологодская область является регионом с развитой металлургической и химической промышленностью, а также сельским хозяйством. Основная отрасль сельского хозяйства в области – молочное скотоводство. Именно поэтому основную долю в структуре посевных площадей занимают многолетние травы и зернофуражные культуры (ячмень, овёс). Для получения устойчивой урожайности по годам необходимо рационально размещать культуры в полевых и зернотравяных севооборотах, что невозможно сделать без детального изучения свойств почв и разработки приёмов сохранения и повышения их плодородия. В связи с этим, основная цель работы – рассмотреть особенности основных типов почв Вологодской области и наметить пути их рационального использования в сельском хозяйстве.

Климат области – умеренно континентальный. Короткое лето, мягкая продолжительная зима, среднегодовая температура составляет около 3<sup>0</sup>С. Основные почвообразующие породы: бескарбонатные, реже – карбонатные морены, перигляциальные и флювиогляциальные отложения. Основные почвообразовательные процессы в регионе: подзолистый, дерновый, торфяной, глеевый и аллювиальный.

Значительную долю в Вологодской области занимают подзолистые почвы, которые формируются под хвойными лесами в результате подзолистого процесса почвообразования. Условиями его существования служит преобладание еловых лесов и наличие бескарбонатных материнских пород [1]. Характеризуется разрушением в верхнем слое почвы минералов и выносом продуктов разрушения за пределы верхней части профиля почвы.

Профиль подзолистой почвы состоит из нескольких генетических горизонтов: А<sub>0</sub>-лесная подстилка (5 см); А<sub>2</sub>-подзолистый горизонт (элювиальный), белесый (20 см); А<sub>2</sub>В-переходный; В-иллювиальный (горизонт вымывания), где осаждаются продукты разложения, (30см); ВС-переходный; С-материнская почвообразующая порода, не затронутая процессами почвообразования [2].

Данные почвы требуют внесения большого количества удобрений, поэтому их рекомендуется использовать под сенокосы и пастбища или оставлять их под лесной растительностью.

Дерновые почвы образуются под травянистой растительностью в результате дернового процесса почвообразования, который развивается под луговой растительностью, на почвах, богатой травянистой растительностью, преимущественно на карбонатных породах [1].

Профиль дерновой почвы имеет следующее строение: Ад – дернина (2-7см), представляющая собой неразложившиеся травянистые остатки; А<sub>1</sub>-гумусовый горизонт, темной окраски, с содержанием гумуса 3-5%, богат питательными веществами, преимущественно темно-серой окраски; А<sub>1</sub>В-горизонт гумусовых затеков (30см); Вк-иллювиальный карбонатный горизонт (25см); Вс-переходный горизонт; Ск - материнская карбонатная порода [1].

Особенности почвы: рН=5,5-6 (слабокислая или близкая к нейтральной реакция почвенной среды), богата питательными веществами, с повышенным содержанием гумуса, требуется внесение минеральных и органических удобрений, периодическое известкование. В большинстве случаев подзолистый процесс протекает менее выражено, чем в подзолистых

почвах, в результате чего в большинстве дерновых почв Вологодской области формируется переходный горизонт  $A_1A_2$ .

Дерново-подзолистые почвы занимают основной массив пахотных почв Вологодской области. Образуются под луговой и лесной растительностью в результате дернового и подзолистого процессов почвообразования.

Профиль почвы состоит из следующих генетических горизонтов:  $A_0$ -лесная подстилка, состоящая из отмерших трав (5см),  $A_1$ - гумусовый горизонт, иллювиально-элювиальный горизонт, слабокислой реакции с содержанием гумуса 1,5-3% (20 см),  $A_2$ - подзолистый горизонт, белесый, практически лишен илестых частиц и гумуса,  $pH=4,0$  (20см); В-горизонт вымывания, иллювиальный горизонт, осаждаются продукты разложения, вымытые из горизонта  $A_2$ , как правило тяжело-суглинистый, буровато-коричневой окраски (25см); BC-переходный горизонт; С – материнская порода, бескарбонатная морена, флювиоляциальные или перигляциальные отложения [1].

Дерново-подзолистые почвы имеют невысокое содержание гумуса, реакция среды – от сильно- до слабокислой. Рекомендуются использовать под пашни и посевы сельскохозяйственных культур. Для улучшения плодородия почв рекомендуется проводить известкование, внесение органических и минеральных удобрений, возделывание многолетних трав, а на склоновых участках – борьба с водной эрозией.

Болотные почвы образуются под болотной растительностью (мхи, осоки) в результате болотного и глеевого процессов почвообразования. Болотный (торфяной) процесс протекает в условиях постоянного переувлажнения, в результате чего при анаэробных условиях накапливаются растительные остатки с различной степенью разложения (2). Растительность болот представлена осоками (*Carex*), камышом (*Scirpus*), тростником (*Phragmites*), рогозом (*Typha*), ивой (*Salix alba*), клюквой (*Vaccinium Oxycoccus*) и другими растениями [1].

Профиль почвы:  $A_0$  - лесная подстилка (мох, осока, камыш, клюква);  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ -торфяные горизонты различной мощности, отличаются различной степенью разложения и ботаническим составом растений-торфообразователей, накоплением оксидов железа (охристый цвет), водорастворимых солей; G - глеевый горизонт, голубовато-серый, мокрый, бесструктурный; С-материнская порода [1].

Болотные почвы могут использоваться для заготовки торфа, который может идти для приготовления компостов. Кроме того, после осушения торфяно-болотные почвы можно использовать для возделывания зерновых, трав, а также овощных культур [4]. Для сохранения плодородия рекомендуется соблюдение норм осушения, регулирование процессов разрушения и накопления органического вещества.

Почвы речных пойм образованы под действием пойменного и аллювиального процессов почвообразования. Пойменный процесс связан с затоплением почв в период разлива рек, что влияет на водный, воздушный, окислительно-восстановительный режимы почв. Аллювиальный процесс сопровождается привнесением и оседанием на поверхности почвы взвешенных частиц, находящихся в полых водах.

Аллювиальные луговые почвы формируются преимущественно в центральной части поймы. Характеризуются комковато-зернистой структурой, содержат 3-5% гумуса. Профиль состоит из следующих горизонтов: Ад-дернина (3-5 см); А - гумусовый горизонт (10-25см); темно-серый, буровато-серый, комковато-зернистый; Вг-переходный горизонт, имеет следы оглеения в виде ржаво-сизых пятен; Вг-оглеенный горизонт; Сг-оглеенная материнская почвообразующая порода [1].

В прирусловой части поймы на возвышенных элементах рельефа формируются аллювиальные дерновые почвы. Характеризуются глубоким залеганием грунтовых вод. Профиль почвы: Ад-дерновый горизонт, серый, густо переплетен корнями;  $A_1$ -гумусовый

горизонт (5-7см), 1-2% гумуса, рыхлый, сервато-бурой окраски; В-переходный горизонт, бурый, слоистый; СВ - слоистый аллювий разного механического состава [1].

Растительность поймы реки Сухоны разнообразна: сфагновые ельники и сосняки с примесью липы, березы и осины. Значительную часть занимают заливные луга с богатым травостоем, представленным овсяницей луговой, ежой сборной, кострцом безостым, мятликом луговым, тимофеевкой луговой, лисохвостом, разнотравьем, канареечником и другими. Именно заливные луга Присухонской низины являются весьма ценными кормовыми угодьями, на которых заготавливают сено, сенаж, силос для кормления коров. Благодаря большому набору луговых трав молоко пасущихся на заливных лугах коров имеет особый вкус и используется для изготовления знаменитого Вологодского масла.

В целом, пахотные почвы Вологодской области имеют слабокислую реакцию - рН<sub>КС1</sub> 5,5, низкое содержание гумуса - 2,9%. Согласно агрохимическим исследованиям кислые почвы занимают 58% пашни. Площадь почв с низким содержанием подвижного фосфора - 69 тыс. га, а с низким содержанием подвижного калия - 166 тыс. га [3].

Больше всего гумуса и азота содержат дерново-карбонатные почвы, также к наиболее плодородным почвам можно отнести аллювиальные луговые. Наиболее бедными, по содержанию гумуса, являются подзолистые почвы [2].

Для улучшения плодородия почв применяют различные методы, такие как известкование кислых почв, внесение минеральных и органических удобрений, создание благоприятных водных и воздушных свойств почв, осушение, борьба с эрозией и культуртехнические мероприятия [2].

#### **Литература:**

- [1]. Ковриго В.П., Кауричев И.С. Почвоведение с основами геологии. - М.: Колос, 2000. – 416с.
- [2]. Комиссаров В.В. Почвы Вологодской области, их рациональное использование и охрана. - Вологда: ВГПИ, 1987. – 80с.
- [3]. Веденева Н.В., Рогов А.В., Наклейщикова Н.В., Налиухин А.Н. Почвенный покров и агрохимическая характеристика почв Вологодской области. Динамика почвенного плодородия по циклам обследования // Достижения науки и техники АПК. - 2016. С. 22-27.
- [4]. Захлебина К.Ю. Водный режим бассейна реки Сухоны в современных условиях. - Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2018. - 137с.

## **ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МИНЕРАЛОГИЯ ИЛА В ПОЧВАХ СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА НАЗАРОВСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

**Санчат Шенне-Чечек Шавар-ооловна**

*студентка 2 курса магистратуры кафедры почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета  
e-mail: shenne-chechek@yandex.ru*

Почвообразующие породы – фактор, обуславливающий формирование физических и физико-химических свойств почв и во многом определяющий её водный, воздушный и тепловой режим. Данные показатели, а также минералогический состав, который почва наследует от пород определяет её потенциальное плодородие и обязательно должен учитываться при агроэкологической оценке почв и земель.

В данной статье рассматривается гранулометрический и минералогический состав почв ключевого участка Назаровской лесостепи Минусинской впадины. Ключевой участок расположен на территории хозяйства ЗАО «Искра» Ужурского района Красноярского края. Территория землепользования находится в пределах южной части Назаровской котловины, в так называемых «Ужурских воротах» (между Солгонским кряжем и отрогами Кузнецкого Алатау). На юго-восточном склоне хозяйства заложен геоморфологический профиль - катена протяжённостью 2700 метров (рис. 1). Выпукло крутопокатый склон имеет перепад высот 145 метров и характеризуется близким залеганием к поверхности почвообразующих и подстилающих пород, на что указывает частая встречаемость и большое количество грубого обломочного материала. Склоновый характер рельефа обуславливает делювиальные и эрозионные процессы, что приводит к смещению и смешиванию пород разного генезиса, а также к смыву и выдуванию мелкозема. На катене выделены пять геохимических позиций [1].

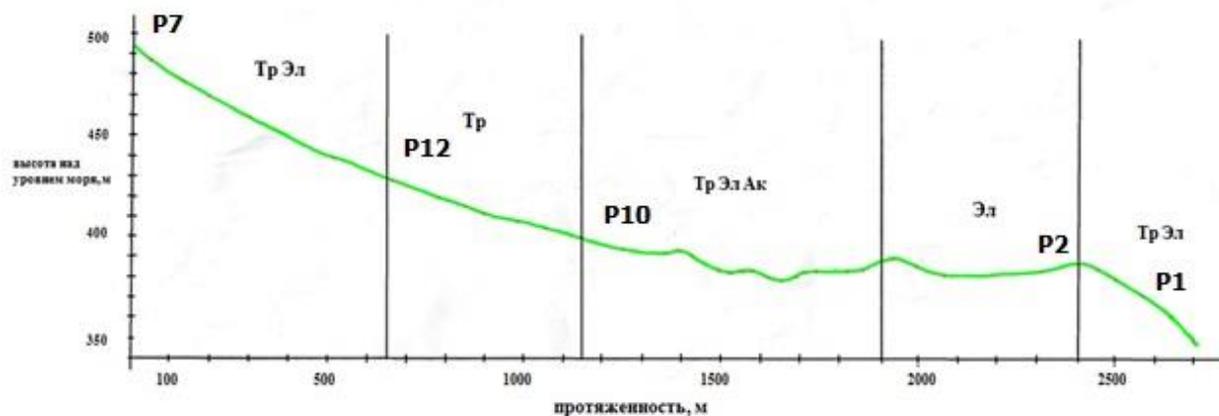


Рисунок 1 – Расположение почвенных разрезов относительно основных геохимических позиций катены (обозначения в тексте)

Типодиагностика почв ключевого участка проводилась по морфогенетическим признакам. Почвы названы согласно современной классификации [2]. Гранулометрический состав анализировался методом пипетки Качинского с предварительной диспергацией почвы пиррофосфатом натрия [3]. Определение минералогического состава глинистых минералов проводилось методом красителей Короновского и основано на различной способности к поглощению красящих веществ глинистыми силикатами различных групп и тонкодисперсными оксидами. Илистая фракция выделялась суточным отмучиванием в стоячей воде. После выделение этой фракции производилось испытание путем окрашивания суспензий раствором бензидина и метиленового голубого. Полученные результаты окраски суспензий оценивались по шкалам, приведённым в методике.

Почвообразующие породы склона представлены девонскими красноцветными тяжёлыми и средними суглинками сильно щебнистыми (известковистый песчаник) на элювиальных позициях катены. В аккумулятивных позициях красноцветы перекрыты бурыми делювиальными тяжёлыми суглинками и лёгкими глинами.

По результатам исследования выявлено то, что гранулометрический состав агрочернозёма криогенно-мицелярного среднемелкого формирующегося в элювиальной позиции катены (P 2) наиболее облегчён. Почва содержит щебень вниз по профилю содержание физического песка, с преобладанием фракции мелкого песка, увеличивается до 75 %. В верхней части профиля содержание мелкого песка, крупной пыли и ила находится в равных пропорциях.

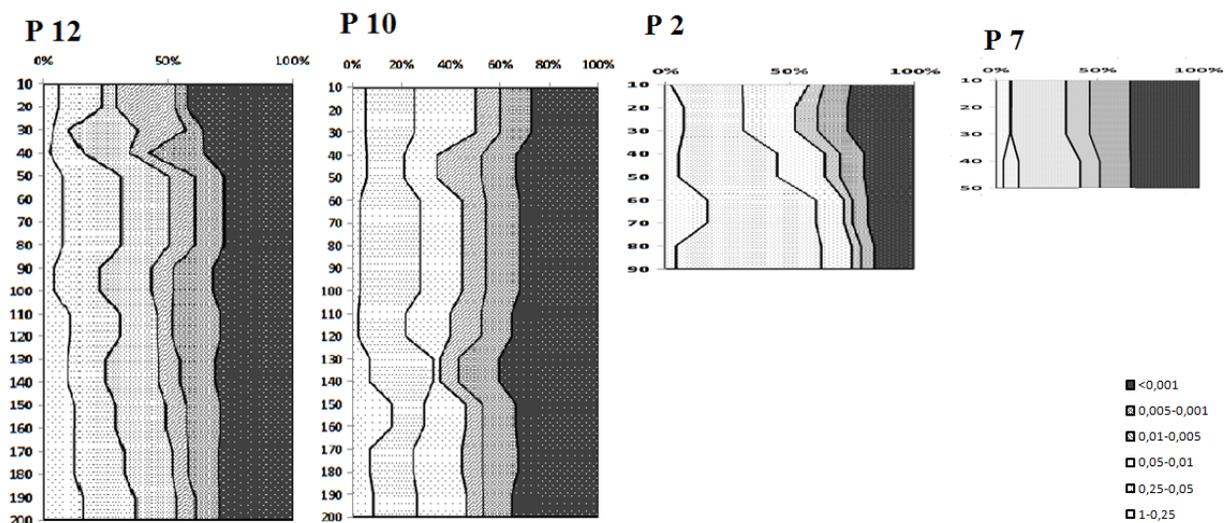


Рисунок 2 – Гранулометрический состав агрочернозёмов исследуемого участка

Криогенно-мицелярный маломощный агрочернозём трансэлювиально-аккумулятивной позиции (P-10) отличается более тяжелым гранулометрическим составом, так как формируются на делювиальных тяжёлых суглинках. Преобладающая фракция в верхней части профиля – крупная пыль и ил, в нижней части – ил.

В глинисто-иллювиальном маломощном агрочернозёме (P-12) транс-элювиальной позиции катены содержание физической глины преобладает во всем профиле. Гранулометрический состав изменится от легкоглинистого до тяжелосуглинистого. Во всем профиле преобладает илистая фракция.

Агрочернозём криогенно-мицелярный маломощный (P-7) транс-элювиальной, самой высокой обследованной позиции катены характеризуется легкоглинистым гранулометрическим составом с преобладанием фракции ила и крупной пыли.

Результаты минералогического анализа показали, что большинство почв катены по своему составу относятся к группе каолинита и гидрослюда, существенные отличия наблюдаются лишь в темногумусовой мелкой очень сильно скелетной почве (P 1), занимающей самую нижнюю позицию катены. Данная почва сложена преимущественно минералами групп аллофана и опала. Окрашивание бензидином выявило каолиновый состав глин в почвах на всех позициях катены. Все суспензии обесцветились.

На элювиальной позиции катены в агрочернозёме криогенно-мицелярном среднемелком (P-2) при окрашивании метиленовым голубым выявлена гидрослюда с бейделитом по характеру осадка и гидрослюда- по характеру окраски.

В криогенно-мицелярных маломощных агрочернозёмах транзитной(P-10) и транс-элювиальной (P-7) позиций при окрашивании метиленовым голубым по характеру осадка обнаружена гидрослюда, по характеру окраски- каолинит.

В глинисто-иллювиальном маломощном агрочернозёме (P-12) транс-элювиальной позиции катены состав ила также гидрослюдисто-каолиновый, но в слое 175-180 см обнаружен бейделит.

Таким образом, пахотные почвы исследуемой катены характеризуются преимущественно гидрослюдисто-каолиновым составом илистой фракции. Минералы группы монтмориллонита (бейделит) обнаружены локально в двух из пяти разрезах.

## Литература

- [1]. Чупрова, В. В. Использование катенарных особенностей агроландшафта для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия в лесостепной зоне Средней Сибири/ В. В. Чупрова, Ю. В Горбунова, Т. Н. Демьяненко, С. В. Евтушенко // Вестник КрасГАУ. -2019.- №3(144). -С. 45-50.
- [2]. Шишов, Л. Л. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов. -Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- [3]. Агрохимические методы исследования почв. -М.: Наука, 1965.- 430 с.

## ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ.К.А.ТИМИРЯЗЕВА

**Стрелков Дмитрий Алексеевич**

*студент 4 курса факультета почвоведения, агрохимии и экологии, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева  
e-mail: strelkov-dima@mail.ru*

**Наумов Владимир Дмитриевич**

*зав. кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева*

**Каменных Наталья Львовна**

*доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева*

Известно, что вопросы, связанные с проблемой взаимосвязи почва — растение, являлись актуальными на протяжении всей истории развития почвоведения, тем более что растительность представляет собой один из факторов почвообразования. Значительное место проблеме взаимосвязи почва-растение отводилось уже в конце XIX — первой половине XX вв.

Территория Лесной опытной дачи входит в состав подзоны южной тайги и характеризуется значительным разнообразием древесных пород: лиственница, сосна, дуб, береза, липа, клен и др., возраст некоторых деревьев достигает 200–250 лет. Рельеф ЛОД представлен моренным холмом, с субгоризонтальной вершиной и склонами различной крутизны, а также сочетанием аккумулятивных ледниковых и водноледниковых поверхностей.

Задачей исследований было изучить физико-химические свойства почв в зависимости от состава древостоев и характера геоморфологических поверхностей.

На рисунке 1 представлена гистограмма среднего содержания гумуса (%) по различными культурами древостоя. Минимальное количество гумуса определено в почвах, расположенных на горизонтальных поверхностях камовых террас под сосновыми древостоями 3,11%. Максимальное содержание гумуса в почвах выявлено на аналогичных геоморфологических поверхностях под дубовыми насаждениями 6,88%. Исследования показали, что более высокие значения гумуса приурочены к почвам, формирующимся под лиственными насаждениями: под дубом от 4,63 до 6,88%, в почвах под березой – от 5,52 до 6,69%. Содержание гумуса в почвах, расположенных на других геоморфологических поверхностях, занимают промежуточные значения.

На рисунке 2 представлена гистограмма среднего значения  $pH_{KCl}$  под различными культурами древостоя. Минимальное значение величины  $pH_{KCl}$  определено в почвах, расположенных на долинообразных понижениях русловых водных токов под сосновыми

древостоями 4,08. Максимальное значение  $pH_{KCl}$  выявлено в почвах, расположенных на субгоризонтальной поверхности водоледниковой равнины под древостоями лиственницы 5,09. Исследования показали, что наиболее высокие значения  $pH_{KCl}$  приурочены к почвам, формирующимся под насаждениями лиственницы (от 4,11 до 5,09). Наиболее низкие значения приурочены к почвам, расположенным под насаждениями сосны (от 4,08 до 4,49). Значения  $pH_{KCl}$  в почвах, расположенных на других геоморфологических поверхностях, занимают промежуточные значения.

На рисунке 3 представлена гистограмма среднего значения Нг (мг-экв/100г почвы) под различными культурами древостоя. Минимальное значение гидролитической кислотности (Нг) определено в почвах, расположенных на субгоризонтальных поверхностях водоледниковой равнины под дубовыми насаждениями 5,42 мг-экв/100г почвы. Максимальное значение Нг выявлено в почвах, расположенных на долинообразных понижениях русловых водных токов под древостоями сосны 12,93 мг-экв/100г почвы. Исследования показали, что более высокие значения Нг приурочены к почвам, формирующимся под хвойными насаждениями: под сосной от 6,97 до 12,93 мг-экв/100г почвы, в почвах под лиственницей – от 5,59 до 11 мг-экв/100г почвы. Значения Нг в почвах, расположенных на других геоморфологических поверхностях, занимают промежуточные значения.



Рисунок 1 - Среднее содержание гумуса (%) по различным культурами древостоя



Рисунок 2 - Средние значения  $pH_{KCl}$  под различными культурами древостоя

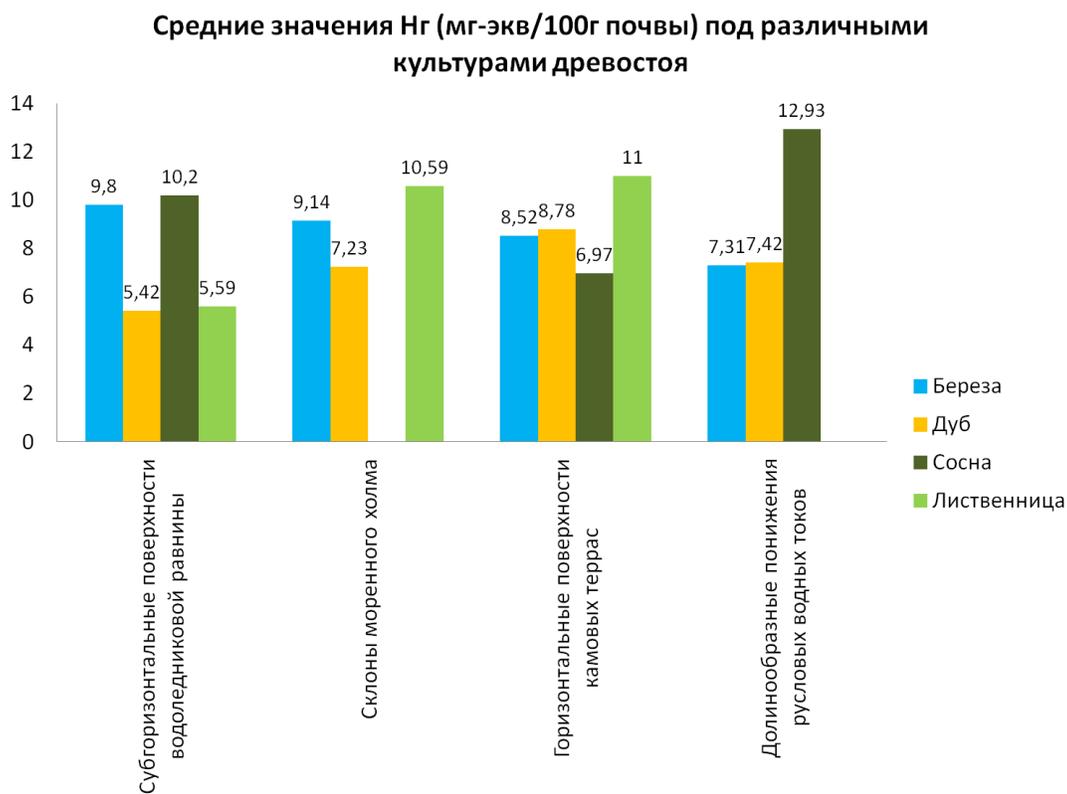


Рисунок 3 - Средние значения  $Hg$  (мг-экв/100г почвы) под различными культурами древостоя

## Литература

- [1] Наумов, В.Д. География почв. Почвы России: учебник/ В.Д. Наумов - М.: Изд-во Проспект, 2016. 344 с.
- [2] 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: Учебное пособие / В.Д. Наумов, А.Н. Поляков; Под общей редакцией В.Д. Наумова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. 512 с.
- [3] Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. и др.: Под ред. Б.А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

**Хребтенко Анна Сергеевна**

*студентка 2 курса кафедры геохимии  
ландшафтов и географии почв МГУ имени  
М.В. Ломоносова  
e-mail: hrebtenkoanna@gmail.ru*

**Введение.** Количественная оценка разнообразия почв является базовой характеристикой устойчивости как почвенного покрова, так и ландшафта в целом, к антропогенным нагрузкам и изменениям условий окружающей среды. Данные о пространственном разнообразии компонентов почвенного покрова являются важной информацией для охраны почв и биологического разнообразия, поскольку почвы являются средой обитания множества живых организмов и растений. Красноярский край является вторым по размеру субъектом в Российской Федерации. Большая часть территории не освоена человеком и занята естественными ландшафтами, что привлекает внимание к изучению этого региона. Цель нашей работы является оценить количественное разнообразие почв в Красноярском крае. Были поставлены следующие задачи:

1. рассчитать количество почвенных ареалов и индексы богатства, Шеннона и Джини-Симпсона;
2. выявить изменения количественных показателей индексов разнообразия почв в Красноярском крае и доминирующий тип почв с севера на юг;
3. выделить территории с наибольшими и наименьшими значениями индексов разнообразия;

**Объекты и методы исследования.** Объектом изучения явился почвенный покров, отображенный на почвенной карте РСФСР масштаба 1:2 500 000 [1], в границах Красноярского края. Эта территория была разделена на 13 субширотных полос протяженностью 200-250 км; нумерация полос проведена с севера на юг (полоса 1 – самая северная, 13 – самая южная). Для каждой полосы были рассчитаны следующие количественные показатели пространственного разнообразия компонентов почвенного покрова: количество почвенных ареалов, индексы богатства, Шеннона и Джини-Симпсона [2].

Индекс Шеннона высчитывается по следующей формуле:  $SHDI = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$ , где  $p_i$  - доля площади  $i$ -го типа почвы в общей площади исследуемой территории. С его помощью можно измерить степень неопределенности, которая связана (в случае изучения почвенного покрова) с отнесением случайно выбранного типа почвы к одному из заранее определенных типов. Наибольшее значение индекса достигается, когда каждый тип в наборе данных одинаково многочисленен. Если между типами большая разница в частоте встречаемости,

тогда взвешенное среднее геометрическое значение  $p_i$  больше, что приводит к уменьшению SHDI. В ситуациях, где один тип почв характеризуется явным доминированием, а остальные представлены в небольшом количестве, индекс приближается к 0. Индекс Джини-Симпсона рассчитывается по формуле:  $G=1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$ . Значения, которые могут получиться колеблются от 1 до 0. Если результат получился около 1, то количественное разнообразие высокое. При значениях близких к нулю систему, в данном случае почвенный покров, относят к однородному.

**Результаты.** Результаты всех расчетов приведены в таблице. Полученные значения индексов разнообразия имеют волнообразный характер изменения с севера на юг-последовательную смену полос с высокими и низкими значениями индексов (рисунок). При движении с севера на юг для индекса богатства наблюдается один максимум; индексов Шеннона, Симпсона и количества почвенных ареалов – два.

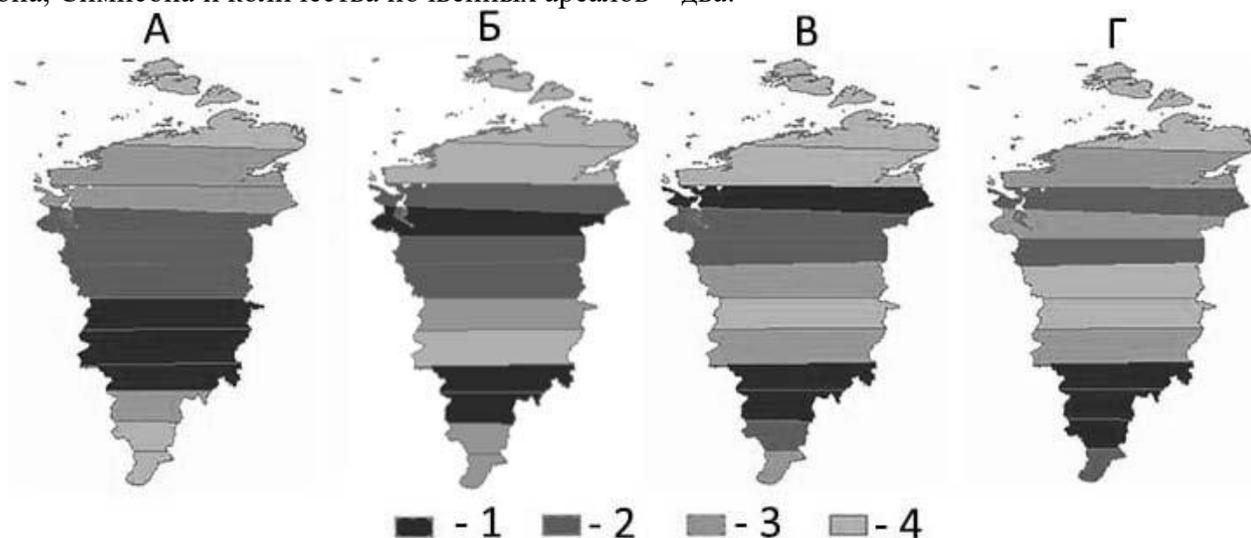


Рисунок 1 – Количественные показатели разнообразия почв Красноярского края: число почвенных ареалов (А), индекс богатства (Б), индекс Шеннона (В) и индекс Симпсона (Г) в субширотных зонах. Цифрами на карте обозначены число почвенных ареалов и значения индексов, относящихся к первому (1), второму (2), третьему (3) и четвертому (4) квартилям. Первому квартилю соответствуют максимальные значения, четвертому – минимальные

Разница между минимальным и максимальным значением составляет 1.59 для индекса Шеннона (таблица). Первый пик с высокими значениями приходится на 4 зону (рисунок). в месте расположения плато Путорана. Высокое почвенное разнообразие в этом месте объясняется особенностями рельефа. Исходя из того, что в этом месте есть плато, то более ярко выражены элементарные ландшафты: автономный, транс-элювиальный и транс-аккумулятивный. На территории разных элементарных ландшафтов разных дренаж и растительность, что приводит к формированию большого количества разных типов почв в примерно одинаковой площади. Максимальные значения индексов приходятся на 11 зону, и составляют 2.86 (индекс Шеннона) и 0.92 (индекс Джини-Симпсона). В эту зону входит часть Восточных Саян, которые имеют значительные высоты, что приводит к ещё большему количеству разных почв, чем в районе плато Путорана.

Наименьшие значения индексов приурочены к самой северной зоне 1, где индекс Шеннона равен 1.27 и индекс Джини-Симпсона равен 0.68. Большую часть территории зоны 1 занимают ледники и материковые льды, а остальная часть занята 5 другими типами почв. Небольшие значения индексов наблюдаются в 8 зоне в районе Подкаменной Тунгуски

*Таблица. 1 – Количественные показатели пространственного разнообразия компонентов почвенного покрова Красноярского края (зоны последовательно сменяются с севера на юг; зона 1 – самая северная, 13 – самая южная).*

Зона	Количество почвенных ареалов	Индекс богатства	Индекс Шеннона	Индекс Джини-Симпсона
1	63	6	1.27	0.68
2	126	13	1.85	0.81
3	271	20	2.31	0.87
4	298	28	2.70	0.90
5	322	32	2.66	0.90
6	336	31	2.65	0.90
7	384	30	2.40	0.85
8	457	27	2.14	0.80
9	593	21	2.44	0.89
10	418	32	2.82	0.92
11	299	36	2.86	0.92
12	162	26	2.67	0.91
13	94	22	2.59	0.90

В каждой зоне присутствует почва, которая занимает наибольшую площадь. С севера на юг, за исключением первой зоны, в которой территория преимущественно занята ледниками и материковыми льдами, доминирующая почва изменяется в следующем порядке: арктундровые и тундровые слабооглеенные, гумусные, почвы пятен и мерзлотных трещин (2 и 3 зонах) → арктотундровые перегнойно-глеевые, почвы пятен и тундровые глеевые торфянистые и торфяные → подбуры тундровые (5 и 6 зоны) → подбуры охристые (7 и 8 зоны) → таежные торфянисто-перегнойные высокогумусные неоглеенные → дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные) → дерново-подзолистые (11 и 12 зоны) → дерново-таежные кислые (дерново-буроземные кислые). Доминирующей почвой всего Красноярского края является таежная торфянисто-перегнойная высокогумусная неоглеенная.

#### **Выводы:**

1. Для почв Красноярского края индекс Шеннона имеет значения от 1.27 до 2.86. индекс Джини-Симпсона от 0.68 до 0.92.
2. Для почвенного покрова Красноярского характерно волнообразное изменение количественных показателей разнообразия почв с севера на юг: последовательная смена высоких и низких значений индексов.
3. Наибольшие значения индексов разнообразия достигнуты в районе Восточных Саян. Наименьшие значения отмечены для арктических островов.

*Работа выполнена в рамках госбюджетной темы 1.4. Антропогенная геохимическая трансформация компонентов ландшафтов*

#### **Литература**

- [1]. Почвенная карта РСФСР. М. 1:2500000 – М.: ГОСАГРОПРОМ РСФСР. 1972
- [2]. Смирнова М.А., Геннадиев А.Н. Количественная оценка разнообразия почв Арктики и Субарктики России (по картографическим данным)// Почвоведение. 2019. №1. С.20-31.

# ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС»

**Чебану Георгий Геннадиевич**

*аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*e-mail: chebanu@rgau-msha.ru*

**Наумов Владимир Дмитриевич**

*зав. Кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева*

**Каменных Наталья Львовна**

*доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева*

Важным фактором формирования лесных почв является структура лесного биогеоценоза. Рассматривая влияние древесных насаждений на почвообразование и свойства почв, отмечаются следующие общие положения, характеризующие специфику воздействия леса на почву: 1) общая роль растительности как фактора почвообразования, 2) специфичность круговорота веществ под лесными насаждениями.

Объектом исследования была территория заповедника «Кологривский лес» им М.Г. Синицина Костромской области. Заповедник располагается в северо-восточной части Русской равнины. Территория заповедника включает в себя 2 участка, расположенных в бассейнах рек Унжа и Нея в подзоне южной тайги: Кологривский участок и Мантуровский участок, общая площадь-58,9 тыс. га.[5]. Два участка различаются по составу древостоев. На Кологривском – еловая тайга с примесью пихты и широколиственных пород. На Мантуровском – молодой сосновый бор, светлый и прозрачный, с моховым и лишайниковым ковром под ногами. Лес восстанавливается после пожаров 1972 года. Большая часть Мантуровского участка заповедника представлена пирогенными сосняками, которые сформировались на месте гари 1972 года. Почвы дерново-подзолистые и торфянисто-подзолистые супесчаные, легко- и среднесуглинистые на моренных отложениях.

Для проведения морфогенетической и лесорастительной характеристики была проведена группировка древостоев по составу: а) чистые хвойные б) смешанные насаждения с преобладанием хвойных пород в) смешанные насаждения с преобладанием лиственных пород г) чистые лиственные.

Исследования показали (табл. 1), что под чистым хвойными древостоями в дерново-подзолистых почвах содержание гумуса колеблется от 1,15 до 1,76 %. В торфянисто-подзолистых почвах под смешанными древостоями с преобладанием хвойных содержание гумуса колеблется 0,56 до 1,31 %, под смешанными с преобладанием лиственных от 2,17 до 2,29%

В табл. 1 приведены данные по качественному составу гумуса. Как видно из данных табл.1 содержание углерода гуминовых кислот в почвах под чистыми хвойными насаждениями колеблется от 0,22 до 0,42. По профилю почв распределения углерода гуминовых кислот носит отчетливо выраженный элювиально-иллювиальный характер. Содержание углерода фульвокислот в верхних горизонтах почв колеблется от 0,27 до 1,07%. Отношения Сгк:Сфк изменяется от 0,36 до 0,58. В почвах под смешанными древостоями с преобладанием хвойных содержание углерода гуминовых кислот колеблется в верхних горизонтах от 0,13 до 0,47, углерода фульвокислот от 0,23 до 0,84%. Отношения Сгк:Сфк составляет 0,56. В почвах под

смешанными древостоями с преобладанием лиственных соответственно 0,76 до 0,88; 1,34 до 1,41; отношения Сгк:Сфк изменяется от 0,56 до 0,63.

*Таблица 1. – Характеристика дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава*

Древостой	№ раз-за	Глубина,с м	Горизон т	Формула древостоя	Гумус, %	С <sub>общ</sub> ,%	С <sub>гк</sub>	С <sub>фк</sub>	С <sub>гк</sub> /С <sub>фк</sub>
Чистый хвойный	1	3-20	Ат	10Е	-	41,14	24,84	47,16	0,53
		20-28	А2g		0,56	0,32	0,2	0,36	0,54
		28-51	А2Bg		0,7	0,4	0,25	0,45	0,55
	8	1-5	Ат	10С	-	13,6	8,81	14,99	0,59
		5-24	А2		0,4	0,23	0,15	0,25	0,58
		24-85	А2В		0,6	0,34	0,22	0,37	0,59
	10	2-5	А1	10С+Б	1,15	0,94	0,31	0,84	0,36
		5-25	А2		0,18	0,1	0,06	0,11	0,53
		25-100	В		0,39	0,22	0,13	0,25	0,54
	11	2-9	А1	10Е	-	-	-	-	-
		9-29	А2		1,19	0,69	0,45	0,77	0,58
		29-90	Вf		0,42	0,24	0,16	0,27	0,59
	12	0-20	А1	10С ед. Б	1,76	1,02	0,66	1,07	0,62
		20-27	А2		0,46	0,27	0,17	0,33	0,53
		27-55	А2Bg		0,35	0,2	0,13	0,24	0,56
Смешанный древостой с преобладанием хвойных	3	0-5	А0	9Е1ЛП	-	-	-	-	-
		5-25	А2		0,37	0,21	0,13	0,23	0,57
		25-80	А2В		0,75	0,43	0,27	0,48	0,56
	7	2-10	Ат	5Е5Б+ИВД	-	40,36	24,86	45,77	0,54
		10-43	А2		0,56	0,32	0,2	0,36	0,56
	6	43-55	А2В	6Е2Б2ОС	0,21	0,12	0,08	0,13	0,57
		1-6	Ат		-	29,8	18,25	33,9	0,54
6-23		А2	1,31		0,75	0,47	0,84	0,56	
Смешанный древостой с преобладанием лиственных	2	23-52	А2Bg	3Е6ЛП1Б	0,54	0,31	0,2	0,35	0,57
		2-6	А1		2,1	1,2	0,76	1,34	0,56
		6-30	А2g		0,3	0,17	0,11	0,19	0,56
	9	30-60	А2Bg	5Е2ЛП2Б1 ИВ Д+П+КЛО	0,51	0,29	0,19	0,32	0,58
		2-6	А1		2,29	1,31	0,88	1,41	0,63
		6-30	А2		0,56	0,32	0,21	0,35	0,61
	5	30-60	А2В	3С2Б5ИВД	0,63	0,36	0,24	0,39	0,61
		2-22	А1		2,17	1,24	0,81	1,36	0,6
		22-52	А2Bg		0,74	0,42	0,27	0,47	0,57
Чистый лиственный	4	52-120	Вg	9Б1ИВ1Е	0,85	0,94	0,2	0,64	0,31
		0-5	А0		-	-	-	-	-
		5-40	А2		0,42	0,24	0,15	0,27	0,58
		40-73	А2В		0,95	0,67	0,3	0,65	0,46

#### **Выводы:**

Почвенный покров заповедника «Кологривский лес» представлен дерново-подзолистыми и торфянисто-подзолистыми почвами супесчаными легко- и среднесуглинистыми по гранулометрическому составу, формирующихся на моренных отложениях.

В состав заповедника входят два участка, различающихся по древостою: Коловогривский участок представлен еловой тайгой и с примесью пихты и широколиственных пород; Мантуровский участок представлен пирогенными сосняками, в настоящее время это молодой сосновый бор с лишайниковым покровом.

Под чистым хвойными древостоями в дерново-подзолистых почвах содержание гумуса колеблется от 1,15 до 1,76 %. В торфянисто-подзолистых почвах под смешанными древостоями с преобладанием хвойных содержание гумуса колеблется 0,56 до 1,31 %, под смешанными с преобладанием лиственных от 2,17 до 2,29%. По соотношению Сгк:Сфк все почвы по типу гумуса - фульватные или гуматно-фульватные.

#### Литература

[1] Наумов В.Д., Поляков А.Н., Каменных Н.Л. Итоги экспериментальных работ на Лесной опытной даче РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 766 с. — ISBN 978-5-4497-0626-3. — Текст : электронный. URL: <http://www.iprbookshop.ru/97335.html>

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛОД ПОД ДРЕВЕСНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ РАЗНОГО СОСТАВА

**Шмакова Кристина Алексеевна**

*студентка 2 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
e-mail: kristinka.gjgf.shmakova@gmail.com*

**Наумов Владимир Дмитриевич**

*зав. кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева*

**Каменных Наталья Львовна**

*доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева*

Лесная опытная дача РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева – одна из старейших в России научно-исследовательских площадок в области лесоводства.

Территория Лесной опытной дачи, в связи с ее уникальностью, требует постоянного изучения и проведения здесь почвенных, агрохимических, и ботанических обследований. В связи с увеличением урбанизации и антропогенного влияния обостряется необходимость мониторинга загрязнений почв и произрастающих на них культур [3].

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.

**Целью** работы является исследование физико-химических свойств дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи под древостоями различного состава.

#### **Задачи:**

провести группировку древостоев по составу;  
оценить физико-химические свойства дерново-подзолистых почв;  
выполнить сравнительный анализ свойств почв и состава древостоев;  
провести статистическую обработку результатов исследования.

Таксационно-лесоводственное обследование кварталов [3] показало, что пробные площади имеют разный состав насаждений. Для установления связей между физико-химическими свойствами дерново-подзолистых почв и древостоями различного породного состава, была произведена группировка пробных площадей. В качестве группированного признака был выбран состав древостоев. Было выделено 4 группы древостоев (чистые хвойные, чисто лиственные и смешанные древостои с преобладанием хвойных и лиственных пород). При этом под смешанными древостоями понимали древостои, в составе которых более 10% приходилось на другие породы [1].

Для каждой выделенной группы произведена статистическая обработка данных, отражающих физико-химические свойства почв: содержание гумуса, гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований, емкость поглощения, степень насыщенности почв основаниями, рН водной и солевой вытяжки.

Содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах ЛОД (рис. 1) изменяется в интервале от 1,74 до 7,04 %. Максимальные значения содержания гумуса определено в почвах под чистыми лиственными древостоями. Расчет средних данных по содержанию гумуса показал различие в почвах сравниваемых групп древостоев. Под чистыми хвойными древостоями среднее содержание составило 5,00%, под чистыми лиственными - 4,61%, под смешанными с преобладанием лиственных – 4,19%, под смешанными с преобладанием хвойных – 3,99%.

Показатели кислотности дерново-подзолистых почв ЛОД изменяются в широком диапазоне (рис. 2). Величина рН солевой вытяжки в исследуемых почвах находится в интервале от 3,29 до 6,52, а величина рН водной вытяжки - от 4,00 до 7,15.

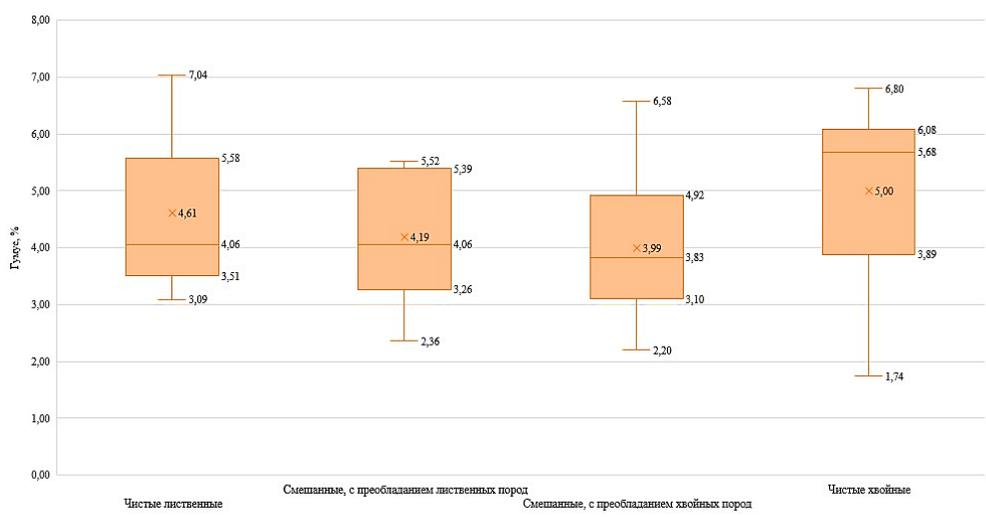


Рисунок 4 – Содержание гумуса в почвах под разными насаждениями

На большей части территории величина рН солевой вытяжки находится в пределах от 3,50 до 4,50, т.е. почвы относятся к группе кислых и сильнокислых почв. Почвы VIII и XI кварталов Лесной опытной дачи характеризуются менее кислой реакцией среды (рН<sub>сол.</sub> 5,09-6,52). Минимальные значения величины рН солевой вытяжки почвы определены в почвах под чистыми хвойными древостоями (3,29), а по величине рН водной вытяжки (4,00) – под смешанными древостоями с преобладанием хвойных.

Анализ средних значений показал, что под чистыми хвойными древостоями средняя величина рН солевой вытяжки составила 4,32; под чистыми лиственными – 3,85; под смешанными с преобладанием хвойных – 3,75; под смешанными с преобладанием лиственных – 4,68. По величине рН водной вытяжки соответственно 5,23; 4,64; 4,68; 4,58.

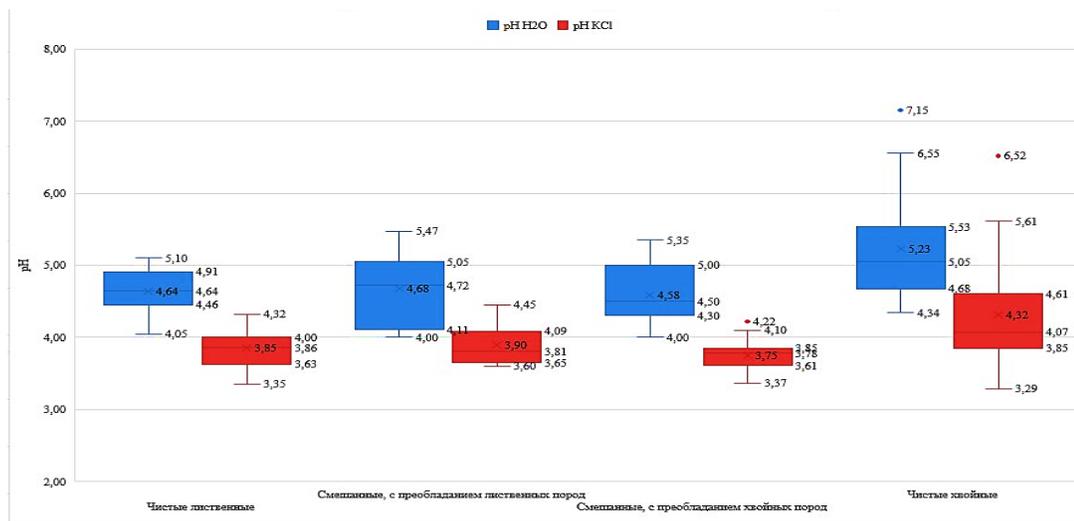


Рисунок 5 – Обменная и актуальная кислотности почв под разными составами насаждений

Значения величины гидролитической кислотности (рис. 3) находятся в интервале 1,50-17,06 м-экв/100г почвы. Анализ результатов по данному показателю отражает ранее выявленные закономерности для кислотности почв. Наибольшее среднее значение величины Нг определено в почвах под чисто хвойными насаждениями (9,28 м-экв/100 г), наименьшие (6,70 м-экв/100 г) под смешанными древостоями с преобладание лиственных пород.

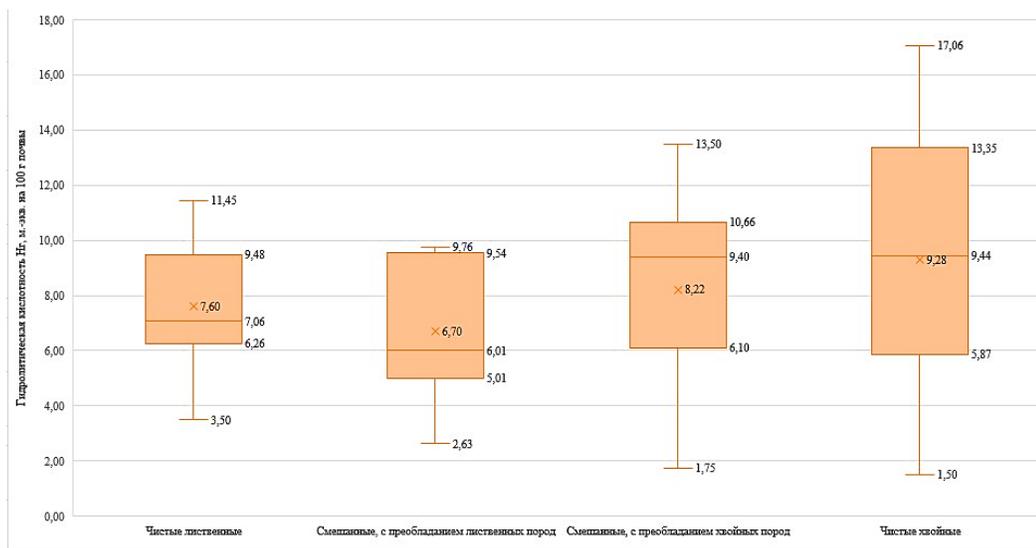


Рисунок 6– Гидролитическая кислотность почв под разными составами насаждений

### Выводы:

На территории ЛОД имеется значительное разнообразие по составу древостоев. Для установления связей между физико-химическими свойствами дерново-подзолистых почв и древостоями различного породного состава, была произведена группировка пробных

площадей. Выделено 4 группы: чистые лиственные, смешанные с преобладанием лиственных пород, смешанные с преобладанием хвойных пород, чистые хвойные насаждения;

Анализ данных показал, что содержание гумуса в почвах подвержено значительным колебаниям. Максимальная величина по содержанию гумуса выявлена в почвах под чистыми лиственными древостоями (7,04%), минимальная (3,99%) - под чистыми хвойными. Среднее содержание гумуса более высокое в почвах под чистыми хвойными древостоями (5,00%), в почвах под чистыми лиственными –4,61%.

Значения кислотности дерново-подзолистых почв ЛОД изменяются в широком диапазоне. Величина рН солевой вытяжки в исследуемых почвах изменяется в интервале от 3,29 до 6,52, а величина рН водной вытяжки - от 4,00 до 7,15. Средние значения показателей обменной и актуальной кислотностей находятся в интервале от 4,58 до 5,23 и от 3,75 до 4,32 соответственно. На большей части территории величина рН солевой вытяжки находится в пределах от 3,50 до 4,00, то есть почвы относятся к группе кислых и сильнокислых почв;

По показателю гидролитической кислотности выявлен максимум значений (17,06 м-экв/100г) под чистыми хвойными насаждениями, ниже показатель под смешанными хвойными насаждениями (13,50 м-экв/100г). По среднему значению отмечено увеличение данного показателя от смешанных лиственных насаждений (6,70 м-экв/100г) до чистых хвойных насаждений (9,28 м-экв/100г).

#### Литература

- [1] Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.
- [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. 2018. №1. С. 18-35.
- [3] Наумов В.Д., Поляков А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. М., 2009 512 с.

## ОЦЕНКА СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДРЕВОСТОЯМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА И ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМ. К. А. ТИМИРЯЗЕВА

**Янькова Анастасия Алексеевна**

*студентка 4 курса института агrobiотехнологии, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*

*e-mail: anastasija.yankova@yandex.ru*

**Вартанян Михаил Александрович**

*студент 4 курса института агrobiотехнологии, РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева*

**Наумов Владимир Дмитриевич**

*зав. кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева*

**Каменных Наталья Львовна**

*доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева*

Лесная опытная дача Тимирязевской академии — одно из старейших в России научно-исследовательских и учебных учреждений в области лесоводства. Экспериментальная научная работа в Лесной опытной даче началась одновременно с таксацией леса, произведенной в 1862

г. А. Р. Варгас-де-Бедемаром. В настоящее время на ЛОД функционирует 152 постоянные пробные площади. Среди древесных пород преобладают участки, занятые лиственницей, сосной, дубом, березой и липой. Подчиненное значение имеют клен, козья ива, белая ольха, которые формируют подлесок. Насаждения сосны отмечены в 138 пробных площадях. По почвенно-географическому районированию территория Лесной опытной дачи входит в европейско-западно-сибирскую таежно-лесную область, таежно-лесную зону, подзону дерново-подзолистых почв южной тайги, в фацию умеренно промерзающих почв, Среднерусскую провинцию. Рельеф территории ЛОД РГАУ-МСХА в целом можно охарактеризовать как морено-равнинный. Холмы, характерные для моренного ландшафта, имеют здесь плоский сглаженный характер. Почвенный покров Лесной дачи И.П. Гречин представил дерново-подзолистыми почвами. Он отмечал, что на территории дачи господствует дерновый процесс почвообразования, другие процессы подавлены и имеют локальное значение, Основная почвообразующая порода на территории Лесной опытной дачи — моренный суглинок, отличается двучленным строением. Верхняя часть (40-50 см) его имеет песчано-крупнопылеватый механический состав. [1].

При изучении влияния древесных насаждений на строение, состав и свойства дерново-подзолистых почв ЛОД РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева было проведено обследование выбранных участков, которое включало таксационное исследование.

Для проведения исследований были выбраны 4 пробные площади: пробные площади О и К в VIII квартале, где древостой представлен чисто лиственным составом насаждений, III квартал пробная площадь Е и IV квартал пробная площадь Н с чисто хвойным составом насаждения. Название почвам было дано исходя из классификации 1977 года. Почвы 8 квартала пробной площади К представлена дерново-подзолистой глубокодерновойглубокоподзолистой супесчаной на морене, а на пробной площади О - дерново-подзолистой глубокодерновойглубокоподзолистой легкосуглинистой на морене. На 3 квартале пробной площади Е была определена почва болотно-подзолистая грунтово-оглеенная мелкоподзолистая глееватая среднесуглинистая на морене, а на 4 квартале пробной площади Н - дерново-подзолистая глубокодерноваяглубокоподзолистая легкосуглинистая на морене.

Анализ данных морфологического строения почв показал отличия в яркости

п  
р  
о  
я  
в  
л  
е  
н  
и  
я

о  
с

*Таблица 1.- Соотношение мощностей гумусовых и элювиальных горизонтов*

Н О В Н Ы Х	Квартал/ Пробная площадь/ разрез	Состав насаждений	Мощность горизонта			Коэффициент отношения горизонтов $A_1+A_1A_2/A_2$
			$A_1$	$A_1+A_1A_2$	$A_2$	
	1	2	3	4	5	6
	<b>Чисто лиственные насаждения</b>					
	8/О	I 10Д;				

п  
о  
ч  
в

	П 10Лп	12	28	16	1,75
8/К	I-5Лп5Кл+Вз II-10Кл	19	41	20	2,05
<b>Чисто хвойные насаждения</b>					
3/Е	I-10С+Б II-7ДЗКл ед. Лп,В	29	38	16	2,38
4/Н	I-10С+ед.Лп II-Р III-Лщ	16	26	18	1,44

На дерново-подзолистых почвах величина показателя обменной кислотности  $pH_{KCl}$  изменяется в пределах от 4,8 до 3,5. Можно проследить зависимость от состава насаждения: на пробных площадях с чистыми хвойными насаждениями почва гумусовых горизонтов кислее (3,4), что может являться подтверждением теории о том, что хвойные породы подкисляют почву. Несмотря на это, можно отметить, что в 8 квартале на пробной площади О (чисто лиственных насаждений), в горизонте  $A_1$  средняя кислотность равна 4,5, в горизонте  $A_2$  средняя кислотность равна 4,9. Следовательно, данные горизонты можно отнести к среднекислой реакции среды.

Изменения гидролитической кислотности, суммы обменных оснований и распределение фосфора и калия носят элювиально-иллювиальный характер. В гумусовом горизонте показатели гидролитической кислотности находятся в пределах 5,25-11,62 мг-экв/100г почвы. В нижних горизонтах от 2,54 до 10,54 мг-экв/100г почвы. Сумма обменных оснований в гумусовом горизонте находится в пределах от 4,12 до 10,26 мг-экв/100г почвы, в нижних горизонтах от 5,08 до 15,75 мг-экв/100г почвы. Зависимость от древостоя и структуры в горизонте  $A_1$  можно объяснить динамичной сменой лесной подстилки и ее влиянием на состав и свойства почвы. В переходном горизонте ВС влияние растительности можно обосновать элювиально-иллювиальным процессом и смывом веществ в нижние горизонты.

Заключительным этапом нашего исследования является оценка структуры почвы дерново-подзолистых почв под разным составом насаждения. Оценка была проведена по двум методам: «сухой» и «мокрый». Был подсчитан коэффициент структурности, который и позволил нам судить о структуре данных почв (сухой метод), а также подсчитана сумма агрегатов  $>25\mu m$  (мокрый метод) для оценки структуры почвы в отношении ее водостойчивости. Агрономически ценными фракциями являются все фракции, входящие в диапазон от 10 до 0,25 мм. Диапазоны  $K_{стр}$ , используемые для качественной оценки структуры, составляют:  $>1.5$  отличное агрегатное состояние; 1,5–0,67 хорошее;  $<0.67$  неудовлетворительное. Оценку структуры почвы в отношении ее водостойчивости проводят по количеству агрегатов  $>0.25$  мм. Чем больше крупных агрегатов (крупнее 0,25 мм), полученных в результате просеивания почвы в воде, тем лучше водостойчивость структуры. Приводим классификационные диапазоны для качественной характеристики водостойчивости структуры по сумме агрегатов размерами  $>0.25$  мм:  $<30$  % неудовлетворительная; 30–40 удовлетворительная; 40–75 хорошая;  $>75$  % избыточно высокая.

**Таблица 2 - Обобщенные данные по оценке структуры почвы чисто лиственных насаждений и чисто хвой**

Сухой метод		Мокрый метод		Название почв
Кстр=A/B, %		Сумма агрегатов >25см,%		
Горизонт,см		Горизонт,см		
A1,	1,5	A1,	168,5	<b>Дерново-подзолистой глубокодерновой глубокоподзолистой супесчаной почвы на морене (Пд 3/4 сп М) Под чисто лиственным составом древостоя (8/К)</b>
A1A2,	2,4	A1A2,	113	
A2,	5,3	A2,	159,5	
A2B,	3,1	A2B,	71,1	
B,	8,7	B,	46,4	
BC,	1	BC,	59	
C,	3,5	C,	47,3	
A1,	2,2	A1,	163,9	<b>Дерново-подзолистой глубокодерновой глубокоподзолистой легкосуглинистой почвы на морене (Пд3/3 лс М) Под чисто лиственным составом древостоя (8/О)</b>
A1A2,	3,4	A1A2,	132,8	
A2,	2,9	A2,	90,7	
A2B,	3,4	A2B,	84,6	
B,	0,4	B,	122,3	
BC,	0,5	BC,	100	
A1,	1,3	A1,	82	<b>Болотно-подзолистой грунтово -оглеенной мелкоподзолистой глееватой среднесуглинистой почвы на морене (Пбд2/3Дгр.огсс М) Под чисто хвойным составом древостоя (3/Е)</b>
A1A2,	1,9	A1A2,	68,8	
A2,	1,6	A2,	38,1	
A2B,	1,9	A2B,	74,7	
B,	1,4	B,	88	
BC,	0,8	BC,	62,6	
C,	2,7	C,	75,1	
A1,	1,9	A1,	137	<b>Дерново-подзолистой глубокодерновой глубокоподзолистой легкосуглинистой почвы на морене (Пд 3/4 сл М) Под чисто хвойным составом древостоя (4/Н)</b>
A1A2,	2	A1A2,	89,9	
A2,	2,2	A2,	53,6	
A2B,	1,4	A2B,	71,2	
B,	1,1	B,	74,8	
BC,	1,2	BC,	56,1	

Изучив данные структурного состояния изучаемых почв (таблица 2), можно сделать вывод о том, что почвы под чисто лиственными насаждениями имеют лучшую структуру, по сравнению с почвами под чисто хвойными насаждениями. Хотя разница между полученными значениями в коэффициенте структурности и незначительная, по «мокрому» методу оценка структуры показала лучший результат в почвах под чисто лиственным составом насаждения. По средним показателям на 8 квартале пробной площади К -95%, на пробной площади О-115,7%, то есть в обоих случаях водоустойчивость структуры избыточно высокая. На кварталах 4 и 3 водоустойчивость в первом случае тоже имела избыточно высокий показатель(80,4 %), а во втором-хороший (69,9%).

### Литература

[1] 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: Учебное пособие / В.Д. Наумов, А.Н. Поляков; Под общей редакцией В.Д. Наумова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. 512 с.

## **МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ**

### **ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «УТРИШ» ЧЕРЕЗ ГОД ПОСЛЕ ПОЖАРА**

**Вилкова Валерия Валерьевна**

*студент 4 курса кафедры экологии и природопользования АБиБ им. Д.И. Ивановского ЮФУ*

*e-mail: lera.vilkova.00@mail.ru*

**Нижельский Михаил Сергеевич**

*аспирант кафедры экологии и природопользования АБиБ им. Д.И. Ивановского ЮФУ*

Регулярные пожары оказывают существенное и разнообразное воздействие на все компоненты экосистемы. С одной стороны, пожар является фактором, способствующим обновлению среды обитания, и фактором естественного отбора, приводящему к повышению огне- и пожароустойчивости древесных и кустарниковых пород [1]. А с другой стороны, высокие температуры, токсичные продукты горения растительного материала, а также воздействие дыма приводят к долговременным изменениям биологической активности почв, к гибели почвенных микроорганизмов, к изменению динамики растительных ассоциаций и в целом к нарушению равновесия естественных экосистем [2-4].

В августе 2020 г. в результате катастрофического пожара на территории государственного природного заповедника «Утриш» сгорело более 120 га реликтового леса. Особый интерес изучения представляет не только уникальная растительность заповедника, но и редкие коричневые почвы. В России данный тип почв характерен для ландшафтов Средиземноморья и встречается в немногих теплых и сухих местах Кавказа, на южном берегу Крыма [5]. Главные черты диагностики коричневых почв: коричневый цвет профиля при мощном гумусовом горизонте, но не имеющем черных гуминовых тонов в окраске, интенсивное текстурное оглинивание средней части профиля почвы, элювиально- и иллювиальный тип декарбонизации, близкая к нейтральной реакция среды, богатство почвы элементами минерального питания [6].

Целью настоящей работы является изучение изменения активности каталазы коричневых почв заповедника «Утриш» через год после пожара. Осенью 2021 г. в ходе экспедиционных исследований постпирогенных участков заповедника было заложено 16 почвенных разрезов на 10 мониторинговых площадках. Согласно полевому руководству [7] исследуемые площадки визуально разделили на 2 участка со слабой степенью повреждения огнем, 3 участка со средней степенью повреждения и 3 участка с сильной. Еще 2 участка, незатронутые пожаром, послужили в качестве контроля. Спустя год на всех мониторинговых площадках отмечены начавшиеся процессы восстановления, появился густой травянистый покров из злаковых и бобовых высотой до 30 см, а также подрост иглицы понтийской. Но все еще отмечено большое количество золы и крупных остатков сгоревшего растительного материала.

Ферментативная активность является хорошим диагностическим показателем состояния почв после антропогенного нарушения и позволяет судить об интенсивности и направленности биохимических процессов, происходящих в почве [8]. Активность каталазы определяли по методу А.Ш. Галстяна, метод основан на измерении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии ее с почвой по объему выделяющегося кислорода (волюметрический метод) [9].

В ходе исследования было обнаружено повышение активности каталазы на 12% для одного участка со слабой степенью пирогенного повреждения, а для другого, наоборот, снижение активности на 5% относительно контрольных значений. Для трех участков со средней степенью повреждения огнем отмечено снижение активности фермента на 4, 24 и 35% относительно контроля. Также отмечено ингибирование каталазы для трех участков с сильной степенью повреждения на 50, 53 и 68% соответственно (рисунок).

Годом ранее для слабой степени повреждения отмечали ингибирование фермента в большей степени, чем спустя год. На мониторинговых площадках прошлого года активность каталазы была снижена на 22%, а сейчас значения доходят до контрольных, а в некоторых случаях даже выше (рисунок). Для средней и сильной степени повреждения такой тенденции пока не наблюдается, так как данные участки сильнее повреждены, для восстановления биологической активности почв требуется больше времени.

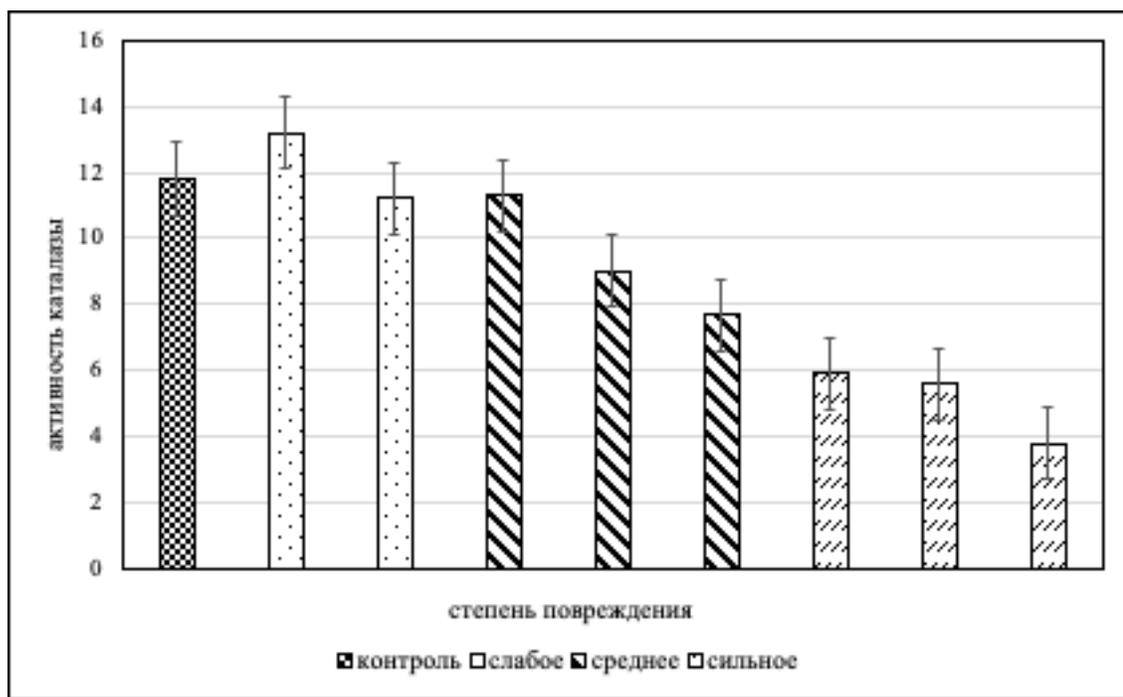


Рисунок 1 - Активность каталазы коричневых почв спустя год после пожара, мл O<sub>2</sub>/г/мин

Факт снижения активности каталазы после пожаров отмечали и в других работах [10-12]. Основная причина – воздействие высоких температур, при которых белковые структуры ферментов разрушаются. К тому же на биологическую активность почв оказывают влияние косвенные последствия пожара: уменьшение просачивания воды при повышении гидрофобности почв, повышенные температуры на оголенной поверхности, изменение растительного покрова и некоторые другие [13].

Но даже спустя 10 лет активность фермента не достигает контрольных значений, как было установлено по результатам исследований участков заповедника «Утриш», на которых пожар произошел в 2009 г. [10]. Вероятно, не высокая скорость восстановления биологической активности коричневых почв после антропогенного нарушения связана с низкой буферной способностью этих почв.

Таким образом, в ходе проведения исследования было обнаружено ингибирование каталазы в среднем на 66% относительно контрольных значений. Тенденция к восстановлению активности фермента наблюдается пока только на участках со слабой степенью повреждения

пожаром. Для выявления закономерностей восстановления биологической активности требуется дальнейший мониторинг постпирогенных участков.

*Исследования выполнены при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11).*

### Литература

- [1] Шешуков М. А., Громыко С. А. Влияние пирогенного фактора на формирование лесов в различных зонально-географических условиях Дальнего Востока // Вестник ТОГУ. 2008. №1 (8). – С. 21-26.
- [2] Горбунова Ю.С. Девятова Т.А., Григорьевская А.Я. Влияние пожара на почвенный и растительный покров лесов центрального Черноземья России // Аридные экосистемы. – 2014. – № 4 (61). – С. 76-85.
- [3] Barcenas-Moreno G., Baath E. Bacterial and fungal growth in soil heated at different temperatures to simulate a range of fire intensities// Soil Biol. Biochem. – 2009. – V.41. – P. 2517- 2526.
- [4] Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Направленность изменения лесных почв Приамурья под воздействием пирогенного фактора // Вестник Московского университета. – 2009. – №3. – С. 66-74.
- [5] Казеев К.Ш., Колесников С.И., Быхалова О.Н., Черникова М.П., Янкина К.О. Эколого-биологические особенности почв ГПЗ «УТРИШ» / Сборник трудов Академии биологии и биотехнологии. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2014. С. 71-77.
- [6] Казеев К.Ш., Козин В.К., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологические особенности почв влажных субтропиков // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1474-1478.
- [7] Arturo J.P. Granged, Jordán A., Zavala L.M., Muñoz-Rojas M., Mataix-Solera J. Short- term effects of experimental fire for a soil under eucalyptus forest (SE Australia) // Geoderma. – 2011. - V.167-168. - P. 125-134.
- [8] Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2021. – 112 с.
- [9] Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.
- [10] Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Шабунина В.В., Колесников С.И. Ферментативная активность постпирогенных почв заповедника «Утриш» // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – № 138. – С. 71-77.
- [11] Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Шхапацев А.К., Нижельский М.С., Колесников С.И. Влияние пирогенного воздействия на биологическую активность чернозема обыкновенного в модельных экспериментах // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №5.
- [12] Одабашян М.Ю., Трушков А.В., Казеев К.Ш., Минникова Т.В., Колесников С.И. Комплексное влияние факторов пирогенного воздействия на биологические свойства черноземов // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2020. – №134. – С. 80-87.
- [13] Dick R.P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality // Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: Soil Sci. Soc. Amer., 1994. P. 107-124.

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ И ДРЕВЕСНОГО ОПАДА В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ МЕЗОРЕЛЬЕФА НА ТЕРРИТОРИИ ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**Жигалева Ярослава Сергеевна**

*аспирант кафедры экологии, РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева*

*e-mail: zhigaleva@rgau-msha.ru*

**Илюшкова Елена Михайловна**

*магистр 2-го года обучения кафедры экологии,  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Спыну Марина Тудоровна**

*аспирант кафедры экологии, РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева*

**Актуальность.** Данная тема является актуальной в виду того, что площади мегаполисов постоянно растут, включая в свой состав территории с уже имеющейся лесной растительностью. В черте городов существуют лесные массивы, исторически располагавшиеся практически в центре (ЛОД, Лосиный остров, Венский лес). Так как экологическая обстановка в городах является чаще всего неблагоприятной, сохранение и развитие городских лесов являются одним из ключевых пунктов по оздоровлению городов. Городские леса не только благоприятно влияют на состояние воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, они являются центрами сохранения растительного и животного разнообразия, а также местами для рекреации населения [2].

**Объект исследования.** Мониторинг древесной и напочвенной растительности проводился на трансекте Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, длиной около 800 м, протяженностью с северо-востока на юго-запад (рисунок 1). Пять ключевых участков (подошва прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ПСВ), средняя часть прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ССВ), водораздельная часть мореного холма (ВМХ), средняя часть пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (СЮЗ), подошва пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (ПЮЗ)) расположены на различных вариантах мезорельефа, имеют неоднородный древесно-растительный и напочвенный покров и отличающиеся почвенные характеристики в зависимости от положения в рельефе [1].

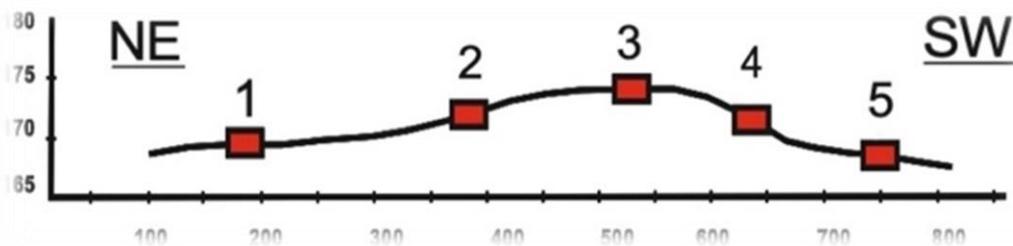


Рисунок 7 - Расположение ключевых участков исследования в мезорельефе

**Материалы и методы.** Были заложены ключевые участки 50×50 м на каждой точке трансекты, разделенные на квадраты 10×10 м по углам и в центре. Отбор фитомассы производился с пробной площади 1×1 м в каждом из квадратов 10×10 м. Для описания растительности в ходе полевого этапа, использовались геоботанические бланки,

представляющие собой изготовленные заранее формы описания учетной пробной площади, составленные в виде анкет. При характеристике древесного яруса в бланке описания указывались все виды деревьев I яруса.

Для измерения рН лесной подстилки и опада использовался следующий метод: 5 г предварительно измельчённой и просеянной навески заливают 50 мл дистиллированной воды и встряхивают в течение 15 минут. Далее проводилось измерение рН потенциометрическим методом с применением стеклянного электрода. Измерение проводилось в трёх повторностях, в дальнейшем высчитывается средний показатель для данного образца.

### Результаты и обсуждение.

На первой точке (ПСВ) были отмечены такие древесные растения, как дуб черешчатый (*Quercus robur*), клён остролистный (*Acer plantanoides*), липа сердцелистная (*Tilia cordata*), ель обыкновенная (*Picea abies*) и вяз шершавый (*Ulmus glabra*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). На второй точке (ССВ) описаны такие виды древесной растительности, как клён остролистный (*Acer plantanoides*), липа сердцелистная (*Tilia cordata*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), берёза повислая (*Betula pendula*). На третьей точке (ВМХ) состав древесной растительности представлен также клёном остролистным (*Acer plantanoides*), липой сердцелистной (*Tilia cordata*), берёзой повислой (*Betula pendula*), дубом черешчатым (*Quercus robur*) встречается лещина обыкновенная (*Corylus avellane*), достаточно большой процент занимает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). На четвёртой точке (СЮЗ) видовой состав деревьев достаточно резко сменяется и представлен хвойными породами, такими как сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и ель обыкновенная (*Picea abies*). На пятой точке (ПЮЗ) по-прежнему доминирующим видом остаётся сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), встречается также клён остролистный (*Acer plantanoides*) и липа сердцелистная (*Tilia cordata*). Появляется также лиственница обыкновенная (*Larix decidua*) (рисунок 2) [3].

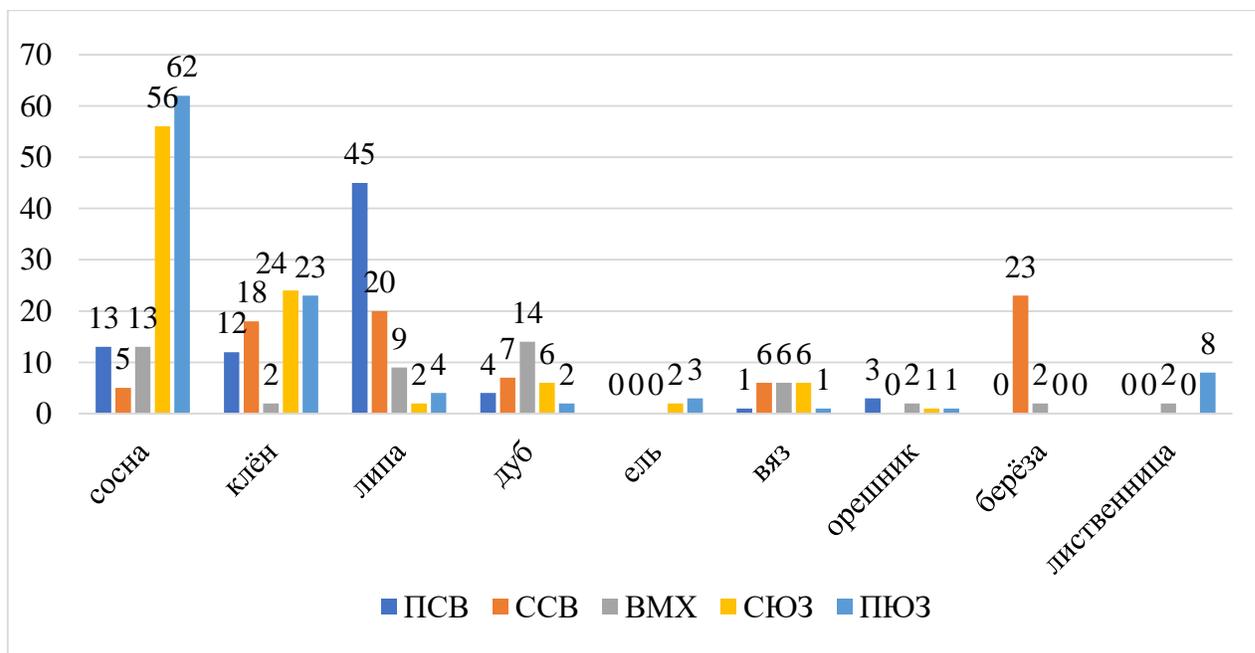


Рисунок 8 – Породный состав ключевых участков

Наименьшая кислотность (рН водн) подстилки была зафиксирована на участке средней части пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (СЮЗ), наибольшая на точке, расположенной на водораздельной части моренного холма (ВМХ). Наименьшей показатель рН в точке СЮЗ объясняется тем, что на данном участке основными

древесными породами являются хвойные, представленные сосной и елью. На точке ВМХ же преобладают широколиственные породы, в частности дубы.

Наименьший показатель рН опада был зафиксирован нами на участке подошвы прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ПСВ), наибольший – в точке ВМХ, что соответствует также наибольшему показателю рН подстилки на данном участке (рисунок 3).

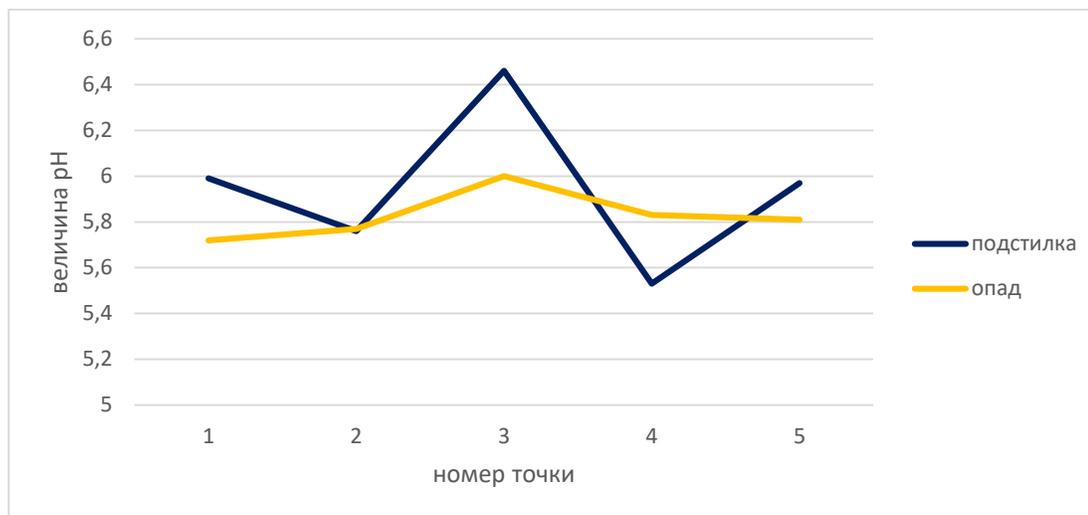


Рисунок 9 – рН лесной подстилки и опада на ключевых участках

В целом значения кислотности (рН водн) опада и подстилки соответствуют значениям, характерным для данной природной зоны и проявляют зависимость от состава растительности, произрастающей на исследуемом участке. Влияние антропогенной деятельности на значения рН опада и подстилки нами выявлено не было.

### Литература

- [1] Тихонова, М. В. Экологическая оценка влияния древесных пород на распределение органического вещества в лесной подстилке на территории городского леса лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева / М. В. Тихонова, С. Ю. Ермаков // Научные основы устойчивого управления лесами : Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 27–30 октября 2020 года. – Москва: Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, 2020. – С. 118-120.
- [2] Тихонова, М. В. Экологическая оценка влияния свойств почвы на развитие древесной и напочвенной растительности склонового мезорельефа лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича : Сборник статей, Москва, 03–06 июня 2019 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 130-133.
- [3] Тихонова, М. В. Экологическая оценка распределения органического вещества в лесной подстилке на различных вариантах мезорельефа лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев // Материалы региональной научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием, Калуга, 24 апреля 2019 года. – Калуга: ИП Якунин А.В., 2019. – С. 122-125.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И КИСЛОТНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ МЕЗОРЕЛЬЕФА В ГОРОДСКОМ ЛЕСУ В Г. МОСКВА

**Илюшкова Елена Михайловна**

*магистр 2-го года обучения кафедры экологии,  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
e-mail: e.ilyushkova@rgau-msha.ru*

**Жигалева Ярослава Сергеевна**

*аспирант кафедры экологии, РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева*

**Спыну Марина Тудоровна**

*аспирант кафедры экологии, РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева*

**Актуальность.** В настоящее время на окружающую среду оказывается сильное антропогенное воздействие, которое может привести к всемирной экологической катастрофе. Климат Земли заметно меняется: одни страны страдают от аномальной жары, а другие от слишком суровых зим. Одной из причин является глобальное изменение климата, связанное с увеличением температур и парниковых газов: углекислый газ (CO<sub>2</sub>), оксид азота (I) (N<sub>2</sub>O) и метан (CH<sub>4</sub>). Смягчить последствия глобального изменения климата невозможно без участия лесных экосистем. На нашей планете, они занимают большую часть суши и образуют крупнейшие экосистемы. В России около 800 млн. га занимают леса, что составляет 45% территории страны. Роль леса огромна. Это сложная многокомпонентная система, участвующая в круговоротах, происходящих в биосфере, атмосфере, педосфере и гидросфере. В последние десятилетия остро стоит проблема состояния и устойчивости лесных экосистем в черте города, особенно в крупнейшем мегаполисе Европы - Москва. Состояние древостоя влияет на его способность улавливать большое количество вредных веществ, регулировать микроклимат в районе, удерживать экологическую обстановку на благоприятном уровне, в свою очередь на состояние лесной экосистемы оказывает состояние и свойства почвенного покрова [2,3].

**Объект исследования.** Наблюдения проводились подекадно на территории Лесной опытной дачи (ЛОД) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. ЛОД является фоновым объектом для экологического мониторинга в северной части г. Москва. Ключевые участки расположены на трансекте с северо-востока на юго-запад, имеют отличия в древесной и напочвенной растительности, разный уровень антропогенной нагрузки. Ключевые участки заложены на различных вариантах мезорельефа: участок № 3 расположен на выположенной вершине моренного холма и является автоморфной системой с глубоким залеганием грунтовых вод. Исследуемые участки №1 и №2 заложены на прямом слабопоклатом коротком склоне моренного холма северо-восточной экспозиции: в средней - 2, и в нижней части склона 1. Участки №4 и №5 расположены на противоположном пологом склоне повышенной длины юго-западной экспозиции: в средней и нижней части склона слабоогнутой формы (рис. 1) [1,4].

**Методы исследований.** При выполнении данной работы использовались полевые и лабораторные методы.

Полевые методы включали в себя отбор почвенных образцов для последующего анализа в лабораторных условиях, заложение льняных тканей для определения биологической активности почвы.

В состав лабораторных методов входило определение рН почвы (ГОСТ 26423-85), определение влажности почвы термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89), анализ льняных тканей после закладки.

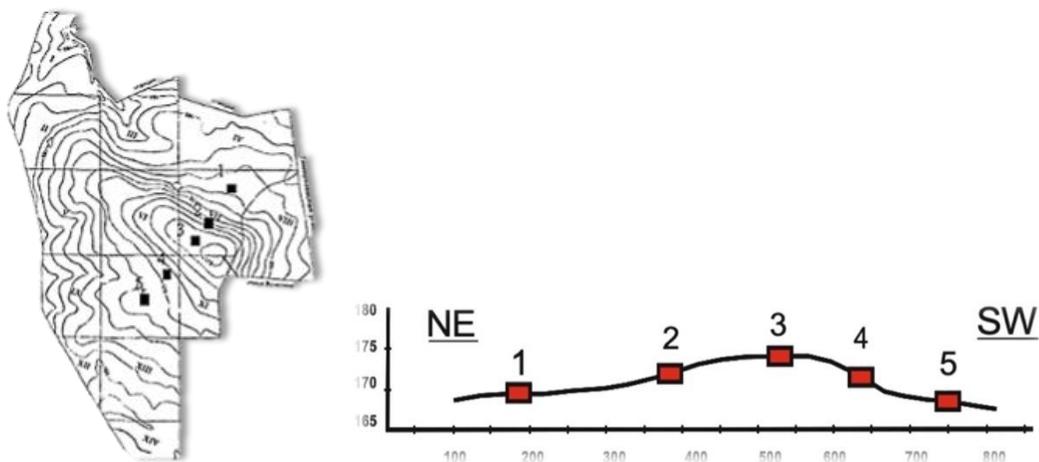


Рисунок 10 - План-схема ключевых участков ЛОД

**Результаты исследований.** Значения рН почвы варьируется от 3,75 до 4,09 и характеризуют почву ЛОД как сильно кислую. Наибольший рН почвы зафиксирован на точке 2, а наименьший на точке 3. Однако данные значения остаются в пределах рН для дерново-подзолистых почв и свидетельствуют об отсутствии процессов защелачивания, столь характерных для городских почв (табл. 1).

Таблица 1 - Характеристика ключевых участков

КУ	1	2	3	4	5
рН солевой	3,95	4,09	3,75	3,87	3,90
Влажность почвы, %	24,71	28,23	23,53	26,84	25,51
Степень разложения льняных тканей в горизонте 0-10 см, %	70	77	61	68	75

На исследуемых точках трансекты показатель влажности колебался от 23,53 до 28,23%, что не является критическим. Однако в целом значительный вклад в отмирание древесной растительности на территории Лесной опытной дачи вносит заболачивание территории, происходящие вследствие нарушения естественного гидрологического режима территории из-за застройки и прокладки автомобильных и железнодорожных путей. Данную проблему могли бы решить работы по ремонту и восстановлению мелиоративной сети на территории Лесной опытной дачи.

Высокая биологическая активность почв и 77% разложение заложенных образцов льняной ткани также свидетельствует об отсутствии критического антропогенного влияния на почву и почвенные микроорганизмы. Всё это позволяет сделать вывод о том, что экологический потенциал Лесной опытной дачи весьма высок, и данная территория нуждается в как можно более бережном отношении и введении превентивных мер для сохранения её исходного состояния и уникального биоразнообразия.

#### Литература

[1] Тихонова, М. В. Экологическая оценка пространственно временного варьирования органических веществ в дерново -подзолистой почве на различных вариантах мезорельефа территории городского леса в Г. Москва / М. В. Тихонова, Е. Б. Таллер, А. В. Бузылев // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды : сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и

Ф. Р. Штильмарка, Пермь, 22–23 апреля 2021 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. – С. 110-113.

[2] Тихонова, М. В. Экологическая оценка влияния древесных пород на распределение органического вещества в лесной подстилке на территории городского леса лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева / М. В. Тихонова, С. Ю. Ермаков // Научные основы устойчивого управления лесами : Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 27–30 октября 2020 года. – Москва: Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, 2020. – С. 118-120.

[3] Тихонова, М. В. Экологическая оценка влияния свойств почвы на развитие древесной и напочвенной растительности склонового мезорельефа лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича : Сборник статей, Москва, 03–06 июня 2019 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 130-133.

[4] Тихонова, М. В. Экологическая оценка распределения органического вещества в лесной подстилке на различных вариантах мезорельефа лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев // Материалы региональной научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием, Калуга, 24 апреля 2019 года. – Калуга: ИП Якунин А.В., 2019. – С. 122-125.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ГЕЛЕВЫХ СТРУКТУР НА ПОЧВАХ ЛЁГКОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**

**Кривцова Виктория Николаевна**

*аспирант 2 года обучения факультета  
почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова  
e-mail: pochvasoil@gmail.com*

Синтетические гелевые структуры, широко применяемые в сельском и лесном хозяйствах, являются одним из наиболее мощных средств управления гидрофизическими свойствами и водным режимом почв лёгкого гранулометрического состава. Гидрогели повышают водоудерживающую способность и противозерозионную стойкость почв, предотвращают поверхностный сток, снижают частоту поливов и тенденцию к уплотнению, увеличивают аэрацию почв и снабжают корни растений микро- и макроэлементами минерального питания [4, 7]. Ежегодно растущее количество исследований применения гидрогелей на песчаных почвах подтверждает высокую эффективность гелевых структур, как почвенных кондиционеров. Однако, отмечается малое количество научных работ по количественной оценке свойств, поведения и устойчивости гидрогелей в реальных почвенных физических системах, обладающих биологической активностью, контрастными термодинамическими режимами и рядом иных факторов, негативно воздействующих на гелевые структуры.

Проведена экспериментальная термодинамическая оценка гидрофизических свойств песчаных почв и факторов устойчивости синтетических гелевых структур в композициях с данными почвами.

Объектами исследования выступили мономинеральный кварцевый песок и пылевато-песчаная карбонатная пустынная почва (ареносоли). Данные субстраты характеризуются минимальным водоудерживанием и отсутствием агрегатной структуры, позволяющими ожидать максимального эффекта от внесения гидрогелей.

В качестве гелевых структур использовали наполненные гидрофильные акриловые гидрогели (ВУМ-0, ВУМ-Аg) с добавками микроэлементов и современных средств защиты растений на основе серебра, а также устойчивые к осмотическому стрессу и биодеструкции. Гидрофильный наполнитель представлен смесью отходов биокаталитических производств акриловых мономеров и солей гуминовых кислот. Гидрогели вносили в почву в трёх концентрациях: 0,1, 0,2 и 0,3 %.

Изменение водоудерживающей способности почвенных субстратов прослеживали по основным гидрофизическим характеристикам (ОГХ). Кривые водоудерживания до и после обработки гидрогелями получали комбинацией равновесного центрифугирования, динамической десорбции и термодесорбции влаги [2, 5]. Синхронно с определением потенциала почвенной влаги оценивали базальное дыхание [8] органоминеральных композиций с гидрогелями с использованием портативного газоанализатора. По наклону кривых ОГХ и изотермам термодесорбции производили расчёт эффективной удельной поверхности [3]. Содержание органического углерода определяли методом Тюрина в модификации Никитина [1].

В результате центрифугирования образцов кварцевого песка и его композиций с гидрогелями получены следующие зависимости капиллярно-сорбционного потенциала от влажности (рисунок 1). На графиках отчётливо прослеживается смещение основных гидрофизических кривых в область больших влажностей и соответственно повышение водоудерживающей способности композиций с гидрогелями относительно контроля по мере увеличения вносимой концентрации гелевых структур. Наибольший эффект отмечен при внесении 0,3% гидрогелей.

Гидрологические константы композиций кварцевого песка с данной концентрацией гидрогелей соответствуют приведённым в литературе [6] величинам, характерным для лёгких суглинков. Величина наименьшей влагоёмкости (НВ) достигла 18,8–19,5%, превысив контрольное значение на 11,8–12,5%. Максимальная молекулярная влагоёмкость (ММВ) возросла на 9,7–10,2%. Полная влагоёмкость (ПВ) увеличилась на 5,4–6,7%, капиллярная влагоёмкость (КВ) – на 7,5–8,6%. Повышение влажности завядания (ВЗ) варьировало в пределах 5,1–5,2%. Увеличение максимальной адсорбционной влагоёмкости (МАВ) составило 2,4–2,5%. Диапазон активной влаги (ДАВ), представляющий собой разность между величинами НВ и ВЗ, расширился на 6,6–7,3%. При внесении 0,3% гидрогелей ДАВ принимал значения 13,1–13,8%.

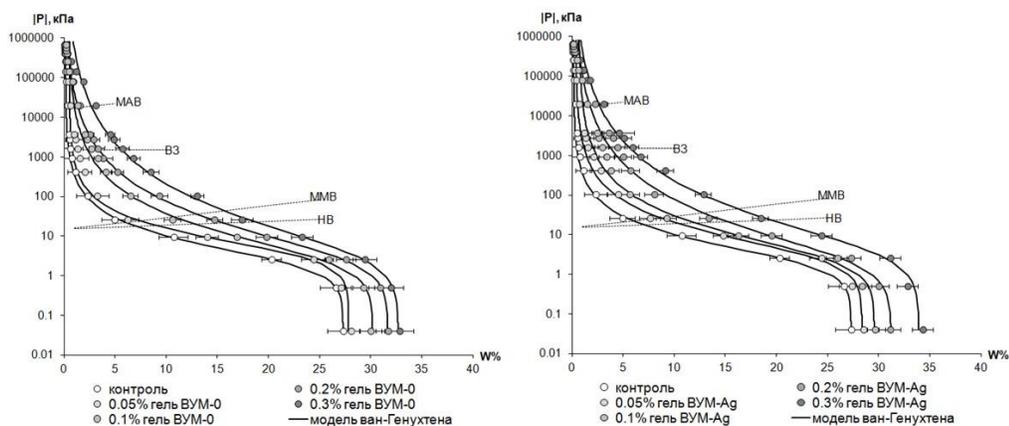


Рисунок 11 - Основные гидрофизические характеристики мономинерального кварцевого песка и его композиций с гидрогелями

Повышение водоудерживающей способности кварцевого песка сопровождалось изменениями в его структурной организации. Произошло смещение максимумов распределения пор в сторону меньших радиусов (рисунок 2). Существенно увеличилось количество микропор с доминирующим размером 12,1 мкм (ВУМ-0) и 11,9 мкм (ВУМ-Ag). Удельная поверхность образцов с максимальной концентрацией гидрогелей превысила контрольное значение в 10,6–10,9 раз. Также выявлено незначительное снижение плотности песка на 0,12–0,15 г/см<sup>3</sup> до величины 1,39 г/см<sup>3</sup>.

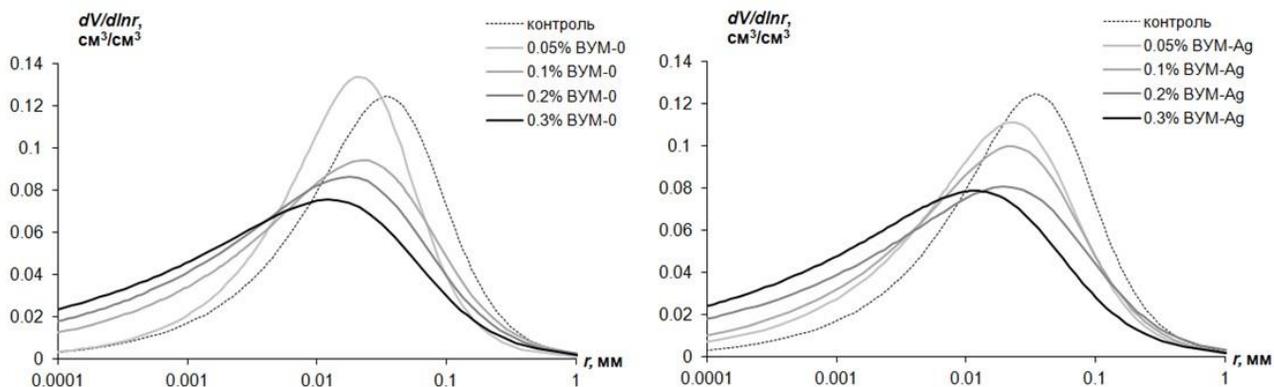


Рисунок 12 - Распределение пор по размерам в образце мономинерального кварцевого песка и его композициях с гидрогелями

Устойчивость гелевых структур оценивали по величинам их полураспада в композициях с кварцевым песком и пылевато-песчаной ареносолью. Для определения данного показателя использовали константы биodeградации гидрогелей, рассчитанные с использованием данных по базальному дыханию и содержанию органического вещества в образцах почв с гидрогелями. Базальное дыхание, определённое при различных температурах (4, 20, 30°C), составило 0,13–1,01 мг/кг·час для композиций с ВУМ-0 и 0,22–1,75 мг/кг·час – с ВУМ-Ag. Максимальная интенсивность дыхания во всех образцах наблюдалась при температуре 30°C, которая позволяет дополнительно десорбировать часть CO<sub>2</sub>, иммобилизованного жидкой и твёрдой фазами исследуемых песчаных субстратов, и является оптимальной для жизнедеятельности микроорганизмов.

Константы биodeградации гелевых структур, рассчитанные согласно экспоненциальной модели [8], изменялись в пределах 0,25–2,85 год<sup>-1</sup> для ВУМ-0 и 0,02–0,14 год<sup>-1</sup> для ВУМ-Ag.

Период полураспада гидрогеля ВУМ-0, рассчитанный в соответствии с [8], варьирует от 110 суток до 3 лет, а в случае ВУМ-Ag – от 5 до 42 лет. Существенное замедление биodeградации гидрогелей свидетельствует о негативном влиянии на данный процесс присутствия ионов серебра в полимерной матрице. Также установлено, что наименее продолжительная биodeградация гидрогелей в песчаных субстратах отмечена при оптимальных для микробной активности, 30°C.

Полученные результаты позволяют заключить, что гидрогели существенно улучшают водно-физические свойства почв лёгкого гранулометрического состава. Внесение гелевых структур в концентрации 0,3% достоверно повышает водоудерживающую способность песка с возрастанием значений почвенно-гидрологических констант до уровня легкосуглинистых почв и расширением диапазона активной влаги, увеличивает количество микропор, приводит к значительному росту удельной поверхности, а также снижает плотность песчаных почв.

## Литература

- [1] Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению. М.: Агроконсалт. 2002. 282 с.
- [2] Смагин А.В. Колоночно-центрифужный метод определения основной гидрофизической характеристики почв и дисперсных грунтов // Почвоведение. 2012. № 4. С. 470–477.
- [3] Смагин А.В. К термодинамической теории водоудерживающей способности и дисперсности почв // Почвоведение. 2018. № 7. С. 836–851.
- [4] Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Влияние сильнонабухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава. М.: МАКС-Пресс. 2009. 208 с.
- [5] Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Башина А.С., Кириченко А.В., Витязев В.Г. Теоретическое и экспериментальное обоснование термостатно-весового метода оценки водоудерживающей способности и удельной поверхности дисперсных систем // Почвоведение. 2016. №12. С. 1464–1474.
- [6] Шеин Е.В. Курс физики почв. М.: МГУ. 2005. 432 с.
- [7] El-Rehim H.A.A., Hegazy E.S.A., El-Mohdy H.L.A. Radiation synthesis of hydrogels to enhance sandy soils water retention and increase plant performance // Journal of applied polymer science. 2004. V. 93. №. 3. P. 1360–1371.
- [8] Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Vasenev V.I., Smagina M.V. Biodegradation of Some Organic Materials in Soils and Soil Constructions: Experiments, Modeling and Prevention // Materials. 2018. V. 11. №. 10. 1889. P. 1–22.

## ВЛИЯНИЕ ДЫМА ОТ ПОЖАРОВ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ БУРОЗЕМА

**Нижельский Михаил Сергеевич**

*аспирант кафедры экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ  
e-mail: nizhelskiy@sfedu.ru*

**Казеев Камилль Шагидул**

*профессор кафедры экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ*

**Вилкова Валерия Валерьевна**

*бакалавр кафедры экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ*

Пожары играют важную роль в экосистемах и почвообразовании. Почва, как главный компонент биогеоценоза является наиболее чувствительной к воздействию пирогенного фактора [1]. Огонь, как основной источник влияния оказывает наибольший эффект вследствие экстремально высоких температур. Из-за него в значительной мере трансформируется вся затронутая пожарами территория. Происходит прямое влияние на почву, флору и фауну местности. Огромные последствия претерпевают лесные экосистемы, так как горение площадей леса часто неконтролируемо. А следовательно, может происходить распространение огня на большие расстояния. Из-за пирогенного фактора происходит снижение плодородия участков, что приводит к экологическим и экономическим проблемам.

Ранее было рассмотрено воздействия пирогенного фактора на свойства почв. Известно о изменении гидротермических параметров [2]. Также замечено влияние на микробную биомассу, происходит снижение активности почвенных ферментов [3]. На ферментативную

активность оказывает влияние ряд естественных факторов – химический и физический состав почвы, влажность, кислотность (рН), температурный режим и т.д. Однако, в последнее время в связи с ростом антропогенной нагрузки на почву, все более интенсивное воздействие на ферменты оказывают антропогенные факторы. Например, внесение удобрений, гербицидов и других средств химизации, влияние пирогенного фактора и т.д. [4; 5]. В почву поступает извне множество различных химических соединений – минеральные удобрения, химические средства защиты растений, стимуляторы роста и др., которые физиологически и химически более активны, чем естественные компоненты почвы, и в небольших концентрациях могут изменять ферментативную активность [6]. Особое внимание представляет воздействие дыма на почву. В литературных источниках недостаточно информации об изменении ферментативной активности почв под влиянием фумигации (дыма). Тем не менее, в результате сгорания материалов растительного происхождения в воздух попадают высокие концентрации углекислого, угарного газов и др. В свою очередь эти опасные токсиканты могут осаждаться на местности, выпадать в виде осадков на поверхность почвы и таким образом влиять на плодородие почв. В связи с этим данный аспект является актуальным на сегодняшний день и требует более тщательного анализа.

Был выполнен модельный эксперимент по фумигации (задымлению) почвы продуктами горения растительного происхождения (опилки сосны). Почва, использованная в опыте – бурозем кислый Республики Адыгеи. Верхний слой (0–10 см) воздушно сухой почвы помещали в контейнеры, объемом 200мл. Масса каждого образца составляла 40г. В качестве газовой камеры для фумигации использовали контейнер, объемом 15 литров. Время обработки бурозема дымом составляло 30, 60 и 120 минут. Опыт выполнен при помощи дымогенератора «Merkel Standart». Сразу после эксперимента провели анализ по изменению ферментативной активности (каталаза, уреазы) почвы. Аналитические и экспериментальные исследования выполнены в трехкратной повторности.

Активность каталазы определена волюметрическим методом А.Ш. Галстяна по скорости разложению перекиси водорода. На данный момент использование активности каталазы широко распространено, так как фермент крайне чувствителен к внешним воздействиям, а метод ее определения прост в применении, позволяет проводить большие объемы работ и отличается точностью воспроизведения [7]. Определение активности уреазы основано на методе А.Ш. Галстяна, но модифицировано с использованием содержания аммонийного азота в почве с помощью реактива Несслера. Этот фермент широко используется для оценки изменений качества почвы при различных нарушениях.

В результате проведения эксперимента по фумигации бурозема установлено изменение активности каталазы на 27–43% по сравнению с контрольным показателем (рис. 1).

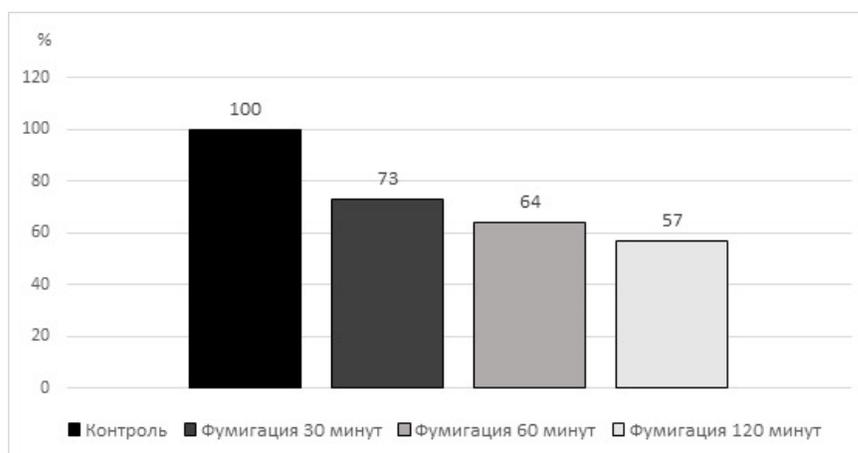


Рисунок 1 - Влияние фумигации на активность каталазы бурозема Республики Адыгеи

Это может быть связано с тем, что при сгорании древесных остатков выделяются частицы сажи, разнообразные органические вещества, в число которых входят много вредных соединений [8]. Согласно [9; 10; 11; 12] лесные пожары выбрасывают в атмосферу большое количество мелких твердых частиц (PM<sub>2,5</sub> с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм), так называемых дымовых аэрозолей и следовых газов (например, оксида углерода и оксидов азота). Поллютанты могут осаждаться на местности, что может привести к изменениям в свойствах почвы.

Для пострадавших от пирогенных факторов почв необходимо применять меры по восстановлению почвенного плодородия. Актуальным является использование различных биологических препаратов. Например, растворов гуматов калия, которые способны нейтрализовать опасные токсиканты в почве, что может способствовать ускоренному росту растений на поврежденных участках [13; 14].

Согласно полученным результатам, каталазная активность оказалась весьма информативным показателем, она выявила значительный эффект дыма на почву. В то время как изменений в активности уреазы выявить не удалось из-за высокого варьирования значений показателя. Таким образом установлено воздействие фумигации от материалов растительного происхождения (на примере опилок сосны). Дым, наряду с огнем негативно влияет на почву, изменяя ферментативную активность и наше исследование это подтвердило.

### Литература

- [1] Коган Р. М., Панина О. Ю. Исследование влияние лесных пожаров на почвы широколиственных лесов (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. – 2010. – №1. – С. 67–70.
- [2] Тарасов П.А., Иванов В.А., Иванова Г.А., Краснощекова Е.Н. Постпирогенные изменения гидротермических параметров почв среднетаежных сосняков // Почвоведение. – 2011. – № 7. – С. 795–803.
- [3] Казеев К.Ш, Одабашян М.Ю, Трушков А.В., Колесников С.И. Оценка влияния разных факторов пирогенного воздействия на биологические свойства чернозема // Почвоведение. – 2020. – №11. – С. 1372–1382.
- [4] Наими О.И. Гумусное состояние и биологическая активность чернозёмов обыкновенных (североприазовских) при длительном сельскохозяйственном использовании // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 161–164.
- [5] Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.:Наука, 1982. – 204 с.
- [6] Наими, О. И. Активность каталазы в черноземе обыкновенном и влияние на нее антропогенных факторов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 11–1. – С. 12–15.
- [7] Казеев К.Ш, Колесников С.И, Акименко Ю.В, Даденко Е.В. Методы диагностики наземных экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. – 356 с.
- [8] Бердникова, Л. Н. Влияние опасных и вредных факторов лесных пожаров на окружающую среду // Ресурсосберегающие технологии сельского хозяйства: Сборник научных статей. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 47–55.
- [9] Andreae M.O., Merlet P. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning // Global Biogeochemical Cycles. – 2001. – №15 (4). – P. 955-966.
- [10] Crutzen P.J., Andreae M.O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles // Science. – 1990. – №250. – P. 1669-1678.
- [11] Koppmann R., von Czapiewski K., Reid J.S. A review of biomass burning emissions, part I: gaseous emissions of carbon monoxide, methane, volatile organic compounds, and nitrogen containing compounds // Atmospheric Chemistry and Physics. – 2005. – №5. – P. 10455-10516.

- [12] Reid J.S., Koppmann R., Eck T.F., Eleuterio D.P. A review of biomass burning emissions part II: intensive physical properties of biomass burning particles // *Atmospheric Chemistry and Physics*. – 2005. – №5. – P. 799-825.
- [13] Степанов А. А., Шульга П. С., Госс Д. Д., Смирнова М. Е. Применение природных гуматов для ремедиации загрязненных городских почв и стимулирования роста растений // *Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение*. – 2018. – № 2. – С. 30–34.
- [14] Тарасов П.А., Иванов В.А., Иванова Г.А., Краснощекова Е.Н. Постпирогенные изменения гидротермических параметров почв среднетаежных сосняков // *Почвоведение*. – 2011. – № 7. – С. 795–803.

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОСТПИРОГЕННЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА “УТРИШ”

**Привизенцева Дарья Алексеевна**

*студент 3 курса кафедры экологии и  
природопользования ЮФУ  
e-mail: dashaprivi@gmail.com*

**Лыгановская Влада Дмитриевна**

*студент 3 курса кафедры экологии и  
природопользования ЮФУ*

Наносимый лесными пожарами ущерб очень сильно сказывается на состоянии почв, растительного, животного и микробиологического видового разнообразия. К последствиям пожаров относятся изменения видового состава почвенной микробиоты, ферментативных показателей почв, их физико-химических характеристик и др. Пожар, произошедший в августе 2020 года и охвативший более 1% территории заповедника “Утриш” привел к сгоранию уникальных третичных пород деревьев. Оценивая последствия пожара для растительности и почвенной микрофлоры, можно проследить динамику их регенерации.

Одной из важных характеристик биологического состояния почвы является численность бактерий рода *Azotobacter*, которые относятся к свободноживущим азотфиксирующим бактериям, преобразующим молекулярный азот в доступную для растений форму ( $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$ ). Их роль в азотфиксации определяет их участие в формировании и поддержании плодородия почв.

Подобные исследования оценки на микробные комплексы постпирогенных почв проводили в Красноярском крае [1] и в заповеднике «Утриш» [2] после пожаров высокой интенсивности.

Целью работы было проведение микробиологической оценки состояния почв заповедника “Утриш” через год после катастрофического пожара 2020 г.

Задачи:

1. Разбить участки пожара по разной степени повреждения почвенно-растительного покрова;
2. Оценить численность бактерий рода *Azotobacter* в постпирогенных почвах разной степени повреждения;

Объекты исследования: биогеоценозы Северного Причерноморья Абрауского полуострова, природного заповедника “Утриш”. Территория заповедника охватывает 9910 га земельно-лесного фонда Краснодарского края [3].

Степень повреждения участка пожаром оценивалась с использованием полевого руководства по таким признакам, как нагар на деревьях, выгорание лесной подстилки, цвет почвы и ее структура [4]. Участки разбивались по степени поврежденности огнем на слабые, средние и сильные, в качестве контрольных были приняты участки, не тронутые пожаром.

*Azotobacter* относится к мезофилам с оптимумом температуры 25-30°C и нейтрофилам с областью рН 7,2—8,2. Закисление среды не благоприятствует развитию данных бактерий.

В основе определения численности рода *Azotobacter* лежал метод комочков обрастания. Для культивирования азотфиксирующих бактерий использовалась безазотистая элективная среда Эшби. Учет проводился по проценту обрастания слизию почвенных комочков [5].

В результате исследований установлено значительное варьирование обилия азотфиксирующих бактерий в фоновых почвах и сильное уменьшение обилия после пожара (рис.). На контрольных участках обилие бактерий рода *Azotobacter* выше, чем на участках, подверженных пирогенному фактору. Полученные результаты можно объяснить стерилизацией почвы при сильном повышении температуры почв. Возможно влияние и косвенных причин через изменение среды обитания микроорганизмов, уничтожение растительного покрова, изменение свойств почв. Степень изменения обилия бактерий практически не зависела от интенсивности нарушения почвенно-растительного покрова на разных участках пожара.

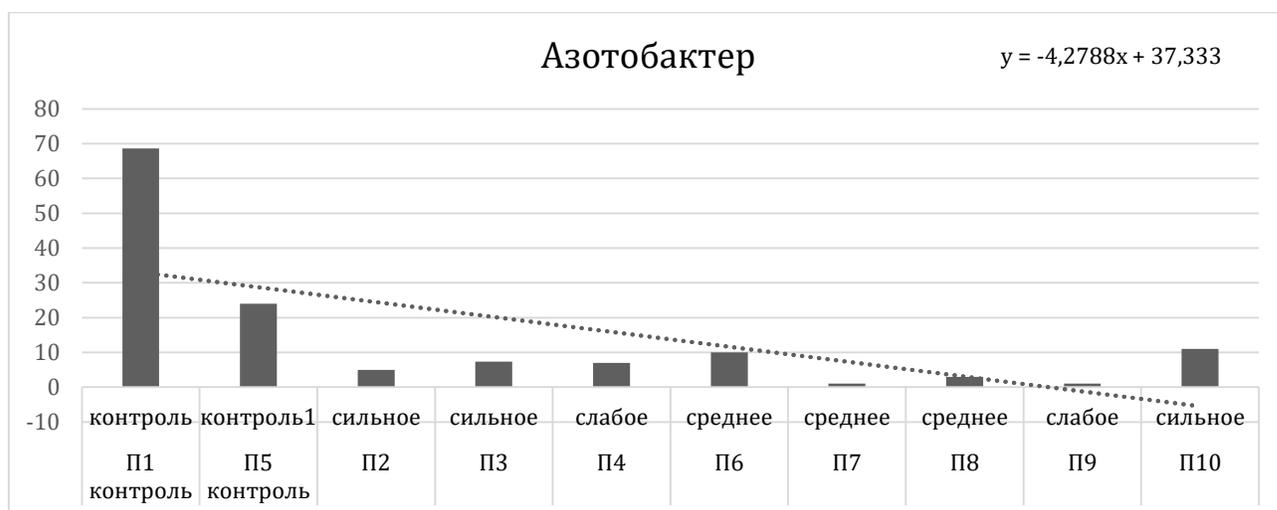


Рисунок 1 - Обилие бактерий рода *Azotobacter* в постпирогенных почвах заповедника «Утриш»

Исследования выполнены при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11).

### Литература

- [1] Богородская А.В. Кукавская Е.А., 2015. Влияние пожаров разной интенсивности на микробные комплексы почв кедровых насаждений средней тайги Красноярского края. Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 4. Date Views 24.11.2021 [cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pozharov-raznoy-intensivnosti-na-mikrobnye-kompleksy-pochv-kedrovyh-nasazhdeniy-sredney-taygi-krasnoyarskogo-kрая/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pozharov-raznoy-intensivnosti-na-mikrobnye-kompleksy-pochv-kedrovyh-nasazhdeniy-sredney-taygi-krasnoyarskogo-kрая/viewer).
- [2] Kazeev K.Sh., Poltoratskaya T.A., Yakimova A.S., Odobashyan M.Yu., Shkhatsev A.K., Kolesnikov S.I. Post-fire changes in the biological properties Of the brown soils in the Utrish state nature reserve (Russia) // Nature Conservation Research. Заповедная наука 2019. 4(Suppl.1). P. 93-104.
- [3] Государственный природный заповедник «Утриш» - [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://utrishgpz.ru/about> - Дата обращения: 24.11.2021 г.

[4] Parson A., Robichaud P.R., Lewis S.A., Napper C., Clark J.T. 2010. Field guide for mapping post-fire soil burn severity. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-243. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 49 p.

[5] Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ВАСИЛЕОСТРОВСКОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

**Сюй Шаохуэй**

*студент 2 курса магистратуры кафедры  
агрохимии СПбГУ  
e-mail: xushaohui1998@icloud.com*

Урбанизация – это глобальный процесс повышения роли городов в развитии общества. По прогнозу экспертов ООН, к 2050 г. в городах будет проживать около 70% населения нашей планеты [1]. Урбанизация сопровождается изменением социального и экологического ландшафта, увеличением роли городского населения и интенсивным землепользованием. В мегаполисах, в том числе и в Санкт-Петербурге, наблюдаются повышение потенциального экологического риска загрязнения городской среды промышленными и бытовыми отходами, сокращение площади озелененных территорий общего пользования и деградация почв. В настоящее время биотестирование (БТ) является одним из основных методов оценки экологического состояния и качества окружающей среды и широко применяется в современной прикладной экологии для определения степени нагрузки загрязняющих веществ на окружающую среду [2]. Цель работы – получение оценки экологического состояния почв на территории Василеостровского района СПб с использованием методов БТ.

**Объекты и методы исследования.** Почвы на территории Василеостровского района г. Санкт-Петербурга представлены в основном насыпными антропогенными вариантами, частично сохранившими черты зональных дерново-подзолистых почв с нарушением профиля и включением строительного материала [3]. Всего на территории Василеостровского района в начале вегетационного периода были обследованы 20 площадок. Почвенные образцы были отобраны с газонов вдоль Большого проспекта В.О. (№№ 2-9, 19, 20), прилегающих к нему улиц (№№ 16, 17, 18) и в парке Василеостровец, который расположен между 25-й линией В.О. и Клубным переулком (№№ 10-14). Кроме того, были отобраны образцы с двух площадок в закрытых дворах – во дворе кафедры агрохимии СПбГУ на 16 линии В.О. (№1) и во дворе между 19 и 20 линиями В.О., расположенном за школой № 17 (№ 15). Почвенные образцы отбирались агрохимическим буром на глубину 20 см. Объединенная проба почвы составлялась из 10-15 точечных проб.

Экологическое состояние городских почв оценивалось с использованием трех различных биотестов [2, 4-6]: 1) фитотестирование (ФТ) водных вытяжки из почвенных образцов; 2) интенсивность дыхания семян; 3) дыхание почвы (субстрат-индуцированное дыхание и средорегулирующая активность). БТ проводилось при комнатной температуре ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Аналитическая повторяемость 3-кратная. В качестве тест-объекта при ФТ использовали семена овса обыкновенного (*Avena sativa*). Соотношение почва:вода было 1:10, в качестве

К  
О  
Н  
Т  
Р  
О  
Л  
Я



на содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов и др.

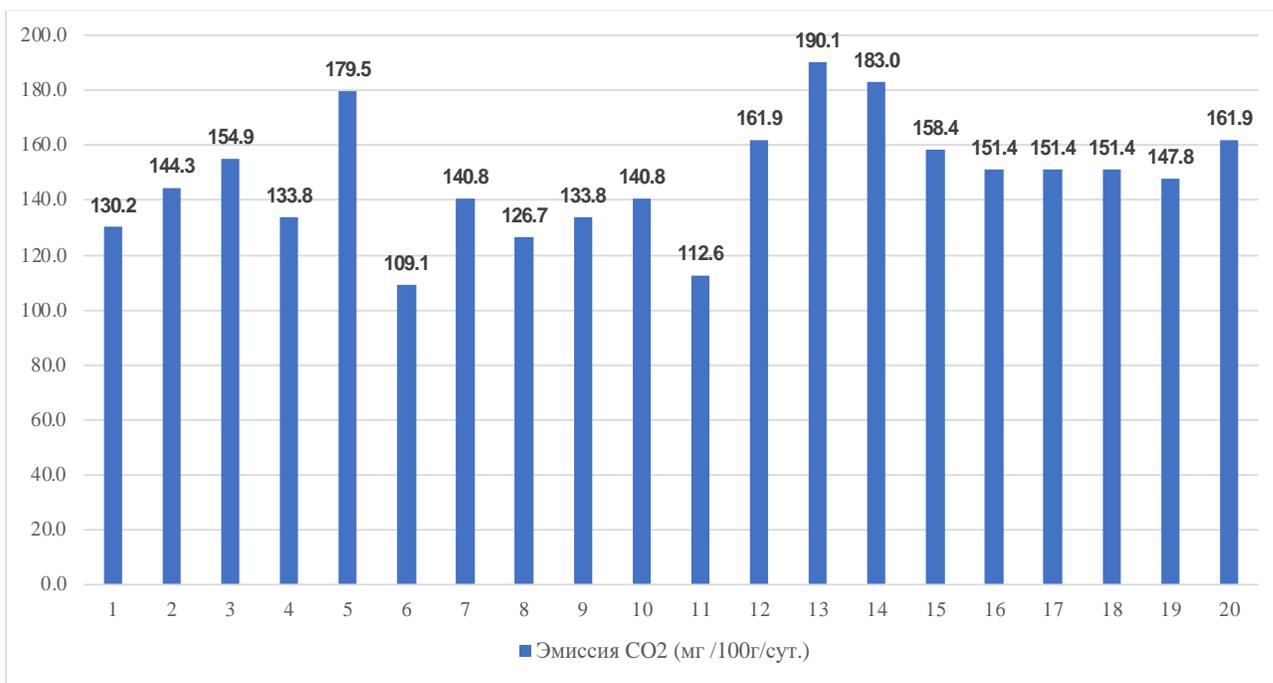


Рисунок 1 - Динамика продуцирования CO<sub>2</sub> семян горчицы белой.

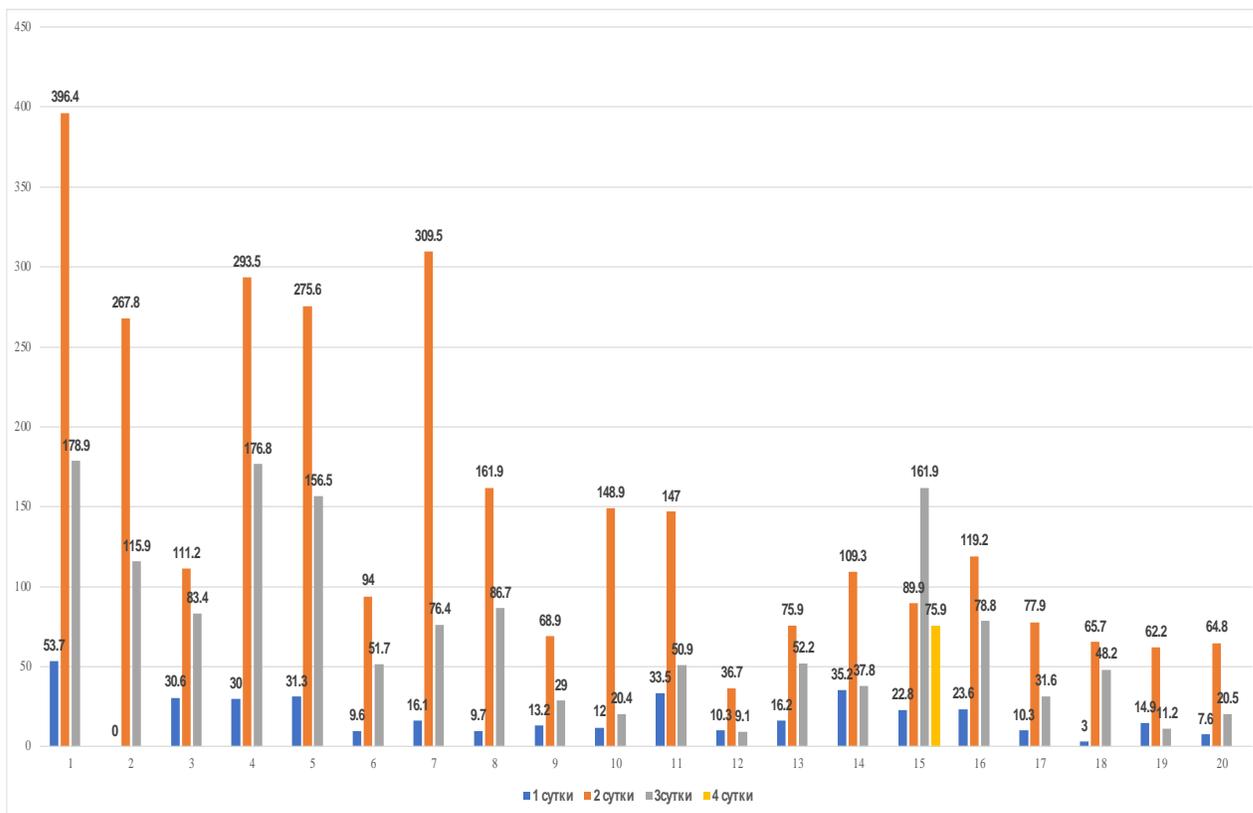


Рисунок 2 - Динамика продуцирования CO<sub>2</sub> опытных образцов почвы.

**Заключение.** Проведенное БТ позволило оценить качество и состояние почв

Василеостровского района СПб. Состояние части почв можно оценить как благополучное, однако в ряде точек (№2-4, №7-8, №10, №15-17, №19-20) выявлено снижение значений тест-функций. Это свидетельствует о нарушении функционирования почвенного миробиоценоза, значительной деградации почв и снижении их продуктивности. Следует рекомендовать проведение мероприятий по реабилитации или полной замене верхних слоев данных почв.

### Литература

- Демография: учеб. пособие / А.И. Щербаков, М.Г. Мдинарадзе, А.Д. Назаров, Е.А. Назарова; под общ. ред. д-ра экон. наук, профессора А.И. Щербакова. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 216 с.
- Орлова Е.Е., Бакина Т.А., Орлова.Н.Е., Лабутова.Н.М., Банкин.М.П., Якконен.Л.К. Практикум по агроэкологии: Учеб.пособие. СПб.: Изд-во С.-петерб. Ун-та, 2011.-148с.
- [3] Мощеникова Б.Н. Оценка экологического состояния зеленых насаждений Санкт-Петербурга //дисс. кандидат.биол.наук /Н.Б. Мощеникова – 2011. – 20 с.
- [4] Головкин Э.А. О методах изучения биологической активности торфяных почв//Микробиологические и биохимические исследования почв: Мат.науч. конф. по методам микробиол. и биохим. исследований почв. Киев, 28-31 октября 1971. Киев: Урожай, 1971. С. 68-76.
- [5] Чугунова М.В. Оценка биологического состояния дерново-подзолистой почвы, загрязненной различными дозами нефти /Сб.науч.тр. Гумус и почвообразование. СПб, 2005. С. 191-196.
- [6] Федотов Г.Н., Шоба С.А., Федотова М.Ф., Демин В.В. О возможной природе биологической активности гуминовых веществ // Почвоведение, 2018, №9, с.1099 - 1107.

## ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА ПРИМЕРЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Тимофеева Елена Александровна**

*доцент кафедры химии почв факультета  
почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова  
e-mail: helentimofeeva17@gmail.com*

**Молодцова Алина Сергеевна**

*студент 4 курса кафедры химии почв  
факультета почвоведения МГУ им. М.В.  
Ломоносова*

**Введение.** Нефтезагрязнение является одной из проблем, способных оказать негативное воздействие на развитие сельского хозяйства в республике Башкортостан. При добыче нефти используются нефтепромысловые воды высокой степени минерализации, поэтому загрязнение при утечке стоит рассматривать как комплексное. В рассматриваемых условиях водный обмен и дыхание растений затруднены в связи с блокированием нефтью пор почвенных агрегатов и преобладания осмотического давления почвенного раствора над осмотическим давлением клеток [4,6]. При этом, растения способны интенсифицировать разложение нефти и нефтепродуктов [2].

Нефть также является источником ТМ и одновременно оказывает воздействие на их подвижность [5]. Избыточное поглощение данных компонентов может негативно сказаться на качестве сельскохозяйственной продукции. В число культур, выращиваемых в республике Башкортостан, входят горох посевной (*Pisum sativum*) и пшеница мягкая (*Triticum aestivum*). Для бобовых и злаков свойственно интенсивное поглощение ТМ [3]. По данным причинам

пшеница и горох были выбраны для проведения полевого эксперимента по влиянию загрязнителей на систему почва-растения.

**Объекты и Методы.** Полевой эксперимент был заложен в 2020 году и длился полгода (в течение вегетационного сезона). Он включал в себя загрязнение чернозема типичного Стерлитамакского района республики Башкортостан *in situ* товарной нефтью и модельным соевым раствором NaCl. В первую очередь песок был загрязнен товарной нефтью до его нефтеемкости и выдерживался в течение 10 суток на открытом воздухе. Затем загрязненный песок запахивали в почву почвы для достижения уровня содержания нефти 2 г/кг и 3 г/кг в пахотном слое. Половину опытных площадок обработали раствором хлорида натрия для достижения концентрации 1 г/кг. Площадки были рандомизированы, размер каждой составлял 2x2 м на расстоянии не менее 1 м. После загрязнения высевали *Triticum aestivum* и *Pisum sativum*, культивирование проводилось в соответствии с принятой агротехникой. По окончании вегетационного периода были отобраны образцы почвы из горизонтов Апах и А1 с глубин 0-10, 10-20 и 20-30 см в трехкратной повторности. В полученных образцах почвы была определена концентрация подвижных форм ТМ (Zn, Cu, Ni, Mn, Cd, Pb, Co) методом ICP-OES с предварительным извлечением ацетатно-аммонийным буфером с pH = 4,8 по ПНДФ 16.1:2.3:3.50-08. Также были отобраны образцы семян растений, в которых было определено содержание ТМ по ГОСТ 30692-2000.

**Результаты исследований.** Оценка загрязнения нефтью почвы после проведения полевого эксперимента показала, что уровень содержания нефти и нефтепродуктов в среднем уменьшился на  $\frac{3}{4}$  от внесенного, и в большинстве вариантов уровень загрязнения был допустимым (не превышал 1000 мг/кг) согласно письму Минприроды России от 27 декабря 1993 г. N 04-25/61-5678, в отдельных случаях соответствовал низкому уровню загрязнения. В среднем слое почвы 10-20 см по окончании вегетационного сезона для ряда металлов во всех вариантах опыта наблюдается аккумуляция нефти (рис. 1). Варианты загрязнения нефтью и нефтепродуктами в содержании 2 и 3 г/кг были объединены из-за отсутствия значимых статистических отличий.

Концентрации подвижных форм ТМ в почве не превышает ПДК по СанПиН 1.2.3685-21. В ряде случаев индивидуального загрязнения нефтью содержание подвижных форм ТМ на уровне фоновых значений. Профильное распределение содержания металлов отражает описанную ранее тенденцию к аккумуляции в среднем слое (рис. 1).

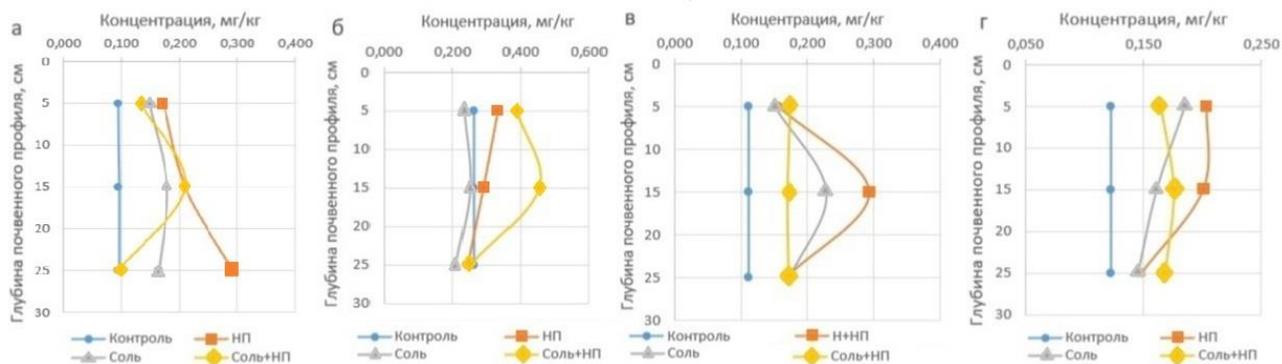


Рисунок 1 - Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве под покровом пшеницы (а – хрома, б-меди) и гороха (в-хрома, г-меди).

В вариантах опыта с индивидуальным загрязнением хлоридом натрия наблюдалось повышение концентраций подвижных форм ТМ по сравнению с контролем в среднем в 1,5 раза, что может свидетельствовать о мобилизации ТМ, связанных с почвой в естественных условиях.

При комплексном загрязнении для ряда металлов (рис. а, в) свойственна тенденция к большей мобилизации ТМ по сравнению с индивидуальным загрязнением нефтью. Вместе с тем, встречались варианты с наибольшими концентрациями ТМ при индивидуальном засолении (рис а,б). Содержание подвижных форм ТМ в опыте с пшеницей оказалось для ряда металлов (Cu, Ni) ниже до 2 раз, чем в вариантах опыта с горохом, а для некоторых элементов (Pb, Cd) оказалось ниже предела обнаружения.

Содержание ТМ в зерне пшеницы и бобах гороха в соответствии с «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» было превышено только для цинка в семенах гороха при уровне загрязнения нефтью и нефтепродуктами 3 г/кг в случае с наличием и отсутствием засоления.

По нашим данным, горох и пшеница имеют тенденцию к накоплению различных металлов. Так, пшеница проявила себя как аккумулятор Cd, Mn, Cu, Zn, Cr. Горох в большей степени аккумулировал Zn и Cr, а также проявили себя как исключитель - не концентрировал Mn и Cd.

**Обсуждение результатов.** Повышенное содержание нефти и нефтепродуктов в среднем слое 10-20 см может быть связано со снижением уровня загрязнения нефтью в слое 0-10 см под воздействием климатических (атмосферные осадки, температура) и биологических факторов (растительность, деятельность микроорганизмов в корнеобитаемом слое) [6]. Корреляция профильного распределения загрязнителя и содержания подвижных форм ТМ в почве может говорить о нефти как об их источнике или мобилизаторе ТМ, связанных с почвой в естественных условиях. Засоление также повышает содержание металлов в рассматриваемых слоях из-за увеличения ионной силы почвенного раствора [1].

Определение ТМ в почве показало, что выбранные культуры – пшеница и горох – в равной степени эффективно уменьшают содержание подвижных форм ТМ в почве. В ряде случаев пшеница проявляла себя как более интенсивный поглотитель. Результаты определения ТМ в семенах растений подтверждают данную тенденцию. Так, по результатам исследования, пшеница проявила себя как аккумулятор Cd, Mn, Cu, Zn, Cr. Горох в большей степени аккумулировал Zn и Cr, а также проявили себя как исключитель - не концентрировал Mn и Cd. Транслокационный переход тяжелых металлов из почвы в исследуемые культуры имеет следующую тенденцию: ТМ аккумулируются в растении вне зависимости от степени загрязнения почвы в различных комбинациях.

**Заключение.** Степень загрязнения нефтью и подвижными формами тяжелых металлов соответствует допустимому уровню (нормативам), как и содержание ТМ в семенах пшеницы. Следовательно, растительная продукция пшеницы мягкой яровой отвечает качеству во всех вариантах опыта, при этом качество самой почвы говорит о возможности дальнейшего использования участка с рассмотренным уровнем загрязнения в сельскохозяйственных целях.

*Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова "Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды".*

### Литература

- [1] Amrhein C., Strong J. E., and P. A. Mosher Effect of Deicing Salts on Metal and Organic Matter Mobilization in Roadside Soils//*Environ. Sei. Technol.* – 1992. - №26. – P. 703-709.
- [2] Balseiro-Romero M., P. Gkorezis, P. S. Kidd Enhanced Degradation of Diesel in the Rhizosphere of *Lupinus luteus* after Inoculation with Diesel-Degrading and Plant Growth-Promoting Bacterial Strains//*Journal of Environmental Quality// Bioremediation and Biodegradation.* - 2016.

- [3] *Kumar A., Kumar S. Maiti, Tripti et al.* Grasses and legumes facilitate phytoremediation of metalliferous soils in the vicinity of an abandoned chromite–asbestos mine/ *J. of Soils and Sediments*. - 2015. - №7. – P. 1358-1368.
- [4] *Пернебек Н.О.* Рост и развитие семян в условиях засоления // *Научные исследования*. - 2018. - №2(22).
- [5] *Савонина Е. Ю., Марютина Т. А., Катасонова О. Н.* Определение микроэлементов в нефти с использованием комбинированного способа пробоподготовки // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. – 2016. – Т. 82. – №. 10. – С. 17-21.2
- [6] *Трофимов С. Я., Фокин А. Д., Дорофеева Е.И. и др.* Влияние нефтяного загрязнения на свойства чернозема выщелоченного в условиях модельного эксперимента // *Вестник Московского университета*. — 2008. — № 1. – С. 34-39.

# **ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ХИМИЯ ПОЧВ**

## **АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОГОРОДНЫХ ПОЧВАХ РОССИИ**

**Котюн Дарья Николаевна**

*студентка 3 курса бакалавриата кафедры  
почвоведения, геологии и ландшафтоведения  
РГАУ-МХСХА имени К.А. Тимирязева  
e-mail: [dasha.kotyun.ru@gmail.com](mailto:dasha.kotyun.ru@gmail.com)*

**Прохоров Артем Анатольевич**

*студент 2 курса магистратуры кафедры  
почвоведения, геологии и ландшафтоведения  
РГАУ-МХСХА имени К.А. Тимирязева*

В современных условиях роль и функции огородничества и садоводства в социальном и экономическом развитии села становится все более значимой. Огородничество и садоводство остаются одним из источников питания, и возможного дохода, как для населения сельских местностей, так и для жителей городов [8].

Согласно энциклопедическому словарю Брокгауза и Ефрона, под огородом понимается участок земли, засеянный растениеводческой продукцией, обычно обнесенный изгородью [2].

Кроме того, в других определениях акцент делается на то, что огород – это участок земли, предназначенный преимущественно для выращивания овощей [7].

Следовательно, требования к плодородию огородных почв повышено. С точки зрения использования почвенных ресурсов, следует учитывать, что территории, отведенные под огород обычно весьма ограничены. Происходит постоянное использование почвы как в научнообоснованном севообороте, так и бесменно. Кроме того, возможны перекосы в системе применения удобрений, что, в свою очередь, оказывает отрицательное влияние на плодородие почвы и негативно сказывается на продуктивности произрастаемых культур.

Земли, находящиеся в частном пользовании отведенные под возделывание культур, отличаются разной степенью интенсивности и рациональности использования, что может сопровождаться как процессами воспроизводства плодородия почв, так и существенной его деградацией.

Также следует отметить, что огородные почвы отличаются от своих природных аналогов, они являются объектом длительного ведения земледелия, во многих случаях до 10 и более лет, в следствии чего происходит изменение естественного сложения. Поэтому корректнее использовать термин «почвогрунты».

Объектами исследования для данной работы были выбраны почвогрунты отобранные с поверхностного горизонта (0-20 см), с огородов из 5 регионов, расположенных на территориях трех федеральных округов:

1)Северный федеральный округ: 1.1. Ленинградская область.

2)Центральный федеральный округ: 2.1. Тверская область; 2.2. Московская область; 2.3. Владимирская область.

3)Южный федеральный округ: 3.1. Краснодарский край.

Общее количество анализируемых образцов 302.

Анализ содержания органического вещества проводился с помощью методики ГОСТ 26213-91.

Метод основан на окислении органического вещества раствором двуххромовокислого калия в серной кислоте и последующем определении трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию органического вещества, на фотоэлектроколориметре СФ-2000 [5].

Метод не пригоден для проб с массовой долей хлорида более 0,6% и проб с массовой долей органического вещества более 15% [5].

Таблица 1 - Анализ содержания органического вещества

Федеральный округ	Область/край	Кол-во образцов, шт	Среднее содержание органического вещества в огородных почвах в слое 0-20 см, %	Среднее содержание органического вещества по федеральным округам огородных почв в слое 0-20см ( $C_{огп}$ ), %	Среднее содержание органического вещества в пахотных горизонтах полевых агроландшафтов ( $C_{па}$ ), %	Коэф. ( $C_{огп}/C_{па}$ )
Северный	Ленинградская	53	5,24	5,24	1,1*	4,8
Центральный	Тверская	34	3,4	3,61	1,5*	2,4
	Московская	138	3,52			
	Владимирская	42	3,92			
Южный	Краснодарский	35	4,89	4,89	5,8**	0,8
Итого		302	-	-	-	-

По данным таблицы 1:

В северном федеральном округе выборка приведена по почвогрунтам Ленинградской области. В них среднее содержание органического вещества в пахотном горизонте составило 5,24% (общая выборка из 53 образцов). Естественное плодородие почв Ленинградской области оценивается как низкое, для анализа учитываются подзолистые почвы, в которых примерное содержание органического вещества составляет около 1,1% в пахотном слое (\*по усредненным литературным данным Н.Ф.Ганжары и др), [4]. Рассчитан коэффициент  $C_{огп}/C_{па}$  – 4,8.

В центральном федеральном округе (Тверской, Московской и Владимирской) среднее содержание органического вещества в огородных почва составило 3,61% по результатам исследования 214 образцов. Для анализа, за преобладающий тип почв учитывали – дерново-подзолистые. По литературным данным содержание органического вещества в пахотном слое составляет около 1,5% (\*по усредненным литературным данным Н.Ф.Ганжары и др), [4]. Рассчитан коэффициент отношения  $C_{огп}/C_{па}$  который составил 2,4.

По результатам исследования 35 образцов огородных почв Краснодарского края (Южный федеральный округ) установлено средние содержание органического вещества – 4,89%. За преобладающий тип почв взяты черноземы южные, в которых примерное содержание органического вещества составляет около 5,8% в пахотном слое (\*\*по усредненным данным Терпелец В. И. и др.), [1,6]. Следовательно, сопоставив эти данные был получен коэффициент расхождения между почвогрунтам и природными почвами равный 0,8.

На основании проведенных исследований установлено, что почвогрунты огородов по отношению к полевым агроландшафтам северного и центрального федеральных округов в среднем по данным выборки имеют более высокое содержание органического вещества, и, следовательно, коэффициент  $C_{огп}/C_{па}$  больше 1.

Коэффициент  $C_{огп}/C_{па}$  меньше 1 по Краснодарскому краю, свидетельствует о том, что люди, проживающие в южных регионах, в среднем возможно не уделяют должного внимания воспроизводству почвенного плодородия, тем самым истощая его запасы.

Большие расхождения коэффициента могут свидетельствовать о том, что на огородных почвах с низким естественным плодородием, для получения хорошего урожая, необходимо внесение органического вещества для расширенного воспроизводства плодородия. Это

означает, что зачастую верхние горизонты огородных почв представлены искусственными почвогрунтам в которых остается «мало общего» с зональными почвами данной местности.

### Литература

- [1] Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф., Рогожин Д.О., О.Е. Ефимов. Изменение показателей состояния органического вещества и физических свойств чернозема южного при переходе от традиционной к нулевой обработке. Учредители: Общество с ограниченной ответственностью "Редакция журнала "Земледелие". ISSN: 0044-3913
- [2] Брокгауз, Ф. А. Энциклопедический словарь/ под ред. проф. И. Е. Андреевского. - Санкт-Петербург: Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон, 1890-1907. - 24 см rus Т. 9: Гоа - Гравер.- 1893. - 474, 5 с. : ил., цв. ил. .
- [3] Володин Н.Д., Иванцова Г.В. Комплексное использование природных и промышленных средств для повышения садово-огородных и урбанизированных почв курганской области/Материалы VII всероссийской научно-практической заочной конференции молодых ученых. М: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева (Лесниково). 2015
- [4] Ганжара Н.Ф., Почвоведение. – М.: Агроконсалт, 2001. 392 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
- [5] ГОСТ 26213-91. Государственный стандарт союза сср/Почвы/Методы определения органического вещества М.: Издательство стандартов, 1992
- [6] Терпелец В. И. Гумусное состояние чернозема выщелоченного в агроценозах Азово-Кубанской низменности: монография / В. И. Терпелец, Ю. С. Плитинь. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 127 с.
- [7] Ушакова Д.Н. Толковый словарь русского языка/Под ред. Д.Н. Ушакова. — М.: Гос. ин-т "Сов. энцикл."; ОГИЗ; Гос. изд-во иностр. и нац. слов., 1935-1940. (4 т.)
- [8] Чурсин А.И., Кривцова И.Х. Современное развитие огородничества и садоводства в Пензенской области и в городе Пенза: проблемы и перспективы/ ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства». Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 1 (часть 2) – С. 187-189

## СОДЕРЖАНИЕ, СОСТАВ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАБИЛЬНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ АГРОЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Крылов Вадим Александрович**

*аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева  
e-mail: kryloff.vadim2015@yandex.ru*

**Беляева Светлана Алексеевна**

*аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

Черноземы представляют собой уникальный тип почвы по сравнению с другими почвами [3]. Их физические, химические, физико-химические свойства имеют оптимальные значения, что в большей степени позволяет сельскохозяйственным культурам раскрыть свой генетический потенциал. Наряду с этим, в черноземах активно протекают биологические процессы осуществляемые почвенными мезо- и микроорганизмами [6].

Лабильные гумусовые вещества особая группа органического вещества почвы, представляющая собой легко трансформируемые соединения [4]. Лабильная часть почв

является источниками элементов питания, энергии и физиологически активных веществ для растений и микроорганизмов, участвуют в формировании агрономически ценной структуры, также выступает «буфером» защищающим основную часть гумуса [2,9]. Изучение ЛГВ является диагностическим показателем в оценки плодородия почвы [5,8]. Полученные данные позволяют установить уровень применяемых агротехнологий в растениеводстве.

Несмотря на это содержание, состав и свойства лабильных гумусовых веществ почв остаются мало изучены, а имеющиеся данные иногда носят противоречивый характер [1,7]. Поэтому всестороннее изучение ЛГВ имеет важное значение для фундаментального почвоведения и сельскохозяйственного производства.

Цель исследования – изучить влияние экстенсивного типа землепользования на содержание, состав и оптические свойства ЛГВ агрочернозема типичного Курской области.

Объектом исследования служил чернозем типичный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирались в Центральном-Черноземном государственном биосферном заповеднике им. А.А. Алехина на участке целинной некосимой степи из гумусовоаккумулятивного горизонта А чернозема. Образцы пахотного чернозема типичного были отобраны на стационарном полевом опыте Курского НИИ АПП, заложенном в 1964 г. [4]. Изучались следующие варианты опыта: бессменная озимая пшеница без удобрений, бессменная кукуруза без удобрений, бессменный пар. Размер делянок – 296 м<sup>2</sup>. В 1998 г. 2/3 участка пара было оставлено под бессменное парование, а 1/3 участка отведена под залежь.

Лабильные гумусовые вещества почвы были получены путем экстракции 0,1 н. раствором NaOH при соотношении почва : раствор, равном 1 : 20 и суточном настаивании. Полученную вытяжку центрифугировали при 8000 тыс. об/мин, обрабатывали катионитом КУ-23 в Н-форме и высушивали на водяной бане.

Как видно из полученных данных самое высокое содержание ЛГВ – 1708 мг/100 г присуще целинному чернозему. В их составе преобладают лабильные ГК о чем можно судить по величине отношения Сгк : Сфк равной 1,18. Под влиянием бессменной озимой пшеницы содержание ЛГВ уменьшилось на 582 мг/100 г или 1,52 раза. При этом содержание лабильных ГК уменьшилось на 299 мг/100 г, тогда как лабильных ФК на 283 мг/100 г или в 1,48 и 1,58 раза соответственно. В связи с этим величина отношения Сгк : Сфк несколько возросла и составила 1,26. Это обусловлено более активной минерализацией лабильных ФК по сравнению с более устойчивыми лабильными ГК, при этом не исключено, что какая-то часть фрагментов молекул ГК включается в группу лабильных ФК. Содержание лабильных гумусовых веществ, а также ГК и ФК в варианте бессменная кукуруза немного выше по сравнению с вариантом бессменная озимая пшеница на 32 мг/100 г 10 мг/100 г и 26 мг/100 г соответственно. Однако, соотношение Сгк : Сфк в данном варианте меньше на 0,5 чем с озимой пшеницей и приближено к величине соотношения целинного чернозема.

*Таблица 1 – Влияние различного использования пахотных почв на содержание, состав и оптические свойства ЛГВ агрочернозема типичного Курской области*

Вариант	мг на 100 г почвы			Сгк Сфк	Q <sub>4/6</sub>		
	Слгв	Сгк	Сфк		лгв	гк	фк
Целина	1708	926	782	1,18	5,02	4,21	9,78
Бессменная озимая пшеница	1126	627	499	1,26	4,67	4,11	14,20
Бессменная кукуруза	1162	637	525	1,21	4,78	3,82	10,68
Бессменный пар	1015	589	426	1,38	4,52	3,73	10,85
Залежь	1078	615	463	1,33	4,69	4,06	9,53
НСР <sub>05</sub>	138	92	59	0,13	0,26	0,34	4,03

Самое низкое содержание ЛГВ установлено в варианте пар – 1015 мг/100г или на 59% ниже значений целинного чернозема. Одновременно с этим, в бессменном паре отмечается широкое соотношение Сгк : Сфк 1,38 по всему опыту, обусловленное активным процессом минерализации гумусовых веществ и отсутствием источников гумификации. Содержание углерода ГК и ФК в залежи выше по сравнению с бессменным паром на 26 мг/100г и 37 мг/100г, но ниже вариантов бессменного возделывания сельскохозяйственных культур. В результате перевода бессменного пара в залежь произошло увеличение доли ЛГВ с преобладанием ГК над ФК.

Самые высокие значения коэффициента Q4/6 ЛГВ и лабильных ГК присущи целинному чернозему – 5,02 и 4,21 соответственно. Самая низкая величина Q4/6 – 4,52 отмечается у ЛГВ варианта бессменный пар. Несколько более высокие значения коэффициента Q4/6 имеют варианты залежь и бессменное возделывания сельскохозяйственных культур 4,67 – 4,78. Под влиянием бессменной озимой пшеницы происходит усложнение структуры ЛГВ и лабильных ГК, о чем свидетельствует уменьшение значений Q4/6 до 4,67 и 4,11, т.е. в формировании их молекулярной структуры устойчивые циклические компоненты играют более значимую роль по сравнению с ЛГВ и лабильными ГК целинного чернозема. В случае возделывания бессменной кукурузы также возрастает роль ароматического ядра и в меньшей степени периферической части в построение молекул гумусовых кислот, о чем свидетельствует коэффициент цветности ЛГВ – 4,78. В залежном черноземе Q4/6 ЛГВ составляет 4,69, что на 0,33 меньше значений целины. Отношение величин по ФК в этом же варианте имеют более низкие значения по сравнению с остальными пахотными почвами.

Таким образом, антропогенное воздействие на чернозем привело к значительной трансформации гумусовых веществ почвы. В результате сельскохозяйственного использования чернозема типичного в условиях экстенсивного уровня применения агротехнологий, снизилось содержание ЛГВ почти в два раза относительно эталонного варианта. Соотношение Сгк : Сфк в пахотных почвах приобрело более широкий интервал, а коэффициент цветности имеет меньшую величину отношений по сравнению с вариантом целинного чернозема. Отсутствие сбалансированного севооборота и удобрений способно привести к снижению плодородия почв с развитием деграционных процессов.

### Литература

- [1] Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Содержание лабильного органического вещества в севооборотах с бинарными посевами // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018 – № 1 (56) С. 13-21.
- [2] Кирюшин В.И., Ганжара Н.Ф., Кауричев И.С., Орлов Д.С., Титлянова А.А., Фокин А.Д. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. М.: Изд-во МСХА, 1993. 99 с.
- [3] Когут М.Б. Органическое вещество чернозема // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2017 Вып. 90 С. 39-55. DOI: 10.19047/0136-1694-2017-90-39-55
- [4] 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.
- [5] Мамонтов В.Г., Родионова Л.П., Бруевич О.М. Уровни содержания лабильных гумусовых веществ в пахотных почвах // Известия ТСХА. 2009 (4). С. 121-123.
- [6] Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 344 с.

- [7] Черников В.А., Кончиц В.А., Пупонин А.И. Влияние различных способов и приемов обработки суглинистой дерново-подзолистой почвы на структуру гуминовых кислот и эмиссию парниковых газов // Известия ТСХА 2016 (1). С. 24-39.
- [8] Cheorghé Jigau Tofan Elena Blidari Anton. Ensuring the sustainability of arable chernozems through management of the humus formation process // Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LX, 2017. P 100-106.
- [9] Saljnikov, E., D. Cakmak, and S. Rahimgdieva. 2013 Soil organic matter stability as affected by land management in Steppe Ecosystem. INTECH Journals. 2013 Chapter 10, P.269- 310 <http://dx.doi.org/10.5772/53557>.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ 3 И 4 КВАРТАЛОВ ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

**Лосев Артем Иванович**

*аспирант кафедры почвоведения, геологии  
и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А.  
Тимирязева  
e-mail: trilleriv@gmail.com*

В работе приведены результаты исследования гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв постоянных пробных площадей Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. В течение двух лет в сезонной динамике в верхних горизонтах почв под древостоями различного состава определяли мощность лесной подстилки, полевую влажность почв, содержание и групповой состав гумуса, актуальную, потенциальную, гидролитическую кислотность. Проведен анализ закономерностей изменения данных показателей в зависимости от состава древостоя.

Существующие работы, посвященные лесному почвообразованию и формированию гумусовых горизонтов в частности, сильно разнятся с точки зрения получаемых результатов. Исследователи до сих пор не пришли к общему мнению в понимании закономерностей сезонного и пространственного изменения многих характеристик почвенного профиля. В связи с присущей лесу сильной пестротой почвенного покрова, которой он обязан деятельностью древесного сообщества, теоретически прогнозируемые закономерности не всегда проявляются на практике. В связи с этим, для более полного и детального понимания проблемы, необходимо получить больше данных, сопоставляя которые в будущем можно будет сделать более конкретные выводы о многочисленных лесных процессах и том, какое отражение они находят в почвенном профиле. [1, 2, 4, 5, 6]

В перспективе эти знания потребуются для работ, направленных на сохранение лесов в условиях интенсивной урбанизации. Для лесомелиоративных и связанных с лесопосадками направлений. Для сельскохозяйственного освоения территорий, находящихся сейчас под покровом леса. Понимание процессов и закономерностей лесного почвообразования может повысить финансовую эффективность при проведении перечисленных работ, а также улучшить экологическую их составляющую.

Исследование проведено на Лесной Опытной Даче УНКЦ При РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

Лесная опытная дача (далее ЛОД) располагается в Северном Административном округе г. Москва, в юго-западной части землепользования РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Площадь Дачи представляет собой сложный вытянутый с северо-запада на юго-восток многоугольник максимальной длиной 2,8 км и шириной 1,6 км. ЛОД называют уникальной

научной природной лабораторией под открытым небом. Это старейший в Европе опытный участок, где с 1963 года ведутся постоянные наблюдения за лесными насаждениями. Работа над ЛОД началась в 1862-ом году с приглашением для ее организации Альфонса Романовича Варгаса де Бедемара. Результатом этой работы сегодня, спустя 158 лет, являются, расположенные в 14 кварталах, 152 детально описанные в тематической литературе пробные площади, на которых проводятся, как длительные стационарные исследования и наблюдения, так и менее масштабные опыты, и эксперименты. [3]

В рамках данной работы объектом являются три пробных площади IV квартала ("Э", "Б" и "Е") и одна пробная площадь III квартала ("Е"). Пробная площадь «Е» 3-го квартала представляет собой двухъярусный разнотравный сосняк первого класса бонитета. Состав древостоя: первый ярус 10С+Б, второй ярус 7ДЗКл ед. Лп, В. Пробная площадь «Э» 4-го квартала – одноярусный разнотравный сосняк третьего класса бонитета. Форма древостоя простая, состав: 7С2Д1Б+Кл ед. В, Лп. Пробная площадь «Б» 4-го квартала - одноярусный листовяг-кисличник первого класса бонитета. Форма древостоя простая, состав: 10л+Б ед. Д, Ли, Кл, В. Пробная площадь «Е» 4-го квартала представляет собой двухъярусный разнотравный сосняк второго класса бонитета, второй ярус которого представлен кленом. Состав древостоя: 9С1Кл, Лп ед. Б, Д, В первый ярус, 10Кл второй ярус.

Анализ данных показал, что состояние гумусовых горизонтов на изученных пробных площадях характеризуется:

- большой их мощностью (18-29см)
- высокой влажностью (22-62%)
- очень сильнокислым уровнем рН водной и солевой вытяжек ( $pH_{H_2O} = 4,2-5,1$ ,  $pH_{KCl} = 3,6-4,0$ )
- высокой гидролитической кислотностью (8,9 – 16,5 мг-экв/100г)
- высоким содержанием гумуса (2,5% до 8,3%)
- гуматно-фульватным типом гумуса (Сгк:Сфк - 0,6-0,7)

Обнаружены следующие зависимости характеристик от состава древостоя:

более мощный гумусовый горизонт формируется при увеличении в первом ярусе древостоя доли лиственных пород;

чем больше участие сосны в древостое – тем ниже уровень рН H<sub>2</sub>O, в случае рН КСl зависимость менее выражена (на границе с НСР), но в июле и октябре довольно существенна (рН подстилки пробных площадей «Б» и «Э» IV квартала тоже закономерно выше, чем под более чистыми сосновыми насаждениями).

Наиболее высокие значения Нг (14-16,5 мг-экв/100г) наблюдаются на пробных площадях «Е» III и IV кварталов, покрытых древостоями с наибольшим участием сосны среди исследуемых. Ниже (12,4-13,7) значения на пробной площади «Б» IV квартала, территорию которого занимает чистое насаждение лиственницы. Наименьшая гидролитическая кислотность (8,9-13 мг-экв/100г) зафиксированы на пробной площади «Э» IV квартала, в составе древостоя которых наибольшее участие лиственных пород среди пробных площадей с простым древостоем.

Самые высокие значения гумуса (8,3%) зафиксированы на пробной площади со сложным сосновым насаждением, второй ярус и 10% первого представлены кленами. Наименьшее содержание гумуса (2,5%) зафиксировано на пробной площади, занятой смешанным с дубом простым сосновым насаждением.

Пики содержания углерода фульвокислот приходятся на почвы с пробных площадей «Е» третьего и «Б» четвертого кварталов, пики содержания гуминовых кислот и гумина приходятся на оставшиеся пробные площади.

Сезонная динамика наиболее ярко выражена в отношении Сгк:Сфк – в осенних образцах оно достоверно ниже, чем в летних и весенних.

Также четко дифференцирована по сезонам полевая влажность образцов - в мае влажность горизонтов А1 составляет порядка 26-27%, в июле 22-24%, в октябре 36-39%.

Почвенный покров ЛОД характеризуется сильнейшей пестротой по всем изученным показателям. Коэффициенты вариации, рассчитанные по пробам, отобраным на одной пробной площади достигают 30%.

В условиях леса это происходит в виду специфических взаимодействий почвы с древесной и напочвенной растительностью, перераспределения водных потоков (как вертикальных и горизонтальных) и солнечного света, животных и даже антропогенного фактора, особенно в условиях, когда лес располагается вблизи крупных городов, или даже в пределах мегаполиса, как в случае Лесной опытной дачи.

### Литература

- [1] Глухенькая Е.А, Каменных Н.Л., Наумов В.Д. Влияние древесных насаждений и рельефа на формирование дерново-подзолистых почв ЛОД РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева // Сборник трудов Международной молодежной научной конференции «Генетическая и агрономическая оценка почв» / Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. 2018. С. 35.
- [2] Мамонтов В.Г. Особенности органического вещества почв (на примере САО и СЗАО г. Москвы) / В.Г. Мамонтов, Ю.А. Озеров // Ж. Плодородие – 2011 - №5. – С. 36-37.
- [3] Наумов В.Д., Поляков А.Н. 150 лет лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: Монография - М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 345 с.
- [4] Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое Вещество Почв Российской Федерации - М.: Наука, 1996. - 256с.
- [5] Пустовойтова К.Д., Каменных Н.Л., Наумов В.Д. Почвенно – лесоводственная характеристика дерново-подзолистых почв на примере пробных площадей 6,7,11 кварталов ЛОД РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева // Сборник трудов Международной молодежной научной конференции «Генетическая и агрономическая оценка почв» / Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. 2018. С. 56-57.
- [6] Яшин И.М. Экологическая оценка фаций и почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / И.М. Яшин, И.И. Васенев, И.Е. Гареева, С.Р. Рамазанов // Сборник материалов Московской международной летней экологической школы MOSES-2015 «Экологический мониторинг, моделирование и проектирование в условиях природных, городских и агроэкосистем» - Москва, 2015 - С. 7-35.

## ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

**Шопина Ольга Владимировна**

*аспирант 1 г.о. кафедры геохимии  
ландшафтов и географии почв МГУ им. М.В.  
Ломоносова  
e-mail: olashopina@gmail.com*

**Терехова Дарья Алексеевна**

*студент 4 курса кафедры геохимии  
ландшафтов и географии почв МГУ им. М.В.  
Ломоносова*

**Кузнецова Анастасия Игоревна**

*аспирант, м.н.с. Центра по проблемам  
экологии и продуктивности лесов РАН*

**Енчилик Полина Романовна**

**Гераськина Анна Петровна**

**Семенков Иван Николаевич**

**Смирнова Мария Андреевна**

*инженер кафедры геохимии ландшафтов и географии почв МГУ им. М.В. Ломоносова с.н.с. Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

*с.н.с. кафедры геохимии ландшафтов и географии почв МГУ им. М.В. Ломоносова доцент кафедры геохимии ландшафтов и географии почв МГУ им. М.В. Ломоносова*

**Введение.** В результате экономического кризиса 1990-х гг. в России произошло масштабное сокращение площадей сельскохозяйственных земель. По оценкам Росстата [1], в России площадь заброшенных сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосы, пастбища), зарастающих древесно-кустарниковой растительностью, превышает 38 млн га, то есть составляет около половины современной посевной площади.

Формирующиеся на залежных землях лесные экосистемы характеризуются высокой продуктивностью, значительным потенциалом поглощения парниковых газов и аккумуляции углерода в растительной биомассе и в почвах. Анализ динамики углерода в ходе постагрогенных сукцессий важен для понимания путей сопряженного восстановления почвенного и растительного покровов и разработки эффективного управления постагрогенными экосистемами. Целью нашей работы была оценка запасов органического углерода в песчаных почвах постагрогенных экосистем сосновых лесов национального парка «Смоленское Поозерье». Территория исследования характеризуется обширными площадями заброшенных пахотных земель разного возраста, участками современной пашни и коренных лесов, что позволяет проследить постагрогенные изменения почв на разных стадиях сукцессии в сходных физико-географических условиях.

**Объекты и методы исследования.** Национальный парк расположен на северо-западе Смоленской области к северу от г. Смоленска в пределах Западно-Двинской низменности Восточно-Европейской равнины. Климат территории умеренно-континентальный со среднегодовым количеством осадков, равным 730 мм. Средняя температура января составляет  $-8.6^{\circ}\text{C}$ , июля  $+17.0^{\circ}\text{C}$ . Согласно ботанико-географическому районированию России, национальный парк располагается в зоне широколиственно-еловых лесов; вместе с тем, ввиду значительной антропогенной трансформации ландшафтов, на участке преобладают вторичные мелколиственные леса, сосняки и ельники. В качестве почвообразующих пород встречаются отложения различного генезиса и гранулометрического состава – моренные суглинки, флювиогляциальные пески, озерные отложения [2].

Исследования проведены на 18 площадках, приуроченных к выровненным субгоризонтальным поверхностям, и представляющим разные стадии постагрогенных сукцессий. Продолжительность постагрогенного периода установлена на основании анализа карт, космических снимков, опросов местного населения и определения возраста древостоя. Каждая стадия сукцессии исследована на трех площадках; работы на площадках включали описания растительных сообществ, почв, отбор образцов для лабораторных исследований (из генетических горизонтов и по глубинам). Стадия С-0 представлена современными агроценозами на агроземах; стадия С-1 соответствует молодым залежам под луговой растительностью на дерново-подбурах и серогумусовых постагрогенных почвах. Следующие стадии С-2, С-3, С-4, С-5 и С-6 соответствуют разновозрастному сосновому лесу (менее 30 лет (С-2), 50 – 70 лет (С-4) и более 70 лет (С-5 и С-6)), формирующемуся на различных подтипах дерново-подзолов и, дерново-подбуров и серогумусовых почв. Отличие между стадиями С-5 и С-6 заключается в том, что последняя представляет коренные сосняки, формирующиеся на почвах, не используемых ранее в сельском хозяйстве; почвы стадии С – 5 имеют

морфологические признаки бывшей распахки. Сосновый лес 30 – 50 летнего возраста на исследуемой территории отсутствовал, поэтому стадия С – 3 не выделялась. В составе древостоя, помимо доминирующей сосны, присутствуют мелколиственные породы; их доля минимальна в коренном сосновом лесе [3].

В лабораторных условиях проведено определение содержания органического углерода почв методом бихроматного окисления (по И.В. Тюрину). Плотность (объемная масса) почв определялась в почвенных пробах, отобранных с помощью стальных колец известного объема с разных глубин по всему почвенному профилю. Запасы органического углерода рассчитывали для всей почвы, гумусового горизонта, и верхнего 20-см слоя почвы.

**Результаты и обсуждение.** Содержание органического углерода и его запасы в исследованной серии почв являются результатом поступления органического вещества как в результате природных, так и антропогенных процессов. В пахотных и старопашотных горизонтах почв лесных экосистем содержится 0.9 – 1.5 и 0.3 – 1.1% углерода органических веществ соответственно.

Изменение особенностей растительного покрова в ходе постагрогенных сукцессий: агроценоз – луг – сосновый лес с разной долей мелколиственных пород, обуславливает существенное изменение качества и количества растительного опада, поступающего в почвы. Высокая продуктивность луговых фитоценозов приводит к поступлению в почвы большого количества корневого опада, богатого целлюлозой и аминосохарамми, что находит свое отражение как в содержании, так и в запасах органического вещества этих почв. Почвы под луговой растительностью (стадия С – 1) характеризуются максимальными значениями запасов органического углерода в целом (более 4.5 кг/м<sup>2</sup>), а также отдельно в гумусовых горизонтах (более 3.4 кг/м<sup>2</sup>) и в верхнем 20-см слое (более 3.6 кг/м<sup>2</sup>) в сравнении с другими почвами серии. Смена луговой растительности на древесную вызывает уменьшение поступления корневого опада и формирование горизонта подстилки на поверхности почвы, что в конечном итоге, обуславливает уменьшение запасов органического углерода в минеральной части почвы на стадиях С-2 – С-5, в сравнении со стадией С-1. При этом, минимальные запасы органического углерода наблюдаются в почвах средневозрастного леса (стадия С-4) и варьируют в пределах 1.8 – 3.0 кг/м<sup>2</sup> для почв в целом, 1.5 – 2.7 кг/м<sup>2</sup> для гумусовых горизонтов и 1.8 – 3.0 кг/м<sup>2</sup> для 20-см слоя. Аналогичная тенденция – сокращение запасов органического углерода при переходе от луговой стадии к лесной, локальный минимум в почвах средневозрастных лесов (55-летний возраст) и последующий рост запасов органического углерода в лесных почвах описан в работе [5], посвященной песчаным почвам постагрогенных сукцессий южной тайги. Авторы [5] объясняют эту тенденцию сочетанием двух разнонаправленных процессов: уменьшением микробиологической активности и ростом интенсивности гумификации подстилок и увеличивающейся корневой фитомассы лесного яруса со временем. Интересно, что для исследованной нами серии почв максимальная мощность подстилки характерна для стадии С - 4 (средневозрастной лес); средняя мощность подстилки в ряду С2 – С4 – С5 составляет 2.7 – 4.9 – 4.3 см соответственно [6]. По-видимому, для исследуемой нами серии почв характерны схожие сочетания процессов, что были описаны в работе [5]: при переходе от стадии С-4 к С-5 происходит резкое уменьшение микробиологической активности и рост гумификации, приводящий к уменьшению мощности лесной подстилки и увеличение запасов органического углерода в почвах старовозрастного леса в сравнении с почвами средневозрастного. Почвы коренных и старовозрастных лесов (стадии С-5 и С-6) слабо отличаются по запасам органического углерода как в самих почвах (около 3.5 кг/м<sup>2</sup>), так и в гумусовых горизонтах (около 2 кг/м<sup>2</sup>), верхних 20-и см (около 2.5 кг/м<sup>2</sup>).

Сопоставление средних значений биомассы макрофауны в почвенных монолитах 25x25x30 см [6] с запасами органического углерода в гумусовых горизонтах и 20-см слое исследованных почв, свидетельствует о близком характере изменения показателей в ряду почв

постагрогенных сукцессий. Коэффициенты детерминации  $R^2$  между биомассой почвенной макрофауны и запасами органического углерода в гумусовом горизонте и 20-см слое, соответственно, составляют 0.57 и 0.58.

**Заключение.** Исследование песчаных почв постагрогенных сукцессий сосновых лесов свидетельствует о нелинейном характере изменения запасов органического углерода в минеральной части почв со временем. При зарастании пахотных земель луговой растительностью происходит увеличение запасов органического углерода, сменяемое его уменьшением в почвах лесных экосистем; при этом, минимальные запасы приходятся на почвы 50 – 70 летнего возраста древостоя. Почвы старовозрастных коренных и вторичных сосновых лесов близки по запасам органического углерода как в гумусовых горизонтах, так и в самих почвах.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность сотрудникам Национального Парка «Смоленское поозерье». Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № 21-74-20171 "Индикаторы агрогенного этапа развития лесной территории"

### Литература

- [1] Росстат. Российский статистический ежегодник. 2017. 686 стр.
- [2] Кочергин А.С. Эколого-географические основы организации и управления территорией национального парка (на примере национального парка «Смоленское Поозерье»). Дисс...к.г.н. Смоленск: Смоленский гуманитарный университет, 2002.
- [3] Семенов И.Н., Тихонова Е.В., Титовец А.В., Шопина О.В., Кузнецова А.И., Гераськина А.П., Хохряков В.Р., Бавшин И.М., Клинк Г.В. Стадии восстановления почв и растительности Смоленского Поозерья после распашки: первые результаты полевых работ 2021 г. на примере сосновых лесов / Материалы IX Всероссийской научной конференции с международным участием «Лесные почвы и изменение климата», 2021. С. 181 – 183.
- [4] Люри, Д. И., Карелин, Д. В., Кудиков, А. В., а Горячкин, С. В. Изменение дыхания почвы в ходе постагрогенной сукцессии на песчаных почвах в южной тайге // Почвоведение. 2013. № 9. С. 1060–1072.
- [5] Гераськина А.П., Кузнецова А.И., Терехова Д.А., Тихонова Е.В., Семенов И.Н. Динамика почвенной фауны и мощности подстилки в постагрогенных почвах сосновых лесов Национального Парка «Смоленское Поозерье» / Материалы IX Всероссийской научной конференции с международным участием «Лесные почвы и изменение климата», 2021. С. 45 – 47.

## **ГЕОЛОГИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ САЙТА WWW.RP5.RU В ЛАНДШАФТНОМ АНАЛИЗЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ МЕТЕОСТАНЦИИ Г. НОРИЛЬСК**

**Белькова Анна Владиславовна**

*студентка 3 курса института  
агробиотехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева  
e-mail: Belkova.Anuta@mail.ru*

**Аннотация.** в статье проведен анализ климатических показателей, полученных посредством базы данных [www.RP5.ru](http://www.RP5.ru) на примере метеостанции г. Норильск. В статье представлен анализ сумм активных температур и количества осадков за пятилетний период. Обработка массива данных проведена с помощью построения сводных таблиц и графиков.

Проблема глобальных изменений климата является одной из наиболее значимых в мировом масштабе. Климат оказывает существенное влияние на формирование облика территории, ее литогенную основу, на животных и человека, создавая условия для жизни и деятельности [1]. Исследования направленности климатических изменений мобильного компонента ландшафта основываются на анализе долговременных рядов климатических переменных (температура воздуха и почвы, атмосферные осадки и др.), основой которых являются наблюдения на метеорологических станциях [2].

Еще очень давно люди начали наблюдать за погодными явлениями и вести их учет, внося регулярные записи о климатических параметрах. В научных работах широко представлено использование новых сетей связи, инноваций в области систем прогнозирования. Следует отметить наработки позволяющие упростить процесс сбора и обработки информации, повысить качество метеорологического обслуживания, в том числе дистанционными методами [4]. Существует множество информационных источников, но одним из наиболее доступных является сайт [www.rp5.ru](http://www.rp5.ru) [5].

В ходе анализа и составления иерархической схемы ландшафтов физико-географического района была использована ландшафтная карта [3]. На иерархической схеме таксономических единиц г. Норильск даны подробные описания каждого индекса и соответствующего ему описания ландшафта территории (Рис. 1).

Наиболее однородными являются западная, северная, центральная и юго-восточная области. Все они представлены верхнечетвертичными равнинами, отличающимися различными формами мезорельефа и растительностью. Восточная и южная части представляют собой холмистые и расчлененные плато, на востоке сложенные эффузивными породами, на юге - терригенно-карбонатными породами. Исключение составляют предпойменные ландшафты у реки Дудинка, представляющие собой низкие надпойменные террасы с термокарстовыми и старичными озерами [3].

В ходе работы был выполнен анализ сумм активной температуры и сумм осадков с 2016 – 2020 год. В ходе анализа базы использовались данные климатического архива метеостанции г. Норильск ID23078, скачанного с ресурса [rp5.ru](http://rp5.ru). [5]. Обработка массива данных проведена с помощью построения сводных таблиц и графиков в Microsoft Excel (Рис. 2, Рис. 3). Всего было обработано 70 112 измерений температуры и осадков, а за пятилетний период – 17 510 измерений. Для сравнительного анализа и сведения показателей в работе построена полиномиальная линия тренда и показаны уравнения регрессии, характеризующие силу линейных отношений между двумя переменными.

## СХЕМА ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА Г. НОРИЛЬСК

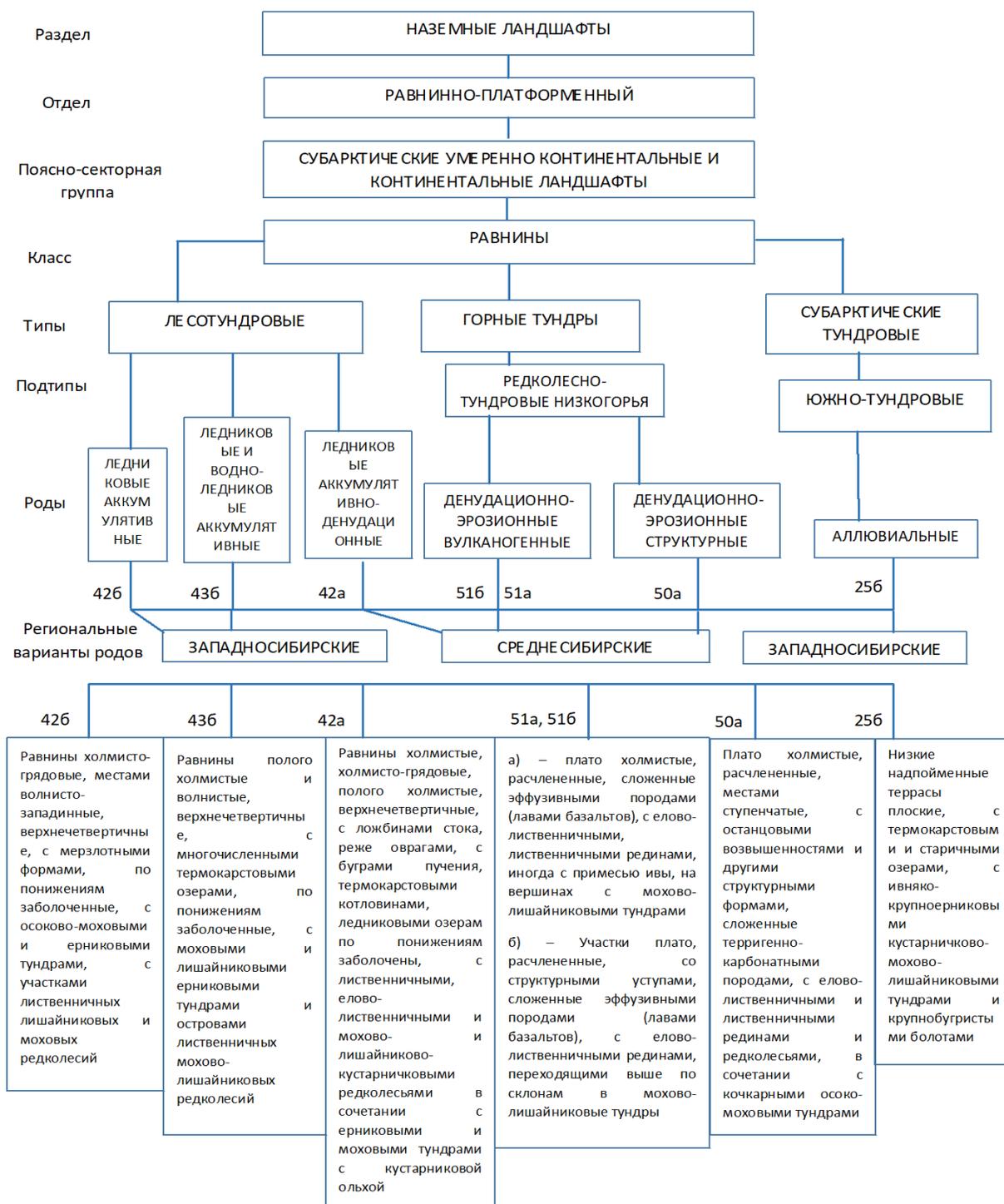


Рисунок 1 – схема таксономических единиц физико-географического района

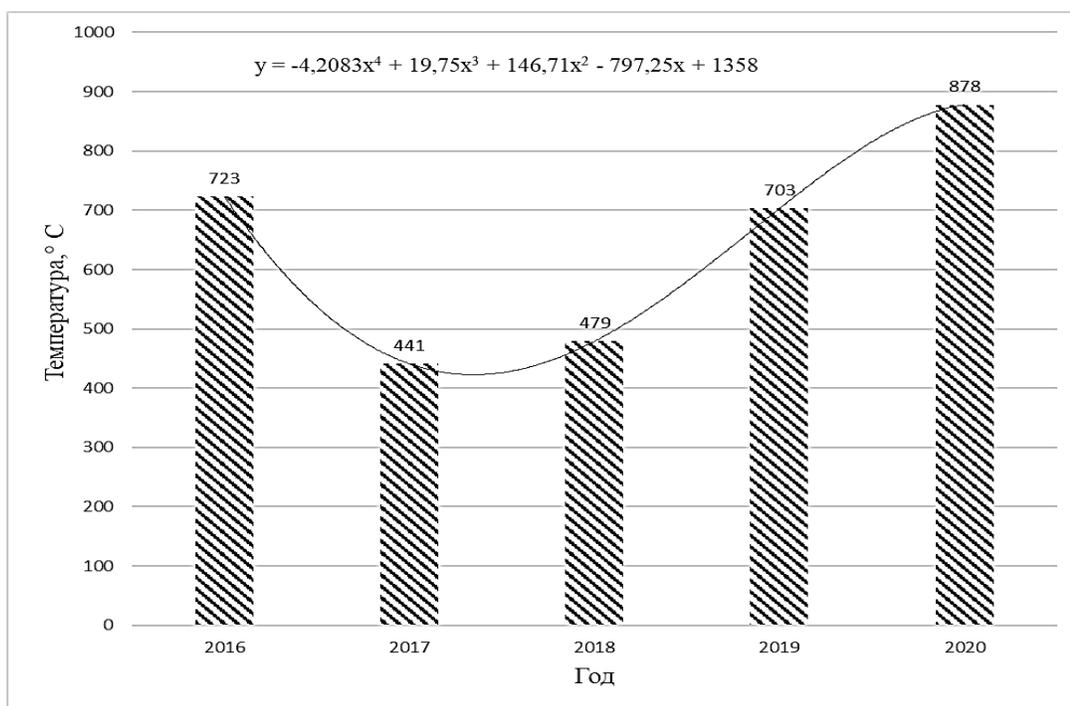


Рисунок 2 – Распределение сумм активных температур с 2016 – 2020 год

Проанализировав построенные графики и таблицы, можно сделать вывод о том, что графики сумм активной температуры за вегетационный период и сумм осадков в 2020 – 2016 годы обратно пропорциональны. Исходя из этого выявляется некоторая закономерность – чем ниже сумма активных температур, тем больше сумма осадков за исследуемый период. То есть излишнее температуры компенсируется сухостью, причиной чего является энергоёмкость воды (аккумуляция энергии).

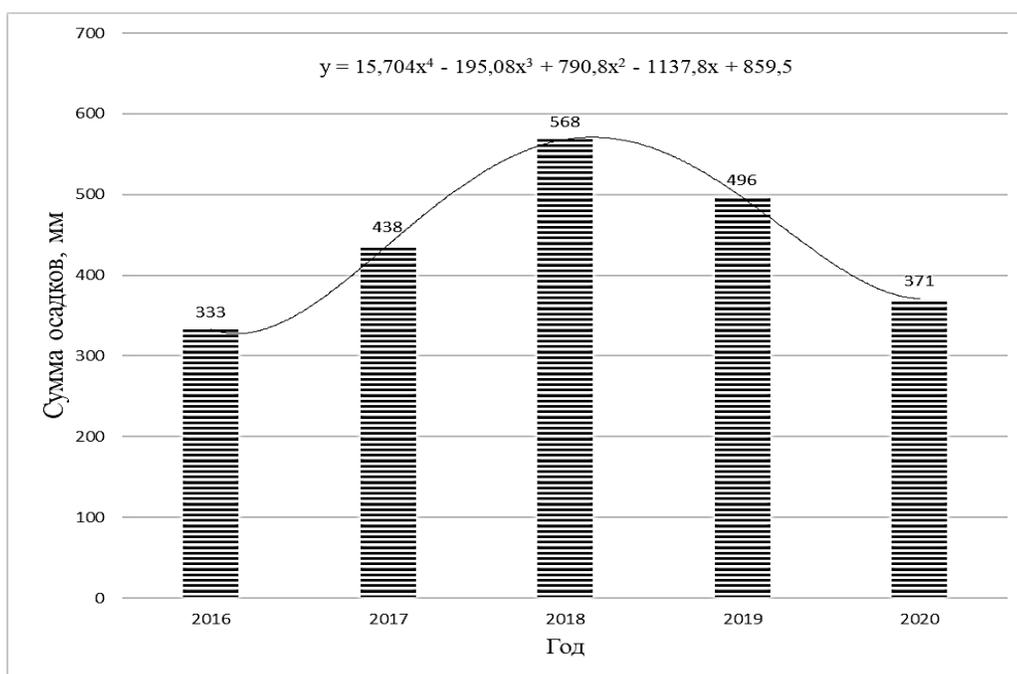


Рисунок 3 – Распределение сумм осадков с 2016 – 2020 год

При отсутствии достаточного количества влаги - растет суровость и континентальность. Резкие отклонения сумм активных температур на графиках распределения по годам также могут свидетельствовать о резкой континентальности климата г. Норильска. Можно сделать вывод о том, что 2018 и 2019 года были в пределах климатической нормы для данного климатического региона, 2016, 2020 год значительно выше, а 2017 – значительно ниже нормы.

#### Литература

- [1] Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Арешин А.В., Бойко О.С., Ефимов О.Е. Геология с основами геоморфологии. – Москва, 2015, 207 с.
- [2] Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Злобина М.В. Ландшафтоведение. Практикум. – Москва, 2016, 129 с.
- [3] Гудилин С. Ландшафтная карта СССР // сост. В Производственно-геологическом объединении по проведению специальных гидротехнических и инженерно-геологических работ. – 1:2 500 000. – М. – 1980. – листы 1 – 16.
- [4] 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.
- [5] RP5 Расписание Погоды [сайт]. URL: [https://rp5.ru/Архив\\_погоды](https://rp5.ru/Архив_погоды) в Норильске

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

**Селищева Инна Васильевна**

*студентка 3 курса кафедры  
сельскохозяйственных мелиораций,  
лесоводства и землеустройства РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева  
e-mail: Iseliseva@gmail.com*

**Саенко Софья Алексеевна**

*студентка 3 курса кафедры  
сельскохозяйственных мелиораций,  
лесоводства и землеустройства РГАУ-МСХА  
имени К.А. Тимирязева*

**Арешин Александр Викторович**

*к.б.н, доцент кафедры почвоведения, геологии и  
ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А.  
Тимирязева*

Землеустройство – совокупность разнообразных социально-экономических процессов, которые в комплексе обеспечивают целенаправленную организацию и самой территории, и связанных с землёй средств производства. [3]

Землеустройство включает в себя мероприятия по изучению состояния земель, планированию и организации рационального использования земель и их охраны, описанию местоположения и (или) установлению на местности границ объектов землеустройства, организации рационального использования гражданами и юридическими лицами земельных участков для осуществления сельскохозяйственного производства, а также по организации территорий, используемых общинами коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации. [2]

Соответственно, для того чтобы рационально проводить землеустройство, землеустроитель должен точно знать особенности геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в пределах исследуемой территории.

Геология важна во многих сферах деятельности человека, а особенно при строительстве и ведении сельского хозяйства. Поэтому провести геологические исследования на территории

следует в первую очередь. Это должен быть полный и максимально точный анализ, который включает в себя определение типа грунта и изучение грунтовых вод.

Если на участке предполагается не только возращивание культур, а возведение сельскохозяйственных объектов, то нужно провести еще дополнительные тесты на устойчивость грунта. Ведь при возведении строения очень важно быть уверенным в том, что грунт выдержит вес любого планируемого здания. В противном случае здание может пойти трещинами, в результате чего будет нарушена его целостность.

В свою очередь, гидрогеологические условия характеризуют размещение подземных и поверхностных источников воды. Гидрогеологические свойства земель определяют глубину залегания подземных вод, их состав (качество), происхождение, динамику, а состояние подземных вод определяет размещение объектов строительства, выбор земельных массивов для орошения и осушения и способы их осуществления, особенности усадебного, полевого и пастбищного водоснабжения.

Отсюда следует, что землеустроительные решения в сильной степени зависят от гидрогеологических условий.

Также, геологические исследования на любом проектируемом участке дают возможность получить все необходимые данные о возможных опасных явлениях, таких как: подтопление, набухание, оползни и другие. Данные процессы часто приводят не только к неприятностям при строительстве, но и существенно затрудняют или даже делают невозможным ведение сельского хозяйства.

Еще одним важным пунктом в деятельности землеустроителей является охрана земель. Согласно Земельному кодексу Российской Федерации, в целях охраны земель собственники земельных участков, землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия по защите земель от водной и ветровой эрозии, селей, подтопления и другого негативного воздействия. [1]

Знание основ геологии поможет провести исследование территории на предмет возможности возникновения карстовых явлений, оползней, а также опасных явлений в условиях склонов и спланировать мероприятия по предотвращению их развития.

Поэтому изучение такой дисциплины, как геология, дает будущим специалистам землеустроителям необходимые теоретические знания и практические навыки, поскольку строительство и эксплуатация самых разнообразных объектов требует всестороннего учета геологических и геоморфологических условий.

### **Литература**

- [1] Земельный Кодекс Российской Федерации от 28.09.2001 № 136-ФЗ // Российская газета. 2001 г. № 0. Ст. 13 с изм. и допол. в ред. от 01.09.2021
- [2] Земельный Кодекс Российской Федерации от 28.09.2001 № 136-ФЗ // Российская газета. 2001 г. № 0. Ст. 68 с изм. и допол. в ред. от 01.09.2021
- [3] Сизов А.П. Введение в специальность. Землеустройство и кадастры. / А.П. Сизов М.: Изд-во МИИГАиК, 2013. 73 с.

## ВЛИЯНИЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**Бакатин Дмитрий Алексеевич**

*студент 1 курса института агрохимии и  
агрочоведения РГАУ-МСХА имени К.А.  
Тимирязева  
e-mail: opilka@mail.ru*

**Томилова Татьяна Владимировна**

*студент 1 курса института агрохимии и  
агрочоведения РГАУ-МСХА имени К.А.  
Тимирязева*

Вечная мерзлота (в разных источниках может иметь такие названия, как: многолетняя криолитозона, многолетняя мерзлота)- часть криолитозоны (криолитозона — верхний слой земной коры, характеризующийся отрицательной температурой горных пород и почв и наличием или возможностью существования подземных льдов), характеризующаяся отсутствием периодического протаивания. Районы многолетней мерзлоты - верхняя часть земной коры, среднегодовая температура которой длительный промежуток времени не поднимается выше 0 °С. Актуальность этой темы высока, особенно для Российской Федерации, так как 60% территории нашей страны занимает зона покрытая вечной мерзлотой.

*Причины возникновения вечной мерзлоты:* Вследствие шарообразности Земли имеет место систематический дефицит тепла в ее приполярных зонах. Вызванное этой причиной, а также наклоном земной оси к эклиптике неравномерность распределения на поверхности Земли, поступающей от Солнца лучистой энергии, преобразуемой в тепловую, создает избыточно и устойчиво охлажденные области земной коры, тяготеющей к обоим полюсам, а в пределах крупных материков охватывающие и средние широты. Избыточное охлаждение проявляется в устойчивом как в многолетнем и многовековом, так и сезонном, т.е. только зимнем промерзании земной коры, а также в образовании при благоприятных условиях наземных ледников. Так возникают мерзлые горные породы как географическое зональное явление.

Под вечной мерзлотой следует понимать толщи мерзлых горных пород, не оттаивающие в течение времени от нескольких до десятков и сотен тысяч лет. Над вечной мерзлотой формируется слой ежегодного сезонного промерзания - протаивания, называемый деятельным слоем.

*Почвы, формирующиеся на вечной мерзлоте:* В почвах, расположенных в зоне длительной сезонной или постоянной мерзлоты, протекает комплекс своеобразных процессов, связанных с влиянием низких температур. Над мерзлым слоем, который является водоупором, вследствие коагуляции органических веществ может происходить накопление гумуса. Под действием мороза происходит криогенное оструктуривание почвы.

Вечная мерзлота хороший водоупор, поэтому она часто служит причиной заболачивания оттаивающей летом почвы. На вечной мерзлоте формируются специфические глее-мерзлотно-таежные и мерзлотно-таежные почвы.

*Сельское хозяйство в условиях многолетней мерзлоты:* Сельское хозяйство в условиях вечной мерзлоты влечет за собой массу трудностей. Условие промерзающих грунтов не пригодна для большинства растений, в том числе культурных. Распаханная земля более темная, она притягивает тепло, грунт оттаивает, местность покрывается болотами, которые приходится осушать. Но люди постепенно осваивают земли с многолетней мерзлотой, хотя грунт никогда не прогревается, корневая система растений слабая, но при этом удается выращивать некоторые овощи и даже овес. С точки зрения плодородия тоже не все гладко. Из-за низких температур почвенный покров образуется очень медленно, гумус практически отсутствует.

Вечная мерзлота залегает на различной, часто небольшой, глубине. Помимо прямого механического противодействия росту корневых систем древесно-кустарниковых растений она замедляет деятельность микроорганизмов, что приводит к длительному сохранению в почве растительных остатков, слабому ее обогащению гумусом и другими элементами питания вследствие повышенной влажности надмерзлотного слоя почвы, создающей анаэробные условия. Летом, восполняя потери влаги при поверхностном испарении, вода часто выносит большое количество солей, вызывая местное засоление почвы. В этих условиях рекомендуется, осуществлять необходимые инженерно-мелиоративные мероприятия по улучшению водного режима и снятию засоления.

*Рекомендации для высаживания растительного покрова на землях с вечной мерзлотой:*

Необходимо, чтобы глубина рыхляемого слоя на участках озеленения была не менее 25 - 30 см. Проводить рыхление лучше весной, после оттаивания верхнего почвенного слоя, безотвальными орудиями. Рекомендуется внесение органических удобрений или хорошей растительной земли в количестве 80 - 100 т/га и минеральных удобрений. Посадочные ямы должны иметь значительно большие размеры, чем при общепринятой агротехнике. Грунтовые посадки лучше производить в котлован, чем в отдельные ямы. Вообще грунтовые загущенные посадки деревьев более устойчивы к воздействию ветра, так как по мере роста корни их переплетаются между собой. В местах избыточного увлажнения на дно ям и котлованов рекомендуется насыпать щебень слоем 10-15 см.

Значительно сложнее подготовка почвы на засоленных участках: в этом случае требуется изменение самого характера движения почвенной влаги путем регулярного и обильного промывочного полива всего участка.

Таким образом, многолетняя мерзлота в одних случаях ограничивает возможности развития тех или иных культур, в других- благоприятствует выращиванию других в связи с дополнительным увлажнением грунтов, создаваемым при сезонном оттаивании деятельного слоя.

**Заключение:** Изучив тему вечной мерзлоты, мы пришли к выводу, что развитие сельского хозяйства в таких условиях возможно. На протяжении долгого времени люди, живущие на землях с вечной мерзлотой, разрабатывали свои методики выращивания сельскохозяйственных культур на них. Борьба с вечной мерзлотой не имеет смысла, так как человек может нарушить тонкий природный баланс, что приведет к необратимым последствиям.

#### **Литература:**

- [1] Попов А.И. Мерзлотные явления в земной коре. Изд-во МГУ. 1967;
- [2] Общее мерзлотоведение (Геокриология). Под ред. В.А. Кудрявцева. Изд-во МГУ. 1978;
- [3] Электронная библиотека <http://geoman.ru/>;
- [4] Толстой М.П. Геология с основами минералогии. 1991.

## **ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ «ЮНЫЙ ПОЧВОВЕД»**

### **ВЛИЯНИЕ ЛИСТОВОГО ОПАДА НА КОЛИЧЕСТВО И РАЗНООБРАЗИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**Быкова Елена Алексеевна**

*ученица 9X класса ГАУО Школа 548*

*e-mail: Elenabyk07@mail.ru*

Сейчас в Москве повсеместно существует практика сбора листового опада. Это способствует эстетичности парков, скверов и придомовых территорий, но может обеднять почву, влиять на разнообразие организмов биогеоценоза, в том числе микроорганизмов. Почвенные микроорганизмы являются важным компонентом экосистемы. Их разнообразие и численность могут влиять на качество почвы, всхожесть растений и растительный состав.

**Цель работы:** Выяснить влияет ли сбор листового опада на многообразие организмов биогеоценоза.

#### **Задачи:**

1. Собрать пробы почв в местах где проводится сбор листового опада, и в местах, где такой сбор не проводится.(место сбора обеих проб – парк Царицыно, г. Москва)
2. Приготовить среду для выращивания микроорганизмов-мясопептонный бульон. Вырастить в пробирках микроорганизмы из проб.
3. Оценить многообразие микроорганизмов в каждой паре проб (с опадом и без опада из одного парка).
4. Сделать выводы.

**Рабочая гипотеза:** сбор листового опада снижает содержание микроорганизмов в почве.

Сбор проб грунта проводился 4 ноября 2020 года (Парк Царицыно около оранжереи).

#### **Методы исследования:**

- Сбор проб грунта.
- Выращивание микроорганизмов (в чашках Петри).
- Оценка численности и разнообразия микроорганизмов.
- Для статистической обработки данных использовали программу Excel.

Для исследования питательные среды были изготовлены самостоятельно, методика представлена на экране.

Мясопептонный агар (далее МПА): мясной бульон 1 % пептона, 0,5 % химически чистого натрия хлорида, 2% агар (для доведения рН натрия гидроксида или насыщенным раствором натрия гидрокарбоната)

Условия стерилизации:

Для мясного бульона: 30 мин при температуре 120 °С

Для готовой среды: 20 мин при температуре 120 °С

Условия культивирования: 24<sup>0</sup>С, 7 суток

#### **Ход исследования:**

- 1) Собрали почву (Царицыно)
- 2) Отвесили 1 г почвы, очистила от корешков и развела с водой
- 3) К 1 г почвы добавили 100мл воды
- 4) Произвели 4 разведения( л. И б.л.) : 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-4</sup>, 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-8</sup>
- 5) Брали по 1 мкл раствора и сеяли в чашку с 20 мл мясопептонного агара
- 6) Оставили на 7 суток при температуре 24<sup>0</sup>С
- 7) Посчитали кол-во микроорганизмов
- 8) По кол-ву и возможности подсчета наилучшим образом подошло разведение 10<sup>-4</sup>

9) В разведениях проб без листьев кол-во микроорганизмов и их разнообразие -меньше, чем в разведениях с листьями.

Почва является наиболее благоприятной средой для развития микроорганизмов. Для учета численности микроорганизмов с исследуемого участка почвы брала среднюю почвенную пробу.

При подготовке проб почв к микробиологическому анализу были разрушены почвенные агрегаты методом растирания почвы, увлажненной до пастообразного состояния в течение 5 мин в стерильной фарфоровой чашечке пальцем в резиновой перчатке. Почвенные образцы были проанализированы через два дня после сбора. До этого образцы хранились в холодильнике. образцы были тщательно перемешаны, вынуты корни растений, различные включения.

Перед посевом почву хорошо перемешали, высыпали на стекло, предварительно протертое спиртом. 1 г почвы из каждой пробы был перенесен в колбу с 99 мл стерильной водопроводной воды.

Приготовили разведения почвенной суспензии, для чего 1 мл почвенной суспензии из колбы (разведение 1:100) последовательно перенесла в ряд пробирок с 10 мл стерильной водопроводной воды или в колбу с 99 мл воды (1:10 000). т. д.

Для засева из нужного разведения пипеткой брали 1 мл суспензии и помещали в чашку Петри, равномерно распределяя по поверхности агара круговыми движениями. Засеянные чашки подписывали, переворачивали вверх дном и оставили в помещении на 7 дней

На чашках Петри заметно, что колоний выросло больше в образцах, полученных из проб с опадом. Некоторых из них так много, что не представляется возможным их подсчитать.

Подсчет в тех образцах, где это было возможно, показал тот же результат. В связи с малым количеством образцов математическая обработка результатов не проводилась.

В образцах почвы из мест с опадом было обнаружено большее количество живых (аэробных) микроорганизмов, чем в образцах почвы, с которой регулярно убирают опад.

### **Выводы:**

1. По качественным и количественным результатам можно сделать вывод, что в почвах «с опадом» микроорганизмов в 6 раз больше количественно и они более видоразнообразны: присутствуют разного цвета бактериальные колонии, плесневые грибы и гифы предположительно не плесневых грибов. Колонии «без опада» становятся беднее на микроорганизмы и это может сказаться на качестве и плодородности почвы.

2. Таким образом, рабочая гипотеза о том, что сбор листового опада обедняет разнообразие микроорганизмов почвы подтвердилась. В образцах из одинаковых мест сбора пробы «без опада» были беднее по количеству и качеству микроорганизмов по сравнению с образцами «с опадом».

3. В данной работе было показано, что сбор опада влияет на количество жизнеспособных аэробных микроорганизмов в почве. Для более глубокого анализа требуется проведение дополнительных исследований.

### **Литература**

- [1] Практикум по биологии почв: Учеб. пособие / Зенова Г.М., П69 Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н. А. - М.: Издательство МГУ, 2002.- 120 с.
- [2] Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – 2-е изд., испр. – СПб.: Крисмас+, 2012. – 176 с.:

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОСТРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ (CANNABIS SATIVUS) В КАЧЕСТВЕ СУБСТРАТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОГУРЦА ПОСЕВНОГО (CUCUMIS SATIVUS)

Каранкевич Артём Аркадьевич

ученик 10 «Х» класса ГАОУ «Школа № 548»  
e-mail: Karank.artem@yandex.ru

В настоящее время много внимания уделяется разработке ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий, ведь с каждым годом нагрузка на окружающую среду все больше. Торф является одним из важнейших природных богатств и его добыча нарушает экологическое равновесие некоторых экосистем, повышается риск возникновения пожаров на территориях осушения болот, что особенно актуально на сегодняшний день. К тому же, запасы торфа постоянно снижаются, ведь его образование в природе происходит очень медленно.

Наш проект предлагает альтернативу использования торфяных горшочков с почвой для рассады. Вместо торфяных горшочков можно использовать многоразовые контейнеры для рассады, а источником питательных элементов станет исследуемый субстрат – костра (остатки стеблей) технической конопли. Таким образом, помимо сбережения торфяных запасов, мы решаем проблему поиска или приобретения почвы для рассады.

**Гипотеза:** Костра технической конопли будет оказывать стимулирующее воздействие на формирование биомассы исследуемых растений. Дополнительное измельчение субстрата положительно отразится на накоплении биомассы.

**Цель:** Оценить эффективность применения костры технической конопли (*Cannabis sativus*) в качестве субстрата для выращивания овощных культур на примере *огурца посевого* (*Cucumis sativus*).

### **Задачи работы:**

- Получить биомассу исследуемых растений по вариантам исследования: контроль (почва), костра конопли, измельчённая костра конопли.
- Срезать и взвесить полученную биомассу по вариантам исследования.
- Сделать заключение о влиянии субстрата на продуктивность исследуемых растений.
- Оценить целесообразность применения костры конопли в качестве субстрата для выращивания растений.

Посев откалиброванных семян производился 17.02.2021 в стаканчики с субстратом, в трехкратной повторности. Наблюдения за всходами представлены в табл. 1.

*Таблица 1 - Даты появления всходов огурца посевого (Cucumis sativus)*

Вариант	Дата появления первого ростка	Дата появления последнего ростка	Количество взошедших семян	Количество листочков на проростках, шт
Контроль (почва)	01.03 (13 день)	06.03 (18 день)	6	3 (на двух) 2 (на четырех)
Костра	06.03 (18 день)	06.03 (18 день)	4	4 на каждом проростке
Перемолотая костра	03.03 (15 день)	05.03 (17 день)	9	4 на каждом проростке

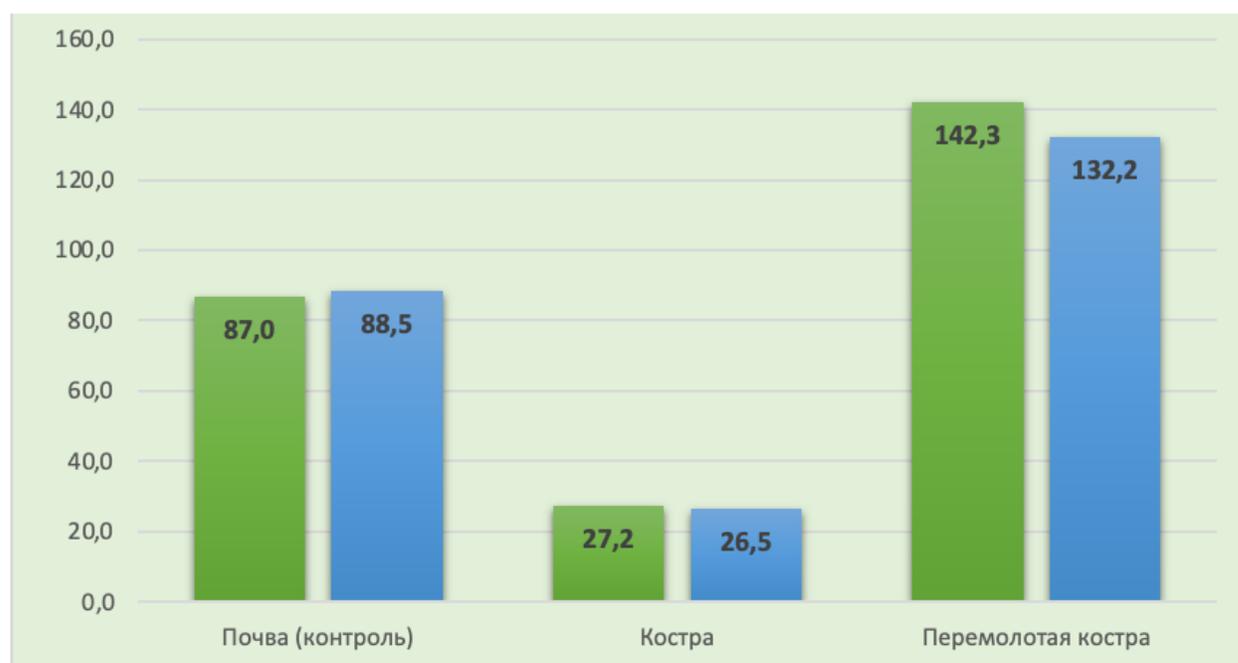
По данным таблицы 1 мы видим, что раньше всего проростки начали появляться в контрольном варианте – на 13й день опыта, а окончание всходов отмечено практически одновременно по всем вариантам – 17 день в перемолотой костре и 18 день в почве и костре.

Причем, в костре наблюдались очень дружные всходы, все появились в один день, в перемолотой костре проростки появлялись на протяжении 3х дней, наиболее длительный период всходов отмечен в контроле – 6 дней. Что касается всхожести семян в субстрате, то наилучший результат отмечается в варианте с перемолотой кострой, там взошли все семена. Меньше всего взошедших семян отмечено в почве. Также в ходе наблюдения за появлением всходов мы отметили, сколько листочков появилось на растениях. По данным таблицы 1 видно, что количество листочков на проростках в вариантах с кострой и перемолотой кострой одинаковое – по 4 листочка, а в почве растения развивались медленнее – на двух проростках появилось по 3 листочка, а на остальных четырех только по 2. Спустя 7 недель после посева мы извлекли растения из стаканчиков, измерили длину корней и стеблей, а также их массу. Результаты представлены в таблице 2, для удобства на таблицу нанесена цветовая шкала, где темно-зеленый цвет обозначает наибольшее значение в столбце, а желтый - наименьшее.

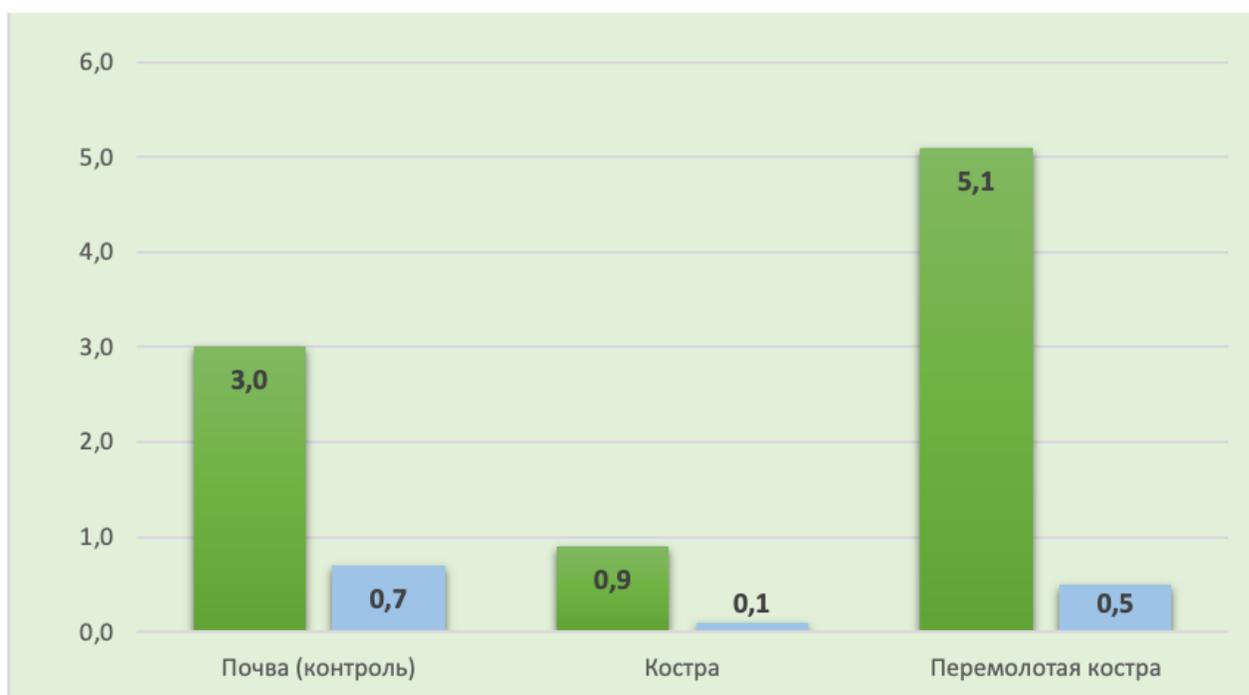
А для более наглядного представления данных мы построили диаграммы 1 и 2, представленные ниже.

*Таблица 2 - Результаты исследования морфологических показателей растений огурца посевного (Cucumis sativus)*

Вариант исследования	Суммарная длина, см			Масса, г		
	Надземной части	Корней	Всего	Надземной части	Корней	Всего
Почва (контроль)	87,0	88,5	175,5	3,0	0,7	3,7
Костра	27,2	26,5	53,7	0,9	0,1	1,0
Перемолотая костра	142,3	132,2	274,5	5,1	0,5	5,6



*Рисунок 1 - Длина надземной части огурца посевного по вариантам*



*Рисунок 2 - Длина надземной части огурца посевного по вариантам*

По данным таблицы 2 и рисунков 1 и 2 мы видим, что наименьшие длины и массы проростков наблюдаются в варианте с кострой. Мы связываем это с тем, что частицы субстрата слишком крупные, растениям тяжело удержаться в субстрате, а также доступность питательных элементов значительно ниже, чем в субстрате с более мелкими частичками. Это предположение подтверждается результатами, полученными в варианте с перемолотой кострой – в данном варианте получены наилучшие результаты. В перемолотой костре появились растения с наибольшей суммарной длиной корней и надземной части, а также с наибольшей массой надземной части и суммарной массой проростков. Исключение составляет только масса корней – наибольшее значение отмечено в варианте с почвой.

Вывод: Наилучшим вариантом в нашем исследовании стала перемолотая костра, проростки в нем появились достаточно дружно и на 1 день раньше, чем в остальных вариантах, причем, взошли все семена, которые мы посеяли. Также в данном варианте мы получили наиболее крупные и сильные растения с наибольшей длиной корней и надземной части и наибольшей массой. Худшим вариантом оказалась костра: семян взошло меньше всего, длина надземной части, корней и масса проростков отмечена минимальная среди всех вариантов.

#### **Выводы:**

В ходе исследования мы оценили влияние костры технической конопли (*Cannabis sativus*) в качестве субстрата на рост и развитие овощных культур на примере огурца посевного (*Cucumis sativus*).

В качестве оценочных параметров мы использовали количество взошедших семян, время появления входов, длину и массу образовавшейся надземной части проростков и их корней.

Наилучшим вариантом для проростков огурца посевного стала перемолотая костра, проростки в нем появились достаточно дружно и на 1 день раньше, чем в остальных вариантах, причем, взошли все семена, которые мы посеяли. Также в данном варианте мы получили наиболее крупные и сильные растения с наибольшей длиной корней и надземной части и наибольшей массой. Худшим вариантом оказалась перемолотая костра: семян взошло меньше всего, длина надземной части, корней и масса проростков отмечена минимальная среди всех вариантов.

Применение перемолотой костры технической конопли в качестве субстрата для выращивания растений оказалось целесообразным, и ее можно рекомендовать для дальнейших исследований.

Гипотеза работы подтвердилась, перемолотая костра оказала стимулирующее воздействие на образование биомассы исследуемых растений.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОСТРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ (CANNABIS SATIVUS) В КАЧЕСТВЕ СУБСТРАТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕДИСА ПОСЕВНОГО (RAPHANUS SATIVUS)**

**Титова Анна Сергеевна**

*ученица 10 «Х» класса ГАОУ «Школа № 548»  
e-mail: annatitova270519@gmail.com*

В настоящее время много внимания уделяется разработке ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий, ведь с каждым годом нагрузка на окружающую среду все больше. Торф является одним из важнейших природных богатств и его добыча нарушает экологическое равновесие некоторых экосистем, повышается риск возникновения пожаров на территориях осушения болот, что особенно актуально на сегодняшний день. К тому же, запасы торфа постоянно снижаются, ведь его образование в природе происходит очень медленно.

Наш проект предлагает альтернативу использованию торфяных горшочков с почвой для рассады. Вместо торфяных горшочков можно использовать многоразовые контейнеры для рассады, а источником питательных элементов станет исследуемый субстрат – костра (остатки стеблей) технической конопли. Таким образом, помимо сбережения торфяных запасов, мы решаем проблему поиска или приобретения почвы для рассады.

**Гипотеза:** Костра технической конопли будет оказывать стимулирующее воздействие на формирование биомассы исследуемых растений. Дополнительное измельчение субстрата положительно отразится на накоплении биомассы.

**Цель:** Оценить эффективность применения костры технической конопли (*Cannabis sativus*) в качестве субстрата для выращивания овощных культур на примере *редиса посевного* (*Raphanus sativus*).

### ***Задачи работы:***

1. Получить биомассу исследуемых растений по вариантам исследования: контроль (почва), костра конопли, измельченная костра конопли.
2. Срезать и взвесить полученную биомассу по вариантам исследования.
3. Сделать заключение о влиянии субстрата на продуктивность исследуемых растений.
4. Оценить целесообразность применения костры конопли в качестве субстрата для выращивания растений.

Посев откалиброванных семян производился 17.02.2021 в стаканчики с субстратом, в трехкратной повторности. Наблюдения за всходами представлены в табл. 1.

*Таблица 1 - Даты появления всходов редиса обыкновенного (Raphanus sativus)*

Вариант	Дата появления первого ростка	Дата появления последнего ростка	Количество взошедших семян
Контроль (почва)	02.03 (14 день)	02.03 (14 день)	10
Костра технической конопли	26.02 (10 день)	27.02 (11 день)	15
Перемолотая костра технической конопли	25.02 (9 день)	26.02 (10 день)	13

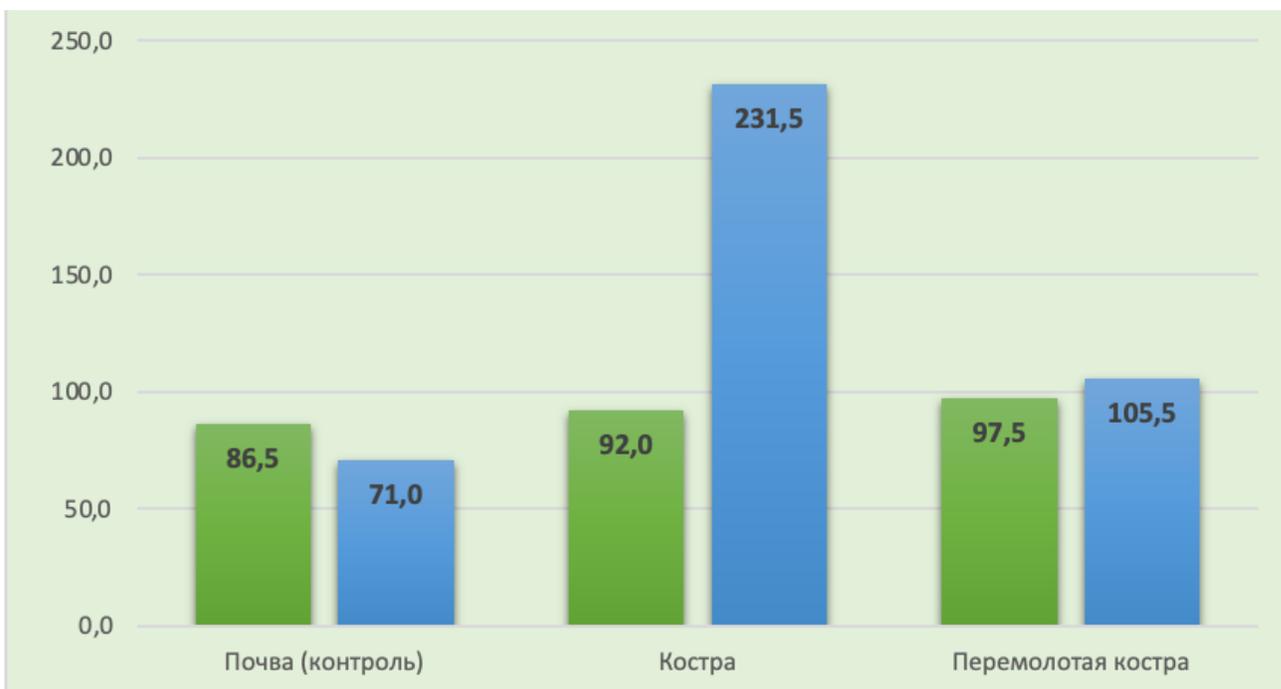
Как видно из данных таблицы 1, раньше всего всходы появились в варианте с перемолотой кострой технической конопли – на 9-10 день, затем с неперемолотой – на 10-11 день, а позже всего в контрольном варианте – на 14 день после посева. Больше всего семян взошло в варианте с неперемолотой кострой – взошли все 15 семян, в варианте с перемолотой кострой взошло на 2 меньше – 13, меньше всего – в контрольном варианте (10 семян). Таким образом, наилучший результат по времени появления всходов наблюдается в варианте с перемолотой кострой, а по количеству взошедших семян в варианте с неперемолотой кострой. Наихудшую всхожесть семян мы наблюдали в контрольном варианте.

Спустя 7 недель после посева мы извлекли растения из стаканчиков, измерили длину корней и стеблей, а также их массу. Результаты представлены в таблице 2, для удобства на таблицу нанесена цветовая шкала, где темно-зеленый цвет обозначает наибольшее значение в столбце, а желтый - наименьшее.

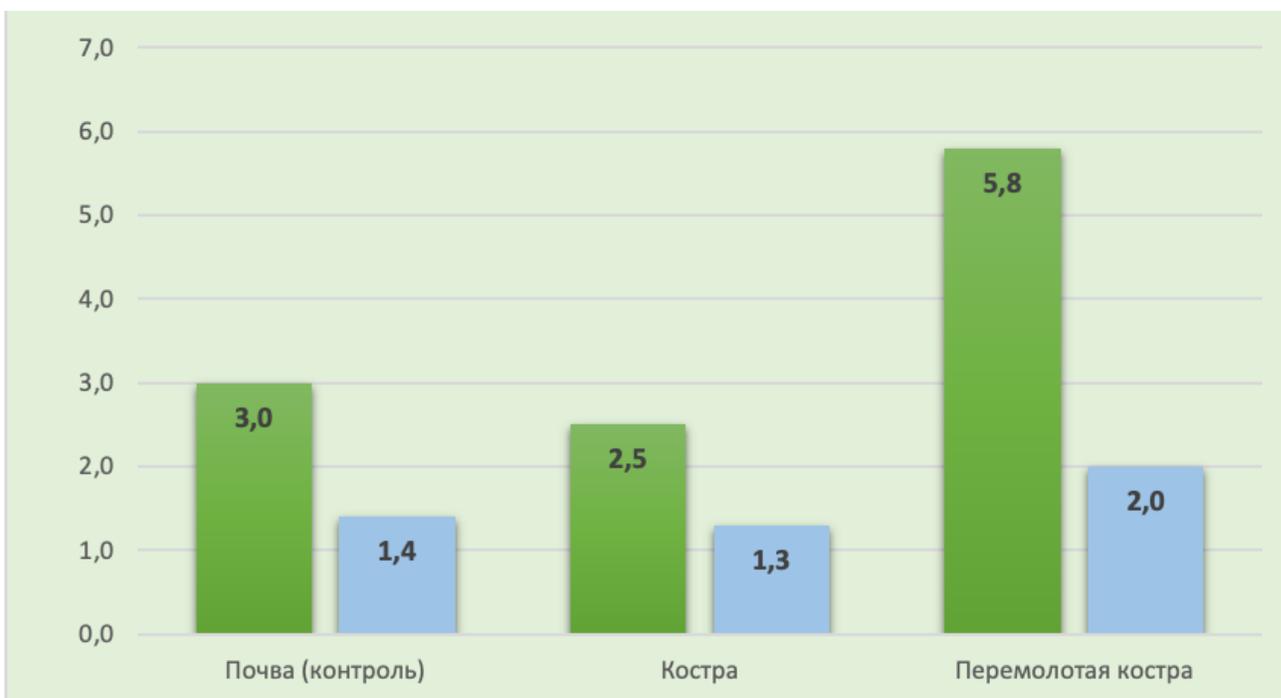
А для более наглядного представления данных мы построили диаграммы 1 и 2, представленные ниже.

*Таблица 2 - Результаты исследования морфологических показателей растений редиса обыкновенного (Raphanus sativus)*

Вариант исследования	Суммарная длина, см			Масса, г		
	Надземной части	Корней	Всего	Надземной части	Корней	Всего
Почва (контроль)	86,5	71,0	157,5	3,0	1,4	4,4
Костра	92,0	231,5	323,5	2,5	1,3	3,8
Перемолотая костра	97,5	105,5	203,0	5,8	2,0	7,8



*Рисунок 1 - Длина надземной части редиса обыкновенного по вариантам*



*Рисунок 2 - Длина корней редиса обыкновенного по вариантам*

По данным таблицы 2 и рисунков 1 и 2 мы видим, что наиболее интенсивно наземная часть развивалась в варианте с перемолотой кострой, это подтверждает и длина надземной части и масса. А вот что касается корней – максимально длинные образовались в варианте с кострой, но внешне они были очень тонкие и слабые, что подтверждается их массой (она самая маленькая среди всех вариантов). Предположительно, такая разветвленная и длинная корневая система образовалась из-за того, что растению было сложно добывать питательные вещества из крупных частиц субстрата. Поэтому, наиболее оптимальным результатом считаем вариант

с перемолотой кострой: здесь корневая система более длинная, чем в почве и имеет большую массу. Т.е. вариант с перемолотой кострой способствует активному образованию биомассы растений. Наименьшие длины надземной части и корней выявлены в варианте с почвой, а наименьшие массы – с неперемолотой кострой.

Вывод: Наилучший результат выявлен для варианта с перемолотой кострой, всходы появились раньше, чем в других вариантах и взошло почти максимальное количество семян. Для этого же варианта характерно наиболее интенсивное образование биомассы растения, о чем говорят длины и массы надземной части и корней.

**Выводы:**

1. В ходе исследования мы оценили влияние костры технической конопли (*Cannabis sativus*) в качестве субстрата на рост и развитие овощных культур на примере редиса посевного (*Raphanus sativus*).
  2. В качестве оценочных параметров мы использовали количество взошедших семян, время появления входов, длину и массу образовавшейся надземной части проростков и их корней.
  3. Наилучший результат при выращивании редиса обыкновенного выявлен для варианта с перемолотой кострой, всходы появились раньше, чем в других вариантах и взошло почти максимальное количество семян. Для этого же варианта характерно наиболее интенсивное образование биомассы растения, о чем говорят длины и массы надземной части и корней.
  4. Применение перемолотой костры технической конопли в качестве субстрата для выращивания растений оказалось целесообразным, и ее можно рекомендовать для дальнейших исследований.
- Гипотеза работы подтвердилась, перемолотая костра оказала стимулирующее воздействие на образование биомассы исследуемых растений.