

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

СБОРНИК ТРУДОВ

**Всероссийской научной конференции (с
международным участием), посвященной 110-летию
кафедры почвоведения, геологии и
ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А.
Тимирязева**

Москва, 2022

УДК 631.4

ББК 40.3

Под редакцией

д.б.н., профессора В.Д. Наумова

Составитель:

Ассистент К.А. Шмакова

Сборник трудов Всероссийской научной конференции (с международным участием), посвященной 110-летию кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева/ Под. ред. В.Д. Наумова. – М., 2022. – 76 с.

ISBN 978-5-9675-1960-4

В сборнике представлены тезисы статей в *авторской редакции*, подготовленные для Всероссийской научной конференции (с международным участием), посвященной 110-летию кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева 24-25 октября 2022 г.

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

Содержание

Ахрарова А.С., Гаффарова Л.Г., Сабилов Р.Ф. Агротехнические свойства и измерения электропроводности староорошаемых угодий Среднего Поволжья.....	5
Галушин Д.А., Авдеев С.М. Динамика изменения гидротермического коэффициента над почвенным покровом Приморского края.....	8
Гаффарова Л.Г., Беляев С.М. Качественная характеристика свойств агротемно-серых почв Среднего Поволжья.....	11
Каменных Н.Л. Роль кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения в популяризации знаний о почве.....	16
Кондратьева О.В., Слинко О.В., Федоров А.Д. Важные тренды в развитии цифровой трансформации.....	20
Малышев А.В., Малышева Е.С. Особенности восстановления морфологических свойств агрогенно нарушенных почв центрального черноземья.....	23
Персикова Т.Ф., Царёва М.В., Валейша Е.Ф., Мурзова О.В., Курганская С.Д. Влияние систем удобрений на урожайность и качество картофеля.....	27
Поляков А.М., Беляева С.А., Шмакова К.А. Инновационный способ создания клеевого почвенного монолита второго типа методом объёмной 3-D эксартимации.....	31
Полякова Н.В., Кулагина Н.А. Динамика ов-потенциала и выделения углекислого газа в зависимости от условий увлажнения аллювиальной осушенной почвы.....	33
Мамонтов В.Г. Беляева С.А. Крылов В.А. Влияние экстенсивного землепользования на органическое вещество чернозема	

типичного.....	38
Пименов В.Б., Стекольников К.Е. Влияние систем удобрения и дефеката на содержание и характер распределения по профилю чернозёма выщелоченного минерального азота.....	43
Наумов В.Д., Каменных Н.Л., Шмакова К.А. Лесорастительная характеристика дерново-подзолистых почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.....	47
Хайруллин Х.Х. Инновационное направление агротехнологии в воспроизводстве плодородия дерново-подзолистой почвы Московской области.....	51
Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Елисеева О.В. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной дерново-подзолистой почвы.....	53
Прохоров А.А., Куприянов А.Н., К вопросу о применении оксикинетических показателей в области оценки режима органического вещества в агроландшафтах.....	58
Прохоров И.С., Пирумова Л.Н. Публикации кафедры почвоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в журнале «Агрохимический вестник».....	61

УДК 631.459
**АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ
СТАРООРОШАЕМЫХ УГОДИЙ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Ахрарова Анастасия Сергеевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», akhrarova.anastasiya@mail.ru

Гаффарова Лилия Габдулбаровна, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», gaffarovalylya@mail.ru

Сабиров Раис Фаритович, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», agromehnika116@gmail.com

Аннотация: Исследованиями установлено, что при длительном орошении происходит утяжеление гранулометрического состава агросерых лесных почв, проявляется тенденция к уплотнению в иллювиальном горизонте. В почвенно-поглощающем комплексе уменьшается содержание кальция и магния, и наблюдается подкисление верхней части профиля. Для оценки влияния орошения на физические и химические свойства почвы, и их деградационные изменения следует дополнительно проводить комплексные исследования с применением прибора «Topsoil Mapper». Исследованиями установлено, что при длительном орошении происходит значительное утяжеление гранулометрического состава иллювиальных горизонтов агросерых лесных почв, проявляется тенденция к уплотнению всего профиля. В почвенно-поглощающем комплексе уменьшается содержание кальция и магния, и как следствие подкисление верхней части профиля. При орошении происходит уменьшение содержания и запасов гумуса (потеря за 18 лет составляет 25,9 т/га в пахотном слое). Наиболее эффективными методами на староорошаемых участках для воспроизводства плодородия почв и процессов слитизации считается: глубокое мелиоративное безотвальное рыхление (50-70) см, улучшение структуры почв за счет применения севооборотов с подсевом многолетних трав, периодическое известкование, внесение расчетных доз минеральных и органических удобрений

Ключевые слова: орошение, слитогенез, деградация почв, плотность почвы, агрогенные почвы.

Орошение, как мелиоративный прием, является важнейшим фактором оптимизации сельскохозяйственных угодий. Однако любой способ орошения отрицательно влияет на структуру почвы. Под действием поверхностного орошения структура почв частично разрушается, что снижает механизмы секвестрации почвенного органического вещества за счет физических и биохимических взаимодействий с частицами тонкодисперсной фазы почвы при их агрегации [1,2].

Последствия трансформации почвенного покрова на староорошаемых участках, заброшенных в конце 90-х, заметны до сих пор, в особенности это отразилось на миграции почвенного материала и появлению смытых и намытых почв, а также появлении тенденций к процессам слитогенеза. Слитые почвы связаны с высоким содержанием илестых частиц. Вода вымывает илестые частицы из верхних горизонтов в нижние, так уплотняются нижние горизонты почвы, что приводит к плохой проницаемости для воды и воздуха, а также корней растений. У культур слабеет корневая система, они хуже развиваются и подвергаются сильному стрессу в засушливые периоды из-за недостаточного поступления капиллярной влаги. Все это приводит к снижению урожайности.

Рациональное использование орошаемых угодий должно основываться на детальном почвенном картировании [3]. Одним из современных методов проведения почвенного картирования является применение почвенного сканера «Topsoil Mapper»,

который позволяет выявить пространственную неоднородность почвенного покрова, мощность отдельных почвенных горизонтов, интенсивность деградационных процессов и значительно сэкономить время и средства.

Объектом исследования является староорошаемый участок, располагающийся в Лаишевском районе Республике Татарстан. Фоновыми почвами исследуемого участка являются агросерые таксоны разной степени гумусированности и смывости.

Землепользование участка относится к первому агроклиматическому району республики характеризующимся прохладным климатом с гидротермическим коэффициентом больше 1-го. В начале вегетации запасы продуктивной влаги в одном метре агросерых почв составлял 180-190мм. Большая часть участка сложена делювиальными желто-бурыми суглинками. По природному сельскохозяйственному районированию территория относится к Заволжской Предуральской лесостепной почвенной провинции.

По данным вертикального электрического зондирования (сканирования) на разные глубины получены интерполированные картограммы электропроводности, показатели которой сравнивались с данными единичных почвенных разрезов. В целом разноглубинные показатели электропроводности имеют общий тренд в отдельных точках поля.

Любой способ орошения отрицательно влияет на структуру почвы. Под действием поверхностного орошения структура почв частично разрушается, что приводит также к дополнительному высвобождению органических веществ и последующему усиленному микробиологическому разложению. Так в результате двадцатилетнего орошения исследуемого участка по данным мониторинговых разрезов на агросерых среднесуглинистых почвах наблюдалось снижение содержания гумуса в пахотном слое до одного процента, при этом запасы гумуса в 30 см составляют 89,3 т/га, по сравнению с предыдущим туром обследования - 115,2 т/га (табл.1).

Таблица 1

**Агрохимические свойства агросерой среднегумусированной
тяжелосуглинистой почвы между турами обследования (точка 62)**

№ Разреза / год обл.	Горизонт и глубина взятия образца в см.	Сумма поглощённых оснований в ммоль/100г	Гумус, %	Гидролитическая кислотность по Каппену ммоль/100г.	Степень насыщенности основаниями, %	pH	P ₂ O ₅ в мг/100г почвы	K ₂ O в мг/100г почвы	Сумма фракц. менее 0,001 мм	Сумма фракц. менее 0,01мм
13 / 2021	PU 0-20	18,9	2,8	2,2	89,6	5,4	3,8	6,4	13,1	44,5
	AE 20-30	19,1	1,7	3,5	84,6	5,3	9,4	8,9	16,8	48,1
	BT ₁ 36-46	26,7	0,8	-	-	5,2	-	-	35,9	57,1
	BT ₂ 70-80	24,3	0,9	-	-	6,1	-	-	31,0	44,1
	C140-150	-	-	-	-	-	-	-	25,9	40,0
29 / 2004	P 0-19	21,7	3,8	-	-	5,8	25,0	2,5	-	-
	ELB 19-36	21,4	2,8	-	-	5,8	-	-	-	-

Существенная миграция илистой фракции из пахотного слоя способствовала процессам уплотнения в нижней части иллювиального горизонта (содержание частиц менее 0,001мм составляет – 29,1%). По профилю соотношение ила к физической глине различно. В пахотном горизонте оно равно 37,7 %, а в подгоризонте BT₂ – 72,4 %, что указывает на подвижность тонкодисперсной фракции почв. Значения электропроводности

на данной глубине фиксируют максимальное проявления процесса лессиважа и уплотнения (41,37 сименсов).

Состав поглощенных катионов имеют важное диагностическое значение и во многом определяют плодородие почвы, в условиях орошения, происходит замена оснований (Ca^{2+} и Mg^{2+}) в почвенно-поглощающем комплексе на водород (H^+), таким образом снижение этого показателя за годы наблюдения составило 12%, что привело к увеличению потенциальной кислотности.

Особенностью агрочернозема глинисто-иллювиального оподзоленного является зернистый гумусовый горизонт до 56см, залегание карбонатов в горизонте BC -97 см, среднее содержание гумуса, характерно очень плавное уменьшение содержания с глубиной, слабокислая реакция в пахотном горизонте, в переходном к почвообразующей породе горизонте- слабощелочная, насыщена обменными основаниями. Верхняя часть профиля характеризуется меньшим соотношением ила к физической глине 41,7-46,8, меньшие значения отмечают и электропроводности в сравнении с серыми почвами на данной глубине, вниз по профилю в горизонте BC достигает максимума-67,1% (табл.2).

Таблица 2

**Агрохимические свойства агрочернозема средне гумусированного
среднемощного среднесугнистого на делювиальных отложениях (точка 99)**

Горизонт и глубина взятия образца в см.	Сумма поглощённых оснований в ммоль/100г	Гумус, %	Гидролитическа я кислотность по Каппену ммоль/100г.	Степень насыщенности основаниями, %	pH	P_2O_5 в мг /100г почвы	K_2O в мг /100г почвы	Сумма фракц. менее Менее 0,001	Сумма фракц. менее 0,01мм
PU 0-25	26,7	4,3	9,7	73,9	5,5	19,5	9,5	12,5	30,0
Au 25-35	24,7	3,6	5,8	80,9	6,1	19,1	7,3	13,1	28,0
AUBe 37-47	21,1	2,3	-	-	6,2	-	-	19,7	33,0
BI 60-70	22,5	1,0	-	-	6,5	-	-	18,9	30,0
BC 85-95	-	-	-	-	7,9	-	-	22,5	33,5
C 140-150	-	-	-	-	8,0	-	-	19,3	30,0

Содержание гумуса в пахотном слое составляет - 4,3 %, поглощенных оснований 26,7 ммоль/100г. почвы. В составе поглощенных оснований преобладает кальций (соотношение между кальцием и магнием примерно 5:1), который соответствует образованию агрохимически ценной зернистой структуры.

Профиль почв слабосмытых и слаборазмываемых представителей агросерых почв характеризуются отсутствием субэлювиального горизонта, слабокислой и близко к нейтральной реакции среды, умеренно низкими значениями емкости катионного обмена, увеличением миграции илистой фракции в нижней части иллювиального горизонта (соотношения составляют до 72%). Данные электропроводности имеют высокие значения на глубине 50-70 см.

На исследуемом участке были отобраны 100 агрохимических образцов с глубины 0-30 см с фиксированными координатами. В результате статистической обработки и выборки почвенных свойств получены статистические параметры – средние арифметическое, среднее квадратическое отклонение, ошибка средней арифметической коэффициент вариации, предельные значения отдельных измерений. Статистические показатели содержания гумуса получены в результате отбора смешанных образцов участков 1 га с учетом элементарных почвенных ареалов.

В целом отмечается характерные для содержания гумуса закономерности, имеющиеся в средней арифметической и коэффициента вариации отличия, связанные с особенностями объекта. Так коэффициент вариации содержания гумуса в слое 30 см составляет 17,4%.

Аммиачный азот имеет с гумусом функциональную связь и отмеченные по гумусу закономерности относятся и статистическим параметрам содержания азота. Содержание подвижного фосфора и калия колеблется в широком диапазоне, поэтому коэффициент вариации составляет 25,6 и 39%. Значение рН имеют меньшие отклонения в результате периодического проведения известкования почв.

Замеры электропроводности проводились на глубине 10, 30, 40 и 70 см. Значительное варьирование этого показателя в верхней части профиля связано с глубиной вспашки, содержания влаги. Увеличение этого показателя с глубиной совпадает с наличием уплотненного иллювиального горизонта, подверженного слитогенеза в староорошаемых почвах и особенностям проявления почвообразовательного процесса фонового почв участка.

Таким образом для оценки влияния орошения на физические и химические свойства почвы, и их деградационные изменения следует дополнительно проводить комплексные исследования с применением прибора «Topsoil Mapper». Исследованиями установлено, что при длительном орошении происходит значительное утяжеление гранулометрического состава иллювиальных горизонтов агросерых лесных почв, проявляется тенденция к уплотнению всего профиля. В почвенно-поглощающем комплексе уменьшается содержание кальция и магния, и как следствие подкисление верхней части профиля. При орошении происходит уменьшение содержания и запасов гумуса (потеря за 18 лет составляет 25,9 т/га в пахотном слое). Наиболее эффективными методами на староорошаемых участках для воспроизводства плодородия почв и процессов слитизации считается: глубокое мелиоративное безотвальное рыхление (50-70) см, улучшение структуры почв за счет применения севооборотов с подсевом многолетних трав, периодическое известкование, внесение расчетных доз минеральных и органических удобрений.

Список литературы

1. Синявский И.В. Изменение физических, физико-химических свойств и солевого режима почв черноземного типа Зауралья при их длительном орошении / И.В. Синявский // Вестник Курской ГСХА. – 2019. - № 3. - С. 24-28.
2. Воеводина Л.А. Структура почвы и факторы, изменяющие ее при орошении / Л.А. Воеводина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. - № 1(21). – С. 134-154.
3. Каллас Е.В. Мелиорация засоленных почв и методы их изучения: учебно-методическое пособие / авт.-сост. Е.В. Каллас, Т.А. Марон. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 138 с.
4. Гаффарова Л.Г. Статистические параметры морфологического строения и свойств дерново-подзолистых и серых лесных пахотных почв Привятской полосы лесостепной зоны Республики Татарстан: монография / Л.Г. Гаффарова, И.Д. Давлятшин; под ред. А.В. Ивойлова. – Казань: Изд-во Казан. гос. аграрного ун-та, 2019. – 130 с.

УДК 551.584.3

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА НАД ПОЧВЕННЫМ ПОКРОВОМ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Галушин Дмитрий Алексеевич, аспирант кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, galushin2012@yandex.ru.

Авдеев Сергей Михайлович, доцент кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, avdeev@rgau-msha.ru

Аннотация: Рассчитан гидротермический коэффициент для станций ФГБУ «Приморское УГМС» за период с 2000 по 2021 гг., а также определены типы почв и термические условия региона.

Ключевые слова: атмосферные осадки, гидротермический коэффициент, Приморский край, сумма температур.

Введение: Почвам Приморского края в последнее время посвящены множество работ, начиная от картографических материалов и заканчивая монографиями и статьями. В них рассматриваются вопросы географии почв, мелиорации, эрозии и т.д. Однако вопросам увлажнённости территории методом расчета гидротермического коэффициента (ГТК) для определенных типов почв задаются не так много авторов. А именно ГТК является одним из важных показателей при определении системы земледелия и агротехники возделывания культур при определенных типах почв. Последняя попытка описать гидротермические условия для почв региона относится к 1960 году, когда вышел агроклиматический справочник по Приморскому краю. С тех пор климат региона существенно изменился, как по температуре, так и по количеству атмосферных осадков. [1,2,3,4,5]

В нашей работе мы попытались провести анализ по гидротермическим условиям региона на основе Г.Т. Селянинова для разных типов почв Приморского края за период с 2000 по 2021 год.

Методы и материалы. В рамках исследования авторами были собраны и систематизированы данные о температуре воздуха и количестве осадков на 10 станциях Приморского края за период с 2000 года по 2022 года. Данные были получены благодаря Всероссийскому научно - исследовательскому институту гидрометеорологической информации - Мировой центр данных, который в открытом доступе (на официальном сайте) публикует эту информацию.

Методом исследования послужил гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова в качестве показателем увлажнения территории. Он равен частному от суммы осадков (г) за период с температурой выше 10°C на сумму температур за тот же период (t°C), уменьшенную в 10 раз:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum r}{\sum t^{\circ\text{C}} * 0,1}$$

По сравнению с методом определения сумм осадков, ГТК учитывает температуру воздуха, которая играет определяющую роль в расходной части водного баланса как испарение, что делает эти расчеты более точными. [1]

Результаты.

Территорию Приморского края можно разделить на 3 агроклиматических района: умеренно жаркий, теплый, умеренно теплый.

Умеренно жаркий по гидротермическому коэффициенту можно разделить на 2 подрайона: умеренно влажный и влажный. В этот район входят станции Дальнереченск, Пограничный, Посыет, Свиягино, Тимирязевский. В этих районах основными типами почв являются: поймоземы слоистые и остаточные и буро-отбеленные почвы. Среднегодовая сумма осадков варьируется от 435 до 536 мм, а ГТК в пределах от 1 до 1,5 в умеренно – влажном подрайоне и от 1,5 и выше во влажном подрайоне. Продолжительность периода

выше 10°C составляет от 140 до 150 дней. За это время накапливается сумма температур от 2600 до 2800 и выше. Такое накопление можно объяснить относительной удаленностью станций от влияния морских воздушных масс. (табл.2).

Таблица 2

Характеристика станций ФГБУ «Приморское УГМС» по гидротермическим показателям

Станции	Район/ подрайон	Тип почв	Сумма температур	Сумма осадков	ГТК
Владивосток	Район теплый/избыточно влажный подрайон	Желто-буроземные и буроземы оподзоленные	2516,6	598,4	2,4
Дальнереченск	Район умеренно жаркий/влажный подрайон	Поймоземы слоистые и остаточные	2806,8	456,3	1,6
Мельничное	Район теплый/влажный подрайон	Буроземы типичные	2260,1	448,4	2,0
Пограничный	Район умеренно жаркий/влажный подрайон	Поймоземы слоистые и остаточные	2737,0	469,4	1,7
Посъет	Район умеренно жаркий/влажный подрайон	Желто-буроземные и буроземы оподзоленные	2810,3	536,7	1,9
Преображение	Район теплый/избыточно влажный подрайон	Буроземы оподзоленные	2378,2	544,1	2,3
Рудная Пристань	Район умеренно теплый/ Избыточно влажный подрайон	Буроземы оподзоленные	2088,8	497,1	2,4
Свиягино	Район умеренно жаркий/умеренно влажный подрайон	Буро-глеево - отбеленные	2888,7	435,6	1,5
Терней	Район умеренно теплый/Избыточно влажный подрайон	Буроземы маломощные	2083,5	489,6	2,4
Тимирязевский	Район умеренно жаркий/влажный подрайон	Буро-отбеленные	2812,2	463,6	1,7

Теплый район также делится на 2 подрайона (влажный и избыточно влажный). В этот район входят станции Владивосток, Мельничное, Преображение. Почвы в этих местах представлены желто-буроземными и буроземами оподзоленными, а также буроземами типичными. Сумма осадков составляет 448 – 600 мм, ГТК во влажном районе меняется от 1,5 до 2, а в избыточно влажном районе может составлять до 2,4. Продолжительность периода выше 10°C составляет от 135 до 150 дней. За это время накапливается сумма температур от 2200 до 2600. Для территорий расположенной на западном склоне Сихотэ – Алинской горной системы характерно снижение сумм температур выше 10°C что объясняется повышением местности над уровнем моря в том же направлении.

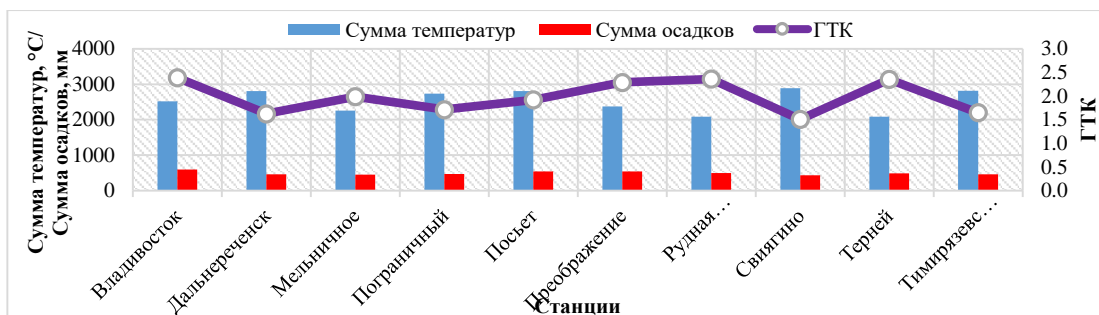


Рисунок 1. - Среднегодовое значение сумм осадков, сумм температур и ГТК на станциях Приморского края (период осреднения 2000 – 2021 гг.)

Умеренно теплый район разделен на влажный и избыточно влажный подрайоны. В этот район входят станции Терней и Рудная Пристань. Здесь преобладают буроземы маломощные и оподзоленные. Сумма осадков составляет около 500 мм, по классификации ГТК, эти станции попадают в избыточно влажный подрайон (ГТК = 2,4). Причинами служит влияние морских воздушных масс на восточное побережье Приморского края. Продолжительность периода выше 10°C составляет от 130 до 145 дней. За это время накапливается сумма температур от 1800 до 2200.

Выводы: По характеру гидротермических условий Приморский край разделен на 3 агроклиматических района: умеренно жаркий, теплый, умеренно теплый.

До половины всех станций региона относится к умеренно – жаркому региону. В них преобладает низкое значение ГТК по сравнению с другими районами при высокой сумме осадков выше 10°C. В них распространены почвы поймоземы слоистые и остаточные и буро-отбеленные почвы.

В теплый район входит до 30% всех станций региона. Сокращение термических условий и увеличение ГТК связано с изменением уровня местности по отношению к уровню моря на западном склоне Сихотэ – Алиня.

В умеренно – теплый район входят две станции, которые расположены на восточном побережье Приморского края. В них наблюдается максимальное значение ГТК

Список литературы

1. Галушин, Д. А. Межгодовая динамика химического состава и кислотности атмосферных осадков на территории Приморского края за период с 2011 по 2020 г / Д. А. Галушин, С. А. Громов, С. М. Авдеев // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 3. – С. 42-48.
2. Жарикова, Е. А. Почвы Владивостока: основные характеристики и свойства / Е. А. Жарикова // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2012. – № 3(163). – С. 67-73.
3. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, А. Р. Тяжкороб, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 20-26.
4. Коломыц, Э. Г. Углеродный баланс и устойчивость лесных экосистем при глобальных изменениях климата / Э. Г. Коломыц. М.: Наука, 2020. – 422 с.
5. Наумов В.Д. География почв. Учебник / В.Д. Наумов. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 364 с.

УДК 631.452

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ АГРОТЕМНО-СЕРЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Гаффарова Лилия Габдулбаровна, доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, gaffarovalylya@mail.ru

Беляев Сергей Михайлович, аспирант кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, lero-12@yandex.ru

Аннотация: Аннотация. В работе представлены результаты анализа материалов крупномасштабного почвенного обследования, морфологического строения и свойств агротемно-серых почв Республики Татарстан. Статистические параметры агротемно-серых почв точно фиксируют закономерности профильного распределения свойств, выявленные в ходе анализа индивидуальной аналитической информации. Данные статистики морфометрии и почвенных свойств рассмотренного подтипа почв соответствуют основным закономерностям и характерны современному состоянию в условиях антропогенного воздействия. В условиях интенсивного земледелия статистические параметры дают возможность целенаправленного управления почвенным плодородием в исследуемом регионе. Представленный материал может служить в качестве эталона при изучении изменений морфологического строения и свойств анализируемых почв под влиянием антропогенного воздействия в связи с возрастающей интенсификацией земледелия. Типичные значения свойств, их диапазон колебаний также косвенно отражают современное состояние плодородия почв и позволяют наметить объем предстоящих работ по оптимизации почвенного покрова пахотных угодий в целях повышения продуктивности районированных сельскохозяйственных культур. Верхняя граница типичности соответствует наибольшему накоплению гумуса при сочетании местных особенностей факторов почвообразования и может служить ориентиром для прогноза секвестрации углерода в почвах данного региона. Соответственно, углеродсеквестирующий потенциал в агротемно-серой лесной почве более 30 т С га⁻¹.

Ключевые слова: содержание гумуса, сумма поглощенных оснований, гранулометрический состав, агросерые почвы, серые почвы, Среднее Поволжье.

В настоящее время широко используются различные методы математической статистики для решения ряда генетических вопросов почвоведения [1]. Принадлежность почв к определенным таксонам характеризуется профильными особенностями - элементов морфологии, вещественного состава и их плодородия. Исследования в Республике Татарстан по построению статистических моделей актуальны в следствии сложной структуры почвенного покрова и фрагментарного изучения профильного распределения почв [2].

Исследованная площадь объекта составляет 713,5 тыс. га, из них земли сельскохозяйственного назначения – 484 тыс. га (Территория 5 муниципальных района РТ). Интенсивно используются в сельском хозяйстве земли – пахотные угодья составляющие 402,7 тыс.га или 56%. В структуре почвенного покрова преобладают агросерые почвы – 242,5 тыс.га. обычного рода и 69,5 тыс.га пестроцветный (312 тыс га). В исследовании рассматриваются агротемносерые почвы, формирующиеся на делювиальных желто-бурых глинах и суглинках четвертичного возраста. Породы имеют в основном глинистый и тяжелосуглинистый гранулометрический состав с преобладанием фракции пыли.

Для характеристики состояния, преобладающих в почвенном покрове агросерых почв, проведена обработка методом математической статистики аналитических показателей почв во время массовых почвенных исследований (масштаб 1:10000), проведенных сотрудниками филиала «Росгипрозем» по данным.

Основные критерии оценки данной выборки представлены: средняя взвешенная, предельные значения, среднеквадратичное отклонение, ошибка средней арифметической, коэффициент вариации и показатель точности и многие другие. Необходимым условием

рассмотрения этих показателей является соответствие изучаемой выборки к требованиям нормального распределения.

Изучаемые показатели свойств разделены на две группы – фундаментальные и устойчивые. К первой отнесены сочетание генетических горизонтов почвенного профиля. В эту группу также вошли содержание илистой фракции и физической глины, рН солевой вытяжки.

В группу устойчивых почвенных свойств отнесены содержание гумуса, сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность.

В условиях изучаемой территории агротемно-серые почвы приурочены к пониженным элементам рельефа, нижним частям пологих склонов и их шлейфов.

При рассмотрении агротемно-серых тяжелосуглинистых пахотных почв статистически обработаны 48 разрезов. Глубина пахотного горизонта варьирует от 18 до 30 см, а средняя мощность равна 24,3 см. Верхняя граница почвообразующей породы начинается с глубины 122,7 см. Заметна мощность иллювиального горизонта, имеющего 58,9 см. Коэффициенты вариации, имеют (небольшие) диапазон 10,4–21,6 %, а среднее квадратичное отклонение 3,2–16,6 см, что совместно с объемом выборки формирует колебание средней арифметической ошибки от 0,5 до 4,3 см (табл).

Агротемно-серые почвы в пахотном горизонте содержат от 3,4 до 7,4 % гумуса, а среднее значение равно 5,3 %. В иллювиальном горизонте содержание гумуса достаточно высокое, в подгоризонте В1 – 0,1–1,6 %, в подгоризонте В2 – 0,2–1,1 %. В целом профильное распределение гумуса в них постепенно убывающее. Изменение коэффициентов вариации возрастают от верхних горизонтов к нижним, с максимумом в подгоризонте В2 (42,1 %) – высокое.

Распределение частиц физической глины (<0,01 мм) и ила (<0,001 мм) соответствует элювиально-иллювиальному типу профильного распределения с их обеднением в пахотном и переходном горизонтах, а затем накоплением их в подгоризонте В2. По сравнению с илом физическая глина менее подвижна, что находит подтверждение в значениях коэффициентов вариации.

В пахотном горизонте ила содержится в среднем 20,3 %, а в иллювиальном подгоризонте ВТ1 максимум – 32,3 %. В профиле агротемно-серых почв разница между содержанием ила в Ап и В2 составляет 12,0 %, а это значит, что илистая фракция подвижна. Перемещение ила происходит за счет нисходящего тока почвенного раствора. Этот факт наравне с другими особенностями (минералогическим, гранулометрическим составами, особенностями поглощающего комплекса и др.) определяет средние значения коэффициентов вариации.

По профилю соотношение ила к физической глине различно. В пахотном горизонте оно равно 44,6 %, а в подгоризонте ВТ2 – 64,5 %, что указывает на подвижность тонкодисперсной фракции почв.

Статистически достоверная связь при $\alpha = 0,05$ между содержанием частиц <0,01 и <0,001 мм в пределах одних и тех же генетических горизонтов сохраняются, подтверждая однотипность имеющих место элементарных почвенных процессов.

Колебания суммы поглощенных оснований находятся в пределах от 25,6 до 33,6 ммоль/100 г почвы с максимумом в пахотном горизонте. В зависимости от распределения содержания гумуса, минеральной и органоминеральной коллоидной фракции отдельные значения суммы поглощенных оснований составляют от 19,2 до 48,8 ммоль/100 г почвы., высокая и очень высокая емкость катионного обмена.

Верхняя часть профиля почв имеет близкую к нейтральной реакцию среды: рН солевой вытяжки варьирует от 5,6 до 5,8. В горизонте В2 значение рН суспензии возрастает до 6,0, а в почвообразующей породе – до 7,1. Показатели почвенной суспензии относятся к фундаментальным свойствам, что подтверждается небольшими коэффициентами вариации, которые изменяются в пределах от 9,8 до 20,3 %.

Статистические параметры позволяют подробно и точно проследить за процессами формирования почв. Среди них наиболее важными являются средние арифметические показатели, характеризующие почву как природное тело.

В целях направленного регулирования изменений почв под воздействием хозяйственной деятельности необходимо учитывать природные закономерности пространственного изменения почвенных свойств.

Далее получены типичные значения. укладываются в доверительных границах (Vд.г.), где 50 % отдельных дат, то есть типичные значения свойств выборки составляют 50 % от общего ее объема и характеризуют соответственно 50% территории региона занятых данными почвами.

Так принимаются во внимание - нижней границы пахотного слоя или его мощности, подпахотного горизонта.

Показатели изучаемых свойств разделены на две группы – фундаментальные и устойчивые.

Несмотря на зрелое состояние почв они меняются во времени за счет изменения окружающей среды, в том числе также хозяйственной деятельности.

Таблица 1

Типичные значения нижней границы горизонтов (см) и гумуса агротемно-серых почв

Свойство	n	Предельные значения	M	σ	Q _{0,50}	V _{min}	V _{max}
A _п , см	48	18-30	24,3	3,21	0,69	22,1	26,5
A ₂ B-(21-42), см	43	26-53	34,4	4,06	0,69	31,6	37,2
A _п -гумус,%	51	3,4-7,4	5,3	0,84	0,69	4,7	5,8
A ₂ B-гумус,%	42	1,0-4,5	2,42	0,85	0,69	1,8	2,9

Типичные значения нижней границы пахотного горизонта (мощности) в темно-серых лесных почвах имеют более узкий диапазон – 22,1-26,5 см, в то время как предельные значения составляют 18-30 см. На этом фоне нижняя граница подпахотного горизонта приподнята и ее типичные значения находятся на глубине 31,6-37,2 см. Содержание физической глины и илистой фракции пахотного и подпахотного горизонта близки между собой, что проявляется как на предельных, типичных значениях и средних арифметических величинах. Этот факт является подтверждением об относительной однородности природных условий формирования почв данного подтипа.

В отличие от фундаментальных, устойчивые свойства имеют более широкий диапазон колебания показателей. Так, содержание гумуса имеет предельные значения – 3,4-7,4 % при среднеарифметической, равной 5,3% и при типичных его значениях – 4,7-5,8 %. Эти данные говорят, что большая часть представителей выборки имеет повышенное содержание гумуса. Однако в подпахотном горизонте A₂B содержание гумуса варьирует в широком диапазоне, типичные его значения колеблются от 1,8 до 2,9 %.

Отмеченные закономерности изменения содержания гумуса прослеживается также и в величине емкости катионного обмена и суммы поглощенных оснований.

Типичные значения почвенных свойств являются диагностическими показателями подтиповой принадлежности почв, так и могут служить эталоном при оценке результатов хозяйственной деятельности.

На основе полученных данных рассчитаны доверительные типичные значения гумуса пахотного и подпахотного горизонтов почв, позволяющие определить уровень плодородия половины исследуемой территории, а верхние пределы значений могут служить прогнозом для секвестрации углерода при данном сочетании факторов почвообразования и уровня хозяйствования.

Отмеченные закономерности накопления гумуса в почвах в основном сохраняются в распределении его запасов. Так, в слое 0–30 см запасы гумуса 162 (ТСЛ) – т/га.

За счет различия физико-химических свойств в различных типах почв и в целом сочетания факторов почвообразования образуется определенное количество стабильных форм гумуса, что и соответствует предельным возможностям секвестрации углерода в почвах региона. При этом дополнительное поступление органического вещества не приведет к существенному его накоплению [3,4]. Так по данным типичных значений содержание гумуса в изучаемом подтипе, составляет по верхнему пределу от 0,7 до 1,5% от не достающих значений до насыщения почвы. резерв секвестрации у агротемно-серых почв, связано это, по нашему мнению, с процессами усиленной дегумификации в результате длительного и нерационального землепользования при периодически промывном водном режиме (14,5-30,7 т С га-1).

Таким образом, данные статистики морфометрии и почвенных свойств рассмотренного подтипа почв соответствуют основным закономерностям и характерны современному состоянию в условиях антропогенного воздействия. В условиях интенсивного земледелия статистические параметры дают возможность целенаправленного управления почвенным плодородием в исследуемом регионе. Представленный материал может служить в качестве эталона при изучении изменений морфологического строения и свойств анализируемых почв под влиянием антропогенного воздействия в связи с возрастающей интенсификацией земледелия. Типичные значения свойств, их диапазон колебаний также косвенно отражают современное состояние плодородия почв и позволяют наметить объем предстоящих работ по оптимизации почвенного покрова пахотных угодий в целях повышения продуктивности районированных сельскохозяйственных культур. Верхняя граница типичности соответствует наибольшему накоплению гумуса при сочетании местных особенностей факторов почвообразования и может служить ориентиром для прогноза секвестрации углерода в почвах данного региона. Соответственно, углеродсеквестирующий потенциал дерново-подзолистой почвы составляет – 20 т С га-1, наибольшие значения в темно-серой лесной почве более 30 т С га-1.

Список литературы

1. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении / науч. ред. Ю. Н. Благовещенский. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Либроком, 2009. – 328 с.
2. Гаффарова Л. Г. Статистические параметры морфологического строения и свойств дерново-подзолистых и серых лесных пахотных почв Привятской полосы лесостепной зоны Республики Татарстан: монография / Л. Г. Гаффарова, И. Д. Давлятшин; под ред. А. В. Ивойлова. – Казань: Изд-во Казан. гос. аграрного ун-та, 2019. – 130 с.
3. Wiesmeier M., Hübner R., Spörlein P., Geuß U., Hangen E., Reischl A., Schilling B., von Lütow M., Kögel-Knabner I. Carbon sequestration potential of soils in southeast Germany derived from stable soil organic carbon saturation // *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20 (2). P. 653–665. DOI: 10.1111/gcb.12384.
4. Когут Б.М., Семенов В.М. Оценка насыщенности почвы органическим углеродом // *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. 2020. Вып. 102. С. 103-124. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-102-103-124 Cite this article as:

УДК 634

**РОЛЬ КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ГЕОЛОГИИ И
ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ В ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЗНАНИЙ О ПОЧВЕ**

Каменных Наталья Львовна, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nl-povetkina@mail.ru

Кафедре почвоведения, геологии и ландшафтоведения принадлежит значительная роль в развитии сельскохозяйственного образования, в подготовке кадров для агропромышленного комплекса. В настоящее время высшие учебные заведения ведут не только образовательную, научную, воспитательную деятельность, но и предпринимают активные шаги по созданию учебно-научно-инновационной системы в ВУЗе. В связи с этим актуальным становится применение новых цифровых технологий и методик в разных сферах сельскохозяйственных наук, в частности и в агрономии. Почвоведение тесно связано со множеством смежных дисциплин таких как земледелие, растениеводство, ботаника, экология, овощеводство, луговое хозяйство и т.д. В настоящее время стоит задача донести до молодого поколения важность изучения почв, особенностей почвенного покрова, которые претерпевают изменения под влиянием окружающей среды и деятельности человека во всех ее проявлениях. [2,4].

Важная задача - популяризации знаний о почве, ее глобальных функциях, обеспечении жизни на Земле. Рациональное использование земельных ресурсов может стать залогом успешного развития современных технологий и благосостояния жизни настоящих и будущих поколений.

Огромный вклад в развитие почвенной науки принадлежит основателю кафедры Василию Робертовичу Вильямсу. Он являлся тем ученым, кто активно представлял научную информацию о почвах в понятном и интересном виде для разных слоев общества.

В 1898 году В.Р. Вильямса избирают директором Сельскохозяйственного отдела Политехнического музея, в этой должности он проработает порядка 25 лет. В результате успешной работы В.Р. Вильямса Сельскохозяйственный отдел стал раскрытой книгой по различным разделам сельского хозяйства – книгой, вполне доступной пониманию самых широких масс посетителей музея. Лекции носили разноплановый характер и были интересны не только специалистам в области сельского хозяйства, но и широким массам. Последнюю лекцию Вильямс прочитал в музее в 1925 году на тему: «Живет ли почва» [3].

В 1911 году В.Р. Вильямс организует при кафедре Высшие курсы по луговодству. Со слушателями курсов он проводит экспедиции по изучению почв, растительности и рельефа речных пойм. В 1914 году Василий Робертович добивается в Министерстве земледелия открытия Высшего государственного института луговое хозяйство [3].

Итогом научно-образовательной деятельности Вильямса с точки зрения популяризации знаний о почве следует назвать создание института кормов и, конечно, Почвенно-агрономического музея.

С первых лет организации кафедры почвоведения у В.Р. Вильямса зародилась идея об организации почвенного музея, в котором можно было бы показать формирование почвы, как природного тела и представить почвы, как основное средство производства [3, 4].

И сейчас мы активно используем коллекции Почвенно-агрономического музея не только в процессе обучения студентов, но и в работе со школьной аудиторией, на днях открытых дверей, на курсах повышения квалификации.

Богатый научный потенциал и опыт преподавательской деятельности, накопленный за многие десятилетия на кафедре, в полной мере позволяет в настоящее время вести на кафедре не только научную, учебную, образовательную, но и просветительскую деятельность среди широких масс слушателей. Преподаватели проводят интерактивные занятия и мастер-классы даже с дошкольниками и младшими школьниками (школа 1251 им. Шарля де Голля) как в стенах кафедры, так и в школах.

Сотрудники кафедры принимают участие в проектной деятельности школьников старших классов некоторых лицеев и общеобразовательных школ («Школа Глория», школа 185 им В.С. Гризодубовой). Примерная тематика исследований: Экологические функции почв. Генетические особенности почвенного покрова таежно-лесной зоны. Изменение свойств почв при антропогенной нагрузке. Роль органического вещества в плодородии почв.

Кафедра принимает участие в Днях открытых дверей. Преподаватели кафедры проводят беседы и экскурсии с абитуриентами и их родителями на кафедре, в геолого-минералогическом музее, Почвенно-агрономическом музее имени В.Р. Вильямса (проф. Борисов Б.А., доц. Арешин А.В., Ефимов О.Е., Каменных Н.Л., Минаев Н.В., асс. Шмакова К.С., Бородин К.С.).

Сотрудники кафедры несколько лет сотрудничают с Федеральным детским эколого-биологическим центром. В качестве эксперта-почвовода работали в рамках Слета юных экологов Россия и Беларусь в 2014 ассистент кафедры Филатова А.И. (Белоруссия, Беловежская пушча) и в 2016 г. Каменных Н.Л. (Калининградская обл. Куршская коса). На Всероссийском слете юных экологов в 2018 году в республике Башкортостан в г. Уфе. Каменных Н.Л. не только являлась экспертом в области почвоведения, но в рамках слетов провела мастер-класс по почвоведению для школьников и преподавателей дополнительного образования.

В течение нескольких лет преподаватели кафедры являются членами жюри «Всероссийского конкурса юных исследователей природы» (Каменных Н.Л., Поляков А.М.)

В 2018 и 2019 году РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева являлась тематическим партнером международного детского центра Артек. В образовательной программе «Юный натуралист» был представлен интерактивно-образовательный блок «Мир почвы», в рамках которого сотрудники кафедры прочитали лекцию на тему «Многообразие почв России», а также интерактивные занятия по определению и оценке свойств почв. Приятным подарком для ребят стали изготовленные ими небольшие сувениры с использованием почв на память об Артеке.

Кафедра работает не только со школьной, но и со взрослой аудиторией. Еще в 90-е годы профессор Н.Ф. Ганжара разработал программу и вел практические занятия на кафедре с садоводами огородниками и дачниками. Все желающие на курсах могли познакомиться с физико-химическими свойствами почв, рассматривались вопросы улучшения почв садово-огородных участков и многие другие вопросы практического характера. В настоящее время на кафедре разработаны программы ДПО повышения квалификации для дачников по оценке почв приусадебных и дачных участков, эта же программа занятий представлена в рамках проекта Мэра Москвы «Московское долголетие».

В декабре 2016 в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева широко отмечался Всемирный день почв. Была проведена конференция, в которой принимали участие как российские, так и зарубежные ученые. В рамках этого мероприятия был проведен Парад почв. А также первая международная молодежная конференция «Вильямсовские чтения».

В обширную программу празднования Всемирного дня почв была включена презентация Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса. Богатейшая коллекция музея вызвала огромный интерес у представителей ФАО и Глобального почвенного партнерства.

В 2020-2021 годах был осуществлен Проект модернизации почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. Была сформирована электронная база данных по разделам экспозиции, созданы портреты и паспорта почв. Итоговые материалы прошли согласование с международными порталами (почвенными, экологическими, географическими, а также сельскохозяйственными).

В реализации проекта приняли участие эксперты из Нидерландов, Италии, Испании, Китая, США.

Созданная база будет в свободном доступе для изучения школьниками, студентами высших учебных заведений, профильными специалистами, интересующимися актуальными вопросами устойчивого функционирования почвенного покрова, как основы продовольственной и экологической безопасности в условиях изменений климата.

Чтобы развить интерес к научным исследованиям в области почвоведения на кафедре с успехом проводятся предметные Олимпиады по общему почвоведению для студентов первого курса. В 2022 году прошли две олимпиады: с 18 по 22 апреля Олимпиада по «Общему почвоведению», приуроченная к празднованию Всемирного дня Матери Земли, который отмечается 22 апреля для студентов 1 курса направления подготовки 35.03.03. Агрохимия и агропочвоведение. Состязания по почвоведению проводились 4 дня. В первый день Участники представили свои команды, и выполняли задания теоретического характера. Второй день был посвящен оценке практической подготовке. К третьему дню команды подготовили стендовые доклады о выдающихся представителях почвенной науки. Завершающий этап проходил в Точке кипения, где участники представили доклады по современным проблемам использования и охраны почв. В Олимпиаде приняло участие 7 команд, общей численностью 40 человек.

С 16 по 20 мая 2022 года прошла предметная Олимпиада по почвоведению, приуроченная ко Дню экологического образования, который отмечается 12 мая. В Олимпиаде приняли участие студенты 1 курса направлений подготовки: 35.03.06 Экология и природопользование и 35.03.01 Лесное дело. Было представлено 9 команд, общее число участников 55 человек. Состязания проходили по тому же принципу, что и предыдущей Олимпиаде.

Данные Олимпиады имели большое познавательное и просветительское значение, способствовали сплочению студентов, и стали первым этапом в научной деятельности в области почвоведения

На кафедре силами сотрудников и студентов активно идет пополнение коллекций почвенных монолитов, изготавливаются наглядные клеевые, насыпные монолиты для демонстрации на различных выставках и выездных занятиях со школьниками. Проходит обновление демонстрационного материала и информационных стендов. Все это позволяет проводить интересно встречи со школьниками и их родителями. Наши стены могут говорить!

В настоящее время существует множество проблем по использованию почвенного покрова, важным средством освещения данных вопросов, взаимодействия представителей научного сообщества и широкой аудитории являются социальные сети. Молодежь активно ими пользуется. Активную работу в этом направлении ведет СНО кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения под руководством ассистента кафедры Шмаковой К.А. Для распространения знаний, популяризации науки были созданы группы кафедры в таких социальных сетях, как Вконтакте, Telegram [1,5].

Конечно, лучшим способом популяризации знаний была, есть и будет книга! Прежде всего, научные труды, учебники и пособия профессоров, доцентов кафедры – это огромный труд, огромное научное наследие огромный багаж знаний о почве, которые передаются из поколения в поколение!

Список литературы

1. Дариус Е.И., Овцинов В.И. Распространение и популяризация знаний о почвах средствами современных информационных технологий. Материалы по изучению русских почв. Вып. 8 (35): Сб. науч. докл./Под ред. Б.Ф. Апарина.-СПб.:Изд-во С.-Петерб.ун-та, 2014.- 24-26 с.

2. Касимзаде Т.Э. Использование исследовательских данных в популяризации почвоведения. Материалы по изучению русских почв. Вып. 8 (35): Сб. науч. докл./Под ред. Б.Ф. Апарина.-СПб.:Изд-во С.-Петерб.ун-та, 2014.- 18-20 с.

3. Крупеников И.А. Василий Робертович Вильямс. 1863-1939 [Текст] / И. и Л. Крупениковы. - [Москва]: Мол. гвардия, 1952. - 544 с., 25 л. ил.: ил.; 17 см. - (Жизнь замечательных людей).

4. Поветкина Н.Л., Филатова А.И., Копейкина И.Н., Бакланова А.А. Роль почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса в формировании экологического сознания общества В сборнике: Природа и общество: технологии обеспечения продовольственной и экологической безопасности. Сер. «Социоестественная история. Генезис кризисов природы и общества в России» Под редакцией Н.О. Ковалевой, С.К. Костовска, Е.А. Борисовой. Москва, 2016. С. 135-140.

5. Самофалова И.А. Неделя почвоведения в Пермской ГСХА. Материалы по изучению русских почв. Вып. 8 (35): Сб. науч. докл./Под ред. Б.Ф. Апарина.-СПб.:Изд-во С.-Петербур.ун-та, 2014.- 24-26 с.

УДК 338.43 (470)

ВАЖНЫЕ ТРЕНДЫ В РАЗВИТИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Кондратьева Ольга Вячеславовна, зав. отделом ФГБНУ «Росинформагротех»

Слинько Олеся Викторовна, ст. науч. сотр. ФГБНУ «Росинформагротех»

Федоров Анатолий Дмитриевич, канд. экон. наук, inform-iko@mail.ru

Аннотация: в статье описана необходимость цифровой трансформации в сфере сельского хозяйства с возможностью преодоления ряда актуальных проблем. Представлен ряд важнейших технологий, позволяющих осуществить переход к цифровым системам в растениеводстве и животноводстве, в том числе облачные платформы и решения в области обработки больших данных, а также технологии предиктивной аналитики и системы поддержки принятия решений.

Ключевые слова: сельское хозяйство, цифровизация, трансформация, точное земледелие, робототехника, большие данные.

Цифровая трансформация сельского хозяйства основана на комплексном внедрении цифровых технологий в рамках взаимосвязанных концепций умного земледелия и «умных» ферм и направлена на преодоление ряда глобальных вызовов, таких как:

- увеличение потребности в продуктах питания (на 60% к 2050 г.), вызванное ростом населения и повышением качества жизни;
- преодоление истощения продуктивных сельскохозяйственных угодий;
- увеличение нагрузки на окружающую среду (70% водопотребления и 30% выбросов углекислого газа в настоящее время приходится на мировое сельское хозяйство);
- сокращение площадей, используемых в сельскохозяйственных целях;
- изменение климатических условий и увеличение частоты стихийных бедствий, повышающих волатильность на аграрных рынках;
- трансформации потребительских предпочтений и разработка устойчивой и экологически чистой модели потребления.

С применением цифровых технологий снижается экологическая нагрузка на сельское хозяйство, повышается эффективность природопользования и устойчивость к неблагоприятным климатическим явлениям [1].

Применение технологий точного земледелия позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 70 %. Несмотря на то, что отдельные элементы в точном земледелии используются уже более 20 лет, только сейчас они становятся комплексными решениями в области устойчивого ресурсосберегающего растениеводства, сочетающими в себе датчики различного типа, технологии IoT, автоматизированное и беспилотное оборудование, роботизированные производственные системы, платформенные технологии обработки больших данных и машинного обучения. Удешевление и повышение точности сенсорного оборудования (полевые датчики, датчики контроля состояния производственных объектов, сельскохозяйственной техники и техники, датчики контроля здоровья скота и др.) в скором времени позволит большому количеству сельскохозяйственных предприятий собирать и анализировать информацию и возможностью интегрировать три уровня мониторинга сельскохозяйственных систем (наземный, воздушный и космический) [2].

Важнейшими технологиями, позволяющими осуществить переход к цифровым системам земледелия, являются спутниковые системы, используемые для создания электронных карт сельскохозяйственных полей и БПЛА с мультиспектральными камерами для удаленного наблюдения за окружающей средой, почвой, экологией, ростом урожая, определения вегетационного индекса, болезней растений, и др. Ключевой задачей цифровой трансформации сельского хозяйства является извлечение ценности из собранных больших данных о внутренней и внешней среде. Основой для этого являются облачные платформы и решения в области обработки больших данных, а также технологии предиктивной аналитики и системы поддержки принятия решений.

На основе этих данных с использованием технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и анализа больших данных будет моделироваться развитие аграрной отрасли для поддержки процесса принятия решений.

Цифровизация сельского хозяйства обусловлена достижениями в области робототехники, которые стимулируют разработку автономных роботизированных систем, «умных» теплиц и «умных ферм». Использование беспилотных транспортных средств набирает обороты при обработке сельскохозяйственных угодий. Роботизированные системы, технологии Интернета вещей, а также интеллектуальные системы, основанные на анализе больших данных, также используются в животноводстве для управления жизненным циклом животных, контроля состояния их здоровья, корректировки систем кормления.

Важным трендом цифровой трансформации сельского хозяйства являются цифровые платформы и виртуальные помощники для управления фермами [3].

В России внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сельском хозяйстве направлено на обеспечение технологического прорыва и достижение стратегических целей развития, в том числе удвоение объема экспорта к 2030 г. Реализация ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» позволит обеспечить технологический прорыв в АПК, увеличить производительность на сельхозпредприятиях и обеспечить эффективное управление отраслью за счет совершенствования процессов оперативного планирования и моделирования сценариев развития. Предполагается, что все данные о сельскохозяйственных ресурсах (с/х земли, рабочий и продуктивный скот, сельскохозяйственная техника), сельскохозяйственном сырье и готовой продукции будут оцифрованы и включены в цифровую платформу (созданы их цифровые профили) [4].

Эти решения предоставляют фермерам руководство и практические советы по планированию, выбору сельскохозяйственных культур, экономической целесообразности, бухгалтерскому учету и управлению финансами. Цифровые решения используются в логистике и реализации сельскохозяйственной продукции и включают в себя системы

контроля качества сельскохозяйственной продукции, смарт-контракты, а также маркетплейсы для продвижения и сбыта сельскохозяйственной продукции малыми предприятиями.

Одной из областей контроля являются системы, используемые для наблюдения за состоянием сельскохозяйственных культур и животных – компьютерное зрение. Рост востребованности такой технологии в сельском хозяйстве обусловлен распространением диалоговых систем и интерактивных сервисов, таких как виртуальные помощники, которые позволяют фермерам получать информацию о сельскохозяйственной деятельности и консультации по управлению фермой. Технологии распознавания речи будут использоваться в интерактивных диалоговых системах для голосового управления приложениями для управления фермой и оборудованием. Инструменты виртуальной и дополненной реальности помогут ветеринарам диагностировать и лечить животных на расстоянии, а также сократить расходы на ежедневный ветеринарный уход. Также интеллектуальные системы поддержки принятия решений используются для прогнозирования урожайности и выбора оптимальной стратегии выращивания сельскохозяйственных культур, корректировки подкормки и ухода.

Оперативное реагирование на изменение внешних условий и корректировка параметров техники позволяют снизить затраты на семена, удобрения и топливо, сократить время, затрачиваемое на полевые работы. Технологи и аналитики больших данных и ИИ могут повысить эффективность селекционных процессов и способствовать разработке новых эффективных кормовых продуктов и удобрений, прогнозировать урожайность и выбирать оптимальную стратегию выращивания сельскохозяйственных культур. Благодаря развитию цифровизации потребители и контролирующие органы смогут отслеживать происхождение продукции, что повышает ее безопасность, и является дополнительным фактором развития потребительской культуры.

Технологии распределенного реестра позволяют проверять происхождение продукции, предоставляют потребителям свободный доступ к достоверной информации о сельскохозяйственной продукции. В будущем технологии квантовых вычислений могут быть использованы для повышения эффективности селекционных процессов за счет учета генетических и фенотипических параметров и разработки новых эффективных кормов и удобрений. Эти технологии будут использоваться крупными агрохолдингами для максимизации эффективности и прогнозирования управления производством (математические модели агропредприятий и полей); однако уровень применения этих технологий останется ниже, чем в других отраслях.

Беспилотные автомобили удешевляют некоторые виды работ. Например, использование БПЛА для посадки семян позволяет снизить стоимость этой операции на 85 %. По данным Американской ассоциации фермеров, снижение затрат за счет роботизации сельскохозяйственных операций достигнет 40 % [5].

Заметно возросла производительность труда; например, одна роботизированная система сбора урожая может заменить 30 сельскохозяйственных товаропроизводителей. Применение «цифры» может дать ряд косвенных и социальных эффектов, в том числе уменьшить неравенство в качестве жизни между городскими и сельскими районами; обеспечить экономическую и социальную интеграцию мелких сельхозпроизводителей в продовольственные системы и цепочки поставок (в том числе через различные маркетплейсы); предоставить сельским жителям инструменты для повышения цифровой грамотности; расширить спектр компетенций [6].

В России потребность в цифровой трансформации вызвана прежде всего низкой производительностью труда, технологическим отставанием от стран-конкурентов и необходимостью глубокой переработки сельскохозяйственной продукции для увеличения и улучшения качества экспорта. Наибольший спрос на цифровые технологии формируют крупные предприятия, имеющие свободные ресурсы для развития цифровой инфраструктуры. Автоматизация и интеллектуальные системы управления предприятием

помогают снизить издержки в условиях жесткой конкуренции и повысить конкурентоспособность, в том числе на внешних рынках. В силу своей специфики цифровизация происходит семимильными шагами, характеризующимися внедрением отдельных элементов цифрового сельского хозяйства с кратчайшими сроками окупаемости (тактика быстрых побед) в качестве альтернативы комплексной цифровизации всех элементов цепочки создания стоимости.

Например, востребованы технологии спутникового позиционирования сельскохозяйственной техники и оборудования, системы мониторинга и контроля качества выполняемых работ, системы учета и контроля ресурсов. Малые сельскохозяйственные предприятия являются потребителями цифровых услуг, направленных на продвижение и продажу продукции. По данным экспертного опроса, проведенного Высшей школой экономики, в 2020 году потребность аграрного сектора в передовых цифровых технологиях составила 30,7 млрд рублей, планируется, что к 2030 г. она составит 413,8 млрд руб. В начале 2021 г. насчитывалось 75 миллионов сельскохозяйственных IoT-устройств, предполагается, что к 2050 году средняя ферма будет генерировать 4,1 миллиона единиц данных в день [7].

Вывод. Опираясь на эти данные, с использованием технологий ИИ, машинного обучения и анализа больших данных, одним из основных сдерживающих факторов развития цифрового сельского хозяйства является цифровой разрыв между городскими и сельскими районами в плане доступа в интернет и острая нехватка кадров с цифровые компетенции. Качественный прорыв в цифровизации аграрной отрасли возможен с появлением сплошного интернет-покрытия и обеспечения сельского населения смартфонами, планшетами и умными устройствами, что будет способствовать развитию человеческих ресурсов и откроет доступ к различным цифровым платформам и решениям, основанных на анализе больших данных.

Ключевыми задачами являются импортозамещение в сфере цифровых технологий, развитие отечественных продуктов и услуг, стимулирование сельхозпроизводителей к внедрению комплексных российских решений. Переход к передовому сельскому хозяйству должен основываться на цифровых решениях для управления сельскохозяйственной деятельностью и цифровой экосистеме всех участников рынка, цифровых платформах в сфере транспортно-логистических услуг, реализации продукции, кооперативах и улучшенных цепочках поставок.

Государству следует поддержать малые фермерские хозяйства, чтобы стимулировать спрос, предоставить доступ к цифровым решениям, в том числе к обучению персонала, что может повысить стабильность местных рынков и уровень жизни.

Список литературы

1. Kondratieva O.V., Fedorov A.D., Fedorenko V.F., Slinko O.V. Using digital technologies in horticulture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science". 2021. С. 032033.

2. Барыкина Ю.Н., Черных А.Г. 2021 Инструменты развития лизинга в строительстве промышленности Российской Федерации. Серия конференций IOP: Земля и окружающая среда Наука, 751(1) 012133.

3. Мишуров Н.П., Кондратьева О.В. Зарубежный опыт цифровизации сельского хозяйства: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 224 с.

4. Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинко О.В., Войтюк В.А. Новые цифровые решения в развитии отечественного садоводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 9. С. 45-49.

5. Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Слинко О.В. Состояние и перспективы цифровизации сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2018. № 9. С. 43-48.

6. Кондратьева О.В., Слинко О.В. Цифровая трансформация – вектор в развитии отечественного АПК // В сб.: Инновационные подходы образовательной деятельности в условиях цифровой трансформации отраслей АПК : Материалы всероссийской (национальной) научной конференции. Сост. Н.В. Польшакова. Орел, 2022. С. 16-20.

7. Fedorov A.D., Kondratieva O.V., Slinko O.V. Process of digital transformation of agrarian economy / Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020). 2020. С. 164-169. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200729.032>.

УДК 631.48, 504.53.062.4

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГРОГЕННО НАРУШЕННЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Малышев А.В., инженер-программист, ФГБУ «ЦАС «Белгородский»

Малышева Е.С., инженер-программист, ФГБУ «ЦАС «Белгородский»

Аннотация. Почвенные ресурсы Центрально-Чернозёмного района имеют ключевое значение в обеспечении продовольственной безопасности страны в целом. Однако, вследствие распространения деградационных процессов (в частности, водной эрозии и дегумификации), их состояние вызывает опасения. В результате возникает необходимость внедрения почвовосстанавливающих мероприятий в районах интенсивного земледелия. В статье рассмотрено функционирование антропогенно-нарушенных экосистем в залежном режиме на примере хронорядов зональных лесостепных и степных почв областей Центрально-Чернозёмного региона. В исследовании проведен анализ и сравнение свойств восстановленного горизонта постагрогенной почвы, нижележащего пахотного горизонта (PU) и актуальной пашни. Регенерационные процессы в агрогенно нарушенных почвах напрямую зависят от характера и степени деградации почвы, поэтому протекают не одинаково для разных систем. В результате использования технологии воспроизводства агрогенно нарушенных почв, восстанавливается не только функциональная организация, но и морфологическое строение профиля деградированной почвы. Это подтверждено нами посредством глубокого рассмотрения морфологических показателей изученных почвенных разрезов.

Ключевые слова: нарушение почвенного покрова, воспроизводство почв, постагрогенный горизонт, залежные земли, объёмная масса

Почвы, выведенные из оборота, участвуют в сложных процессах залежных сукцессий, сопровождающихся восстановлением как растительного покрова, так и показателей плодородия почв. Вследствие перехода пашни в залежь, происходит улучшение экологических функций почв, улучшение состояния экосистем и повышение их устойчивости, восстановление биоразнообразия и комплексное улучшение показателей плодородия почв. Выведенные из оборота почвы, по многим показателям начинают соответствовать целинным, однако следы распашки и негативные последствия обработки почвы сохраняются еще долгое время [1, 2].

Одним из главных индикаторов эффективности восстановления почв является ее морфологическое состояние. При выведении агрогенно нарушенных почв из сельскохозяйственного оборота происходят закономерные изменения их морфологических и агрохимических свойств. Характер, скорость и степень данных трансформаций зависит от возраста залежей и степени деградации почв.

В качестве объектов исследования функционирования антропогенно-нарушенных экосистем в залежном режиме выступали хроноряды зональных лесостепных и степных почв Белгородской, Курской и Воронежской областей, а также почвенный покров на

склоновых участках Белгородской области. Проведены полевые исследования 31 местоположений объектов, на которых заложено 56 разрезов на залежных землях и 31 на пашне. Возле каждого разреза регенерационной почвы отбирался образец почвы с близлежащей пашни с аналогичной почвенной ситуацией (аналогичный тип почвы, материнская порода, экспозиция и степень эродированности). Все разрезы были разделены на 4 возрастных группы: 1) до 10 лет; 2) от 10 до 30 лет; 3) от 30 до 80 лет; 4) более 80 лет.

В ходе изучения свойств почв залежных земель, выявлено, что в режиме естественного воспроизводства в почвах сформировался новообразованный (постагрогенный) гумусовый горизонт (AU_{ра}) мощностью от 6 до 18 см. Такие горизонты обособляются в верхней части эродированного профиля почвы из почвенного материала пахотного горизонта (PU).

Тренд формирования постагрогенного горизонта представлен на рисунке 1. Несмотря на рассеивание полученных данных, прослеживается тенденция и можно определить общую направленность роста мощности гумусового горизонта.

Линейная скорость образования постагрогенных гумусовых горизонтов за 10 лет воспроизводства в условиях залежи в изученных почвах в среднем составила $11,58 \pm 1,23$ мм/год. Она согласовывается с максимальной скоростью роста новообразованного гумусового горизонта чернозёмов лесостепной и степной зон в условиях аппликативного почвообразования – на нарушенной почве-предшественнике [3]. Средняя скорость воспроизводства гумусового горизонта в залежных почвах от 10 до 30 лет составляет около $3,40 \pm 0,55$ мм/год, а в залежах старше 30 лет с течением времени нелинейно понижается – не более 2 мм/год. После 85 лет рост постагрогенного горизонта значительно замедляется, однако это компенсируется активной гумификацией и увеличением содержания гумуса в новообразованном слое.

Что касается показателя объёмной массы, на рисунке 2 наблюдается её рост в восстановленном горизонте с увеличением возраста залежи вплоть до 80 лет. Свыше 80 лет этот показатель начинает снижаться. Это может быть связано с тем, что постагрогенная почва приближается по своим физико-химическим свойствам к целинным аналогам.

Из полученных данных следует, что регенерационные процессы в агрогенно нарушенных почвах проходят не единообразно, поскольку напрямую зависят от характера и степени деградации почвы. Состояние почвенных свойств на момент забрасывания залежи сложно реконструировать. Для этого нужно зафиксировать эти свойства во время «старта» залежи, что возможно при проведении долгосрочных наблюдений. Поэтому в использованной схеме исследований мы проводили сравнительный анализ восстановленного горизонта с нижележащим пахотным горизонтом и пашней.

В ситуации, когда нарушения являются локальными, остаются неизменными тип почвообразующей породы и биогеоценотическое окружение, а в ситуации новообразованного горизонта завершающий этап развития по своему строению и свойствам сопоставим с фоновой породой.

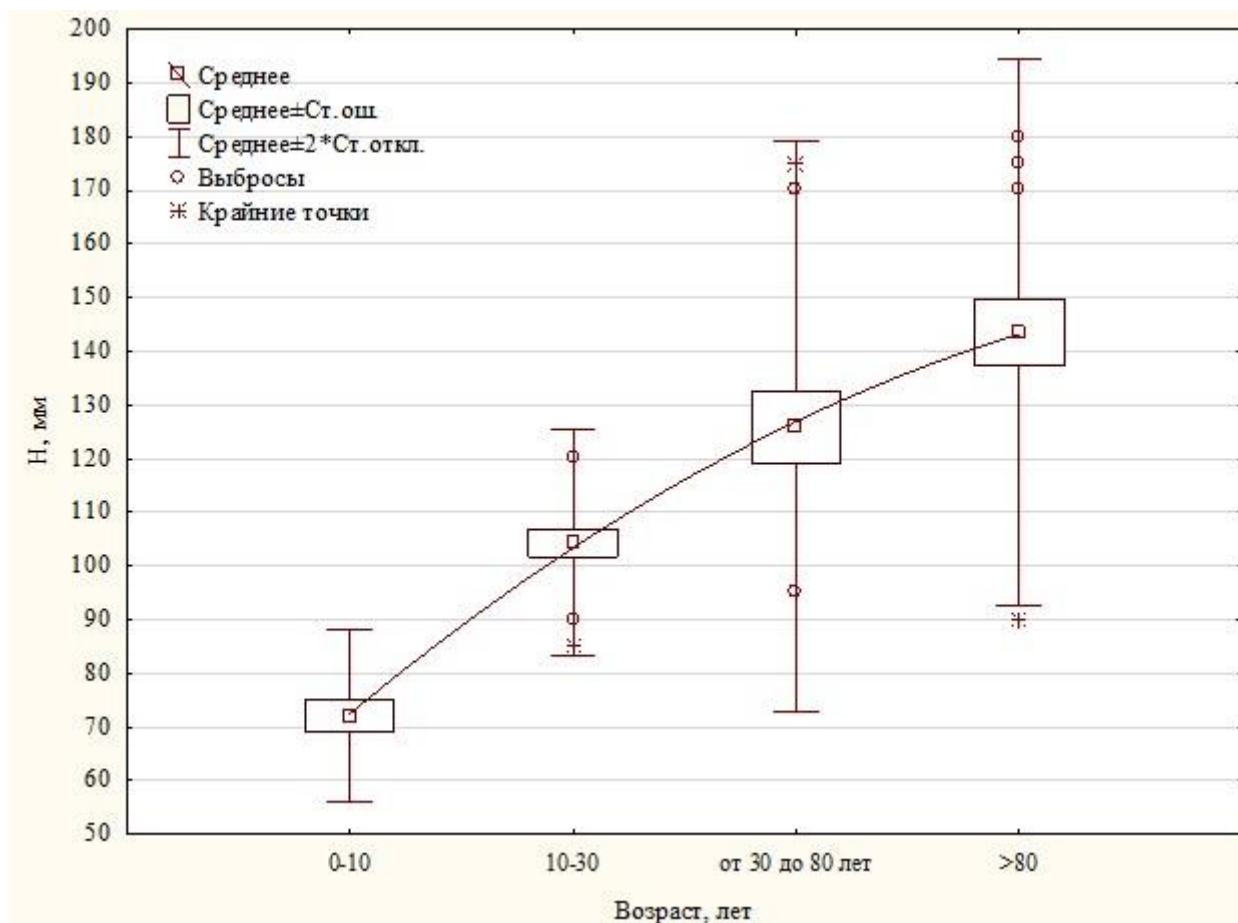


Рисунок 1. Тренд формирования постагрогенного гумусового горизонта залежных чернозёмов

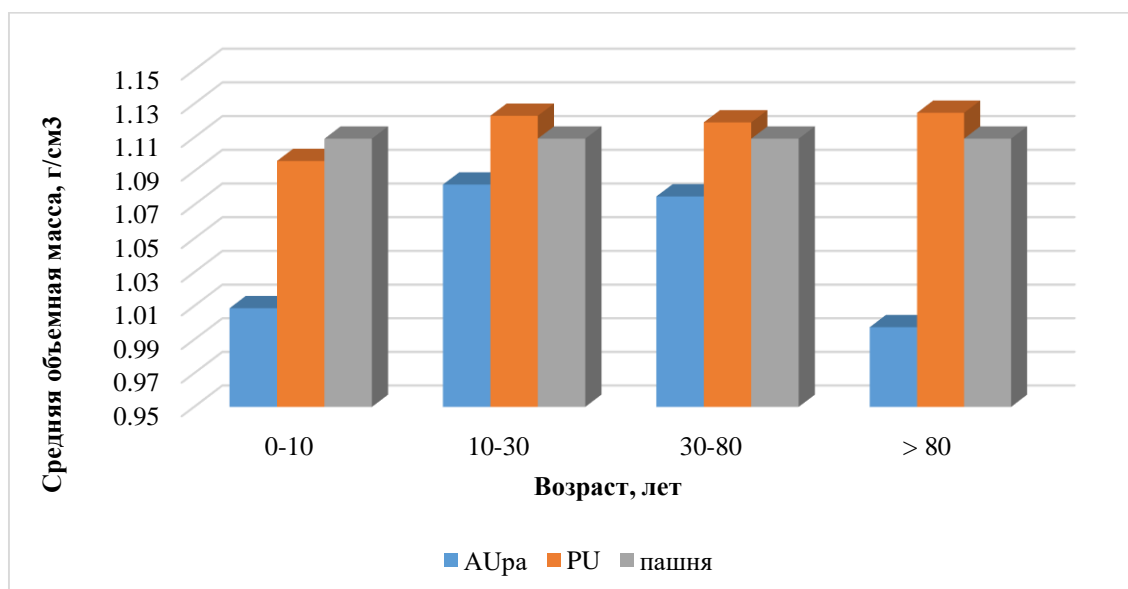


Рисунок 2. Объёмная масса на ключевых участках исследуемых почв

Образование постагрогенного гумусового горизонта является одним из наиболее значимых морфологических признаков. Он отлично диагностируется в восстановленном профиле почвы, поскольку заметно отличается окраской, структурой и видимым переходом к нижележащему горизонту. Мощность постагрогенного гумусового горизонта

черноземов Центрально-Черноземного региона на примере Белгородской, Курской и Воронежской областей составляет в среднем 72 ± 3 , 104 ± 3 , 126 ± 7 , 144 ± 6 мм для 0-10, 10-30, 30-80 и >80 лет консервации соответственно. Новообразованный горизонт приобретает однородную темно-серую окраску, улучшается его структура, становясь более мелкозернистой с приближением своих свойств к целинным объектам. Новообразованный гумусовый горизонт возможно использовать как критерий нахождения почвы в тренде естественного воспроизводства или как мониторинговый показатель.

Список литературы

1. Русанов, А.М. Естественное восстановление агроландшафтов степной и лесостепной зон Оренбургской области / А.М. Русанов // Степной бюллетень. – 2012. – № 36. – С. 8-12.
2. Мясникова, М.А. Влияние возраста залежей на биологические свойства постагрогенных почв Ростовской области: [монография] / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников; Южный федеральный ун-т; М.А. Мясникова. — Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2015. — 130 с.
3. Голеусов, П.В. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи / П.В. Голеусов, Ф.Н. Лисецкий. – М: ГЕОС, 2009. – 206 с.

УДК [631.8:631.559]:635.21

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

Персикова Тамара Филипповна, заведующий кафедрой почвоведения УО БГСХА, persikova@rambler.ru

Царёва Мария Владимировна, доцент кафедры почвоведения УО БГСХА, TzarevaMariya@mail.ru

Валейша Евгения Францевна, доцент кафедры почвоведения УО БГСХА, pochva_bgsha@mail.ru

Мурзова Ольга Викторовна, доцент кафедры почвоведения УО БГСХА, pochva_bgsha@mail.ru

Курганская Светлана Данииловна, доцент кафедры почвоведения УО БГСХА, pochva_bgsha@mail.ru

Аннотация: Установлена эффективность и влияние доз органического удобрения на основе куриного помета на урожайность и качество картофеля.

Ключевые слова: органическое удобрение, картофель, сорт, доза, урожай, качество, почва, плодородие.

Картофель в Республике Беларусь относится к числу наиболее важных продовольственных культур и по праву считается вторым хлебом. Он с успехом используется на пищевые, технические и кормовые цели.

Эффективность развития сельского хозяйства базируется на принципе наращивания производства сельскохозяйственной продукции с сокращением потребления энергоресурсов. Наиболее эффективным путем повышения продуктивности картофеля является внедрение в практику сельскохозяйственного производства новых высокоурожайных сортов, отзывчивых на применение минеральных и органических удобрений.

В последнее время в практике сельскохозяйственного производства в качестве органического удобрения широкое применение находит куриный помёт. Проблема эффективного использования куриного помёта может быть успешно решена, если он будет перерабатываться на птицефабриках в новые виды побочной продукции. Одним из перспективных способов переработки этого ценного органического удобрения является термическая сушка, суть которой заключается в том, что птичий помет при помощи специальных установок и оборудования высушивают до порошкообразного состояния и при необходимости гранулируют до влажности, позволяющей его хранить и использовать по мере потребности. Физические свойства сухого удобрения позволяют вносить его в почву практически всеми машинами, предназначенными для разбрасывания минеральных удобрений [1, 2, 3].

Цель исследований: оценка эффективности и влияния на урожайность и качество картофеля органического удобрения на основе куриного помёта, полученного при его термической сушке.

Объект исследований: сорта картофеля белорусской селекции Першацвет (ранний, столовый сорт) и Бриз (среднеранний).

Предмет исследований: органическое удобрение на основе куриного помёта, произведенного в ООО «АгроСива» Могилевского района, полученного путем термической сушки. Химический состав: массовая доля влаги – 24 %, pH_{KCl} – 5,97, зольность – 17 %, массовая доля органического вещества – 41 %, массовая доля общего азота, фосфора и калия – 5,9; 5,5 и 2,9 % соответственно, бора – 23,76 мг/кг, цинка – 560,6 мг/кг, марганца – 830,3 мг/кг, железа – 246,1 мг/кг, меди – 787,5 мг/кг, селена – 762,8 мг/кг.

Исследования проводились в УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2021–2022 гг. на дерново-подзолистой хорошо окультуренной легкосуглинистой почве, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины 1,2 м.

Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: повышенным содержанием подвижных соединений фосфора (247 мг/кг), высоким – калия (390 мг/кг), средним содержанием микроэлементов (Mg – 12,3, Ca – 4,76 ммоль/100 г почвы, Cu – 1,77, Zn – 4,68, Mn – 5,33 мг/кг, повышенным содержанием гумуса (2,1 %) и близкой к нейтральной реакции среды (pH_{KCl} 6,28).

Схема опыта:

1. Фон ($N_{20} P_{70} K_{120}$)
2. $N_{70} P_{70} K_{120}$
3. 1 т/га
4. 1,5 т/га
5. 2,0 т/га
6. 2,5 т/га
7. $N_{70} P_{70} K_{120} + 1$ т/га
8. $N_{70} P_{70} K_{120} + 1,5$ т/га
9. $N_{70} P_{70} K_{120} + 2,0$ т/га
10. $N_{70} P_{70} K_{120} + 2,5$ т/га.

Из минеральных удобрений применяли: карбамид в дозе 1 ц/га (46 % д. в.), аммонизированный суперфосфат – 2 ц/га (10:35 д. в) и хлористый калий – 2 ц/га (60 % д. в.).

Органическое удобрение на основе термически обработанного гранулированного куриного помёта внесено весной вразброс в предпосевную культивацию до нарезки гребней.

В целом, вегетационные периоды 2021–2022 гг. оказались благоприятными для формирования урожая клубней картофеля, что и обеспечивало получение самой высокой урожайности (ГТК по Селянинову в 2021 году – 1,24, а в 2022 году – 1,13).

Технология возделывания картофеля общепринятая для Республики Беларусь. Посадка, уход и уборка проведена согласно методике проведения полевого опыта. Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [4] с использованием компьютерной программы на ЭВМ.

Результаты исследований показали, что наиболее высокая урожайность клубней картофеля у сорта Першацвет отмечалась в 2022 году. В 2021 году внесение органического удобрения на основе термически обработанного куриного помёта не оказало существенного влияния на урожайность клубней картофеля. Наиболее урожайным оказался вариант с внесением минеральных удобрений в дозе N₇₀P₇₀K₁₂₀ – 550 ц/га. Органическое удобрение, независимо от дозы внесения, на фоне N₇₀P₇₀K₁₂₀ также не обеспечило достоверную прибавку урожайности клубней (табл. 1).

В 2022 году наиболее эффективным оказался вариант с внесением 2,5 т/га термически обработанного куриного помёта, где урожайность клубней составила – 766 ц/га, что обеспечило существенную прибавку, по сравнению с другими вариантами опыта. Высокую урожайность также обеспечили дозы куриного помёта 1,5 и 2,5 т/га на фоне N₇₀P₇₀K₁₂₀ – 660 и 636 ц/га соответственно.

В среднем за два года исследований, наиболее высокоэффективным было внесение 2,5 т/га термически обработанного куриного помёта, что обеспечило существенную прибавку по сравнению с другими вариантами опыта. Минеральная и органоминеральная системы удобрений, независимо от дозы удобрений, обеспечили достоверную прибавку урожайности клубней, по сравнению с фоновым вариантом.

Таблица 1

Влияние органического удобрения на основе куриного помёта на урожайность и качество картофеля сорта Першацвет (2021–2022гг)

№ п.п.	Схема опыта	Урожайность, ц/га		Среднее за 2 года, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Содержание крахмала, %	Мелкие клубни (менее 35 мм),	Средние клубни (35-55 мм), %	Крупные клубни (более 55 мм), %
		2021	2022						
1.	Фон (N ₂₀ P ₇₀ K ₁₂₀)	380	400	390		14,0	12	27	60
2.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀	550	502	526	136	15,0	8	23	69
3.	1т/га	400	600	500	110	14,0	4	12	80
4.	1,5т/га	400	660	530	140	15,0	8	17	75
5.	2 т/га	510	500	505	115	14,5	4	15	82
6.	2,5 т/га	500	766	633	243	15,0	2	12	86
7.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 1т/га	490	560	525	135	15,5	6	21	74
8.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 1,5т/га	490	580	535	145	15,5	3	14	84
9.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 2 т/га	510	560	535	145	15,5	3	18	80
10.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 2,5т/га	500	636	568	178	15,5	8	19	73
	НСР ₀₅	16,3	21,6						

Анализ структуры урожая показал, что применение минеральных и органических удобрений оказывает положительное влияние на фракционный состав клубней.

У сорта Першацвет самый большой выход мелкой фракции клубней (менее 35 мм) – 12 % был отмечен в фоновом варианте, и в этом же варианте самый минимальный выход клубней крупной фракции размером (более 55 мм) – 60 %.

Наибольший выход крупной фракции (84 %) отмечался в варианте с внесением куриного помета в дозе 2,5 т/га в чистом виде. Этот вариант характеризовался и наименьшим выходом мелкой фракции (2,0 %). Вероятно, этим и можно объяснить наибольшую урожайность клубней в данном варианте опыта.

Применение удобрений оказывает важное значение не только на урожайность, но и на качество клубней картофеля. Основным показателем, характеризующим качество картофеля, является содержание крахмала в клубнях. У картофеля сорта Першацвет оно колебалось от 14,0 до 15,5 %.

У картофеля сорта Бриз в 2021 году наибольший эффект получен в вариантах при внесении 2,0 и 2,5 т/га куриного помёта на фоне N₇₀P₇₀K₁₂₀, где урожайность клубней составила 700 ц/га, что на 200 ц/га превышало как фоновый вариант, так и все варианты опыта.

В 2022 году наиболее высокая урожайность у сорта Бриз, как и у сорта Першацвет, наблюдалась при внесении 2,5 т/га куриного помета в чистом виде. Урожайность в этом варианте достоверно превышало все остальные варианты опыта.

В среднем за два года исследований, наибольшей урожайностью отличались варианты с внесением 2,0 и 2,5 т/га куриного помёта на фоне N₇₀P₇₀K₁₂₀, а также 2,5 т/га куриного помёта, внесенного в чистом виде. Урожайность клубней в этих вариантах колебалась от 610 ц/га при внесении 2,5 т/га органического удобрения до 625–630 ц/га – при внесении соответственно 2,5 и 2,0 т/га куриного помёта на фоне N₇₀P₇₀K₁₂₀ (табл. 2).

У сорта Бриз, также, как и у сорта Першацвет, самый большой выход мелкой фракции (20 %) был в фоновом варианте, и в этом же варианте наблюдался самый минимальный выход клубней крупной фракции (52 %).

Отмечена прямая зависимость между урожайностью клубней и их размером. Наиболее крупными клубнями характеризовался картофель в вариантах с внесением куриного помета в дозе 2,5 т/га в чистом виде, а также – 2,0 и 2,5 т/га куриного помёта на фоне N₇₀P₇₀K₁₂₀.

Таблица 2

Влияние органического удобрения на основе куриного помета на урожайность и качество клубней картофеля сорта Бриз (2021–2022 гг)

№ п.п.	Схема опыта	Урожайность, ц/га		Среднее за 2 года, ц/га	Прибавка к фону ц/га	Содержание крахмала, %	Мелкие клубни (менее 35 мм), %	Средние клубни (35-55 мм), %	Крупные клубни (более 55 мм), %
		2021	2022						
1.	Фон (N ₂₀ P ₇₀ K ₁₂₀)	500	358	429		12,0	20	28	52
2.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀	550	530	540	111	14,5	18	29	54
3.	1 т/га	500	520	510	81	14,0	14	30	56
4.	1,5 т/га	510	560	535	106	14,0	8	17	75
5.	2 т/га	580	598	589	160	13,0	9	24	67
6.	2,5 т/га	600	620	610	181	14,5	12	20	68
7.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 1 т/га	650	572	611	182	13,5	9	25	67
8.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 1,5 т/га	600	540	570	141	14,5	11	30	61
9.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 2 т/га	700	560	630	201	15,0	7	25	68
10.	N ₇₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + 2,5 т/га	700	550	625	196	13,0	7	25	68
	НСР ₀₅	21,4	26,8						

Содержание крахмала в клубнях картофеля, как у сорта Першацвет, так и у сорта Бриз несколько отличалась по годам исследований. Вегетационный период 2022 года характеризовался теплой погодой и недостаточным выпадением осадков, что способствовало значительному возрастанию количества крахмала в клубнях во всех вариантах опыта в сравнении с 2021 годом.

В среднем за два года исследований, содержание крахмала в клубнях у сорта Першацвет колебалось, в зависимости от варианта опыта, от 14,0 до 15,5 %, а у сорта Бриз – от 12,0 до 15,5 %.

Перед уборкой картофеля почва опытного участка характеризовалась следующими агрофизическими свойствами и агрохимическими показателями:

– плотность сложения пахотного слоя почвы независимо от условий питания и сорта соответствовала их оптимальным значениям и колебалась от 0,98 до 1,20 г/см³., плотность твердой фазы от 2,48 до 2,65 г/см³; общая пористость пахотного слоя почвы от 51,7 до 58,2 %. В пределах оптимальных значений находились показатели капиллярной пористости и пористости аэрации, пахотный слой характеризовался хорошим запасом продуктивной влаги:

– содержание общего азота изменялось от 0,003 до 0,04% подвижного фосфора – от 182 до 256 мг/кг, калия – от 168 до 351,2 мг/кг, меди – от 1,24 до 2,93 мг/кг, цинка – от 3,78 до 10,32 мг/кг, марганца – от 2,1 до 12,9 мг/кг, реакция среды изменялась от слабо кислой (рН_{KCl} 5,65) до близкой к нейтральной (рН_{KCl} 6,15).

Таким образом, наиболее эффективной оказалась органоминеральная система применения удобрений при возделывании картофеля сортов Першацвет и Бриз.

Список литературы

1. Система мероприятий по рациональному использованию куриного помета: рекомендации / Т.Ф. Персикова, М.В. Царева. – Горки: БГСХА, 2019. – 44 с.
2. Лысенко, В.П. Птичий помет – отход или побочная продукция / В.П. Лысенко // Птицеводство. – 2015. – № 6. – С. 55.
3. Персикова Т.Ф. Научное обоснование системы мероприятий по снижению отрицательных последствий утилизации птичьего помёта// Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 100 летию со дня образования в Нижнем Новгороде кафедры агрономической химии «Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса». 13-15 октября. - 2021. -Нижний Новгород. – С.18-23
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. М.: Колос, 1985. – 416 с.

УДК 631.473

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ КЛЕЕВОГО ПОЧВЕННОГО МОНОЛИТА ВТОРОГО ТИПА МЕТОДОМ ОБЪЁМНОЙ 3-D ЭКСАРТИМАЦИИ

Поляков Алексей Михайлович, старший преподаватель кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, amp7616i@rambler.ru

Беляева Светлана Алексеевна, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, belyaevasa@rgau-msha.ru

Шмакова Кристина Алексеевна, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kshmakova@rgau-msha.ru

Аннотация: Разработан новый метод создания клеевого монолита из ящичного, путём армирования почвенной массы эпоксидными полимерными компаундами очень низкой вязкости, с последующим препарированием лицевой стороны образца для более яркого демонстрирования структуры и сложения почвы. Полученные почвенные монолиты пригодны для использования как в демонстрационных целях, так и в учебном процессе, в силу сочетания в себе достоинств, как ящичных монолитов, так и классических клеевых, при этом, сводя их недостатки к минимуму.

Ключевые слова: почвенный монолит, ящичный почвенный монолит, клеевой почвенный монолит, структура почвы, эксартимация, эпоксидная смола.

Учебный процесс, во все времена, требовал, для улучшения понимания, разного рода наглядных учебных пособий. Ещё В.В. Докучаев в своей работе «Труды экспедиции, снаряженной Лесным департаментом» указывал на необходимость создания музейных экспонатов почв для использования их для научных целей [1]. При освоении дисциплин почвенного цикла используется большое количество разного рода наглядных пособий и экспонатов, что существенно облегчает усвоение, весьма ёмкого и непростого, учебного материала студентами. Наиболее часто используемыми наглядными пособиями на кафедре Почвоведения, геологии и ландшафтоведения при изучении таких курсов, как: «Общее почвоведение», «География почв», «Почвоведение с основами геологии», «Науки о Земле» являются ящичные почвенные монолиты. Достоинством таких наглядных пособий является возможность рассмотреть, буквально вплотную, все особенности морфологического строения почв. «Пощупать» почву, что называется, руками. В ряде случаев, такие почвенные монолиты являются донорами почвенных образцов для различных научных изысканий, проводимых на кафедре.

На кафедре почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева существуют две аудитории, оборудованные столами, имеющие специальные приспособления для учебной работы с такими почвенными экспонатами. Что существенно упрощает усвоение читаемых дисциплин студентами.

Способ создания классического ящичного почвенного монолита следующий. Закладывается почвенный разрез. В передней стенке почвенного разреза вырезается барельеф деревянного ящика, в который будет заключён почвенный монолит. На вырезанный в передней стенке разреза барельеф, надевается деревянный ящик. Под деревянный ящик подсыпается почва для предотвращения неконтролируемого отрыва почвенного монолита от передней стенки разреза. Затем проводят отрезание почвенного монолита от передней стенки почвенного разреза при помощи лопаты. После извлечения монолита из почвенного разреза проводят срезание выступающих за пределы деревянного ящика излишков почвы. Далее, полученный образец транспортируется в учебные и иные учреждения.

При всех своих достоинствах, ящичные почвенные монолиты имеют и ряд существенных недостатков. Главными из которых следует упомянуть их весьма большой вес, высокую трудоёмкость создания и крайне низкую наглядность такого морфологического признака почвы, как структура.

Существует и другой способ изготовления портативных почвенных монолитов, их ещё называют – клеевые монолиты. В соответствии с этим способом, на переднюю стенку почвенного разреза наносится клей, затем к ней прикладывается полоса ткани (реже фанеры). После высыхания клея полоса отделяется от стенки почвенного разреза вместе с приклеенными к ней почвенными агрегатами и другими компонентами почвы. Как правило, именно такого плана монолиты экспонируются в большинстве музеев мира. К достоинствам таких экспонатов, прежде всего, следует отнести высокую наглядность представляемой почвы, т.к. в ней ясно наблюдается структура и сложение, более ярко видны разного рода включения и новообразования. Такие клеевые монолиты очень

портативны, в силу своей лёгкости, и сам способ их создания имеет невысокую трудоёмкость. Однако у такого плана почвенных монолитов имеются и очень серьёзные недостатки, которые наиболее сильно проявляют себя при использовании их учебном процессе в качестве наглядных пособий. А именно, из-за тонкого слоя приклеившихся к основанию частиц, такой клееный монолит может легко повреждаться и, что очень важно, практически не может быть отреставрирован, т.к. отсутствует возможность обновить монолит путём повторного препарирования. Кроме всего прочего, клеящие составы пропитывая почву немного изменяют её цвет. Также, в ряде случаев, слишком тонкий слой приклеившихся к основанию частиц не даёт полного и объёмного представления о характере сложения почвы и её макроструктуры. Таким образом, использование таких клеевых монолитов в качестве учебных пособий, при аудиторной работе студентов, делает их не очень информативными и самое главное, крайне недолговечными [2].

В 80-х годах прошлого века возникла идея создания почвенного монолита, который объединил бы в себе достоинства как классического ящичного монолита, так и классического клеевого тканевого монолита. Для этого воздушно-сухую тонкую вертикальную колонку почвы, оправленную в рамку, пропитывали клеями на основе ацетона и дихлорэтана уменьшающимися концентрациями от тыльной стороны монолита к экспонируемой, с последующим закреплением экспоната на жёстком основании. Использование данного способа приводило к созданию экспоната почвы имеющего относительно невысокий вес из-за небольшой толщины, но при этом сохраняющего возможность препарирования и обновления, при этом такой почвенный экспонат приобретал все достоинства классического клеевого тканевого монолита, так и классического ящичного. В дальнейшем, мы будем называть такие почвенные монолиты – клеевыми монолитами второго типа [3].

За прошедшее время до нынешней поры произошла сильная эволюция разного рода клеящих составов, подстёгиваемая широким внедрением композитных материалов в авиационном и автостроении. Появились современные эпоксидные смолы, используемые в создании углепластиков, имеющие очень низкую вязкость.

Нам пришла в голову мысль, творчески переработать технологию создания клеевых монолитов второго типа, с учётом достижений современной химической промышленности, с целью уменьшения трудоёмкости их создания. Предлагаемый ниже способ, предлагает отойти от фронтальной пропитки почвы клеевыми составами уменьшающимися концентрациями от тыльной стороны монолита к экспонируемой клеями на основе ацетона или дихлорэтана, а использовать современные инновационные эпоксидные смолы с очень низкой вязкостью (имеющих динамическую вязкость около 200 сПз) с целью формирования внутри почвенной массы монолита объёмного, по сути своей, композитного каркаса, заполняющего (повторяющего) систему почвенных пор и трещин, который и будет выполнять механическую функцию фиксации почвенной массы. Своего рода скелета, который предохранит почвенный монолит от разрушения вследствие разного рода механических нагрузок. Данный подход мы назвали объёмной 3-D экскартимацией (от греческого – (*греч.*) *εξαρτήματα* - арматура). Ниже приводится технология создания почвенных экспонатов данным методом.

Берётся классический ящичный почвенный монолит, находящийся в воздушно-сухом состоянии. На его лицевую часть накладывается вспомогательный лист фанеры толщиной 2 см. и имеющий форму и размеры повторяющие внутреннее пространство почвенного ящика. Затем почвенный монолит переворачивается и устанавливается лицевой стороной на этот лист фанеры в горизонтальном положении на препаративный стол. Далее, с почвенного ящика снимается задняя стенка, с последующим опусканием боковых стенок ящика до плоскости препаративного стола. Таким образом, почвенный монолит начинает возвышаться над краями боковых стенок почвенного ящика на 2 см. Затем, к краям почвенного монолита приставляют полоски фанеры шириной 2 см и длиной, совпадающей с длинной стороной почвенного монолита, и фиксируют их в

прижатом состоянии к почвенному образцу. Затем, поверхность монолита проливают эпоксидной смолой с динамической вязкостью порядка 200 сПз дополнительно разбавленной активным разбавителем ДЭГ-1 (диэтиленгликоль), что дополнительно ещё снижает её вязкость. После полимеризации эпоксидной смолы приклеивают к тыльной стороне монолита фиксирующую основу (лист фанеры). Переворачивают экспонат, укладывая его тыльной стороной на поверхность препаративного стола, а лицевой стороной вверх. Убирают вспомогательный лист фанеры и начинают проводить препарирование лицевой части монолита доводя среднюю толщину почвенного экспоната до 3-4 см. В завершении, в целях лучшей сохранности, допускается лёгкое пропитывание лицевой части экспоната разбавленным клеем ПВА (1 к 4).

Список литературы

1. Докучаев В.В. Труды экспедиции, снаряженной лесным департаментом под руководством профессора Докучаева. – СПб, 1895. – 128 с.
2. Плеханова Л.Н. О музеефикации почвенных эталонов на основе тонких монолитов журнал ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ № 13 Учредители: Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН eISSN: 2712-8628, 2016. - 58-60 с.
3. Урсу А.Ф. Способ изготовления монолитов почв // Почвоведение, 1982. – № 12. – С. 136-139.

УДК 631.41.427

ДИНАМИКА ОБ-ПОТЕНЦИАЛА И ВЫДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ОСУШЕННОЙ ПОЧВЫ

Полякова Надежда Васильевна, д.б.н., профессор, зав.кафедрой Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА; e-mail: polaykova_nv19@mail.ru

Кулагина Наталья Анатольевна, ст.преподаватель кафедры Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА.

Аннотация: проведенные исследования по изучению окислительно-восстановительного режима аллювиальной иловато-торфяно-глеевой осушенной почвы показали, что динамика ОБП определялась условиями микрорельефа участка и, соответственно, влажностью почвы в различных элементах рельефа ($r=-0,96$). Установлено, что диапазон значений ОБП в повышениях поймы составлял 260-355мВ, в понижениях 193-232мВ в зависимости от периода наблюдений и влажности почвы. Наибольшая интенсивность выделения углекислого газа наблюдалась на повышенных участках (3,7мгСО₂/10г) в первый срок отбора образцов вследствие наименьшего увлажнения почвы и более высокой температуры; в микропонижениях интенсивность дыхания во все периоды наблюдений была в 1,5-1,7 раза ниже по сравнению с возвышенными участками.

Ключевые слова: аллювиальная осушенная почва, биологическая активность, дыхание почвы, окислительно-восстановительный потенциал, влажность, температура почвы.

Особенности почвообразования отражаются практически на всех свойствах и режимах аллювиальных почв, в том числе на биологической активности и окислительно-восстановительных процессах, что наиболее ярко проявляется в центральной пойме речной долины, где рельеф представляет слабоволнистую равнину с повышенными

участками и микропонижениями. Неоднородность рельефа даже после осушения сопровождается различиями в поемном процессе участков, физическими и биохимическими характеристиками почвы, которые, в свою очередь, влияют на ее продуктивность [1,2].

На территории Нижегородской области аллювиальные осушенные почвы занимают около 6% от площади сельхозугодий, активно используются в кормовых севооборотах, под сенокосы и пастбища. Изучение аллювиальных осушенных почв обусловлено их высоким потенциальным плодородием, которое лимитируется условиями водного режима и связанной с ним интенсивностью биологических и окислительно-восстановительных процессов, определяющих баланс питательных элементов.

Исследования проводились в центральной пойме реки Кудьма, на территории ОАО «Лакша» Богородского района Нижегородской области. Участок, на котором проводили исследования, представлен аллювиальной иловато-торфяно-глеевой осушенной почвой, сформированной на аллювиальных отложениях. На нем в различных условиях рельефа было заложено четыре площадки, на каждой из которых в 6-ти точках проводили измерение ОВ-потенциала почвы, температуры и отбирались образцы почвы на определение влажности, интенсивности дыхания, физико-химических и других показателей. Две площадки располагались на возвышенных элементах рельефа, две в микропонижениях. Измерения окислительно-восстановительного потенциала (Eh) почвы выполняли прибором БПК-термооксиметр «Эксперт-001». Интенсивность дыхания определяли по методу А.Ш. Галстяна. Исследования выполнялись в 2019 году с июня по август.

Почва на момент отбора образцов в начале исследований характеризовалась слабокислой реакцией среды (5,1 ед. рН), высокими показателями суммы обменных оснований (26,5 мг-экв на 100 г почвы) и емкости катионного обмена (30,5 мг-экв на 100 г почвы); содержание общего углерода почвы составляло 4,91 %. Ранее нами отмечалась низкая обеспеченность аллювиальных болотных осушенных почв доступными элементами минерального питания: содержание фосфора составляло 19,6 мг/кг, калия – 31,1 мг/кг, нитратов – 20,4 мг/кг, что обусловлено особенностью генезиса аллювиальных осушенных почв, в том числе влажностью и окислительно-восстановительными условиями [3,4,5,6].

Климатические условия вегетационного периода 2019 года характеризовались колебанием температурного фона и количеством осадков: жаркой засушливой погодой в июне, более низкой температурой и обильными осадками (по сравнению со среднемноголетними данными) в июле, очень теплой (на 4-5⁰С выше нормы) погодой в августе при двойной норме выпавших в этом месяце атмосферных осадков. Особенность климатических условий обусловила, в сочетании с поемным процессом, контрастность гидротермических показателей аллювиальных почв и связанных с ними окислительно-восстановительного режима и биологических свойств изучаемых почв.

В условиях центральной поймы окислительно-восстановительный режим аллювиальных почв определяется преимущественно элементами рельефа и влажностью почвы (таблица 1). Влажность почвы существенно колебалась по периодам наблюдений и тесно связана с ее температурным режимом [7]. Так, наименьшие значения по элементам рельефа отмечены в первый срок наблюдений (26,9...36,3%) в связи с жаркой погодой, установившейся в июне 2019 года, при этом различия во влажности составили максимальное значение в 9%. В июле температура почвы резко снизилась на 12⁰С, а влажность увеличилось на 8% на возвышениях и на 4% в пониженных участках; в августе (4-ый срок наблюдений) климатические показатели приблизились к среднемноголетним данным, что обусловило некоторое улучшение гидротермических показателей изучаемой аллювиальной почвы.

Изменение температуры, влажности и ОВП аллювиальной осушенной почвы по периодам наблюдений (n= 24)

Элементы рельефа поймы	Период		12.06.2019г t, 27 °С		08.07.2019г t, 15 °С		29.07.2019г t, 14°С		22.08.2019г t, 23 °С	
	Влажность почвы, %	ОВП, мВ	Влажность почвы, %	ОВП, мВ	Влажность почвы, %	ОВП, мВ	Влажность почвы, %	ОВП, мВ	Влажность почвы, %	ОВП, мВ
1. Возвышенные участки	27,1	355	35,0	289	35,2	261	32,0	321		
2. Возвышенные участки	26,9	353	35,0	287	35,4	260	32,1	319		
3. Пониженные участки	36,3	226	40,0	209	40,6	193	37,2	220		
4. Пониженные участки	36,1	232	39,8	213	40,2	199	37,3	225		
<i>HCP₀₅</i>	0,5	30	0,6	19	0,5	23	0,3	16		

Окислительно-восстановительный потенциал аллювиальных осушенных почв, по сравнению с зональными светло-серыми лесными, находился в целом на уровне низких значений (193-355мВ), достоверно изменяясь в зависимости от элементов рельефа и влажности почвы ($r = -0,96$), при этом в понижениях значения ОВП были в 1,3-1,6 раза ниже и составляли 193-232мВ против 260-355мВ на повышениях. Наиболее контрастные значения ОВ-потенциала наблюдались в периоды с более высокой температурой почвы, то есть в июне и августе, когда различия в ОВП по элементам рельефа и значениям влажности составили 125 и 100мВ соответственно; в условиях более холодного и влажного летнего периода (8 и 29 июля) значения ОВП были минимальными, а различия ОВ-потенциала между участками составили 78 и 67мВ.

Максимальные значения ОВП были зафиксированы на первом и втором участках, которые относятся к возвышениям поймы, где они были на уровне 355мВ, что указывает на усиление окислительных процессов под влиянием снижения переувлажнения ($r = -0,95$). Аналогичная закономерность имеет место и в другие сроки исследования, так, в августе в понижениях поймы значения ОВП составили 220-225мВ при влажности 37%, а на возвышенных участках значения ОВП повысились в 1,5 раза вследствие уменьшения влажности почвы до 32%.

Уравнение множественной регрессии с определением частных β -коэффициентов показало высокую степень взаимосвязи ОВП с показателями влажности аллювиальной осушенной почвы и ее температурой, при этом влажность почвы имела первостепенное значение.

$$(1) y = 814,568 - 2,32383x_1 - 14,3708x_2; \quad R^2=0,95$$

$$\beta_1 = -0,241 \quad \beta_2 = -1,108$$

где: y – ОВП; x_1 – температура, x_2 – влажность почвы

На фоне гидротермических условий существенное влияние на динамику окислительно-восстановительного потенциала, как суммарного показателя ОВ-состояния почв, оказывает уровень биологической активности, отражающий интенсивность почвенных микробиологических процессов. Интенсивность продуцирования углекислого газа варьировала в зависимости от изменений гидротермического режима почвы и протекающих окислительно-восстановительных процессов (таблица 2).

Таблица 2

Влияние температуры и ОВ-потенциала на интенсивность почвенного

дыхания по периодам наблюдений и в зависимости от элементов рельефа (n= 24)

Элементы рельефа поймы	12.06.2019г t, 27 °С		08.07.2019г t, 15 °С		29.07.2019г t, 14°С		22.08.2019г t, 23 °С	
	Интенсивность выделения CO ₂ мг CO ₂ /10г/24ч	ОВП, мВ	Интенсивность выделения CO ₂ мг CO ₂ /10г/24ч	ОВП, мВ	Интенсивность выделения CO ₂ мг CO ₂ /10г/24ч	ОВП, мВ	Интенсивность выделения CO ₂ мг CO ₂ /10г/24ч	ОВП, мВ
1. Возвышенные участки	3,7	355	3,1	289	2,9	261	3,5	321
2. Возвышенные участки	3,6	353	3,2	287	2,8	260	3,3	319
3. Пониженные участки	2,2	226	2,0	209	1,8	193	2,1	220
4. Пониженные участки	2,1	232	2,0	213	1,9	199	2,1	225
<i>HCP₀₅</i>	<i>0,3</i>	<i>30</i>	<i>0,2</i>	<i>19</i>	<i>0,3</i>	<i>23</i>	<i>0,2</i>	<i>16</i>

В пониженных элементах рельефа, отличающихся повышенной влажностью и наиболее низкими значениями ОВП, интенсивность выделения CO₂ была ниже по сравнению с повышениями на 1,0-1,5 мг CO₂/10г, особенно в третьем периоде наблюдений (29 июля), когда отмечались минимальные значения ОВ-потенциала в сочетании с низкой температурой и наибольшей влажностью почвы. Эмиссия углекислого газа в этот срок была наименьшей, составив 1,8 мг CO₂/10г почвы. На возвышенных участках изменение гидрологического режима в сторону уменьшения влажности почвы и повышения температуры, сопровождались увеличением значений ОВП и, как следствие, возрастанием выделения углекислого газа в 1,7 раза в первом периоде наблюдений (12 июня) и в 1,6 раза 22 августа. О сильной зависимости интенсивности почвенного дыхания от ОВП, влажности и температуры почвы свидетельствуют уравнение множественной регрессии, подтверждающее высокую степень влияния на выделение CO₂ окислительно-восстановительных условий и температурного режима аллювиальной осушенной почвы.

$$(2) y = -0,55466 + 0,01338X_1 - 0,01931X_2 + 0,00274X_3; R^2 = 0,98$$

$$\beta_1 = 1,066 \quad \beta_2 = -0,159 \quad \beta_3 = 0,017$$

где: y – интенсивность выделения CO₂; x₁ – ОВП; x₂ – температура почвы; x₃ – влажность.

Таким образом, проведенные исследования показали, что, во-первых, большое значение на гидрологические условия аллювиальных осушенных почв оказывает рельеф центральной поймы, особенно наличие микропонижений, обуславливающий в западинах более высокую влажность и самые низкие значения ОВ-потенциала. Во-вторых, динамика ОВП и выделения CO₂ определяется как влажностью, так и температурным режимом почвы, о чем свидетельствует динамика изучаемых показателей в различные сроки наблюдений вегетационного периода.

Установлено, что лучшими условиями для оптимизации окислительно-восстановительных процессов (353-355мВ) в аллювиальных болотных осушенных почвах является температура 26-27°С и влажность почвы на уровне 27%.

Интенсивность почвенного дыхания зависела от ОВП, температуры и влажности. Наиболее благоприятными условиями для функционирования микроорганизмов установлены значения ОВП, равные 353-355 мВ, температуры 27°С и влажности 27%, при которых интенсивность выделения CO₂ была максимальной в опыте – на уровне 3,7 мг CO₂/10г/24ч.

Снижение температуры до 14°С и увеличение влажности почвы до 40,6%

обусловило угнетение активности микрофлоры, снижение интенсивности дыхания и окислительно-восстановительного потенциала в 1,5 раза. Данная закономерность подтверждена уравнением множественной регрессии и высоким значением коэффициента детерминации ($R^2 = 0,98$).

Список литературы

1. Добровольский, Г. В. Аллювиальные почвы речных пойм и дельт и их зональные отличия / Г. В. Добровольский, П.Н. Балабко, Н.В. Стасюк, Е.П. Быкова // Аридные экосистемы. – 2011. – Т. 17, № 3 (48). – С. 5-13.
2. Зайдельман, Ф.Р. Деградация и восстановление почв поймы р. Москва за последние 50 лет / Ф.Р. Зайдельман, М.В. Беличенко, А.С. Бибин // Почвоведение. – 2013. – №11. – С. 1377-1386.
3. Кулагина, Н. А. Влияние бактериальных препаратов и минеральных удобрений на биологическую и ферментативную активность аллювиальной осушенной почвы и урожайность редиса / Н. А. Кулагина, Н. В. Полякова, Е. Н. Володина, А. О. Гришина // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2 (18). – С. 21-26.
4. Кулагина, Н. А. Влияние бактериальных препаратов на агрохимические показатели и биологическую активность аллювиальной осушенной почвы и урожайность горчицы белой / Н. А. Кулагина, Н. В. Полякова, М. О. Завылова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2 (22). – С. 9-14.
5. Полякова, Н.В. Оценка биологической и ферментативной активности аллювиальных осушенных почв в зависимости от генезиса и вида угодий / Н.В. Полякова, М.Г. Лавринова, Е.Н. Володина, Н.А. Кулагина // Агрохимический вестник. – 2019. – Т. 1, № 1. – С. 16-19.
6. Цапко, Ю.Л. Влияние окислительно-восстановительных условий на динамику содержания фосфора в почвах различного генезиса в зависимости от уровня увлажнения / Ю. Л. Цапко, В. В. Зубковская, А. И. Огородняя // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – № 1. – С.78-84.
7. Полякова, Н.В. Динамика окислительно-восстановительного потенциала в зависимости от температурного режима и влажности аллювиальной осушенной почвы / Н.В. Полякова, Н.А. Кулагина // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4 (28). – С. 5-9.

УДК 631.473

ВЛИЯНИЕ ЭКСТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

Мамонтов Владимир Григорьевич, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mamontov1954@inbox.ru

Беляева Светлана Алексеевна, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, belyaevasa@rgau-msha.ru

Крылов Вадим Александрович, агроном группы полевой опытной станции АО Фирма «Август», kryloff.vadim2015@yandex.ru

Аннотация: Изучение чернозема типичного Курской области под бессменными культурами и паром, показало, что в результате экстенсивного землепользования

произошли существенные изменения в содержании гумуса и лабильных гумусовых веществ (ЛГВ), а также в строении молекул гумусовых веществ. Наибольшие потери органического вещества наблюдались под бессменным паром, где содержание гумуса снизилось на 48%, а ЛГВ на 41%. Термический анализ показал, что под влиянием бессменных культур и пара произошла минерализация лабильных алифатических соединений и увеличение в составе органического вещества чернозема устойчивых циклических структур. Об этом свидетельствует коэффициент Z (отношение потери массы в низкотемпературной области $< 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ к потере массы в высокотемпературном интервале $> 400\text{ }^{\circ}\text{C}$). Значение коэффициента Z уменьшилось с 3,16 в целинной почве, до 2,47 в варианте бессменного пара.

Ключевые слова: чернозём типичный, гумус, лабильные гумусовые вещества, термический анализ, алифатические соединения, циклические структуры.

Введение: в настоящее время хорошо известно, что распашка целинных и залежных земель сопровождается интенсивным разложением органического вещества, вызывающим уменьшение содержания и запасов гумуса. Происходит это практически повсеместно, что неоднократно отмечалось в многочисленных научных публикациях, включая обзорные работы и монографии [1, 3, 5, 9, 13]. При этом наиболее масштабные и глубокие изменения в состоянии органического вещества произошли в черноземах.

Как считает А.Д. Фокин [10], важнейшими факторами, приведшими к изменению гумусового состояния черноземов, являются: резкое снижение поступления в почву растительных остатков, по сравнению с природными – в 2-8 раз, в зависимости от культуры, урожая и системы удобрений; значительное возрастание аэрации вследствие обработок и снижения коэффициентов гумификации органических остатков по сравнению с природными условиями; возрастание коэффициентов минерализации гумусовых веществ; увеличение масштабов потери запасов гумуса в результате развития водной и ветровой эрозии.

В большинстве своем потери гумуса в пахотном черноземе по сравнению с целинным аналогом составляют 20-30% [2]. Однако в ряде случаев потери гумуса могут быть и более высокими – 40-60% [1, 9, 12]. А.П. Щербаков и И.И. Васенев [12] считают, что за последнее столетие различные подтипы черноземов в результате минерализации потеряли от 20 до 40% исходных запасов гумуса, причем за последние 30-40 лет содержание гумуса уменьшилось на 2-2,5%.

В последние десятилетия проблема ухудшения свойств и режимов пахотных черноземов обострилась. Связано это с отказом сельхозпроизводителей от севооборотов и ориентацией на узкую специализацию и даже на длительное бессменное возделывание одной культуры. Усугубляет ситуацию низкая культура земледелия и ненормированное использование тяжелой сельскохозяйственной техники, ограниченное применение удобрений (или их полное отсутствие), в первую очередь органических, или же ненормированное внесение минеральных удобрений, содержащих одновалентные катионы (K^+ , Na^+ , NH_4^+), вызывающие негативные изменения в почвенном поглощающем комплексе и ухудшение физических свойств почв.

Поэтому оценка особенностей изменения свойств черноземов при длительном экстенсивном сельскохозяйственном использовании имеет важное практическое и научное значение.

В данной работе мы провели анализ влияния экстенсивного землепользования на органическое вещество чернозёма типичного.

Объекты и методы исследований: объектом исследования послужил чернозем типичный миграционно-мицелярный мощный тяжелосуглинистый на карбонатном лёссовидном суглинке: $\text{AU}_1\text{-AU}_2\text{-AU}_{3\text{ca}}\text{-AU}_{4\text{ca}}\text{-BCA}_{\text{mc}}\text{-BC}_{\text{ca}}\text{-C}_{\text{ca}}$. Почвенные образцы

отбирали в Центральном-Черноземном государственном биосферном заповеднике им. А.А. Алехина на участке целинной некосимой степи и бессменного пара, заложенного в 1947 г.

Также почвенные образцы были отобраны на стационарном полевом опыте Курского НИИ АПП, заложенном в 1964 г на вариантах опыта с бессменной озимой пшеницей без удобрений и бессменной кукурузой без удобрений. К моменту отбора почвенных образцов бессменный пар просуществовал 74 года, а бессменные культуры возделывались 57 лет.

Сроки и технология возделывания сельскохозяйственных культур в опыте были типичными для Курской области.

Свойства почв этих объектов подробно изучены, данные опубликованы [1, 4, 6, 7, 11]. Содержание илстой фракции составило 18,4–22,9%, почвы характеризуются нейтральной реакцией среды рН_{N2O} 6,20–6,77, величина гидролитической кислотности 3,35–5,52 смоль(экв)/кг, содержание C_{орг} – 2,79–5,72%, N – 0,23–0,48%, Ca_{обм} – 48,5– 55,2 смоль(экв)/кг, доступных K_{2O} и P_{2O5} – 119,7–181,0 и 58,6–177,8 мг/кг почвы.

В полученных образцах был определен общий гумус и углерод ЛГВ методом И.В. Тюрина в модификации В.Н.Симакова.

Термический анализ проведен в индивидуальных образцах на приборе SDTQ600 в атмосфере осушенного воздуха при скорости продува 100 мл/мин, скорость поднятия температуры 10 град/мин. Коэффициент Z находили по Черникову-Кончицу [14].

Результаты и обсуждения:

Таблица 1

Влияние экстенсивного землепользования на органическое вещество чернозема типичного

Вариант	Общий гумус, %	ЛГВ, мг/кг почвы	Потеря, % от содержания в целинной почве		Количество термических реакций, область		Z M ± m·t ₀₅
			Общий гумус	ЛГВ	<400 °С	>400 °С	
Целина	8,13	1708±99	-	-	2	3	3,16±0,35
Бессменная озимая пшеница	6,18	1126±11	24	34	2	2	2,64±0,09
Бессменная кукуруза	5,54	1162±15	32	32	2	2	2,73±0,15
Бессменный пар	4,22	1015±19	48	41	3	2	2,47±0,19
НСР ₀₅	0,37	-	-	-	-	-	-

Аналитические данные свидетельствуют о том, что длительное экстенсивное сельскохозяйственное использование чернозема типичного Курской области вызывает неблагоприятные изменения его свойств. Это касается в первую очередь содержания гумуса. Под влиянием бессменной озимой пшеницы (57 лет) потери гумуса составили 24% и снизились с 8,13% в целинной почве, до 6,16%. Под влиянием бессменной кукурузы (57 лет) потери гумуса достигли 32%, и соответствуют значению 5,54%. Самые деструктивные изменения органического вещества произошли под влиянием бессменного пара (74 года), содержание общего гумуса уменьшилось почти в 2 раза! Потери составили 48%, а общий гумус равен всего 4,22%. Иначе распределились изменения в содержании лабильных гумусовых веществ. ЛГВ – это сложный динамический комплекс, состоящий из новообразованных гумусовых кислот, гумусовых кислот, непрочно связанных с минеральной частью почвы, прогуминовых веществ и органических соединений неспецифической природы. Здесь также наибольшие потери наблюдаются под бессменным паром – 41%, но нет различий в зависимости от культуры. Потери под

озимой пшеницей и кукурузой примерно равны и имеют значения 34 и 32% соответственно.

В работах по термическому анализу гумусовых веществ принято считать, что при температуре до 100 °С удаляется гигроскопическая вода и, возможно, разрушается часть термонеустойчивых органических соединений. В интервале 100-400 °С термодеструкции подвергаются компоненты алифатической природы. При температурах > 400 °С разрушается центральная часть молекул гумусовых веществ, состоящая из бензоидных циклических структур [8, 14].

Для количественной оценки соотношения периферической и ядерной части в молекулах гумусовых веществ Черников и Кончиц [14] предложили использовать коэффициент Z, представляющий собой отношение потери массы в низкотемпературной области (< 400 °С) к потере массы в высокотемпературном интервале (> 400 °С). Этот подход был использован нами для оценки всей совокупности органических веществ чернозема. Результаты термического анализа приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

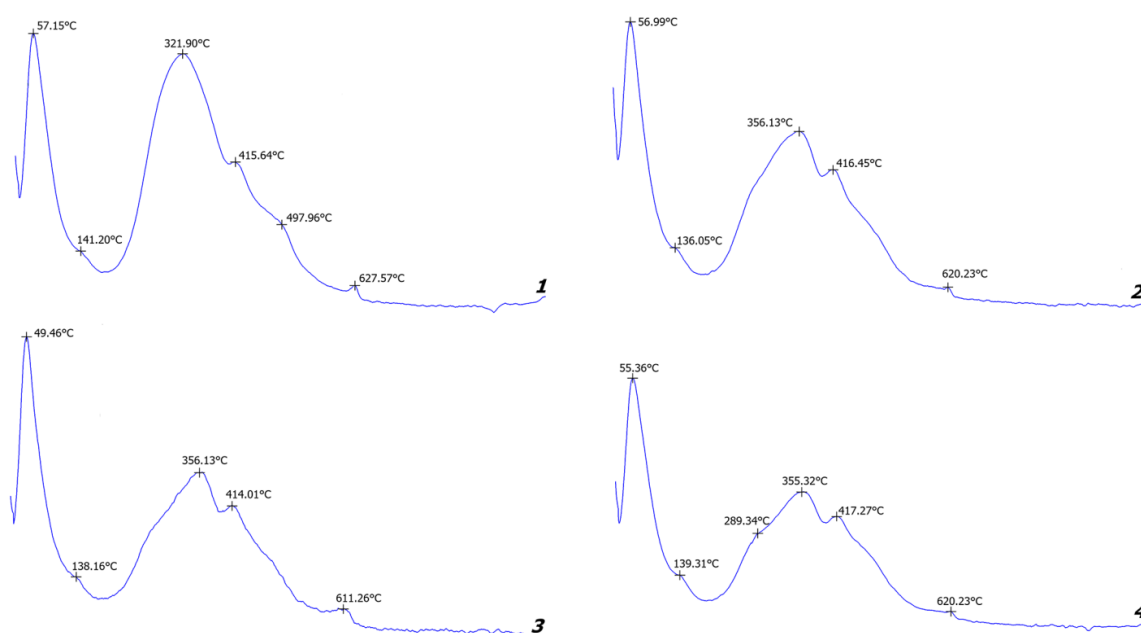


Рисунок 1. Дифференциально-термогравиметрические кривые чернозема типичного. 1 – целина; 2 – бессменная озимая пшеница; 3 – бессменная кукуруза; 4 – бессменный пар.

Как видно из представленных данных органическое вещество целинного чернозема состоит из пяти групп неоднородных по термоустойчивости компонентов. Две термические реакции приходятся на диапазон < 400 °С и еще три на диапазон > 400 °С, что говорит о большей неоднородности термоустойчивых бензоидных циклических структур органического вещества чернозема, в сравнении с его алифатическими компонентами. Коэффициент Z органического вещества целинного чернозема равен 3,16.

Термический анализ органического вещества чернозема под бессменной озимой пшеницей имеет другую картину. Здесь мы видим четыре термореакции. Алифатические соединения разрушаются в результате двух термических реакций при температуре до 400 °С. Деструкция циклических бензоидных структур при температуре > 400 °С, также происходит в результате двух термореакций. Коэффициент Z равен 2,64, сравнивая его с показателем Z органического вещества чернозема целинного можно сделать вывод, что в ОВ целинной почвы в большей мере преобладают термонеустойчивые алифатические компоненты.

Результаты термического анализа органического вещества чернозема под бессменной кукурузой схожи с результатами под озимой пшеницей. Здесь также наблюдается четыре терморреакции. Две при температурах до 400 °С и две при температурах больше 400 °С. Коэффициент Z оказался равным 2,73. Это значение близко к показателю Z органического вещества чернозема под бессменным возделыванием озимой пшеницы. Таким образом, под влиянием бессменного выращивания озимой пшеницы и кукурузы усиливается минерализация алифатической части лабильных гумусовых веществ, и коэффициент Z уменьшается.

Термический анализ чернозема под бессменным паром показал, что органическое вещество состоит из пяти групп неоднородных по термоустойчивости компонентов. Но в отличие от целины, здесь наблюдается три термические реакции, связанные с пиролизом алифатических компонентов. Это говорит о том, что алифатические органические вещества чернозема под бессменным паром характеризуются большей неоднородностью компонентного состава, нежели алифатическая часть органического вещества черноземов других вариантов землепользования. Коэффициент Z равен 2,47, и он существенно меньше коэффициента Z чернозема с бессменными культурами и особенно целинного чернозема. Это свидетельствует о том, что процессы разрушения органического вещества, происходящие в парующей почве, значительно сократили долю менее устойчивой, алифатической части молекул.

Заключение: согласно полученным результатам, под влиянием экстенсивного сельскохозяйственного использования произошли существенные изменения в содержании и составе органического вещества чернозема типичного.

Под бессменной озимой пшеницей (57лет) потери гумуса составили 24%, под влиянием бессменной кукурузы (57лет) потери гумуса достигли 32%, и, наконец, под влиянием бессменного пара (74 года), содержание общего гумуса уменьшилось почти в 2 раза. Потери составили 48%, а общий гумус равен всего 4,22%, тогда как в целинном черноземе этот показатель достигает значения 8,13%. Произошли изменения и в содержании ЛГВ. Здесь также наибольшие потери наблюдаются под бессменным паром – 41%, но потери под озимой пшеницей и кукурузой примерно равны и имеют значения 34 и 32% соответственно.

Термический анализ показал, что в результате экстенсивного сельскохозяйственного использования произошла минерализация лабильных алифатических соединений и увеличение в составе органического вещества чернозема устойчивых циклических структур. На это указывает уменьшение коэффициента Z (отношение потери массы в низкотемпературной области < 400 °С к потере массы в высокотемпературном интервале > 400 °С) с 3,16 до 2,47-2,73.

Наиболее существенные изменения с органическим веществом чернозема произошли под влиянием бессменного пара.

Список литературы

1. Артемьева З.С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы. М.: ГЕОС, 2010. – 240 с.
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.: МСХА.1993. – 99 с.
3. Когут Б.М. Трансформация гумусового состояния черноземов при их сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 1998 – № 7. – С. 794-802.
4. Когут Б.М., Артемьева З.С., Кириллова Н.П., Яшин М.А., Сошникова Е.И. Компонентный состав органического вещества воздушно-сухих и водоустойчивых

- макроагрегатов типичного чернозема в условиях контрастного землепользования // Почвоведение. 2019. № 2. С. 161–170.
5. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР. 1963. – 314 с.
 6. Крылов В.А., Мамонтов В.Г. Влияние разных ценозов на термическую характеристику лабильных гумусовых веществ чернозема типичного Курской области // Почвоведение. 2022. № 4. С. 445–453. DOI: 10.31857/S0032180X22040116
 7. 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.
 8. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. М.: МГУ. 1974. – 335 с.
 9. Орлов Д.С. Методы определения и показатели гумусового состояния почв // Методы изучения и повышения плодородия засоленных почв. М.: 1986. С. 91-98.
 10. Супряга И.К. Орошение и содержание гумуса в черноземах // Мелиорация и водное хозяйство. 1988. № 2. С. 35-36.
 11. Фокин А.Д. Идеи В.В. Докучаева и проблема органического вещества почв // Почвоведение. 1996. № 2. С. 187–196.
 12. Холодов В.А., Фарходов Ю.Р., Ярославцева Н.В., Айдиев А.Ю., Лазарев В.И., Ильин Б.С., Иванов А.Л., Куликова Н.А. Термолабильное и термостабильное органическое вещество черноземов различного землепользования // Почвоведение. 2020. № 8. С. 970–982.
 13. Черников В.А., Кончиц В.А. Состав и свойства гуминовых кислот чернозема различной степени дисперсности // Почвоведение. 1978. № 12. С. 84–88
 14. Чесняк Г.Я., Гаврилюк Ф.Я., Крупенников И.А., Лактионов Н.И., Шилихина И.И. Гумусовое состояние черноземов // Русский чернозем – 100 лет после Докучаева. М.: Наука. 1983. С. 125-138
 15. Щербаков А.П., Васенев И.И. Русский чернозем на рубеже веков // Антропогенная эволюция черноземов. Воронеж: Воронежский государственный университет. 2000. С. 32–67.
 16. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии. Учение о почвенном гумусе. М. – Л.: Сельхозгиз, 1937. – 287 с.

УДК 631.445.41:531.84

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ И ДЕФЕКТА НА СОДЕРЖАНИЕ И ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ПРОФИЛЮ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА

Пименов Владислав Борисович, аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, vladpimenov387@mail.ru

Стекольников Константин Егорович, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, soil@aggrochem.vsau.ru

Аннотация: Изучение влияние систем удобрения на режим минерального азота выполнено с использованием ионоселективных электродов в насыщенных почвенных пастах. Установлено, что нитратный азот преобладает по всему профилю. Органическая и органоминеральная системы удобрения повышают содержание минерального азота, а дефекат снижает, особенно аммонийного азота и способствует его закреплению в почве. Выявлена средняя и тесная связь минерального азота с осадками и ГТК вегетационного периода.

Ключевые слова: Чернозем типичный, электроды ионоселективные, азот нитратный и аммонийный.

Азот, обладает высокой биофильностью. По данному показателю азот занимает второе место после углерода. Содержание азота в недрах Земли составляет всего лишь 0,04% от массы земной коры, но в почвах его концентрация достигает в среднем 0,1%. В живом веществе содержание азота по отношению к почве резко увеличивается от 0,65 до 3% сухой биомассы. Уникальность азота по сравнению с другими элементами питания заключается в том, что источником его является атмосфера, а его круговорот в экосистемах обусловлены почти исключительно круговоротом воды и биотическими процессами. Основная часть почвенного азота (95-98%) входит в состав органических веществ почвы, г. о., гумуса и практически не доступна растениям. Минерального азота в почвах мало. В пахотных горизонтах преобладает обменный аммоний. Нитраты находятся в почвах в виде водорастворимых солей. Для них характерна высокая подвижность, поэтому содержание их в почвах подвержено большим колебаниям. Трансформация азота в почве происходит под влиянием биологических процессов, которые, в свою очередь, зависят от климатических условий, физических и химических свойств определенной почвы.

Исследования выполнены с применением ионоселективных электродов в насыщенных почвенных пастах при соотношении почва: раствор равном 1:0.5 [2, 3]. Отметим, что ионо-метрия является специфичным методом анализа. Она выгодно отличается от других методов анализа тем, что для определения концентрации иона в растворе, его не требуется отделять от твердой фазы. Ненужность отделения жидкой фазы с использованием фильтрации или центрифугирования, существенно упрощает и ускоряет анализ. В науке и практике давно и широко используется измерение рН с помощью стеклянного ионоселективного электрода. Существенным достоинством метода является возможность определения в полевых условиях.

Важной особенностью метода является то, что он измеряет не общую концентрацию химического элемента в растворе, а только концентрацию свободного иона, к которому чувствителен данный электрод [3].

Объект исследований. Исследования выполнены в стационарном опыте с удобрениями и мелиорантами, заложенном на черноземе, выщелоченном малогумусном среднемощном тяжелосуглинистом в 1987 году. Схема опыта включает 15 вариантов, для исследований были выбраны следующие варианты опыта: 1 – контроль, 2 – органический фон, 40 т/га навоза КРС, 3 – фон+N₆₀P₆₀K₆₀, 5 – фон+ N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, 13 – фон+дефекат, 15 – дефекат+N₆₀P₆₀K₆₀. Навоз вносился в черном пару, удобрения ежегодно по схеме опыта, а дефекат вносили трижды в начале первой (1987 г.), третьей (1999 г.) и четвертой (2005 г.) ротации севооборота в дозе 22 т/га дефеката на 13 и 15 вариантах [3].

В опыте освоен шестипольный севооборот со следующими культурами: пар, озимая пшеница, сахарная свекла, викоовсяная смесь, озимая пшеница, ячмень.

Методы исследований. В США широкое применение получил метод насыщенных водой почвенных паст (saturated soil paste). Сущность метода заключается в том, что к почве добавляют наименьшее количество воды [3]. Исследования выполнены с использованием ионоселективных электродов фирмы Вольта в насыщенных водой пастах

при соотношении почва: раствор, равном 1:0.5 [2, 3]. Образцы почвы отбирались до глубины 1 метр с шагом 20 см.

Результаты исследований. Результаты исследований представлены в таблице 1 и рисунках 1, 2. Вегетационные периоды за годы наблюдений характеризовались дефицитом увлажнения, особенно в 2020 году, ГТК 0,62 (см. табл. 1). Однако в мае и июне формировалось избыточное увлажнение, за исключением июня 2019 года с резким дефицитом осадков, ГТК 0,18. По гидротермическому режиму выделяется 2022 год, вегетационный период которого был наиболее благоприятным, ведь дефицит увлажнения наблюдался только в июле – ГТК 0,39. Это сказалось на режиме минерального азота в изучаемой почве. Возделываемые культуры, несомненно, оказывали влияние на режим минерального азота.

Таблица 1

Метеоусловия вегетационных периодов

Годы набл.	$\Sigma t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$						Σ осадков						ГТК					
	АВП	V	VI	VII	VIII	IX	АВП	V	VI	VII	VIII	IX	АВП	V	VI	VII	VIII	IX
2019	2838	530	666	595	601	446	242	91	12	100	25	14	0,85	1,72	0,18	1,67	0,42	0,31
2020	2880	415	639	679	623	524	178	75	65	29	7	2	0,62	1,81	1,02	0,43	0,11	0,04
2021	2995	502	630	741	741	381	289	61	98	21	10	99	0,96	1,21	1,32	0,28	0,13	2,60
2022	2718	372	591	682	722	351	251	63	61	62	28	37	0,92	1,69	1,03	0,91	0,39	1,05

Влияние систем удобрения и дефеката показано на рисунке 1. Нитратный и аммонийный азот по-разному ведут себя в почве. Нитратный азот подвижен, не закрепляется в почве и мигрирует по профилю при достаточном или избыточном увлажнении. Именно поэтому содержание нитратного азота очень динамично во времени.

Содержание нитратного азота варьирует по годам исследований и вариантам опыта в пахотном слое в широких пределах от 0,4-0,80 до 25-80 мг/кг почвы. Высокое содержание его в пахотном слое наблюдалось в 2020 и 2022 годы, 25-87 и 7-50 мг/кг почвы соответственно. Причем максимум содержания нитратного азота наблюдалось на варианте органической системы удобрения, а минимум, на контроле и варианте с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений. Высокое содержание нитратного азота в 2020 году связано с возделыванием викоовсяной смеси. В корневых выделениях растений присутствуют более 200 соединений, в т. ч. аминокислоты, амиды [1]. Возможность фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями и количество фиксированного азота тесно зависит от достаточной обеспеченностью фосфора, калием, кальцием, молибденом, серой, кобальтом, водой и др. Фиксация азота клубеньковыми бактериями снижается по мере увеличения содержания в почве растворимых форм азота [1].

По нашим данным содержание нитратного азота снижается в сравнении с контролем на вариантах с органоминеральной системой удобрения. На этих вариантах выявлено существенное подкисление почвы [1], что ограничивает азотфиксацию клубеньковыми бактериями. На вариантах с дефекатом максимум содержания нитратного азота отмечается в 2021 году под озимой пшеницей, размещенной по викоовсяной смеси.

Характер распределения по профилю неодинаков по годам исследований. Если в 2019 году он был преимущественно прогрессивно возрастающий, то в 2020 году элювиально-иллювиальный, а в 2021 и 2022 годы прогрессивно-убывающий. Это было обусловлено режимом увлажнения вегетационного периода (см. табл. 1).

Содержание аммонийного азота в изучаемой почве существенно ниже, чем азота нитратного. В отличие от нитратного, аммонийный азот в почве менее подвижен, т.к. обменно поглощается почвенным поглощающим комплексом (ППК). Именно поэтому при увлажнении почвы его концентрация в почве низкая. Содержание аммонийного азота в пахотном слое изучаемой почвы варьирует в пределах 0.1-9,1 мг/кг почвы (см. рис. 1)

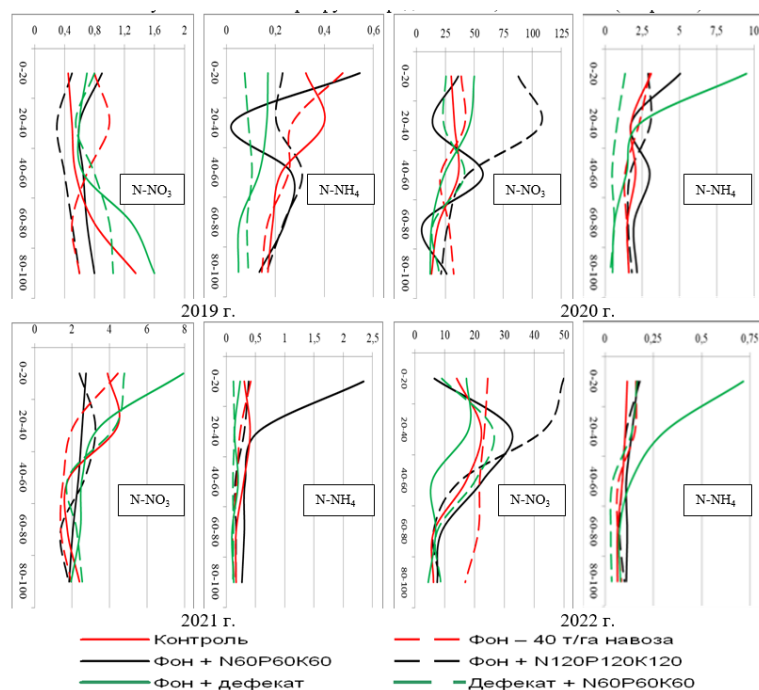


Рисунок 1 – Влияние систем удобрения и дефектата на содержание и характер распределения по профилю нитратного и аммонийного азота в чернозёме выщелоченном, МГ/КГ ПОЧВЫ

На удобренных вариантах содержание аммонийного азота максимально на варианте контроля в 2019 и 2021 годы, а в 2020 и 2022 годы на варианте с дефектатом по органическому фону. Минимальное содержание аммонийного азота в пахотном слое наблюдается на вариантах с дефектатом в 2019 и 2020 годы. Снижение содержания аммонийного азота на вариантах с дефектатом обусловлено антагонизмом ионов Ca^{+2} и NH_4^+ . В 2020 году, когда поле находилось под викоовсяной смесью отмечается самое высокое содержание аммонийного азота, что связано с корневыми экссудатами вики. Оно варьировало в очень широких пределах – 1,25-9,1 мг/кг почвы.

Характер распределения аммонийного азота по профилю изучаемой почвы неодинаков по годам исследований и по вариантам опыта. В 2019 и 2020 году на удобренных вариантах он соответствует элювиально-иллювиальному типу, а в 2021 и 2022 годы на всех вариантах он прогрессивно убывающий.

На содержание и характер распределения по профилю минерального азота изучаемой почвы оказывают влияние осадки и ГТК вегетационного периода. Результаты расчетов коэффициентов корреляции связи минеральных форм азота с осадками и ГТК вегетационного периода представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа

Годы наблюдений	r N-NO ₃ /осадки					
	Контроль	Фон органич.	Фон+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Фон+N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Фон+дефекат	Дефекат+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
2019 г.	0,294	-0,067	-0,555	0,044	-0,560	-0,121
2020 г.	0,161	0,955	0,718	0,656	0,998	0,266
2021 г.	0,050	0,379	0,674	0,266	0,092	0,544
2022 г.	0,534	0,769	0,870	0,871	0,624	0,763
Средняя	0,259	0,509	0,427	0,459	0,288	0,363
Годы наблюдений	r N-NO ₃ /ГТК					
	Контроль	Фон органич.	Фон+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Фон+N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Фон+дефекат	Дефекат+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀

2019 г.	0,391	0,998	-0,528	0,042	-0,527	-0,091
2020 г.	0,188	0,844	0,577	0,639	0,954	0,183
2021 г.	-0,256	0,005	0,344	0,235	-0,003	0,288
2022 г.	0,104	0,772	0,331	0,366	0,588	0,004
Средняя	0,204	0,655	0,181	0,320	0,253	0,096
Годы наблюдений	r N-NH ₄ /осадки					
	Контроль	Фон органич.	Фон+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Фон+N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Фон+дефекат	Дефекат+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
2019 г.	0,763	0,777	0,035	0,647	0,510	0,134
2020 г.	0,570	0,926	0,736	0,880	0,797	0,806
2021 г.	0,090	0,382	0,310	0,218	-0,040	0,327
2022 г.	0,570	0,585	0,909	0,644	0,639	0,692
Средняя	0,498	0,668	0,497	0,597	0,522	0,490
Годы наблюдений	r N-NH ₄ /ГТК					
	Контроль	Фон органич.	Фон+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Фон+N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Фон+дефекат	Дефекат+N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
2019 г.	0,816	0,708	0,042	0,694	0,509	0,044
2020 г.	0,757	0,865	0,878	0,949	0,937	0,948
2021 г.	0,050	0,136	0,104	0,070	0,080	-0,080
2022 г.	0,785	0,940	0,753	0,751	0,860	0,764
Средняя	0,602	0,662	0,444	0,616	0,596	0,419

Наиболее наглядно результаты корреляционного анализа представлены на рисунке

2.

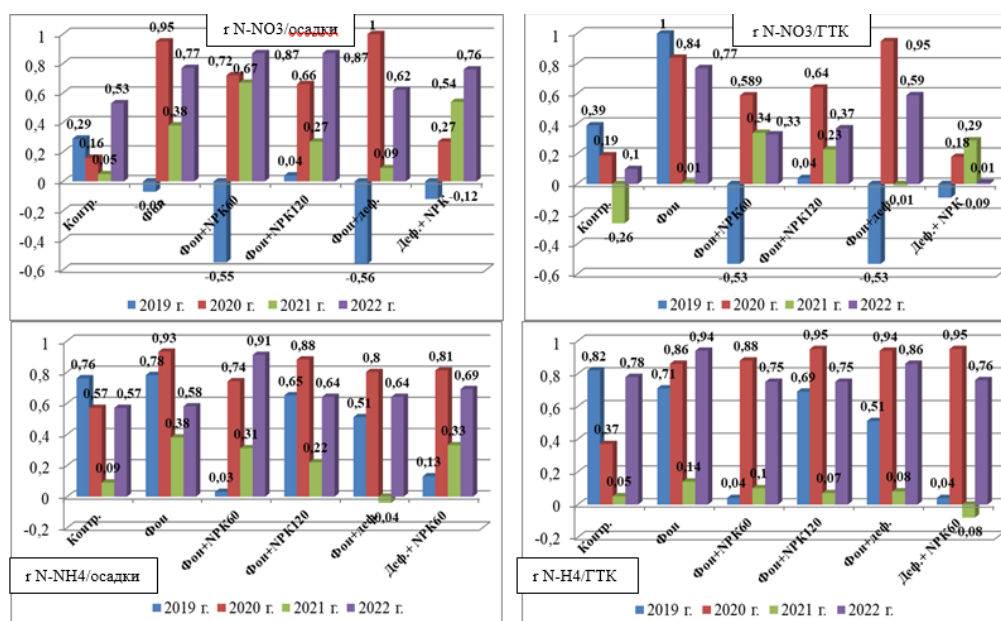


Рисунок 2 – Коэффициенты корреляции нитратного и аммонийного азота с осадками и ГТК вегетационного периода

Как следует из данных таблицы 2 и рисунка 2, между содержанием нитратного азота существует связь с осадками и с ГТК вегетационного периода, однако она не однозначна. Если на контроле связь содержания нитратного азота с осадками вегетационного периода слабая в 2022 году или отсутствует, то на органической системе удобрения она варьирует от слабой (2021 г.) до тесной в 2020 и 2022 годы. На органоминеральной системе удобрения с одинарной дозой минеральных удобрений связь содержания нитратов с осадками вегетационного периода варьирует от средней отрицательной в 2019 году до средней и тесной в остальные годы наблюдений. На варианте с двойной дозой минеральных удобрений связь содержания нитратного азота с осадками вегетационного периода средняя и тесная в 2020 и 2022 годы и отсутствует в

2019 и 2021 годы. На варианте с дефекатом по органическому фону средняя отрицательная в 2019 году, тесная в 2020 и средняя в 2022 году и отсутствует в 2021 году. На варианте с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений связь минерального азота с осадками вегетационного периода тесная в 2020 году и средняя в 2022 году.

Связь содержания минерального азота с ГТК вегетационного периода максимальная на органической системе удобрения, на этом же варианте самая высокая средняя связь. На органоминеральной системе удобрения она преимущественно слабая или средняя. На варианте с дефекатом по органическому фону связь содержания нитратного азота варьирует от средней отрицательной (2019 г.), до тесной (2020 г.) и средней (2022 г.). На контроле и варианте с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений связи содержания нитратного азота с ГТК вегетационного периода не выявлено.

Связь содержания аммонийного азота с осадками вегетационного периода варьирует от средней, до тесной, но самая высокая в среднем на органической системе удобрения. Связь содержания аммонийного азота с ГТК вегетационного периода преимущественно тесная на всех вариантах опыта. Максимальна ее средняя величина на варианте органической системы удобрения.

Список литературы

1. Ларикова Ю.С. Современные представления об эколого-физиологической роли корневых экссудатов растений / Ю.С. Ларикова, О.Г. Волобуева // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», 2021. -№4 (40). -С.93-100.
2. Стекольников, К.Е. Карбонатно-кальциевый режим и гумусовое состояние черноземов лесостепи ЦЧЗ: дис. д-ра ... с.-х. наук: 03.02.13 / К.Е. Стекольников. – Воронеж, 2011. – 409 с.
3. Теория и практика химического анализа почв; под ред. Л.А. Воробьевой. – Москва: ГЕОС, 2006. – 400 с.

УДК 631.48

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Наумов Владимир Дмитриевич, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, naumovsol@rgau-msha.ru

Каменных Наталья Львовна, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nl-povetkina@mail.ru

Шмакова Кристина Алексеевна, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kshmakova@rgau-msha.ru

В.В.Докучаев указывал на важность изучения влияния отдельных древесных пород на почву и считал, что в одинаковых климатических условиях под различными древесными породами формируются неодинаковые почвы (Ремезов,1965). О роли влияния отдельных древесных пород на свойства почв опубликовано значительное количество

работ (М.Е. Ткаченко, 1939; Н.Г. Ремезов, 1953; С.В. Зонн, 1954; Б.Д. Зайцев, 1964, Г.В. Демин, 1997, Л.О. Карпачевский, 1997, К.А. Гаврилов, 2000 и т.д.).

В настоящее время исследователи по-разному оценивают влияние древесной растительности на почву. Л.О. Карпачевский и М.Н. Строганова (1989) ставят вопрос о том, что является первичным: **изменение почв под влиянием древесной растительности, или, наоборот, происходит дифференциация древесной растительного в зависимости от свойств почв.**

Дискуссионным остается вопрос: древесные ли растения изменяют свойства почв, исходя из своих потребностей для роста и развития, или же почвенные условия определяют видовой состав древесных растений.

Для исследования влияния различных по составу древостоев на почвенный покров была выбрана территория Лесной опытной дачи (ЛОД) РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева.

Заложенная когда-то в пригородной зоне в настоящее время Лесная дача оказалась почти в центре Москвы, окруженная со всех сторон автомобильными дорогами и плотной застройкой жилых домов. В хорошую погоду её посещают более 40 тыс. человек ежедневно.

Лесная опытная дача расположена на плоском водораздельном моренном холме с очень пологим склоном на юго-запад и с более крутым склоном на северо-восток. Наиболее высокая часть этого холма составляет 175 м над уровнем моря. Самая низкая часть составляет 160 м над уровнем моря и находится в северной части ЛОД на территории I и III кварталов.

Анализ геоморфологических условий показал, территория ЛОД представлена сочетанием среднеплейстоценовых, поздне-среднеплейстоценовых и позднеплейстоцено-голоценовых генетических типов поверхностей, которые образовались в результате процессов аккумуляции отложений ледника и потоков талых ледниковых вод. Почвообразующие породы представлены моренными отложениями различного гранулометрического состава. Интересной особенностью территории ЛОД является отсутствие «покровных» отложений (суглинков) верхнего плейстоцена, весьма характерных для остальной части города, за исключением восточной его части (Б.М.Даньшин, 1947).

Для проведения исследований были отобраны 38 постоянных пробных площадей, на которых заложены почвенные разрезы глубиной 150-220 см.

Оценка лесорастительных свойств почв, изучения влияния различных древостоев на их строение, состав и свойства были выбраны четыре группы древесных растений: чистые хвойные, чисто лиственные, смешанные древостои с преобладанием хвойных, смешанные древостои с преобладанием лиственных пород

Результаты исследований

Проведенные почвенные исследования показали, что имеется зависимость между строением дерново-подзолистых почв и геоморфологическими поверхностями различного генезиса, что проявляется в степени выраженности почвообразовательных процессов: дернового, оподзоливания и оглеения.

На среднеплейстоценовых, аккумулятивных ледникового генезиса (моренных) поверхностях, на субгоризонтальной вершине моренного холма почвенный покров представлен преимущественно мощно-дерновыми сильно-и среднеподзолистыми, глубокоподзолистыми, легкосуглинистыми почвами. Почвообразующие породы - моренные отложения различного гранулометрического состава: от песчаного до среднесуглинистого, главным образом, песчаного.

Склоны моренного холма по классификационному названию отличаются большим разнообразием по степени выраженности дернового почвообразовательного процесса: от слабодерновых до глубокодерновых, слабо-среднеподзолистые, глубоко- и

сверхглубокоподзолистые, а также наличием профилей с признаками грунтовой глееватости. Почвы имеют гранулометрический состав от супесчаного до среднесуглинистого.

Почвы горизонтальной поверхности среднеплейстоценовых **камовых террас** аккумулятивного водноледникового генезиса отличаются по степени проявления дернового процесса (мощно- и глубокодерновые), средне- и сильноподзолистые, неглубоко и глубокоподзолистые по глубине оглеения: глубоко- и профильноглееватые. Почвообразующие породы представлены моренными отложениями от песчаных до среднесуглинистых.

Субгоризонтальные поверхности водноледниковой равнины, по возрасту также среднеплейстоценовые, более разнообразны по проявлению дернового и подзолистого процессов, гранулометрическому составу почв и почвообразующих пород. По мощности гумусового горизонта преобладают мощно- и среднедерновые, реже выделены также крайне мелкие глубокодерновые, по проявлению подзолистого процесса – средне- и сильноподзолистые, средне-, сильно-, сверхглубокоподзолистые. Почвообразующие породы - от песчаных до среднесуглинистых моренных отложений.

Поверхности поздне-среднеплейстоцен-голоценовые, полигенетические, представленные наклонными поверхностями **циркообразных понижений**, характеризуются преимущественно дерново-подзолистыми мощнодерновыми средне и сильноподзолистыми, средне-глубокоподзолистыми легкосуглинистыми почвами, сформированными на легкосуглинистых моренных отложениях.

Почвы **долинообразных понижений**, характеризуются преимущественно глубоко- и мощнодерновыми, средне- и сильноподзолистыми, средне- глубокоподзолистыми почвами различного гранулометрического состава. Почвообразующие породы представлены, преимущественно, супесчаными моренными отложениями.

Территория ЛОД характеризуется пространственной неоднородностью литологических условий. Вершина холма, некоторая часть склонов и равнинных территорий представлены легко- и среднесуглинистыми почвами на флювиогляциальных песках, опесчаненном моренном суглинке, а также на легко и среднесуглинистой морене, небольшая часть почв формируется на тяжелом моренном суглинке. В северо-западной и западной частях ЛОД выделены супесчаные почвы на флювиогляциальных песках.

Таким образом, литолого - геоморфологические условия создают значительную неоднородность почвенного покрова и лесорастительных условий.

Почвы ЛОД неоднородны по гранулометрическому составу: почвы легкосуглинистого состава, занимают площадь 144,2 га; почвы среднесуглинистого состава - 66,6 га; почвы супесчаного гранулометрического состава - 16,4 га; почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава 5,6 га. По проявлению процесса оглеения, большинство почв - профильно-глееватые.

По нашему мнению, выявленные на Лесной даче особенности в строении и составе почв может быть связана не только с современными процессами почвообразования, но являться следствием наложения этих процессов на «почвенную матрицу», оставшуюся от прошлых эпох.

Почвенное обследование территории Лесной опытной дачи выявило специфику дерново-подзолистых почв - мощный гумусовый горизонт, который часто состоит из двух горизонтов (A1+A1A2). При этом в горизонте A1A2 содержание гумуса может значительно превышать 1%, а качественный состав (Сг.к:Сф.к.) приближается к 1.

Содержание гумуса в почвах в горизонте A1 в %: чисто лиственные древостои – 4,89 (3,38-7,04); смешанные с преобладанием лиственных пород – 4,37 (3,56-4,84); чисто хвойные - 2,62 (1,93-3,54); смешанные с преобладанием хвойных пород – 4,35 (3,20-5,60).

Мощность гумусового горизонта A1/A1+A1A2 в см: чисто лиственные древостои – 15,4 (9-25)/26 (12-37); смешанные с преобладанием лиственных пород – 17,6 (15-

21)/25(21-29); чисто хвойные - 13,5 (9-19)/30(25-27); смешанные с преобладанием хвойных пород – 13,3 (7-21)/23(14-31).

Мощность подзолистого горизонта в см: чисто лиственные древостои – 15,6 (7-28); смешанные с преобладанием лиственных пород – 24,0 (20-31); чисто хвойные - 16,0 (6-24); смешанные с преобладанием хвойных пород – 20,0 (12-27). По нижней границе горизонта А2: неглубокоподзолистые (20-30 см) – 5,1%; глубокоподзолистые (30-45 см) - 53,6%; сверхглубокоподзолистые (> 45 см) - 41,3%.

Выводы

1. Почвенный покров территории ЛОД представлен дерново-подзолистыми мощно-дерновыми, глубоко и сверх-глубокоподзолистыми, сильноподзолистыми, глубоко и профильно-глееватыми легко и среднесуглинистыми почвами.

2. Более высоким содержанием гумуса в горизонте А1 характеризуются почвы под чистыми лиственными древостоями 4,89% (2,38-7,04%), значительно меньшим - под чистыми хвойными древостоями 2,62% (1,93-3,54).

3. Максимальная мощность горизонтов А1 +А1А2 выявлена по чистыми хвойными древостоями 30см (25-37 см), минимальная под смешанным с преобладанием хвойных пород 23 см (14-31 см).

4. Более мощным подзолистым горизонтом характеризуются почвы под смешанными древостоями с преобладанием лиственных 24,0 см (20-31 см), а минимальная мощность выявлена – под чистыми хвойными 16,0 см (6-24 см). Преобладают виды глубокоподзолистые и среднеподзолистые почвы.

Список литературы

1. Гаврилов К.А. Влияние различных лесных культур на почву. – Лесное хозяйство, № 3, 2000, с. 30–37.
2. Демин Г.В. Влияние различных типов леса на содержание и качественный состав гумуса дерново-оподзоленных почв // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы. Уфа, 1997 С. 118–119.
3. Зайцев Б. Д. Лес и почва (изд. второе), М., изд-во «Лесная промышленность», 1964.
4. Зонн С.В. Влияние леса на почвы. - Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1954. - 160 с. : ил.; 20 см. - (Научно-популярная серия "В помощь сельскому хозяйству" / Акад. наук. СССР. Ин-т леса).
5. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: Изд-во МГУ, 1977 312 с.
6. Карпачевский Л.О., Строганова М.Н. Общие закономерности почвообразования в лесной зоне // Почвообразование в лесных биогеоценозах. М., 1989 С. 5–12.
7. Ремезов Н.Г. Лесное почвоведение./ Ремезов Н.Г., Погребняк П.С. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 324 с.
8. Ремезов Н.Г. О роли леса в почвообразовании. Журн. «Почвоведение», 1953 г., Вып. № 12.
9. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство/ проф. М. Е. Ткаченко, доц. А. И. Асосков, асс. В. Н. Синев; Под общей ред. проф. М. Е. Ткаченко; Утв. ВКВШ при СНК СССР в качестве учебника для лесотех. ин-тов. - Ленинград : Гослестехиздат, 1939. - 746 с.

УДК 631.452:631

**ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИИ В
ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Хайруллин Хаммят Халилович, ученый агроном, фермер, hammyat1949@mail.ru

Аннотация: в статье приводятся результаты многолетних исследований по изучению зеленого удобрения в чистом посеве, так и в пожнивной форме в климатических условиях Московской области в фермерском хозяйстве на дерново-подзолистой почве. Показано влияние заделки горчицы белой на воспроизводство плодородия почвы, продуктивность возделываемых культур, воспроизводство питательных веществ.

Ключевые слова: зеленое удобрение, дерново-подзолистая почва, содержание питательных веществ, воспроизводство плодородия почвы.

Важнейшей проблемой в современном земледелии сельского хозяйства была и остается проблема расширенного воспроизводства плодородия всех типов низкоплодородных почв, для создания бездефицитного баланса питательных веществ для нормального роста и развития культурных растений, повышения их урожайности и технологических качеств. Необходимо добиться повышения потенциального плодородия всех типов почв с низким содержанием гумуса [1, 3].

Опыты отечественных и зарубежных стран показывают, что добиться систематического повышения плодородия почвы и роста продуктивности выкрашиваемых культур можно только путем бесперебойного применения органических и минеральных удобрений в требуемых нормах, что является главным фактором поддержания положительного баланса питательных веществ. Но главной ценностью органических удобрений является использование зеленого удобрения, которое отличается большим содержанием, прежде всего азота, фосфора, калия, кальция, магния и ряда других макро и микроэлементов являющиеся важным источником улучшения круговорота в системе растение - почва. Кроме того, органические удобрения в виде сидерата являются культурными растениями, содержащими в своем составе те же питательные вещества, которые имеются и у культурных растений, и при заделки их на разные глубины в почву после разложения возвращают питательные вещества культурным растениям, повышая урожайность и качество этих культур. Таким образом, органическое удобрение в виде сидерата, не только способствует повышению урожайности возделываемых культур, но и обогащению почвы органическими веществами, улучшению структуры и строения почвы, активизации обменных процессов, водно-воздушного и пищевого режима почвы. Зеленое удобрение горчицы белой сокращает потери азота и других элементов питания от вымывания талыми и дождевыми водами, а также защищает возделываемые культуры от сорняков, болезней и вредителей, способствует увеличению в несколько раз в почве дождевых червей несколько раз по сравнению с контролем [1, 2, 3].

Результаты многолетнего изучения выше указанных вопросов автором данной статьи легли в основу обобщения эффективности органического удобрения в виде сидерата горчицы белой, как чистом сидеральном паре, так и пожнивной форме, применяемого в разные сроки и на разные глубины заделки на дерново-подзолистой почве в климатических условиях Московской области. Нельзя не отметить тот факт, что экологически чистое земледелие тесно связано проблемой, как сказано выше, плодородия почвы, основой которого является создание бездефицитного баланса гумуса, который является источником энергии для полезной почвенной микрофлоры. Поэтому гумус требует постоянно его компенсации внесением органических удобрений в виде навоза. Однако последние несколько десятилетий резкое сокращение поголовья в отрасли животноводства создало острый дефицит навоза, а это способствовало поиску других видов органических удобрений, а именно зеленого удобрения в виде посева сидерата в чистом виде и в виде пожнивной формы, которые бы эффективно способствовали замене навоза и других видов органики [2].

Многолетнее изучение автором зеленого удобрения в виде горчицы белой в качестве сидерата дало возможность определить его удобрительную ценность, которая показана в таблице 1 (*Пожнивная горчица).

Таблица 1

Удобрительная ценность сидерата горчицы белой пожнивной и в чистом виде

Культура	годы	Урожайность культур т/га			Поступление питательных веществ, кг/га				C: N
		Надземная часть	Подземная часть	Всего	C	N	P	K	
Горчица белая	2013	76	17	93	4579	379	138	237	12:1
Яровая пшеница + ПГ*	2014	20	5	25	1271	96	35	60	13:1
Картофель + ПГ*	2015	5	1	6	295	23	8	14	13:1
Ячмень + ПГ*	2016	17	5	22	1083	84	31	53	13:1
Овес + ПГ*	2017	14	4	18	886	67	25	43	13:1
Итого за ротацию	5 лет	132	32	164	8074	651	214	407	12:1

Как видно из таблицы, из органического вещества сидерата горчицы белой за 5 лет поступило в почву 164 т/га зеленой массы, при этом удобрительная ценность составила 8074 кг/га углерода, 651 кг/га азота, 214 кг/га фосфора и 407 кг/га калия. Кроме того, автором проведено исследование по срокам посева и глубине заделки сидерата горчицы белой.

Из полученных данных установлено поступление в почву 87 т/га зеленой массы сидерата горчицы белой за три срока посева – при весеннем азоте составило 6,30% от сухой массы, а фосфора и калия соответственно 2,81 и 2,82% к массе абсолютно сухого вещества. Удобрительная ценность зеленой массы органического вещества в виде сидерата горчицы белой, где поступление питательных веществ зависело от его химического состава и соотношения в них углерода к азоту (C:N), где азот преобладает в химической структуре гуминовых веществ почвы, что способствовало образованию дополнительно гумуса. Если в начале опыта содержание гумуса в почве составило 2,3%, то после первой ротации (за 5 лет) оно увеличивалось на 1,3%, что в итоге составило уже 3,6 % [3]. Таким образом, исследования, проведенные автором, по созданию экологически чистой продукции в точном земледелии дало начало воспроизводству плодородия дерново-подзолистой почвы, поддержало бездефицитный баланс питательных веществ с учетом выноса их с урожаем зерновых культур и картофеля (таблица 2).

Как видно из таблицы, по выносу с урожаем за одну ротацию питательные вещества не полностью израсходованы, баланс питательных веществ в дерново-подзолистой почве сохранился на первоначальном уровне для формирования будущего урожая зерновых культур и картофеля. Ежегодное внесение пожнивной горчицы после уборки озимых и яровых зерновых культур, и картофеля сохраняет баланс питательных веществ в почве. Из вышесказанного можно сделать следующие выводы: зеленое удобрение в виде горчицы белой способствует накоплению питательных веществ в дерново-подзолистых почвах, сохраняет плодородие почвы, позволяет снизить затраты на применение минеральных удобрений и средств химической защиты против вредителей, болезней сельхозкультур.

Таблица 2

Вынос питательных веществ урожаем зерновых культур и картофеля

за одну ротацию (2013-2017гг)

Культуры	Урожайность, т/га	Основная продукция, кг/га			Побочная продукция, кг/га			Общая сумма, кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Яровая пшеница + ПГ	3,93	88	30	22	35	12	60	123	42	82
Картофель + ПГ	7,53	23	10	41	18	14	23	44	14	64
Яровой ячмень + ПГ	4,60	87	32	29	41	13	76	128	45	105
Овес + ПГ	4,00	72	27	19	30	14	78	102	42	105
Итого	5 лет	273	99	111	124	53	234	397	242	356

При трехкратной заделке сидерата на разные глубины в сидеральном пару и в качестве пожнивного сидерата в севообороте позволяет получить экологически чистую продукцию растениеводства, что можно рекомендовать для широкого внедрения в производства в целях реализации государственной программы «Органическое земледелие».

Список литературы

1. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России [Текст] : (к 150-летию со дня рождения Д. Н. Прянишникова) / В. Г. Лошаков; под ред. В. Г. Сычева ; Рос. акад. наук, Федер. агентство науч. орг., Всерос. науч.-исслед. ин-т агрохимии им. Д. Н. Прянишникова. - Москва: ВНИИА, 2015. - 299 с.

2. Хайруллин Х.Х. Влияние сроков и глубины заделки зеленого удобрения на плодородие дерново-подзолистой почвы. / Хайруллин Х.Х. // Сб. докл. конф. Инновационные аспекты научного обеспечения АПК Немчиновка - М: РАН ФАНО ФБГНУ Московский НИИСХ «Немчиновка»,-2015.- С. 243-250.

3. Хайруллин Х.Х. Влияние глубины заделки зеленого удобрения на урожайность и качество сельскохозяйственных культур в севообороте. / Хайруллин Х.Х. Доклады ТСХА, вып. 290. (ЧАСТЬ III).-М.: РГАУ-МСХА 2018.-С 61-63.

УДК 631.4

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОСТАГРОГЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Борисов Борис Анорьевич, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Ефимов Олег Евгеньевич, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Елисеева Ольга Владимировна, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Проведено исследование изменения некоторых показателей состояния органического вещества и физических свойств слабосмытой дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Московской области в течение 16 лет находившейся в залежном состоянии, в сравнении с пахотным аналогом.

В залежной почве произошло достоверное увеличение содержания и запасов общего углерода по сравнению с почвой, оставшейся под обработкой. Преобладающая часть данного увеличения произошла за счет роста содержания углерода легкоразлагаемого органического вещества (легкой фракции) в почве залежи (в слое 0-20 см повышение

содержания легкой фракции в зависимости от расположения на различных частях склона составило от 0,44% до 0,69% от массы почвы). Увеличение содержания этих групп лабильных органических веществ, по-видимому, обусловлено количеством и составом растительных остатков, поступающих в залежную почву, а также замедлением их минерализации по сравнению с пахотной почвой. Установлено существенное увеличение содержания легкой фракции в нижней части поля под пашней, относительно верхней части, что, очевидно, связано с переносом легких частиц в результате водной эрозии, при этом на поле под залежью эти различия были минимальны, таким образом, длительная залежь способствовала устранению данного неблагоприятного последствия водной эрозии.

Плотность почвы на залежи была выше равновесной плотности пахотной почвы, однако, различия оказались недостоверными. Наметилась тенденция к снижению плотности твердой фазы в слое 0-10 см залежной почвы, по сравнению с пахотной, очевидно, за счет накопления растительных остатков в этом слое.

Ключевые слова: залежная почва, легкоразлагаемое органическое вещество почвы, легкая фракция органического вещества почвы, физические свойства почвы.

Серьезные экономические преобразования в сельском хозяйстве России, которые произошли в девяностых годах прошлого века, привели к переходу огромных площадей (около 20 млн. га [4]) пахотных почв в залежное состояние, особенно велики площади залежей в лесной зоне России.

Минерализация органического вещества почв при механической обработке усиливается за счет более плотного контакта растительных остатков с микроорганизмами, улучшения аэрации, минерализации стабильных органических веществ усиливается при разрушении почвенных агрегатов, при прекращении обработки воспроизводство почвенного органического вещества может возобновляться [1].

Легкая фракция органического вещества почв, в основном, состоит из растительных остатков разной степени разложения, гумусовых веществ, не связанных с минеральной частью почвы, имеет высокую концентрацию углерода, легко подвергается минерализации. Тяжелая фракция представляет собой органоминеральную субстанцию, обладает высокой плотностью и более низким содержанием углерода, эта фракция характеризуется большей стабильностью. При изменениях характера использования почв происходят быстрые изменения содержания легкой фракции [6].

Легкой фракции играет важную роль в формировании и воспроизводстве почвенной структуры (макро- и микроагрегатов) [7]. Порой сложно установить причину потерь органического вещества почв, используемых в сельском хозяйстве – эти потери могут быть обусловлены как эрозией почв, так и минерализацией. Необходимо иметь в виду, что при водной эрозии в первую очередь перемещаются легкие фракции органического вещества почв – верхние части склонов обедняются легкой фракцией, а в нижних частях склонов, где происходит отложение смытого материала, может происходить накопление легкой фракции органического вещества [5].

Цель нашей работы состояла в исследовании изменений показателей плодородия пахотной дерново-подзолистой почвы (содержание и запасы общего углерода, содержание и запасы углерода легкой фракции, плотность, плотность твердой фазы, общая пористость) в результате ее длительного (16-летнего) пребывания в залежном состоянии на фоне проявления слабой водной эрозии.

Объекты и методы

В исследовании использовались образцы почв с двух расположенных рядом полей на северо-западе Московской области (Россия), одно из полей, площадью 28 га, находится под пашней, используется в полевом севообороте, другое поле, площадью 33 га, в течение 16 лет выведено из земледелия и находится в залежном состоянии, на нем произошла

сукцессия травянистой растительности. Поля расположены на склоне восточной экспозиции, крутизной около 2°, Почвенный покров обоих полей представлен дерново-глубокоподзолистой тяжелосуглинистой почвой на покровном суглинке, отмечается слабая водная эрозия.

Образцы почв отбирались на каждом из полей в верхней и в нижней частях склонов с площадок размером 50 на 50 м в пятикратной повторности из слоев почвы 0-10 см и 10-20 см. Для определения плотности почвы отбирали керны диаметром 5 см и длиной 5 см, сухую массу керна делили на его объем, отбор образцов проводили в августе 2020 г., после уборки урожая ячменя на возделываемом поле.

Образцы почв были проанализированы на содержание общего органического углерода и углерода легкой фракции.

Легкую фракцию выделяли из просеянной (<1 мм) сухой почвы методом Борисова и Ганжары, 2008 [2,3]. Использовали две последовательные экстракции: первую экстракцию проводили раствором NaI плотностью 1,8 г/см³ (соотношение почва: экстрагент 1:2), после тщательного перемешивания полученную суспензию центрифугировали при 5000 оборотах в минуту в течение 10 минут, легкую фазу почвы отделяли от супернатанта фильтрованием на бумажном фильтре, затем переносили в центрифужную пробирку и проводили вторую экстракцию раствором NaI плотностью 1,6 г/см³ для отделения минеральных илистых частиц. Суспензию центрифугировали и отделяли легкую фракцию от супернатанта на фильтре, так же как при первой экстракции. Легкую фракцию на фильтре промывали дистиллированной водой и сушили на воздухе при 70°C.

Содержание органического углерода в почве и в легкой фракции определяли методом сухого сжигания (900°C) с использованием анализатора CN Vario Micro Cube (Elementar, Langensfeld, Германия).

Для расчета наименьшей значимой разницы Фишера в содержании общего углерода, углерода легкой фракции и плотности почвы был проведен дисперсионный анализ с помощью программного комплекса STRAZ.

Результаты

Различия по содержанию и запасам общего углерода между слоями 0-10 см и 10-20 см в пахотной почве были незначительными, поскольку эти слои относятся к одному пахотному горизонту, ежегодно перемешиваемому при обработках. При этом, в залежной почве наметилась заметная тенденция к повышению содержания общего углерода в слое 0-10 см по сравнению со слоем 10-20 см, поскольку в необрабатываемых почвах основная часть растительных остатков накапливается в верхнем слое, однако, различия между слоями были недостоверными (таблица 1).

Увеличение содержания общего углерода в почвах нижних частей обоих полей, по сравнению с верхними также проявилось в виде тенденции, различия оказались недостоверными.

Таблица 1

Содержание и запасы общего углерода в дерново-подзолистой почве под пашней и под залежью

Землепользование	Глубина, см	Содержание общего углерода, %	Запасы общего углерода, т/га
Пашня, верхняя часть склона	0-10	1,39	19,04
	10-20	1,41	19,60

Пашня, нижняя часть склона	0-10	1,53	20,50
	10-20	1,52	20,67
Залежь, верхняя часть склона	0-10	1,91	25,79
	10-20	1,73	24,91
Залежь, нижняя часть склона	0-10	2,12	27,98
	10-20	1,87	26,37
НСР ₀₅		0,27	-

Достоверный рост содержания общего углерода был отмечен для залежных почв по сравнению с пахотными. Данный рост наглядно проявляется при анализе запасов общего углерода в исследуемых почвах: в верхней части поля под пашней запас общего углерода в слое 0-20 см составил 38,64 т/га, а в соответствующей части поля под залежью – 50,7 т/га. Для нижних частей этих полей запас общего углерода в слое 0-20 см был равен 41,17 т/га в слое 0-20 см пахотной почвы и 54,35 т/га в таком же слое залежной почвы. Таким образом, запасы общего углерода в слое 0-20 см исследуемой почвы за 16 лет после ее перехода из пахотного в залежное состояние увеличились примерно на 30%.

Для пахотных почв различия в содержании и запасах углерода легкой фракции между слоями 0-10 и 10-20 см были незначительными и обусловлены, по-видимому, растительными остатками года отбора образцов (таблица 2).

В связи с преимущественным накоплением растительных остатков в слое 0-10 см в залежной почве наметилась дифференциация по содержанию углерода легкой фракции между слоями 0-10 см и 10-20 см, для почвы в нижней части склона увеличение содержания углерода легкой фракции в слое 0-10 см было достоверным. Также отмечено достоверное повышение содержания углерода легкой фракции в слое 0-10 см пахотной почвы, расположенной в нижней части поля, по сравнению с таким же слоем верхней части поля, можно предположить, что это связано с переносом частиц легкой фракции органического вещества с верхней части поля на нижнюю в результате водной эрозии, в слоях 10-20 см данных почв отмечена такая же тенденция, однако, различия были недостоверными.

Таблица 2

Содержание и запасы углерода легкой фракции в дерново-подзолистой почве под пашней и под залежью

Землепользование	Глубина, см	Содержание углерода легкой фракции, %	Запасы углерода легкой фракции, т/га
Пашня, верхняя часть склона	0-10	0,022	3,01
	10-20	0,021	2,92
Пашня, нижняя часть склона	0-10	0,034	4,56
	10-20	0,029	3,94
Залежь, верхняя часть склона	0-10	0,057	7,70
	10-20	0,049	7,06
Залежь, нижняя часть склона	0-10	0,064	8,45
	10-20	0,051	7,19
НСР ₀₅		0,011	-

В почве залежного поля по сравнению с пахотной почвой содержание и запасы углерода легкой фракции возросли очень значительно – в 2-3 раза. В слое 0-20 см пахотной почвы, расположенной в верхней части поля запасы углерода легкой фракции, составили 5,93 т/га, а в таком же слое залежной почвы в верхней части поля 14,76 т/га. В нижних частях склона в слое 0-20 см запас углерода легкой фракции составил: на пашне – 8,50 т/га, на залежи 15,51 т/га.

Следует отметить роль водной эрозии в перераспределении легкой фракции органического вещества почв. Запасы углерода легкой фракции в слое 0-20 см пахотной почвы в нижней части поля были выше, чем запасы в верхней части поля на 1-1,5 т/га (на 30-50%). На залежной почве влияние эрозии проявилось слабее: запасы углерода легкой фракции в слое 0-10 см залежной почвы в нижней части поля были выше только на 0,75 т/га (примерно на 10%), чем в почве верхней части поля. В слое залежной почвы 10-20 см различий в содержании легкой фракции между верхней и нижней частями поля не обнаружено.

Определение плотности и плотности твердой фазы показало, что в залежной почве наметилась слабая тенденция к снижению плотности в слое 0-10 см и увеличению плотности в слое 10-20 см, по сравнению с пахотной почвой, однако, эта дифференциация оказалась недостоверной (таблица 3).

Таблица 3

Физические свойства дерново-подзолистой почвы под пашней и под залежью

Землепользование	Глубина, см	Плотность почвы, г/см ³	Плотность твердой фазы почвы, г/см ³	Общая пористость, %
Пашня, верхняя часть склона	0-10	1,37	2,66	48
	10-20	1,39	2,68	47
Пашня, нижняя часть склона	0-10	1,34	2,63	49
	10-20	1,36	2,67	49
Залежь, верхняя часть склона	0-10	1,35	2,62	48
	10-20	1,44	2,65	46
Залежь, нижняя часть склона	0-10	1,32	2,58	49
	10-20	1,41	2,63	46
НСР ₀₅		0,07	0,11	-

В залежных почвах можно отметить тенденцию к снижению плотности твердой фазы, по сравнению с пахотными почвами, что обусловлено, по-видимому, повышением поступления растительных остатков в почву залежи и соответствующим увеличением содержания легкой фракции органического вещества, однако, эти различия были недостоверными. Общая пористость всех исследованных пахотных и залежных почв почти не различалась.

Достоверных изменений плотности залежной почвы по сравнению с пахотной за 16 лет пребывания в залежи не произошло, по-видимому, на данной стадии сукцессии разрыхляющий эффект от поступления дополнительных растительных остатков и накопления легкой фракции органического вещества в залежной почве был сравним по величине с разрыхляющим эффектом от регулярных обработок пахотной почвы, а в горизонте 10-20 см залежной почвы отмечалась тенденция к повышению плотности по сравнению с пахотной почвой.

Вследствие распашки целинных почв происходит значительное снижение содержания макроагрегатов и увеличение доли микроагрегатов [20]. На нашем объекте отмечен обратный процесс, в результате перехода пахотной почвы в залежное состояние снижалось содержание микроагрегатов размером менее 0,25 мм и возрастало количество макроагрегатов, в том числе водостойких. Можно предположить, что это обусловлено увеличением поступления растительных остатков в почву, накоплением легкой фракции органического вещества, после гумификации которой, новообразованные гумусовые вещества при взаимодействии с минеральной частью почвы формируют макроагрегаты.

Заключение

За 16 лет после перехода пахотной дерново-подзолистой почвы в залежное состояние произошло достоверное увеличение содержания в ней общего углерода, преимущественно за счет накопления углерода легкой фракции органического вещества,

что обусловлено увеличением поступления растительных остатков в почву и снижением скорости их минерализации при отсутствии обработок.

На пашне наблюдалось увеличение содержания легкой фракции в почве нижней части склона, по сравнению с верхней, очевидно, это связано с процессом водной эрозии.

На данной стадии сукцессии не обнаружено достоверных изменений плотности, плотности твердой фазы и общей пористости в залежной почве, по сравнению с пахотным аналогом.

Список литературы

1. Баева Ю.И., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Почикалов А.В., Кудяров В.Н. Физические свойства и изменение запасов углерода серых лесных почв в ходе постагрогенной эволюции (юг Московской области) // Почвоведение, 2017. № 3. с. 345–353.
2. Трубецкая О.Е., Трубецкой О.А., Борисов Б.А., Ганжара Н.Ф. Электрофорез и эксклюзивная хроматография гуминовых веществ детрита и почв разного генезиса // [Почвоведение](#). 2008. № 2. С. 192-197.
3. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А. Практикум по почвоведению / М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. – 285 с.
4. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2014 году / М.: Минсельхоз России, 2015. 235 с.
5. Телеснина В.М., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Овсепян Л.А., Личко В.И., Ермолаев А.М., Мирин Д.М. Динамика свойств почв и состава растительности в ходе постагрогенного развития в разных биоклиматических зонах // Почвоведение. 2017. № 12. с. 1514–1534.
6. Bell S.M., Barriocanal C., TerrerC., Rosell-Melé A. Management opportunities for soil carbon sequestration following agricultural land abandonment // *Environmental Science & Policy*. Volume 108. June 2020. Pages 104-111.
7. Ellert V.H., Bettany J.R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes // *Canadian Journal of Soil Science*. [Volume 75, Number 4, November 1995](#). Pages 529 – 538.

УДК 631.417.1

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ОКСИКИНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ РЕЖИМА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В АГРОЛАНДШАФТАХ

Проخورов Артем Анатольевич, аспирант 1 г.о. кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, artem.prokhorov.2016@inbox.ru

Куприянов Алексей Николаевич аспирант 2 г.о. кафедры метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

Аннотация: В рамках работы был рассмотрен вопрос, связанный с возможностью использования данных констант окисления в области оценки гумусового состояния почв, теоретически обосновано, что при воздействии на почву слабо концентрированным раствором перманганата калия (0,02–0,033 н.) скорость протекания процесса окисления органических веществ в значительной степени связана с генетическими особенностями почв. При этом было отмечено, что тенденции к снижению периода полуокисления ($T_{1/2}$) на разных типах почв, могут также является важным качественным показателем для генетической и агрономической оценки.

Ключевые слова: почвенное органическое вещество, гумус, окисление, агроландшафт

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день при повышении уровня интенсификации сельскохозяйственного производства, повышении нагрузок на агроландшафты, в нашей стране достаточно мало внимания уделяется оценке режимов органического вещества почв. [1,2] В большинстве исследований в области почвоведения и агрохимии один из наиболее распространенных методов количественного определения «гумуса» – бихроматное окисление, в то время как уже существует достаточно большое количество альтернативных подходов, более простых в своей реализации. [2,3]

В ряде методов, основанных на изучении потенциала минерализации органического вещества, при обработке почвы растворами сильных окислителей в слабой концентрации и последующем количественном определении прореагирующего углерода во временной шкале, фиксируются константы скорости реакции, что является качественным показателем, который будет характеризовать почву в том числе с точки зрения ее генезиса и использования.

В связи с этим следует отметить, что для расчёта констант скорости реакции (k_n) при использовании различных окислителей следует использовать кинетические уравнения в зависимости от порядка протекающей реакции.

Также одним из наиболее интересных показателей для изучения почвенного углерода следует считать время полуокисления ($T_{1/2}$). Данная величина в значительной степени зависит от характера окислителя и природы органических веществ, и их способности вступать в химическую реакцию.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для проведения исследований было выбрано несколько ключевых участков на территории юго-западной части Ростовской области, представляющих собой типичные для данного региона агроландшафты с каждого, из которых были отобраны почвенные образцы с глубины 0-25 см (горизонт Апах) и 35-50 см (горизонт АВ) для дальнейших лабораторных исследований, а также путем закладки разрезов и полуразрезов были описаны морфологические особенности местных почв.

Почвенный покров участков представлен – вариациями чернозёмов обыкновенных предкавказских среднетяжелосуглинистых и легкоглинистых на тяжелых карбонатных суглинках и легких глинах, со слабосмытыми и луговато-черноземными почвами.

В пробах почв определяли ряд наиболее ключевых с точки зрения оценки плодородия показателей, а именно: характеристику рН в водной вытяжке при соотношении почва – раствор 1:5, подвижные формы P_2O_5 и K_2O , обменный Ca^{2+} Mg^{2+} и Na^+ , а также гранулометрический состав.

Легкоокисляемый углерод - Readily oxidizable carbon (ROC) определяли путем мокрого озонения пробы в присутствии ($K_2Cr_2O_7$: H_2SO_4 (1.86) -), содержание Permanganate oxidizable carbon (POXC) устанавливали согласно методике, предложенной в работе [7]. В основу метода положена обработка почвы 0.02 н. р-ом $KMnO_4$, с последующим измерении оптической плотности раствора, (D) при этом последняя будет тем больше – чем меньше количество углерода было окислено за период экспозиции. В качестве модификации метода был использован более концентрированный раствор $CaCl_2$ для ускорения оседания коллоидов. Кинетический подход был реализован в виде модификации метода и определения показателя (D) через фиксированные промежутки времени: 5 мин – 10 мин – 30 – мин – 60 мин – 120 мин. В процессе проведения исследования было установлено, что наиболее оптимальные временные отрезки: 10 мин – 30 мин – 60 мин.

Все определения проводили в смешанном образце в трех повторностях, показатели принимали идентичными при $\rho=0.95$. В дальнейшем для проведения статистической обработки данных: проверки типа распределения, установления корреляционных

зависимостей, а также применения метода principal component (PCA) и построения модели было использовано ПО «STATISTICA» 10.0

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

С полученными в ходе лабораторной работы данными был проведен факторный анализ построена PCA модель и выделены кластеры наиболее близких по своим свойствам и значимости показателям. Данные по кластерам представлены на рис. 1

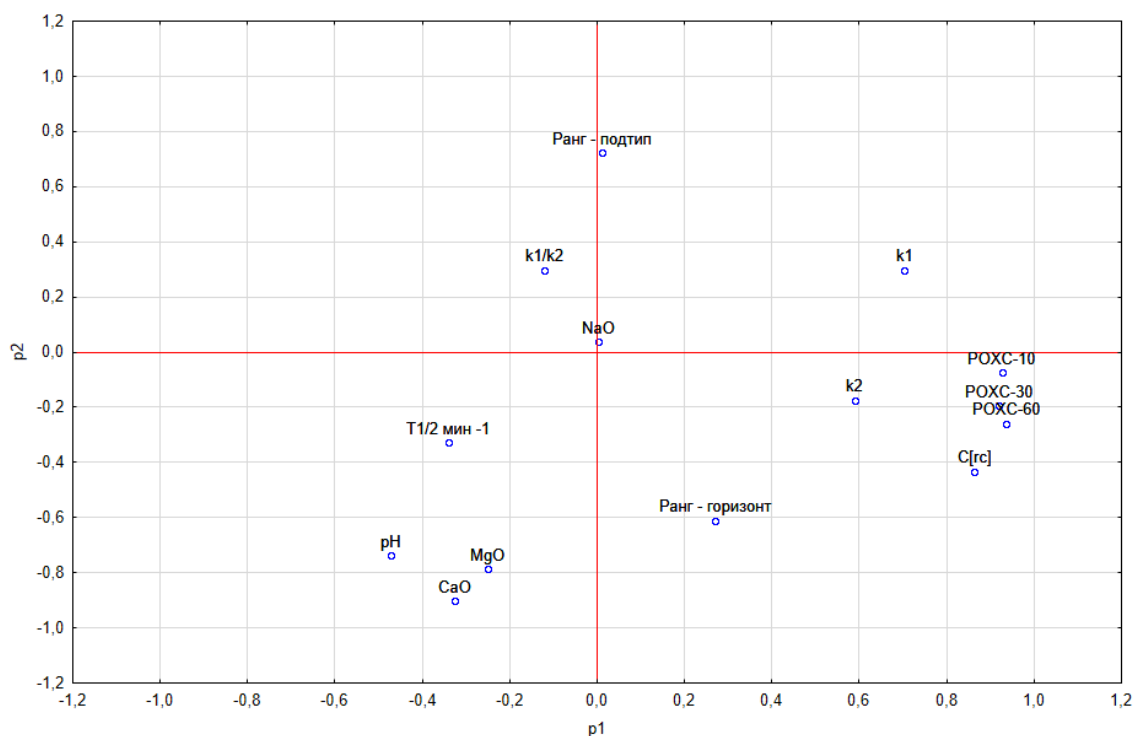


Рисунок – 1 диаграмма распределения по первой и второй компоненте модели PCA

Следует отметить, что в данной модели показатели количественного содержания фракции POXC и ROC за счет сильной корреляции на данной диаграмме расположены в едином диапазоне охвата. При этом величины рассчитанных констант k_1 k_2 по первой компоненте не вносят существенного вклада в общую дисперсию данных и также по диапазону охвата расположены близко к количественным показателям фракций POXC и ROC. Однако ранговая принадлежность почвенного типа относительно близка по структуре изменчивости к величине, характеризующей количественное отношение рассчитанных констант. К тому же показатель времени полуокисления также входит в отдельный кластер данных без наличия выраженной автокорреляции.

Вопрос применения полученных данных для разработки модели оценки требует проведения дальнейших исследований, в особенности определения зональных ограничений в использовании данного метода на территории нашей страны, однако, в рамках исследуемых объектов на территории Ростовской области выявлено, что кинетический метод достаточно хорошо работает в частности улавливая закономерные изменения скорости окисления на разных типах почв и при проявлении эрозионных процессов, а в силу хорошей воспроизводимости результатов, а также относительной простоты может быть использован для оценки свойств почв данной территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кинетический метод в перспективе можно оптимизировать и применить для оценки гумусового состояния почв зонального ряда, так как он отличается относительной простотой относительно классического метода определения группового и фракционного состава гумуса, экспрессностью, воспроизводимостью, а также достаточно хорошо интерпретирует данные о гумусовом состоянии, в частности, лабильной его части.

Также стоит отметить, что фракция РОХС – в рамках работы «Statistics Scoring Functions, and Regional Analysis of a Comprehensive Soil Health Database» (2012) была охарактеризована как лучший предиктор для модели оценки САHS (complex assessment of soil health) и ее вариация хорошо описывали качественные перестройки в почвах при региональном анализе изменчивости свойств.

Список литературы

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. Alfred E. Hartemink, Martin H. Gerzabek, Rattan Lal, and Kevin Mc.Sweeney «Soil Carbon Research Priorities» // ISBN 978-3-319-04083-7; DOI 10.1007/978-3-319-04084-4 Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London/ 2014
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/sssaj 2011.0286.

УДК 631.174:001.891:001.63:001.9:631.95.091:09:045

ПУБЛИКАЦИИ КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА В ЖУРНАЛЕ «АГРОХИМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК»

Прохоров Илья Сергеевич, к.с.-х.н., главный редактор журнала «Агрохимический вестник», АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве», agrochem_herald@mail.ru

Пирумова Лидия Николаевна, к.пед.н., заместитель директора Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки, pln@cnsnb.ru

Аннотация. Представлена краткая информация об истории журнала «Агрохимический вестник» («Удобрение и Урожай», «Химизация социалистического земледелия», «Химия в сельском хозяйстве», «Химизация сельского хозяйства») с 1929 г. по настоящее время. Дано описание рубрик журнала, выдающихся ученых – членов редакционной коллегии, сотрудников редакции и издательств, в которых выходил журнал. В связи со 110-летием кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева рассмотрены найденные в электронных библиотеках работы сотрудников кафедры за последние 30 лет, посвященные различным аспектам почвенно-агрохимических и агроэкологических исследований.

Ключевые слова: научный журнал, история, почвоведение, агрохимия, агроэкология.

Журнал «Агрохимический вестник» является правопреемником журнала «Удобрение и Урожай», что подтверждено письмом НПО «Всесоюзная книжная палата» от 02.12.1992 № 0212, которое дает право редакции указывать на титульном листе издания формулировку «Основан в июне 1929 г.» [1].

Одним из инициаторов выхода в свет журнала, основанного Комитетом по

химизации народного хозяйства СССР при СНК СССР и Научным Институтом по Удобрениям НТУ ВСНХ СССР, стал академик Д.Н. Прянишников. В первый редакционный совет входили: Э.В. Брицке – редактор, Л.Л. Балашев – зам. редактора, М.М. Вольф, С.И. Вольфович, Н.В. Гаврилов, А.А. Горяинов, П.И. Дубов, А.В. Казаков, Э.И. Квириг, В.П. Кочетков, А.Н. Лебедев, А.П. Левицкий, Д.Н. Прянишников, А.Н. Розанов, Г.Д. Угрюмов, А.И. Юлин. Первыми авторами вместе с членами редсовета были: В.И. Влодавец, Б.А. Скопинцев, Н.П. Ремезов, И.И. Траут, Ф.Т. Перитурин, Т.А. Рунов, В.М. Васильков, А.А. Чучупал, С.П. Лебедев, Н.В. Овчининский [2-13]. Тираж журнала первоначально составлял 2000 экз.

Будучи единственным органом, специально посвященным проблемам химизации земледелия, журнал «Удобрение и Урожай» из-за малого объема не мог достаточно полно освещать вопросы защиты растений, поэтому с мая 1932 г. отдел журнала «Химические средства борьбы с вредителями и болезнями растений» стал выпускать самостоятельное издание «На защиту социалистического урожая». Сегодня – это журнал «Защита и карантин растений», а журнал «Удобрение и урожай» в 1932 г. был переименован в «Химизацию социалистического земледелия» и стал органом Наркомзема СССР и Всесоюзного НИИ удобрений, агротехники и агропочвоведения им. К.К. Гедройца (ВИУАА) [1, 5, 6, 9-11]. В это время в состав редколлегии входили: К.К. Гедройц, О.К. Кедров-Зихман (отв. редактор), А.Н. Лебедев, Е.Е. Магарам, Я.П. Никулихин, С.С. Сигаркин, С.И. Теумин, А. Федяев, Н.В. Феокистов. Авторами в это время помимо членов редколлегии были: М.М. Вольф, Л.Н. Барсуков, Е.В. Бобко, Д.А. Сабинин, В.С. Буткевич, М.А. Егоров, С.П. Молчанов, А.А. Ширшов.

Журнал также публиковал официальные документы: «Об организации Всесоюзного института удобрений», «Об объединении Института удобрений и агропочвоведения», а также хронику и статьи – персоналии [14-21]. Содержание журнала было продублировано на английском и немецком языках, тираж журнала составлял 1 875 экз., достигнув в 1938 г. – 9 660 экз.

В 1941 г. последним, вышедшим номером журнала, стал № 6 с тиражом 8 770 экз., так как началась Великая Отечественная Война. Среди его авторов были: В.В. Церлинг, В.В. Бернард, Е.Н. Мишустин, М.Г. Голик, О.М. Джумаев, Е.Ф. Березова, Л.В. Судакова, А.В. Соколов, Н.Н. Соколов, В.Н. Перегудов, Р.В. Витоль, П.И. Садовский, М. Бабаков.

В 1956 г. журнал был восстановлен под названием «Удобрение и Урожай» как ежемесячный научно-производственный журнал Минсельхоза СССР и Министерства совхозов СССР. Членами редколлегии журнала были: В.Е. Егоров (гл. ред.), П.А. Баранов, А.Ф. Кабанов, Н.П. Карпинский, О.К. Кедров-Зихман, В.М. Клечковский, И.П. Мамченков, Я.В. Пейве, И.И. Самойлов, П.Г. Найдин, Н.Д. Смирнов, Ф.В. Турчин. Начальный тираж 14 000 экз., который достиг 19 600 экз. в 1957 г.

В 1960 г. журнал «Удобрение и урожай» и серии массовой библиотечки обмена опытом в сельском хозяйстве («Зерновые и кормовые культуры», «Технические и масличные культуры») объединяют в качестве рубрики в ежемесячный журнал «Земледелие», в круг рассматриваемых вопросов которого вошло возделывание сельскохозяйственных культур, разработка севооборотов, а также теория и практика применения удобрений.

В 1963 г. Государственный комитет химической и нефтяной промышленности при Госплане СССР и Министерство сельского хозяйства СССР восстановили журнал под названием «Химия в сельском хозяйстве», который выходил в свет в Госхимиздате. Состав редколлегии: В.Н. Антонов (гл. ред.), Д.А. Катренко (зам. гл. ред.), С.В. Беньковский, К.А. Гар, И.И. Гунар, М.В. Каталымов, Л.И. Королев, В.В. Краснушкин (зам. гл. ред.), Н.Н. Мельников (зам. гл. ред.), К.В. Новожилов, Б.Г. Овчаренко, П.В. Попов, А.В. Соколов, В.Г. Стативкин, Ф.В. Турчин, Г.А. Черемисинов (зам. гл. ред.), А.Ф. Шаров, Н.А. Шманенков, О.В. Яковлева. Тираж первого номера журнала составлял 1 200 экз., а в 1964 г. он достиг пика за все время издания – 63 000 экз.

Журнал откликается на ситуацию в стране, идет в ногу с современными условиями, открывая новые рубрики, которые могут быть интересны и полезны читателю, так в 1964 г. добавились рубрики «Новые препараты», «Обмен опытом», «В помощь лектору», «Библиография», а в 1965 г. – «Экономика», «Консультации» (вместо «В помощь лектору», которая в 1979 г. стала «Наши справки»). В 1974 г. открылась рубрика «Охрана окружающей среды», а в 1975 г. – «Стандарты и качество». С 1976 г. рубрика «Минеральные удобрения» стала называться «Удобрения и мелиоранты», вместо рубрики «Хроника» появилась рубрика «Информация», а вместо «Библиографии» – «Рецензии». В рубрике «Библиография» публиковали рецензии на книги, списки новых книг и статей по вопросам химизации сельского хозяйства, опубликованных в других изданиях.

В 1984 г. появилась новая рубрика «На проектно-изыскательных станциях и в лабораториях». В 1985 г. журнал стал теоретическим и научно-производственным, формат журнала поменялся, стал А16. Поменялся и профиль журнала изменился, главным редактором стал к.с.-х.н. Н.С. Беспятых. Его основными направлениями становятся: Служба химизации. Химические средства и местные удобрения в действии. Производственные технологии. Материально-техническая база. Научное и проектно-технологическое обеспечение работ. Экономика и организация труда. С заботой о природе. Охрана труда и техника безопасности. Методы исследований и контроля качества работ. Человек и его дело. В химической промышленности. Информация (о совещаниях, семинарах, выставках; зарубежный опыт; рецензии, короткие сообщения по узким вопросам; о новых книгах; предметный указатель статей за год).

С 1986 г. на всех обложках черно-белые фото или картинки. Учредитель до 1986 г. – Министерство сельского хозяйства и Министерство по производству минеральных удобрений, министерство химической промышленности, с 1986 г. – Государственный агропромышленный комитет СССР, Министерство по производству минеральных удобрений, Министерство химической промышленности. Публикуются материалы по совершенствованию агротехнического обеспечения урожая, агротехнические аспекты плодородия почв и их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур.

Осенью 1987 г. журнал «Химия в сельском хозяйстве» был передан ВО «Агропромиздат» и № 1 – 1988 получил название «Химизация сельского хозяйства», так как в издательстве был журнал «Защита растений», который по мнению дирекции тоже был о химии в сельском хозяйстве. Журнал полностью сменил свой облик и формат (его можно было положить в широкий карман), но не потерял своей важности. В состав редколлегии входили: Г.И. Алергант, И.Г. Важенин, Н.В. Войтович, А.И. Волков (зам. гл. ред.), Ю.А. Вяткин, Н.С. Беспятых (глав. ред.), В.С. Груздев, В.М. Габидуллин, Л.М. Державин, В.Ф. Кармышов, Ю.И. Касицкий, Д.А. Кореньков, А.И. Кушков, И.А. Мельник, А.И. Мигач, Э.Ф. Нейгебаур, П.Д. Попов, А.В. Постников, В.И. Сахненко, В.А. Светов, В.Г. Уточкин, В.В. Шувалов. Позднее членами редколлегии стали: И.М. Богдевич, В.Ф. Ладонин, А.И. Мячин, В.И. Панасин, И.Н. Чумаченко. Тираж составлял 11 000-13 000 экз.

В 1990 г. Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов и М.А. Флоринский опубликовали в журнале статью «Легкоразлагаемые органические вещества почв» [22]. В ней авторы провели анализ влияния уровня плодородия дерново-подзолистых почв по комплексному агрохимическому баллу на эффективность удобрений. По результатам исследований оптимальными можно принять показатели четвертой группы плодородия, оцененной 69 баллами; pH_{KCl} 6,2, содержание гумуса 2,3%, P_2O_5 165, K_2O 170 мг/кг. При таких данных и умеренных нормах удобрений гарантированы урожайность зерна ячменя 26031 ц/га и сбор кормового белка 3,5-4,0 ц/га. На почвах невысокого плодородия использование дополнительных удобрений (особенно азотных) сопровождается уменьшением окупаемости действующего вещества, поэтому их нормы нужно рассчитывать так, чтобы обеспечить не только планируемый урожай, но и качественный состав.

В 1991 г. публикации результатов исследований по легкоразлагаемым органическим веществам (ЛОВ) были продолжены [23]. Так была дана сравнительная

оценка обеспеченности фосфором дерново-подзолистых и серых лесных почв различной степени удобренности. Для оптимизации фосфорного режима почв необходимо увеличить нормы органических удобрений, которые рассчитывают исходя из содержания ЛОВ в почвах. Задача оптимизации сводится к тому чтобы содержание и состав ЛОВ были такими, при которых обеспеченность азотом ЛОВ была бы достаточной для получения 50% планируемого урожая. Остальные 50% должны формироваться за счет минеральных удобрений. При таком соотношении высока вероятность сбалансированного питания растений и поддержания эффективного плодородия почв на высоком уровне.

В № 1 за 1992 г. первая публикация В.И. Савича с соавторами о загрязнении почв [24]. Для оценки уровня загрязнения почв и растений тяжелыми металлами предлагается использовать системы с обратной связью: введение элемента в систему – ответная реакция системы. Для оценки уровня загрязнения тяжелыми металлами растений предлагается следующие системы обратной связи: электрофоретическое введение элемента в лист – изменение электрохимических характеристик листа, содержания и соотношения в нем положительно и отрицательно заряженных соединений, изменение активности фотосинтеза, а также хлоропластов.

В № 3 за 1992 г. опубликовано исследование Ф.Н. Рыкалина, А.А. Таразанова и Н.Ф. Ганжары по искусственным субстратам [25]. Изучали возможность использования цеолитов для выращивания саженцев косточковых культур и подбирали наиболее оптимальные компоненты субстратов и их соотношения для выращивания саженцев трудноукореняемой вишни сорта Финаевская в условиях защищенного грунта. Установили, что наиболее существенным фактором приживаемости вишни – следующие свойства субстратов: плотность твердой фазы, плотность субстратов, общая пористость и капиллярная влагоемкость. Лучшими для выращивания посадочного материала вишни в условиях защищенного грунта оказались субстраты, имеющие плотность 0,7-0,9 г/см, общую пористость 60-70%, близкие в объемном отношении значения твердой, жидкой и газообразной фаз (30-37%), капиллярную влагоемкость 55-65%.

С 1992 г. журнал возглавил к.с.-х.н. В.А. Макаренко и в номерах 2 и 4 редакция опубликовала анкету, в которой представила читателям несколько вариантов названий: «Химизация сельского хозяйства», «Химия в сельском хозяйстве», «Удобрение и Урожай», «Плодородие и Урожай», «Плодородная нива». В результате анкетирования большинство читателей (более 50%) остановилось на названии «Химия в сельском хозяйстве», так как оно более полно отвечает содержанию и тематике журнала. Такое же решение принял учредитель – Совет объединения «Россельхозхимия» и под таким названием журнал начал выходить с января 1993 г. В составе редколлегии появились: А.М. Артюшин, В.Я. Евсюков, С.Ф. Маслов, И.И. Прохорова, Ю.Ф. Федоров. С этого времени учредителем журнала становится Министерство сельского хозяйства РФ. На страницах журнала значительное место стало уделяться работе специалистов центров и станций Государственной агрохимической службы, которая в 2019 г. отметила свой 55-летний юбилей. В 1994 г. главным редактором журнала становится И.И. Прохорова, работавшая в редакции с 1986 г. и ныне возглавляющая АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве». Тираж журнала в этот период – 3 000 экз.

С переходом на рыночные отношения резко сократились объемы применения средств химизации из-за непомерного скачка цен на минеральные удобрения, в журнале появилась рубрика «Нетрадиционные удобрения и новые виды органических удобрений». Накопленный в редакции огромный материал по решению экологических проблем в сельском хозяйстве привел к изданию в 1998 г. № 3 под названием «Агроэкология: проблемы и решения», затем выходящим неоднократно. Все больше внимания уделяется сохранению окружающей среды: № 3 за 2002 г., № 1 за 2003 г., а также № 3 за 2005 г. посвящены проблемам агроэкологии.

Период перехода отечественного образования и науки на новые экономические рельсы отложил отпечаток и на публикационную активность сотрудников РГАУ-МСХА им.

К.А. Тимирязева. Так следующие публикации появились уже в XXI в. в журнале «Агрохимический вестник». Это были работы в № 3 за 2003 г. Н.Ф. Ганжара, Р.Ф. Байбеков и В.В. Верзилин продолжили изучение состояния органического вещества дерново-подзолистых почв тяжелосуглинистых почв Московской области и черноземов выщелоченных тяжелосуглинистых длительного опыта [26]. Установили, что запасы азота ЛОВ в исследуемых черноземах в 2-3 раза ниже по сравнению с дерново-подзолистыми почвами. Таких запасов достаточно для получения только 1-2 т/га при 50% использовании. Если предположить, что скорость обновления азота ЛОВ в черноземах примерно в 2 раза выше из-за более высокой биологической активности, то и в таком случае обеспеченность растений азотом ЛОВ в исследуемых черноземах ниже, чем в дерново-подзолистых почвах даже в контроле. Р.Ф. Байбеков и Д.Ю. провели агроэкологическую оценку изменений дерново-подзолистых и 7 черноземных почв европейской части России в условиях длительного применения удобрений путем комплексного и системного изучения состояния мобильных и фундаментальных свойств почв для познания направленности их агрогенной эволюции в различных почвенно-климатических условиях. С использованием индекса состояния агроэкосистемы определены оптимальные системы удобрений, обеспечивающие поддержание эффективного и потенциального плодородия почв, а также устойчивое функционирование агроценозов. Результаты расчетов показали, что длительное применение удобрений привело к более существенным положительным изменениям дерново-подзолистой почвы, чем выщелоченного чернозема, что связано как с более высокой устойчивостью чернозема, так и относительно низкими дозами применяемых удобрений [27]. В 2004 г. М.М. Овчаренко В.И. Савич, О.И. Рыбакова и Ю.А. Куликов оценивали роль кальция в системе почва-растение. Идентифицировали оптимум кальциевого состояния почв для развития растений, качества сельскохозяйственной продукции, плодородия почв и сохранения экологического равновесия. Установили, что оптимальное содержание в почве кальция выше при более тяжелом гранулометрическом составе, более кислой реакции среды, большей емкости поглощения почв, при большей степени гидроморфности. Оптимальное содержание усвояемого для растений кальция выше при более низких температурах, меньшей селективности корневых систем видов и сортов растений к Ca и при наличии в почве факторов, ингибирующих поглощательную способность корневых систем растений. Целесообразно оценивать оптимальное содержание подвижного Ca, его активность, прочность связи с твердой фазой и скорость перехода из твердой фазы в раствор. Эти показатели состояния Ca в почве определяют его влияние на процессы, лимитирующие урожай: плотность почв, дисперсность, оструктуренность, водопроницаемость, влагоемкость и водопроницаемость, pH и Eh среды, доступность кальция и других элементов питания растениям, токсичное действие натрия [28].

Следует отметить, что журнал постоянно ищет новые решения для привлечения читателей, расширения аудитории. В журнале постоянно дается информация о состоявшихся совещаниях, конференциях, выставках (на 3-ей странице обложки), отдельных НИУ (на 2-й странице обложки) с нарезкой цветных фото. С 2001 г. журнал проводил конкурс «Агрохимик года» по работам, опубликованным в журнале «Агрохимический вестник за... год» с различными номинациями, результаты с именами победителей, конечно, публикуются в журнале, привлекая внимание читателей к особо интересным или дискуссионным работам. После распада Советского союза публикация многих исследований в бывших республиках началась в ряде региональных изданий, однако благодаря сотрудничеству редакции с рядом Вузов и НИИ позволяет и сейчас привлекать авторов из ближнего зарубежья. Значительное внимание уделяется редакцией истории развития науки и ее выдающимся деятелям, и исследователям.

С 2005 г. журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) на сайте российской научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а с 2015 г. журнал включен в базу данных российских научных журналов Russian Science Citation Index на

платформе Web of Science. Подтверждено включение журнала с 1963 г. в международную базу данных химических научных журналов Chemical Abstracts (CAS (pt)), осуществлена регистрация в международной исследовательской базе данных Research Bible. С 2018 г. статьям, публикуемым в журнале, присваивается Digital Object Identifier (DOI) на базе Российской государственной библиотеки (www.cyberleninka.ru).

В 2005 г. РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева отметил 140-летие и руководство академии приняло решение посвятить целый номер журнала данному событию, осветив в нем работу многих кафедр. Так А.В. Захаренко писал «...Сегодня университет – это единый учебно-научно-производственный комплекс, объединяющий 7 факультетов и филиал в Калуге, с численностью профессорско-преподавательского состава свыше 700 чел., в т.ч. более 185 профессоров и докторов наук, из них 20 академиков и член-корреспондентов РАСХН, 65 лауреатов Госпремий, 450 доцентов, ст. преподавателей и ассистентов с ученой степенью кандидатов наук. Среди фундаментальных приоритетных и прикладных исследований следует выделить создание систем земледелия, обеспечивающих воспроизводство плодородия почв, устойчивость антропогенных ландшафтов к эрозионным процессам и высокую продуктивность агроэкосистем, разработку единой, базовой и методологии агроэкологической оценки земель, проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий, разработку эффективных методов контроля за состоянием окружающей среды и процессами энергомассо-информационного обмена в системе почва-растение-атмосфера. Разработаны трансгенные технологии на основе методов маркирования и создания молекулярных маркеров для идентификации генов устойчивости растений к опасным патогенам и абиотическим стрессам и т.д. инновационная востребованность научных разработок ученых Тимирязевки подтверждена участием в выполнении 5 федеральных научно-технических программ Минсельхоза, Министерства образования и науки, РФФИ и др. Подготовлены и изданы многие сотни монографий и учебников, которые востребованы учеными и практиками. Для активизации инновационной деятельности создан и начал работу Центр интенсивного земледелия и животноводства, объединяющий усилия кафедр факультетов и научных лабораторий» [29].

Декан факультета Н.Н. Дубенок продолжил в своей публикации рассказ об истории. «В 1929 г. принято постановление Правительства СССР о преобразовании отделения агрохимии и почвоведения, созданного в 1923 г. при сельскохозяйственном факультете Тимирязевской сельскохозяйственной академии в самостоятельный факультет агрохимии и почвоведения. Отмечена роль И.А. Стебута как основателя агрономической науки и одних из видных учителей основателей факультета В.Р. Вильямса и Д.Н. Прянишников. Прянишников Д.Н. связан с академией почти 60 лет, основал и развил агрохимическую науку, создал отечественную агрохимическую школу, географическую сеть полевых опытов с удобрениями, уделял большое внимание написанию учебников и учебно-методических пособий. Крупный ученый-почвовед В.Р. Вильямс создал биологическое направление в почвоведении, в котором творчески развил идеи своих учителей – В.В. Докучаева и П.А. Костычева. Создал капитальный труд «Почвоведение», в котором изложил теорию биологического почвоведения, свое учение о едином почвообразовательном процессе, что привело его к разработке травопольной системы земледелия. Со дня основания факультет стал одним из главных учебных, научных и методических центров страны в области почвоведения, агрохимии, мелиорации, крупнейшим центром распространения агрохимических знаний. На факультете были созданы научные школы: разработка теории почвообразовательного процесса и плодородия почв (основатель Вильямс В.Р.); теоретическое обоснование питания растений и рационального применения удобрений (основатель Д.Н. Прянишников); биологические леса и лесоразведение (В.Т. Собичевский и М.К. Турский); сельскохозяйственная мелиорация и повышение эффективности использования мелиорируемых земель (основатель А.Н. Костяков); химическая (основатели П.А.

Ильенков, Г.Г. Густавсон, И.А. Каблуков, Н.Я. Демьянов; микробиологическая (основатель Н.Н. Худяков); агроэкология (основатель В.А. Черников)» [30].

Многолетние заведующие кафедрой почвоведения Н.П. Панов и В.И. Кирюшин представили историю создания и развития кафедры почвоведения, созданной в Петровской сельскохозяйственной и лесной академии в 1912 г. [31]. Кафедру в разные годы возглавляли выдающиеся ученые, внесшие заметный вклад в развитие науки, в теорию и практику земледелия: Стебут И.А., Вильямс В.Р., Бушинский В.П., Гречин И.П., Кауричев И.С., Панов Н.П., Кирюшин В.И. Вильямс определил роль ферментов в разложении органических веществ почвы, развил представление о гумусе как о специфическом продукте сложного синтеза; изучал структуру почв как одно из главных условий ее плодородия, разработал травопольную систему земледелия. Под руководством В.П. Бушинского проведены крупные почвенные исследования для создания защитных на юго-востоке страны, а также исследования почв в связи с освоением целинных и залежных земель, выполнены оригинальные исследования по окультуриванию дерново-подзолистых почв. Под руководством И.П. Гречина проведены исследования по изучению кислотного режима почв таежно-лесной зоны. Кауричев И.С. обосновал и развил теорию элювиально-глеевого процесса, раскрыл его роль в генезисе и формировании плодородия почв различных зон. Н.П. Панов активно развивал исследования по генезису солонцов, в особенности роль гидрофильных веществ в формировании солонцовых свойств почв, изучали эволюцию полуаридных и аридных почв под влиянием орошения. В.И. Кирюшин усилил внимание к агрономическому почвоведению, разработал теорию адаптивно-ландшафтного земледелия, включая новое определение систем земледелия, их классификацию и порядок формирования.

В этом же номере также были опубликованы работы А.И. Карпущина [32], Н.Ф. Ганжары, Б.А. Борисова, А.Н. Соловьева [33] и Р.Ф. Байбекова, Д.Ю. Колтыхова, А.Д. Евтушенко, В.Л. Петрофанова [34].

Первый рассмотрел абсорбционный, эксклюзивный и молекулярно-массовый механизмы гелевой фильтрации, который показывает, что при выделении фракций необходимо использовать систематизированную гелевую хроматографию. Система гелей позволяет проводить фракционирование в оптимальных условиях для проявления обратного молекулярно-массового механизма распределения хроматографируемых соединений в гелевой колонке. Применение системы гелей с взаимно перекрывающимися пределами разделения дает возможность за счет снижения адсорбционного эффекта и эксклюзии повысить селективность хроматографического процесса и эффективность использования гелевой колонки. Систематизированная гелевая фильтрация представляет собой современный метод физико-химического анализа, с помощью которого можно наиболее полно решать многие задачи, связанные с химическим состоянием и функциями почвы.

Второй коллектив проводил полевые испытания капсулирования семян кукурузы, проверяли эффективность макрокапсулирования семян кукурузы, изучали различные агротехнические приемы, повышающие эффективность применения макрокапсулирования семян. Установили, что по большинству показателей (всхожесть, размеры растений, масса початков, урожай зерна) варианты с макрокапсулами, посеянными в ранний и оптимальный сроки, достоверно уступали контролю. Исключение составили варианты с активированными макрокапсулами НИОПИК (оптимальный срок посева) и варианты с микрокапсулами ТМТД и Семафором, где показатели состояния растений и урожай достоверно превосходили контроль. Одной из установленных причин низкой эффективности макрокапсул считают их не4удовлетворительные водно-физические свойства, в частности отсутствие некапиллярных пор. Рекомендовано производителям изменить рецептуру капсул с тем, чтобы в нем сформировались и капиллярные и некапиллярные поры в соотношении 1:1, что позволит получить благоприятное сочетание

водного и воздушного режимов внутри макрокапсул, а также обеспечит более низкую плотность их материала макрокапсул.

Третий научных коллектив разрабатывал рекомендации по составлению почвогрунтов с физическими заданными свойствами на основе котлованных грунтов и органических добавок (биокомпосты, сапропель и т.д.) для целей городского озеленения. В качестве органической составляющей почвогрунтов использовали биокомпост, полученный методом твердофазной аэробной ферментации из подстилочного навоза КРС и торфа в соотношении 1:1. Процесс обогащения котлованных грунтов заключается в составлении почвосмесей с заданными оптимальными свойствами. Полученные почвосмеси можно использовать при строительстве противоэрозионных лесонасаждений, задернованных участков, участков самозарастания – специально не благоустраиваемых для использований в хозяйственных и рекреационных целях.

В 2008 г. начался цикл публикаций ученых кафедры почвоведения по радиологии совместно с С.П. Торшиным [35, 36]. Дифференцированная система показателей радиоэкологического нормирования должна учитывать, как тип почв, так и характер использования угодий (пашня, сенокосы, пастбища), 4 возраст загрязнений, поскольку коэффициенты накопления меняются во времени очень существенно; место конкретного поля в ландшафте и опасность рассеяния радионуклидов и загрязнения смежных территорий. Предварительная оценка показывает, что вместо 8 цифр, представленных в существующей системе «Зональное деление земель по уровню содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr , необходима система показателей, содержащая несколько сотен значений уровней загрязнения, которая учитывала бы природные и производственные факторы. Необходимость такой системы назрела. Новая наука – сельскохозяйственная радиология возникла с необходимостью контроля уровня загрязнения сельскохозяйственной продукции и почвы радиоактивными изотопами и изучения путей снижения поступления осколочных радионуклидов в системе почва -растение-продукты питания. Новое направление в Тимирязевской академии возглавил Д.Н. Прянишников, который в 1947 г. организовал Биофизическую лабораторию (БФЛ), которая позднее переросла в Всероссийский НИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии (ВНИИСХРАЭ). Параллельно с БФЛ в Тимирязевской академии под руководством В.В. Рачинского при участии Ф.П. Платонова была организована радиоизотопная лаборатория (РИЛ) а позднее соответствующая кафедра. На базе кафедры проводятся уникальные исследования с применением радиоактивных изотопов и излучений. Плодотворным оказалось сотрудничество с кафедрами агрохимии, почвоведения, физиологии растений, биотехнологии и др. В научном мире получила признание созданная В.В. Рачинским школа радиохроматографии. Изучаются механизмы и особенности пространственного распределения радионуклидов в почве и формирования первичных и последующих градиентов концентраций ^{137}Cs и ^{90}Sr на структурном и (агрегатном и микроагрегатном) уровнях, вертикальной миграции этих токсинов. Ведутся исследования по радиобиологии, изыскания по радиационной генетике и т.п.

В 2009 г. к 80-летию факультета почвоведения, агрохимии и экологии еще ряд исторических публикаций [37-39]. Первая посвящена в целом факультету, во второй рассмотрено развитие кафедры почвоведения, вклад заведующих кафедрой в разное время – В.Р. Вильямса, В.П. Бушинского, И.П. Гречина, И.С. Кауричева, Н.П. Панова, В.И. Кирюшина в развитие различных научных направлений, проведение различных оригинальных исследований по разнообразным проблемам почвоведения. Третья посвящена кафедре геологии и ландшафтоведения, которая была образована в 2005 г. на базе кафедры геологии, которая существовала с момента открытия в 1865 г. Петровской сельскохозяйственной и лесной академии. Кафедру возглавляли в разное время Г.А. Траутшольд, который открыл на ней геолого-минералогический музей; А.П. Павлов; Е.С. Федоров, который основал учение о типах симметрии кристаллов и постоянстве углов между гранями, что служит базовым законом кристаллографии. Зав. кафедрой были: Я.В.

Самойлов, создавший первый музей агрономических руд, М.И. Кантор, который первый указал на возможность развития ванадиевой промышленности на базе керченских руд; А.А. Дубянский, А.И. Кравцов, Н.Н. Луцихин, М.П. Толстой – теоретически разрабатывал вопросы классификации подземных вод; Н.А. Сягаев, изучавший влияние рельефа и новейших движений на эрозию и эволюцию почв; И.Д. Данилов. В 1986 г. кафедры геологии и лесоводства были объединены и новую кафедру возглавил В.Д. Наумов, затем в 2005 г. была организована кафедра геологии и ландшафтоведения, которую возглавил Н.Ф. Ганжара.

В 2010 г. журнал стал Лауреатом Национальной премии им. П.А. Столыпина «Аграрная Элита России» в номинации «Пропаганда новых технологий и научных достижений в повышении плодородия и возрождении земель сельскохозяйственного назначения». Не забывают в журнале и о будущих поколениях агрохимиков, почвоведов и агроэкологов, для которых существует рубрика «Работы молодых ученых».

С 2012 г. главным редактором журнала стал к.с.-х.н. И.С. Прохоров, который в настоящее время готовит материал для докторской диссертации.

В 2012 г. на страницах журнала новые публикации почвоведов Тимирязевки [40, 41]. Показано, что почвенные растворы и водорастворимое органическое вещество растительных остатков обладают комплексообразующей способностью к поливалентным катионам, существенно увеличивая их подвижность в почве. Внесение удобрений приводит к увеличению комплексообразующей способности почв по отношению к поливалентным металлам. При этом, в качестве источников для получения гуматов, используют торф, навоз, компосты, бурый уголь и пожнивные остатки растений, однако работ по изучению гумата калия из птичьего помета практически нет. Изучена биологическая активность гумата калия из птичьего помета при проращивании семян кресс-салата и горчицы, развитии корневых систем проростков и образовании корней у черенков смородины. Развитие проростков улучшалось при обработке помета ультразвуком, при анодном обогащении гумата цинком и медью. Таким образом гумат калия из птичьего помета улучшает развитие корневых систем проростков и образование корней растений. Эффективность действия гумата калия на образование корней зависит от состава исходного помета, из которого он получен. Положительное действие гумата калия на развитие корней и проростков отмечается при разведении его до 10-15% от исходной концентрации. Анодное обогащение гумата медью и цинком увеличило его биологическую активность, идентифицируемую по проращению семян кресс-салата.

Исследования куриного помета продолжились в публикациях 2013 г. [42]. Представлена информационно-энергетическая оценка взаимодействия 10 органических удобрений с почвой с учетом лимитов на выброс токсикантов в локальном районе, а также существующих уровней загрязнения почв, водной и воздушной среды. Установили, что изменение свойств почв, водной и воздушной среды происходит стадийно, чаще по синергетическому пути развития с проявлением принципа эмерджентности и эффектов синергизма и антагонизма. Поэтому предлагаются алгоритмы расчета доз с учетом гранулометрического состава, емкости поглощения, рельефа, УГВ, климата, антипатогенной функции почв. Оценку доз проводят с учетом возможного существующего уровня загрязнения почв, растений, водной и воздушной среды. Более предпочтительно размещать новые птицефабрики на территориях с преобладанием светло-серых лесных и дерново-подзолистых среднесуглинистых почв на покровных отложениях. Высокие дозы помета существенно влияют как на свойства почв и микробиологическую активность, так и на состояние окружающей среды. При оценке допустимых доз помета необходимо учитывать также неизрасходованные лимиты загрязнения компонентов экологической системы.

Также в 2013 г. опубликованы материалы по изучению почв Тувы [43]. Установлен тренд изменения агрохимических свойств, биопродуктивности, обусловленный изменением факторов почвообразования и антропогенного воздействия. Показано, что

деградация почв определяется дигрессией, уменьшением доз удобрений и развитием ветровой эрозии. Выявлена роль гумусированности почв, биопродуктивности угодий и урожайности сельскохозяйственных культур в депонирующей способности почв к CO₂. Используемые в сельскохозяйственном производстве каштановые и черноземные почвы Тувы отличаются от почв других почвенных провинций легким гранулометрическим составом, маломощностью, каменистостью и щебнистостью, малой буферной емкостью и способностью к восстановлению концентрации ионов в почвенном растворе при их отчуждении с урожаем. Уменьшение доз удобрений привело к падению биопродуктивности, плодородия, к развитию ветровой эрозии, переводу земель из пашни в залежь.

В работе Т.В. Таразановой и Н.Н. Игнатьева представлены результаты по изучению влияния биостимулятора Симбионт-2 на урожайность и качество клубней картофеля, возделываемого на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Московской области [44]. Препарат повысил выход товарных клубней, стимулировал накопление белка и крахмала, а также понижал содержание нитратов. Установили, что применение биостимуляторов влияет на протекание биохимических процессов в растениях и формирующихся клубнях картофеля. Они изменяют их направленность и интенсивность и повышают активность ферментов, участвующих в адаптации растительных тканей к нестабильным условиям внешней среды на протяжении вегетации. Это воздействие отражается не только на качестве картофеля, но и на лежкости клубней при длительном хранении.

Факторы плодородия и оценки качества почв нашли свое отражение в дальнейших публикациях В.И. Савича с многочисленными соавторами – учениками [45]. Было показано, что в системе «почва – растение» градиент концентрации веществ, окислительно-восстановительного состояния, содержания положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений катионов существует между горизонтом почв и между слоями отдельностей. Он определяет миграцию веществ по профилю почв, испарение из почв и волновое распределение веществ из зоны их расположения. Регулирование градиента этих полей может стать одним из способов повышения плодородия почв и биопродуктивности угодий. Предложена информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в почвах [46]. Показано отличие их фракционного состава в дерново-подзолистых почвах и черноземах, определенного на основе конкурирующего комплексообразования. В черноземах, по сравнению с дерново-подзолистыми почвами, не только больше буферная емкость и депонирующая способность по отношению к тяжелым металлам, меньше скорость перехода тяжелых металлов из твердой фазы в раствор, больше прочность связи с минералами группы монтмориллонита, но значительно отличается фракционный состав соединений тяжелых металлов, определяемый на основе конкурирующего комплексообразования. В черноземе по сравнению с дерново-подзолистой почвой больше зависимость вытеснения тяжелых металлов от комплексообразующей способности десорбента, меньше зависимость от pH, больше доля гидрофобных продуктов, связывающих тяжелые металлы, больше доля восстановлено-растворимых железа и марганца.

Сотрудничество с кафедрой микробиологии отражено в публикации [47]. Предложена оценка состояния микробных сообществ в почвах и грунтах, сильно загрязненных тяжелыми металлами. Показано положительное влияние внесения торфа на микробные сообщества в данных грунтах. В этих условиях не было обнаружено симбиоза между растениями и грибом *Glomus intradices*.

Зарубежные ученики В.И. Савича в работе «Интегральная оценка развития эрозии в Таджикистане» [48] предложили оценку развития эрозии во времени и в пространстве с учетом свойств и протекающих почвообразовательных процессов. Показано, что при действии на почву факторов, определяющих эрозию, проявляются эффекты синергизма и антагонизма, в т.ч. и при совместном проявлении и ветровой эрозии в разные периоды

года. Приведены математические закономерности развития эрозии в исследуемых почвах Северного Таджикистана. Установлено, что экологические убытки при развитии эрозии определяются не только потерей урожая и уменьшением плодородия почв, но и уменьшением числа степеней свободы сельскохозяйственного использования почв, экологическими изменениями, увеличением энтропии системы.

В статье другого ученика А.В. Калинина [49] рассмотрена деструктивная способность почв двух типов по отношению к гербициду 2,4-Д при применении различных схем органических и минеральных удобрений. Для исследования использована 2,4-Д аминная соль, меченная изотопом ^{14}C по карбоксильной группе. Проведено сравнение скорости разложения, а также степени связывания 2,4-Д почвами двух типов. Установлено, что наиболее оптимальные условия для деструкции гербицида 2,4-Д на дерново-подзолистой почве складываются при внесении полуторной дозы минеральных удобрений на фоне навоза ($\text{N}_{255}\text{P}_{135}\text{K}_{405}$ + навоз, 40 т/га). Медленнее гербицид разлагался в почве варианта с тройной дозой минеральных удобрений без навоза ($\text{N}_{510}\text{P}_{270}\text{K}_{810}$). Влияние применения удобрений на разложение 2,4-Д в выщелоченном черноземе не так выражено, как на дерново-подзолистой почве. Однако применение одной дозы минеральных удобрений совместно с высокой дозы органических ($\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ + навоз, 40 т/га) ускоряет процесс разложения гербицида на выщелоченном черноземе. Ключевые слова: гербициды, удобрения, почва, миграция.

Совместные исследования с кафедрой химии привели к публикации [50], в которой показано биологическое действие щелочных экстрактов из растительных отходов и куриного помета на систему почва – растение. На дерново-подзолистой почве обработка проростков кресс-салата щелочным экстрактом из помета с опилками + Si увеличила размер корней с $4,4 \pm 0,8$ до $5,3 \pm 0,3$, а на черноземе – с $2,7 \pm 0,2$ до $5,2 \pm 0,4$. При этом pH в дерново-подзолистой почве изменяется с 7,0 до 5,6, Eh – с 326 до 424 мВ, CO_2 – с 1445 до 1560 ppm, NO_3 – с 12 до 14 мг/кг. В черноземе изменения были менее значимы. В экспериментах биологическая активность щелочных экстрактов из отходов сельскохозяйственного производства отличалась в зависимости от качества воды, в которой их разводили. Интегральная оценка биологической активности исследуемых препаратов показала влияние щелочных экстрактов на свойства почв и их инфракрасные спектры.

Аспирант кафедры Г.Б. Подволоцкая показала, что почвенные растворы и поверхностные воды характеризуются их вещественным составом, свойствами, а также протекающими в них процессами и режимами [51]. Предлагается дополнительная оценка почвенных растворов по фактору кинетики, депонирующей способности, суспензионному эффекту, содержанию положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений. Процессы, протекающие в почвенных растворах, характеризуются закономерными взаимосвязями между их свойствами, содержанием аэроионов, оксидантов и антиоксидантов, энергетической оценкой по данным газоразрядной визуализации. Режимы почвенных растворов и поверхностных вод характеризуются закономерным изменением их свойств и процессов во времени и в пространстве.

В 2020 г. под руководством Б.А. Борисова опубликовано 2 статьи [52, 53]. Проведено исследование изменений состава органического вещества и физических свойств чернозема обыкновенного Воронежской области при переходе от традиционной обработки с оборотом пласта к нулевой обработке. Через 6 лет применения технологии нулевой обработки отмечено достоверное увеличение содержания легкоразлагаемого органического вещества в слое 0-10 см, увеличение содержания гумуса и содержания гумусовых кислот в его составе в этом слое проявилось в виде тенденции. Запасы легкоразлагаемого органического вещества в слое 0-20 см увеличились на 1 т/га по сравнению с традиционной обработкой. Нулевая обработка способствовала снижению плотности почвы в слое 0-10 см, в среднем на 0,08 г/см, плотности твердой фазы на 0,12

г/см³, а также увеличению показателей агрегатного состояния – содержания агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм увеличилось с 45 до 61,1%.

Проведена сравнительная оценка показателей состояния органического вещества, агрегатного состояния и физических свойств чернозема южного Волгоградской области при переходе от традиционной отвальной обработки к технологии No-till. Через 5 лет применения нулевой обработки произошло достоверное увеличение содержания легкоразлагаемого органического вещества на 0,17%, запасы легкоразлагаемого органического вещества в слое 0-20 см возросли на 2,2 т/га, снизилась степень выпаханности почвы. В результате использования нулевой обработки наметилась тенденция к увеличению содержания гумуса и к снижению плотности и плотности твердой фазы почвы, произошло улучшение показателей агрегатного и микроагрегатного состава почвы.

Также в 2020 г. исполнилось 150 лет со дня рождения российского и советского минералога, одного из основателей учения об агрорудах, ведущего специалиста по фосфоритам профессора Якова Владимировича Самойлова [54]. Показано становление выдающегося ученого как исследователя и педагога, описан его вклад в развитие минералогии, туковой промышленности и сельского хозяйства нашей страны.

Вопросам изучения городских почв в 2021 г. посвящена статья аспирантки А.И. Филатовой (под руководством В.Г. Мамонтова) [55]. По результатам графикостатистического анализа установили, что гуминовые кислоты (ГК) урбаноземов имеют типичные электронные спектры поглощения, без каких-либо максимумов на спектрофотометрической кривой. Гуминовые кислоты урбаноземов имеют типичные электронные спектры поглощения, без каких-либо видимых максимумов на спектрофотометрической кривой. Они отличаются от ГК зональной дерново-подзолистой почвы как более высокими, так и более низкими значениями оптической плотности растворов, приведенных к одинаковой концентрации и отсутствием в их составе фракции Рg2. Судя по данным элементного состава, термического анализа, значениям Е-величин, коэффициентам Q4/6, ГК урбаноземов по сравнению с ГК зональной дерново-подзолистой почвы, могут быть в большей мере обогащены окисленными и циклическими компонентами или же содержать более развитую периферическую часть молекулы с преобладанием восстановленных компонентов. По сравнению с ГК дерново-подзолистой, почвы ГК урбаноземов в большинстве случаев в меньшей мере обогащены азотсодержащими группировками и имеют более высокую теплоемкость. Различия в элементном составе, термических и оптических свойствах между ГК урбаноземов и зональной дерново-подзолистой почвой свидетельствуют об их неодинаковом компонентном составе. Несоответствие состава и свойств ГК урбаноземов зональным особенностям гумусообразования может стать причиной их негативных изменений, что приведет к ухудшению гумусового состояния городских почв.

Также в 2021 г. вышли новые работы В.И. Савича с докторантами [56, 57]. Показана необходимость оценки скорости физико-химических процессов, протекающих в почвах. Установили, что скорость десорбции ионов из ППК уменьшается в почвах более тяжелого гранулометрического состава при большей доле в почвах минералов типа 2:1; 2:2. Сделан вывод, что агроэкологическая оценка системы «почва – растение» без учета кинетики протекающих процессов неполная и некорректная. Все процессы в природе протекают с определенной скоростью. Определенной скоростью и интенсивностью характеризуются и воздействующие на компоненты экосистем факторы. Они характеризуются конкретными параметрами состояния вещества, энергии и информации. Знание закономерностей изменения почв в зависимости от интенсивности и скоростей воздействующих на них внешних факторов, скоростей изменения при этом свойств, процессов и режимов почв позволяет найти оптимальные пути для нормализации агроэкологического состояния почв.

Показано, что скорость изменения отличается для разных типов и больше в дерново-подзолистой почве по сравнению с черноземом, и не полностью коррелирует с рН и Eh среды. Скорость изменения концентраций ионов от зоны их внесения во времени и в пространстве меньше для почв с большей емкостью поглощения, более гумусированных, с преобладанием в минералогическом составе монтмориллонита. Изменение скорости движения катионов в почвах от зоны их внесения больше проявляется для водорастворимых форм, чем для подвижных и обменных форм. Кинетику передвижения ионов в почвах необходимо учитывать при оценке баланса водорастворимых форм и оценке обеспеченности растений биофильными элементами на разном расстоянии от зон их внесения.

Благодаря обновлению Перечня ВАК РФ, в журнале «Агрохимический вестник» публикуются материалы по следующим специальностям и отраслям науки: Микробиология (сельскохозяйственные науки); Экология (биологические и химические науки); Почвоведение (биологические, сельскохозяйственные и химические науки); Общее земледелие растениеводство (биологические и сельскохозяйственные науки); Агрохимия (биологические, сельскохозяйственные и химические науки); Защита растений (биологические и сельскохозяйственные науки). Одним из направлений публикаций благодаря этому стали исследования по оценке земель, а также в особо охраняемых природных территориях (заповедниках и национальных парках).

Редакция журнала «Агрохимический вестник» поздравляет коллектив кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева со 110-летием и надеется на продолжение взаимовыгодного публикационного сотрудничества на долгие годы.

Список литературы

1. Прохорова И.И. Из истории журнала // Химия в сельском хозяйстве, 1993, № 1-2. – С. 4-5.
2. Пирумова Л.Н., Садовская Л.К. Система информирования по вопросам экологически безопасных технологий в АПК // Агрохимический вестник, 2017, № 3. – С. 60-64.
3. Пирумова Л.Н., Милевская И.А. Тезаурус как система отражения состояния предметной отрасли «Регуляторы роста» // Агрохимический вестник, 2018, № 6. – С. 61-64.
4. Пирумова Л.Н. Листая страницы издания: к юбилею журнала «Агрохимический вестник» // Агрохимический вестник, 2019, № 3. – С. 8-14.
5. Прохоров И.С. От истории публикаций по агрохимии до юбилея научного журнала // Агрохимический вестник, 2019, № 3. – С. 3-7.
6. Осипов А.И. История и практические аспекты известкования кислых почв в России // Агрохимический вестник, 2019, № 3. – С. 28-36.
7. Ткачева Е.В., Ивановский А.А. «Агрохимический вестник» в базе данных Web of Science // Агрохимический вестник, 2019, № 4. – С. 74-77.
8. Прохоров И.С. История научных публикаций по агрохимии / I Никитинские чтения «Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах» Материалы Международной научной конференции (19-22 ноября 2019 г.). – Пермь: ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ им. академика Д.Н. Прянишникова». – С. 459-465.
9. Прохоров И.С. Из истории публикаций по агрохимии / Актуальные проблемы научного обеспечения земледелия Западной Сибири: сборник научных статей, посвященный 70-летию академика РАН Храмцова Ивана Федоровича, 95-летию основания отдела земледелия (Омск, 5 февраля 2020 г.). – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. – С. 99-108.
10. Прохоров И.С. Роль научного журнала в освещении вопросов агрохимии, радиологии и агроэкологии (на примере истории журнала «Агрохимический вестник») / Ядерно-

физические исследования и технологии в сельском хозяйстве: (к 50-летию со дня образования ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии): сборник докладов международной научно-практической конференции (Обнинск, 16-18 сентября 2020 г.). – Обнинск: ВНИИРАЭ, 2020. – С. 291-294.

11. Прохоров И.С. Информационное сопровождение научных исследований в агрохимии и почвоведении / 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, 23-29 августа 2021 г.). – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2021. – С. 304-312.

12. Прохоров И.С., Пирумова Л.Н. Развитие научных представлений в почвоведении на страницах научной периодики / Эволюция почв и развитие научных представлений в почвоведении: сборник научных трудов Международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Бурлаковой Лидии Макаровны (Барнаул, 16-21 августа 2022 г.). – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2022. – С. 19-31.

13. Осипов А.И., Якушев В.П., Якушев В.В. История научных исследований в агрохимии и перспективы применения удобрений в России // Агрохимический вестник, 2020, № 2. – С. 73-80.

14. Прохоров И.С. Первый номер журнала «Химия в сельском хозяйстве» // Агрохимический вестник, 2021, № 1. – С. 81.

15. Прохоров И.С. 65 лет возобновления выпуска журнала «Удобрение и урожай» // Агрохимический вестник, 2021, № 1. – С. 82.

16. Прянишников Д.Н. К.К. Гедройц как агрохимик // Химизация социалистического земледелия, 1933, № 1. – С. 12-20.

17. Соколовский А.Н. К.К. Гедройц как почвовед // Химизация социалистического земледелия, 1933, № 1. – С. 21-29.

18. Брицке Э.В. К.К. Гедройц как научный работник // Химизация социалистического земледелия, 1933, № 1. – С. 30-33.

19. Кедров-Зихман О.К. О работе III Международного конгресса почвоведов // Химизация социалистического земледелия, 1935, № 11-12. – С. 13-26.

20. Кедров-Зихман О.К. К 80-летию академика А.Н. Баха // Химизация социалистического земледелия, 1937, № 5. – С. 29-32.

21. Кедров-Зихман О.К. Жизнь и деятельность Д.Н. Прянишникова // Удобрение и урожай, 1958, № 5. – С. 32-36.

22. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Флоринский М.А. Легкоразлагаемые органические вещества почв // Химизация сельского хозяйства, 1990, № 1. – С. 53-55.

Провели анализ влияния уровне плодородия дерново-подзолистых почв по комплексному

23. Ганжара Н.Ф., Дерюгин И.П., Анисимова Т.А., Флоринский М.А. Фосфор легкоразлагаемых органических веществ почв // Химизация сельского хозяйства, 1991, № 6. – С. 53-55.

24. Савич В.И., Аттикаинг Д., Оконская И.С. Определение уровня загрязнения почв и растений тяжелыми металлами // Химизация сельского хозяйства, 1992, № 1. – С. 56-58.

25. Рыкалин Ф.Н., Таразанов А.А., Ганжара Н.Ф. Субстраты для выращивания посадочного материала вишни // Химизация сельского хозяйства, 1992, № 3. – С. 76-78.

26. Ганжара Н.Ф., Байбеков Н.Р.Ф., Верзилин В.В. Состояние органического вещества дерново-подзолистых и черноземных почв в условиях длительного применения удобрений // Агрохимический вестник, 2003, № 3. – С. 24-25.

27. Байбеков Р.Ф., Колтыхов Д.Ю. Агроэкологическое состояние дерново-подзолистых и черноземных почв в условиях длительного применения удобрений // Агрохимический вестник, 2003, № 3. – С. 25-26.

28. Овчаренко М.М., Савич В.И., Рыбакова О.И., Куликов Ю.А. Эколого-агрохимическое обоснование приемов стабилизации кальциевого режима дерново-подзолистых почв // Агрохимический вестник, 2004, № 6. – С. 20-23.
29. Захаренко А.В. Школа аграрной науки // Агрохимический вестник, 2005, № 6. – С. 2-4.
30. Дубенок Н.Н. Факультет почвоведения, агрохимии и экологии (история создания и развития) // Агрохимический вестник, 2005, № 6. – С. 10-11.
31. Кирюшин В.И., Панов Н.П. Гармоничное сочетание научной деятельности и учебного процесса // Агрохимический вестник, 2005, № 6. – С. 12-15.
32. Карпухин А.И. Систематизированная гелевая хроматография в почвенных исследованиях // Агрохимический вестник, 2005, № 6. – С. 22-24.
33. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Соловьев А.Н. Эффективность макрокапсулирования семян // Агрохимический вестник, 2005, № 6. – С. 29-31.
34. Байбеков Р.Ф., Колтыхов Д.Ю., Евтушенко А.Д., Петрофанов В.Л. Почвогрунты на основе котлованных грунтов и биокомпостов // Агрохимический вестник, 2005, № 6. – С. 31-32.
35. Торшин С.П., Фокин А.Д., Пельтцер А.С. Экологическая регламентация использования земель, загрязненных радионуклидами // Агрохимический вестник, 2008, № 2. – С. 21-22.
36. Торшин С.П., Фокин А.Д., Лурье А.А. Радиологическая наука и подготовка специалистов радиоэкологического профиля // Агрохимический вестник, 2009, № 1. – С. 12-13.
37. К 80-летию факультета почвоведения, агрохимии и экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // Агрохимический вестник, 2009, № 1. – С. 2.
38. Кирюшин В.И. Кафедра почвоведения: от В.Р. Вильямса до наших дней // Агрохимический вестник, 2009, № 1. – С. 3-5.
39. Ганжара Н.Ф., Ефимов О.Е. Кафедра геологии и ландшафтоведения // Агрохимический вестник, 2009, № 1. – С. 8-9.
40. Седых В.А., Савич В.И., Лось К.С. Влияние комплексобразующей способности водорастворимого органического вещества растительных остатков на подвижность поливалентных ионов // Агрохимический вестник, 2012, № 2. – С. 18-19.
41. Савич В.И., Седых В.А., Белопухов С.Л., Измайлова С.А. Изучение гумата калия из птичьего помета // Агрохимический вестник, 2012, № 4. – С. 21-23.
42. Седых В.А., Савич В.И., Поветкина Н.Л. Оценка влияния птичьего помета на состояние почв, воздушной и водной среды // Агрохимический вестник, 2013, № 1. – С. 33-36.
43. Савич В.И., Жуланова В.Н., Норовсурэн Ж., Скрыбина Д.С. Агроэкологическая оценка почв Тувы // Агрохимический вестник, 2013, № 3. – С. 18-21.
44. Таразанова Т.В., Игнатъев Н.Н. Действие биостимулятора на формирование урожая и качество картофеля // Агрохимический вестник, 2013, № 3. – С. 24-27.
45. Савич В.И., Никиточкин Д.Н., Скрыбина Д.С. Градиент физических полей и свойств почв как фактор плодородия // Агрохимический вестник, 2013, № 5. – С. 16-18.
46. Савич В.И., Никиточкин Д.Н., Гукалов В.Н., Карауш П.Ю. Фракционный состав тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах и черноземах // Агрохимический вестник, 2014, № 2. – С. 22-23.
47. Трибис Л.И., Селицкая О.В., Борисов Б.А. Влияние торфа на биологические особенности загрязненных тяжелыми металлами почв // Агрохимический вестник, 2014, № 6. – С. 13-17.
48. Мансуров Б.А., Косивцова Е.В., Попов В.А. Интегральная оценка развития эрозии в Таджикистане // Агрохимический вестник, 2015, № 3. – С. 50-52.
49. Калинин А.В. Влияние длительного применения удобрений на поведение гербицида 2,4-Д // Агрохимический вестник, 2017, № 5. – С. 62-64.

50. Дмитриевская И.И., Поветкина Н.Л., Алифиров М.Д., Кузина Н.С., Николаева Д.А. Влияние щелочных экстрактов из растительных отходов и куриного помета на систему почва – растение // *Агрохимический вестник*, 2018, № 1. – С. 60-62.
51. Подволоцкая Г.Б. Оценка состава почвенных растворов и водных вытяжек из почв в полевых и модельных опытах // *Агрохимический вестник*, 2019, № 3. – С. 68-71.
52. Борисов Б.А., Рогожин Д.О., Ефимов О.Е. Сравнительная оценка состояния органического вещества и физических свойств чернозема обыкновенного при традиционной и нулевой обработке // *Агрохимический вестник*, 2020, № 3. – С. 7-10.
53. Рогожин Д.О., Борисов Б.А. Изменение состояния органического вещества, степени выпханности и физических свойств чернозема южного при переходе от отвальной к нулевой обработке // *Агрохимический вестник*, 2020, № 6. – С. 19-22.
54. Торшин С.П., Смолина Г.А. Первые шаги учения об агрономических рудах (к 150-летию со дня рождения Я.В. Самойлова) // *Агрохимический вестник*, 2020, № 6. – С. 82-84.
55. Филатова А.И., Мамонтов В.Г. Элементный состав, оптические и термические свойства гуминовых кислот в почвах Северного административного округа г. Москвы // *Агрохимический вестник*, 2021, № 1. – С. 64-72.
56. Савич В.И., Торшин С.П., Сорокин А.Е., Гукалов В.В., Рашкович В.Н. Агроэкологическая оценка скорости физико-химических процессов, протекающих в почвах // *Агрохимический вестник*, 2021, № 2. – С. 58-62.
57. Гукалов В.В., Сорокин А.Е., Савич В.И., Рашкович В.Н. Кинетика изменения содержания в почвах водорастворимых форм NO_3 , К, Fe, Mn и Ca при создании центров кристаллизации и осадкообразования // *Агрохимический вестник*, 2021, № 4. – С. 72-74.