

ПАВЛОВ АРТЁМ АНДРЕЕВИЧ

**ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ,
СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР
ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Специальность 06.01.04 – Агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Рязань - 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Научный руководитель:	Мажайский Юрий Анатольевич доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Официальные оппоненты:	Титова Вера Ивановна , доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра агрохимии и агроэкологии, заведующая кафедрой Хайдуков Константин Петрович , кандидат биологических наук, ООО «Курск АгроАктив», отдел агроконсалтинга, руководитель направления агрохимических исследований
Ведущая организация	Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Защита состоится «13» мая 2021 года в 14.00 час. на заседании диссертационного совета Д006.029.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии Д.Н. Прянишникова» по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии Д.Н. Прянишникова» и на сайте: https://vniia-pr.ru/upload/iblock/d6e/pavlov_diss_28_01_2021.pdf

Автореферат разослан «___» _____ 2021 года

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета. Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а, ученому секретарю диссертационного совета. E-mail: dissovet_vniia@mail.ru.

Ученый секретарь
диссертационного совета _____ Никитина Любовь Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В свете современных проблем деградации почв сельскохозяйственного назначения вследствие их длительного неиспользования и наращивания производства кормов для развития животноводства особую актуальность приобретают и исследования в области освоения залежных земель с учетом локальных особенностей природной среды. Последние публикации ряда авторов указывают на различные способы их освоения, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки (А.Н. Снитко, 2016; Д.В. Бочкарев, 2016, 2020; Г.Н. Черкасов, 2016, 2017; А.Н. Кузьминых, 2019).

Главные технологические трудности восстановления плодородия залежных земель связаны с максимальным сокращением времени перевода, чтобы за короткий срок возобновить получение сельскохозяйственной продукции и создать условия для устранения деградационных процессов, восстановления плодородия почвы, агроэкономической агроэкосистемы в целом.

Учитывая, что производство кормовых культур представляется одним из щадящих режимов воздействия на природную среду, освоение залежных земель необходимо начинать с выращивания однолетних и многолетних трав после осенней и весенней обработки почвы. Для увеличения их урожайности и одновременного повышения плодородия почв предлагается использовать гуминовый препарат в сочетании с минеральными и органическими удобрениями. Они достаточно хорошо протестированы и изучены при возделывании многих сельскохозяйственных растений (С.В. Митрофанов, 2017; О.В. Сухова, 2019; И.Ю. Богданчиков, 2019; А.С. Чердакова, 2020).

Малоизученными остаются вопросы, связанные с агрономической эффективностью приемов освоения залежных земель в условиях неодинаковой обводненности территории на дерново-подзолистых и серых лесных почвах южной части Нечерноземной зоны РФ. Таким образом, настоящие исследования представляют особую актуальность.

Степень разработанности темы. В отечественной и зарубежной научной литературе вопросам влияния гуминовых препаратов на плодородие почв и получения экологически безопасной и высококачественной продукции уделено достаточно большое внимание (Т. Нига, 2000; И.В. Перминова, 2008; А.А. Вершинин, 2015; Т.П. Сабирова, 2018).

В настоящее время производятся различные промышленные гуминовые препараты. Наиболее высокими качествами среди них характеризуются препараты, произведенные по технологии гидродинамической кавитации, в том числе препарат Гумат Экорост (далее ГЭ). По данным лабораторных исследований гуминового препарата марки ГЭ, получены положительные результаты и учитывая конкурентную стоимость препарата, его применение экономически целесообразно.

Изучение воздействия препарата Гумат Экорост на свойства бедных залежных серых лесных и дерново-подзолистых почвах в условиях Нечерноземной зоны на территориях с повышенным залеганием уровня грунтовых вод (далее УГВ) не проводилось. Это послужило основанием для проведения ком-

плексных агромелиоративных исследований, которые представляют научное и практическое значение.

Цель и задачи исследований. Цель исследований состояла в научном обосновании и разработке элементов технологии применения Гуминового препарата Экорост (далее ГЭ) при насыщенности почвы минеральными ($N_{30}P_{30}K_{30}$), органическими (навоз 30 т/га; торф 60 т/га) и органоминеральными удобрениями (биогумус 10 т/га) в условиях с близким залеганием грунтовых вод (0,5-1,5 м) на разных вариантах, в освоении залежных земель при выращивании кормовых культур. Для реализации указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать динамику изменения содержания в почве минерального азота, фосфора, калия, органического вещества и обменной кислотности в зависимости от применения препарата ГЭ в сочетании с биогумусом при близком УГВ;

2. Провести анализ влияния препарата ГЭ в сочетании с биогумусом при изменении УГВ на качественные показатели корма (содержание сырой клетчатки, сырого жира, сырого протеина, сырой золы, фосфора, кальция);

3. Выявить влияние препарата ГЭ в сочетании с удобрениями при изменении УГВ на урожайность зеленой массы и сена, фенологию, биометрию растений в течение срока вегетации;

4. Определить влияние препарата ГЭ на эффективность использования удобрений;

5. Выполнить экономическую и энергетическую оценку эффективности использования препарата ГЭ в сочетании с биогумусом.

Объект и предмет исследований. Объектами исследований являются залежные дерново-подзолистые и серые лесные почвы, препарат ГЭ, биогумус, торф, навоз, $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Предметом исследований являются агрохимические свойства почвы, показатели формирования урожая кормовых культур.

Научная новизна. Впервые на залежных дерново-подзолистых и серых лесных почвах проведены исследования влияния использования ГЭ на плодородие почвы, качество урожая, фенологию, биометрию, урожайность кормовых трав в условиях повышенного уровня обводнения территории.

Установлены оптимальные дозировки применения ГЭ с биогумусом при освоении залежных земель. Изучено его влияние при отдельном и совместном использовании с торфом, навозом, минеральными удобрениями и биогумусом.

Определено стимулирующее действие ГЭ на эффективность биогумуса при повышенном уровне обводнения территории.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований. Результаты исследований являются научным обоснованием к совершенствованию системы сохранения и восстановления плодородия серых лесных и дерново-подзолистых залежных почв посредством применения гуминового препарата с удобрениями при возделывании кормовых культур.

Определены условия и оптимальная доза применения ГЭ, обеспечивающая положительное влияние на плодородие почвы при освоении залежи,

наиболее высокую урожайность и качество сена. Выявлены оптимальные варианты совместного использования ГЭ с биогумусом, торфом, навозом, минеральными удобрениями.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на изучении научной литературы отечественных и зарубежных авторов и передового производства с выявлением противоречий и не изученности аспектов проблемы, постановке целей, задач исследований.

Теоретические методы исследований – синтез, индукция, дедукция, сравнение, обобщение, обработка результатов методом статистического анализа, эмпирические – проведение вегетационных и модельных мелкоделяночных (лизиметрических) опытов, табличное отражение полученных данных. При проведении исследований использованы общепринятые методики и ГОСТы.

Основные положения, выносимые на защиту.

- сезонная динамика агрохимических свойств залежных почв от применения препарата ГЭ, биогумуса и УГВ;
- урожайность, качество полученного корма в зависимости от применения препарата ГЭ, биогумуса и УГВ;
- закономерности роста, развития растений в зависимости от доз препарата ГЭ в сочетании удобрениями и УГВ;
- энергетическая и экономическая эффективность от применения препарата ГЭ, биогумуса и УГВ.

Степень достоверности и апробация результатов. Теоретической базой исследования послужили фундаментальные труды ведущих зарубежных и отечественных ученых в исследуемой области. Достоверность полученных результатов исследования подтверждается использованием апробированных методик проведения исследований, применением современных статистических методов камеральной обработки экспериментальных данных.

Основные положения исследований вошли в научные отчеты о проделанной работе Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» Х 10.3. Мелиорация, водное и лесное хозяйство п.145 программы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 годы по направлению исследований «Разработать научно-методический подход и новые агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных мелиорированных земель, рекультивации загрязненных почв и нарушенных пастбищных территорий в Европейской части России» (№ 0573-2019-0018). Докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие полесья», Минск, 2016; «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее», Саратов, 2016; «», Рязань, 2017; «Водные ресурсы, гидротехнические сооружения и окружающая среда», Баку, 2017; «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий», Рязань, 2019; «Приоритетные направления регионального развития», Рязань, 2020; «Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса», Рязань,

2020; «Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства», Рязань, 2020.

По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 научных статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 1 патент.

Автор выражает благодарность за помощь в проведении опытных и лабораторных исследований научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору Мажайскому Ю.А., а также консультантам: директору Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» кандидату сельскохозяйственных наук Ильинскому А.В., старшему преподавателю кафедры географии, экологии и природопользования ФГБОУ ВО «РГУ им. Есенина» кандидату биологических наук Чердаковой А.С., доценту кафедры сельского строительства и обустройства территории УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» кандидату сельскохозяйственных наук Курчевскому С.М., научному сотруднику Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИ-ГиМ им. А.Н. Костякова» Игнатенок В.А.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 189 страницах текста, состоит из введения, 5 глав, выводов, предложений производству, содержит 43 таблицы, 4 приложения, иллюстрирована 12 рисунками. Список литературы включает 119 источников, в том числе 14 зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

Результатом рассмотрения публикаций по вопросам освоения залежных земель, деградации, практики использования различных гуминовых препаратов, стало заключение о необходимости совершенствования системы земледелия с учетом локальных особенностей окружающей среды, путем применения оптимального сочетания минеральных, органоминеральных и органических удобрений при должной агротехнике почв. Для решения данной задачи необходимо учитывать агрохимическое насыщение исходной почвы питательными веществами, а также водно-физические условия формирования залежи и ее свойства. К тому же целесообразно уделить особое внимание вопросам биологизации и экологизации земледелия в целом. Поэтому изучение применения в качестве органоминерального удобрения гуминового препарата, произведенного по инновационной технологии гидродинамической кавитации, в качестве стимулятора почвообразующих процессов является актуальным.

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению эффективности гуминового препарата совместно с органоминеральными, минеральными удобрениями при освоении залежных земель включали в себя модельные мелкоделяночные (лизиметрические) и вегетационные опыты, которые проводились в течение 2017-2019 гг. на серых лесных почвах УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ и дерново-

подзолистых супесчаных почвах экополигона «Мещера» ОПХ Полково Рязанской области.

В ходе проведения опытов были использованы удобрительные средства, со следующими основными характеристиками: гуминовый препарат ГЭ (качество соответствует ТУ 0392-001-26688910-2014) представляет собой жидкость темно-коричневого или бурого цвета на основе гуминовых кислот, рН 7,5 ед., содержание действующего вещества (гуминовых кислот) – 50,68 г/л, вырабатывается из фрезерного низинного торфа со степенью разложения не менее 30 %, влажностью не менее 50% и специально подготовленной воды; Биогумус - органическое верми-удобрение (по ТУ 9819-002-21080799-2004) с содержанием органического вещества 55-65 %, гуминовых веществ не менее 15 %; навоз перепревший крупного рогатого скота с содержанием органического вещества 21%, рН 6,8 ед., общего азота 2,27 %; торф низинный подсушенный с экополигона «Мещера», район мелиоративной системы «Тинки-II» с содержанием органического вещества 68%, рН 5,6 ед., общего азота 0,53 %.

Почвы опытных участков характеризуется, как залежные, деградированные с содержанием подвижных форм фосфора 37,6 – 85,8 мг/кг, калия 68,4 – 116 мг/кг, рН 5,2 -5,6 ед. и неблагоприятными водно-физическими свойствами.

Погодные условия за годы исследования были контрастными. В мае 2017 температурный режим был немного ниже среднемноголетнего 11,5 °С, при норме 12,6 °С. Прохладный и увлажненный май сменился еще более прохладным июнем. Среднемесячная температура была ниже среднемноголетней на 2,4 °С и составляла 14,6 °С. Осадков выпало 92,7 % от нормы, однако влага предыдущего месяца благодаря умеренному температурному режиму перекрыла дефицит влаги в июне. Июль и август характеризуются как месяцы с высокими осадками, которые составили 167,7 % и 134,5 % от нормы. Температурный режим только в августе вышел на среднемноголетний уровень и поднялся до 18,8 °С. В связи с благоприятными погодными условиями был получен хороший урожай.

Следующий 2018 год был жарким и засушливым, температура в мае была выше нормы на 3,6 °С, а осадков выпало 60 % от нормы. В июне засуха усилилась, осадков выпало в 5 раз меньше нормы при температуре на 2,4 °С выше среднемноголетней. Июль характеризовался осадками 130 % от нормы. Но этой влаги оказалось недостаточно для преодоления засухи, вдобавок температура оставалась в течение месяца выше нормы на 1,3 °С. На смену июлю пришел очень жаркий и засушливый август, осадков выпало в 4 раза меньше нормы, всего 24 мм, средняя температура за месяц составила 19,6 °С, что на 2,3 °С выше нормы. В сравнении с предыдущим годом 2018 год был крайне неблагоприятным для растений.

Весь 2019 наблюдался дефицит осадков, за год осадков выпало в 2 раза меньше нормы. По температурному режиму жаркие май и июнь сменили прохладные июль и август. Следующий 2019 год также как предыдущий не был благоприятным годом для роста и развития растений.

В вегетационных исследованиях, проводимых в 2017 г., выявлялась эффективность действия ГЭ в сочетании с навозом КРС, торфом, биогумусом,

минеральными удобрениями, а также по отдельности на производственные процессы вико-овсяной смеси.

Вегетационный опыт № 1 стал началом для исследований. Целью было определение варианта, оказывающего наилучшее влияние на вико-овсяную смесь при освоении залежных земель (Таблица 1).

Таблица 1 - Схема вегетационного опыта №1, 2017 год

Почва	№ п/п	Наименование варианта
Дерново-подзолистая	1	Контроль
	2	Биогумус 3,3 г/кг
	3	Торф 19,8 г/кг
	4	Навоз 9,9 г/кг
	5	N 0,0096 P 0,0096 K 0,0096
	6	ГЭ 0,00005 мл/кг
	7	ГЭ 0,00005 мл/кг + Биогумус 3,3 г/кг
	8	ГЭ 0,00005 мл/кг + Торф 19,8 г/кг
	9	ГЭ 0,00005 мл/кг + Навоз 9,9 г/кг
	10	ГЭ 0,00005 мл/кг + N0,0096 P0,0096 K0,0096
Серая лесная	11	Контроль
	12	Биогумус 3,3 г/кг
	13	Торф 19,8 г/кг
	14	Навоз 9,9 г/кг
	15	N 0,0096 P 0,0096 K 0,0096
	16	ГЭ 0,00005 мл/кг
	17	ГЭ 0,00005 мл/кг + Биогумус 3,3 г/кг
	18	ГЭ 0,00005 мл/кг + Торф 19,8 г/кг
	19	ГЭ 0,00005 мл/кг + Навоз 9,9 г/кг
	20	ГЭ 0,00005 мл/кг + N0,0096 P0,0096 K0,0096

Основной целью трехлетних мелкоделяночных опытов было выявление зависимости почвенных процессов от применения гуминового препарата в комплексе с другими удобрениями в условиях близкого залегания грунтовых вод на залежных почвах. Указанные опыты были проведены в 2017 -2019 гг. в 4-х кратной повторности на дерново-подзолистой и серой лесной почвах.

В исследованиях были использованы лизиметры двух площадей 1,13 м³ и 1,54 м³, а также разной глубины, т.е. с загрузкой почвы от 0,9 м до 1,8 м. У всех лизиметров имеется двойное дно, оно соединено с емкостью для регулировки уровня воды, которая в ходе исследований измерялась рулеткой, а откачка лишней воды проводилась электрическим насосом «МАЛЫШ», в некоторых случаях ручной желонкой с обратным клапаном.

В качестве культур высевалась вико-овсяная смесь с подсевом смеси многолетних трав (клевер, тимофеевка, ежа сборная) в соотношении (50/25/25).

Исследуемая почва ненарушенной структуры. Нами проводились наблюдения за опытной площадкой в течение 5 лет до закладки опытов, почва не обрабатывалась, что полностью соответствует цели освоения залежных земель.

При подготовке к закладке опытов в 2016 г. была начата подготовка почвы. Произведен скос, измельчение сорной растительности, основная обработка почвы серой лесной на 25-27 см, дерново-подзолистой на 22 см.

Весной в лизиметрах откачивалась излишняя вода в течение 10 дней после периода активного паводка. Сразу после установки стабильного уровня грунтовых вод была проведена ранняя весенняя вспашка, внесение удобрений и препаратов в почву непосредственно перед посевом, затем культивация почвы, посев семян и прикатывание.

При закладке опытов моделировались варианты с близким уровнем залегания грунтовых вод (0,5 м) в весенний период после снеготаяния (конец – апреля, первая декада мая – начало вегетационного периода) с постепенным снижением до 0,7 м и одновременным ростом корневой системы, как это происходит в полевых условиях. Также моделировались условия более глубокого УГВ (1-1,5 м), данные условия схожи с условиями выращивания культур на землях, прилежащих к обводненным территориям.

Удобрения и препараты вносились единой дозой в полном объеме в почву, в опытах изучается их прямое действие в 2017 году и последствие в 2018 и 2019 гг. (2-й и 3-й годы опытов).

Препарат ГЭ согласно рекомендациям производителя вносился в виде водного раствора 0,005 %.

Лизиметрический опыт №1 заложен с целью изучения влияния различных доз удобрений на залежные почвы при заданном УГВ (Таблица 2).

Таблица 2 - Схема лизиметрического опыта №1, 2017-2019 годы

Почва	№ п/п	Наименование варианта
Дерново-подзолистая	1	Контроль
	2	УГВ 1,5 - фон
	3	Фон + ГЭ 130 л/га
	4	Фон + ГЭ 130 л/га + Биогумус 10 т/га
	5	Фон + ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га
Серая лесная	6	Контроль
	7	УГВ 1,5 - фон
	8	Фон + ГЭ 130 л/га
	9	Фон + ГЭ 130 л/га + Биогумус 10 т/га
	10	Фон + ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га

Лизиметрический опыт №2 заложен с целью изучения влияния подтопления территории на почвенные процессы при использовании удобрений на залежных почвах (Таблица 3).

Таблица 3 - Схема лизиметрического опыта №2, 2017-2019 годы

Почва	№ п/п	Наименование варианта
1	2	3
Дерново-подзолистая	1	Контроль
	2	ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,5

Почва	№ п/п	Наименование варианта
1	2	3
Дерново-подзолистая	3	ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,0
	4	ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 0,5-0,7
Серая лесная	5	Контроль
	6	ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,5
	7	ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,0
	8	ГЭ 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 0,5-0,7

Вегетационные и лизиметрические исследования сопровождались лабораторными и полевыми наблюдениями и исследованиями по общепринятым методикам. Статистическая обработка данных, корреляционный анализ проводились с использованием пакетов анализа «STATISTICA», «ДИСПЕРСИЯ».

Анализ почвенных образцов выполнены в соответствии с методиками: Обменная кислотность – ГОСТ 26483-85. Почвы приготовление солевой вытяжки и определение рН по методу ЦИНАО. Органическое вещество – ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. Подвижный фосфор и калий – ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Азот – ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота.

Анализ растительных образцов выполнены в соответствии с методиками: Сухое вещество по ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества. Сырой протеин - ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Сырая клетчатка - ГОСТ 31675 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Сырая зола – ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. Сырой жир – ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Кальций - ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. Фосфор – ГОСТ 26657-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Обменная энергия, кормовые единицы, перевариваемый протеин - МУ по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.

3. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА, БИОГУМУСА И УГВ НА АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

3.1. Органическое вещество в почве

Органическое вещество является энергетической основой процессов роста и развития растений, большое влияние оказывает на регулирование питания растений макро- и микроэлементами. Исследуемые почвы характеризовались низким и средним содержанием органического вещества, перед закладкой опыта в дерново-подзолистой почве было 2,5 %, в серой лесной почве 4,2 %.

Анализ данных лизиметрического опыта показал, что с увеличением дозы гуминового препарата до 150 л/га и внесении биогумуса 10 т/га, наблюдается максимальный эффект накопления содержания органического вещества в среднем за три года в дерново-подзолистой почве на 0,4 %, в серой лесной почве на 0,61 %.

Повышенное водное питание растений в лизиметрическом опыте № 2 дополнительно усилило влияние гуминового препарата и биогумуса на содержание органического вещества в почве в среднем за три года. Лучшее влияние повышенного уровня водного обеспечения растений наблюдалось при УГВ 1,0 м на дерново-подзолистой почве, по окончании опыта произошло увеличение содержания органического вещества в дерново-подзолистой почве на 0,66 %, в серой лесной почве при УГВ 0,5-0,7 м на 0,72 %.

Усиление темпов гумификации в серой лесной почве при близком УГВ, по-видимому, можно объяснить более благоприятным фактором обеспечения почвенных микроорганизмов влагой в неблагоприятные по влагообеспеченности годы. Залегание УГВ на 0,5-0,7 м создает более устойчивый влагозапас, необходимый для жизнедеятельности микроорганизмов, роста и развития культурных растений.

3.2. Динамика изменения обменной кислотности

В опытах исходная дерново-подзолистая почва соответствовала среднекислой – 5,2 ед., серая лесная почва слабокислой – 5,6 ед.

Результаты проведенных наблюдений в лизиметрических опытах № 1,2 за динамикой изменения обменной кислотности пахотного слоя (0 – 20 см) показали, что внесение ГЭ и биогумуса способствует ее видимому снижению в течение всего периода наблюдений.

На контрольных вариантах наблюдается незначительное увеличение кислотности в течение трех лет на 0,1 ед.

В лизиметрическом опыте № 1 видно, что при совместном применении ГЭ 130 л/га с биогумусом 10 т/га, снижение кислотности выявлено в дерново-подзолистой почве на 1,1 ед., в серой лесной – 0,8-0,9 ед. Дальнейшее увеличение дозы внесения гуминового препарата на 20 л/га при совместном применении с биогумусом не оказало видимого влияния на кислотность.

В лизиметрическом опыте № 2 в среднем за три года на дерново-подзолистой почве самое большее снижение кислотности составило 0,7 ед. при УГВ 1,0 м, на серой лесной почве при УГВ 0,5-0,7 м составило 1,1 ед. Влияние ГЭ на снижение кислотности обусловлено щелочной реакцией среды самого препарата (7,4 ед.), что вполне логично.

3.3. Динамика накопления нитратного и аммиачного азота в почве

В ходе проведения исследований изучалась динамика накопления аммонийного и нитратного азота (подвижный) в слое почвы 0-20 см. Данные лизиметрического опыта № 1 показали, что увеличение дозы гуминового препарата

до 150 л/га с биогумусом 10 т/га привело к увеличению аммонийного и нитратного азота в дерново-подзолистой почве на 70 и 80 % соответственно, в серой лесной почве на 70 и 66 % соответственно.

При изучении динамики подвижного азота от применения гуминового препарата и биогумуса при повышенном УГВ выявлена зависимость от данного фактора. По данным лизиметрического опыта № 2, видно, что на дерново-подзолистой почве повышение УГВ до 1,0 м обеспечило максимальное увеличение аммонийного и нитратного азота на 80 и 84 % соответственно, при содержании в контрольном варианте 10,2 и 13,3 мг/кг. Повышение УГВ до 0,5-0,7 м на серых лесных почвах дало максимальное увеличение аммонийного и нитратного азота на 84 и 70 % соответственно, при содержании в контрольном варианте 12,9 и 16,1 мг/кг.

Увеличение темпов накопления подвижных форм азота, по-видимому, связано с улучшением почвенных условий, что является важным фактором развития микроорганизмов в горизонте 0-20 см. Гуминовые вещества по разным источникам активно снижают валовое содержание металлов в корнеобитаемом слое почвы, способствуя их миграции в нижележащие горизонты. Процессы аммонификации и нитрификации усиливались при благоприятных погодных условиях. Увеличение УГВ также оказывало положительное влияние на процессы минерализации азота. При близком залегании грунтовых вод в случае смыкания их с инфильтрационными водами возможны потери нитратной формы азота.

3.4. Содержание подвижных соединений фосфора и калия

Важными элементами минерального питания растений является фосфор и калий. Доступными для растений являются только подвижные формы. В ходе исследований изучалась динамика накопления данных форм в почвенном профиле 0-20 см.

В опытах исходное содержание подвижного калия и фосфора на дерново-подзолистой почве было 68,4...37,6 мг/кг, в серой лесной – 116,0...85,8 мг/кг соответственно.

В лизиметрическом опыте № 1 накопление подвижных форм фосфора и калия в большей степени наблюдалось на вариантах с применением гуминового препарата в дозе 150 л/га и биогумусом 10 т/га. В среднем за три года на дерново-подзолистой почве содержание подвижного калия и фосфора увеличилось до 116,4...75,5 мг/кг, серой лесной почве – 159,6...121,4 мг/кг.

В лизиметрическом опыте № 2 максимальная прибавка на дерново-подзолистой почве была при УГВ 1,0 м с содержанием подвижного калия и фосфора в количестве 119,8...75,7 мг/кг, на серой лесной почве при УГВ 0,5-0,7 м в количестве 164,2...124,4 мг/кг соответственно.

Данную зависимость можно объяснить тем, что в состав применяемых препаратов входит фосфор и калий и внесение большей дозировки обеспечивает максимально накопление веществ в почве. Повышение УГВ способствует

формированию благоприятных условий для минерализации питательных веществ.

4. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА, ОРГАНИЧЕСКИХ, ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО, РОСТ, РАЗВИТИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

4.1. Показатели качества растительности

Источниками питательных веществ и энергии для животных, обеспечивающими полноценный рацион питания, являются сырая клетчатка, сырой жир, сырой протеин, сырая зола, фосфор, кальций. По результатам исследований выявлено изменение содержания сырой клетчатки, сырого жира, сырого протеина, сырой золы, фосфора, кальция под воздействием ГЭ с биогумусом и УГВ.

В лизиметрическом опыте №1 наилучшее воздействие на качество оказал вариант «ФОН + ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га» на дерново-подзолистой и серой лесной почве, с прибавкой сырого жира 11,4-11,6 %, сырого протеина 20,1-22,5 %, сырой золы 19,1-29,8 %, фосфора 9,7-12,1 %, кальция 10,0-12,1 %, при этом содержание сырой клетчатки снизилось по опыту на 5,3-5,6 % соответственно (Таблица 4). Таким образом, применение гуминового препарата с биогумусом оказывает благоприятное влияние на обмен веществ многолетних трав, наибольшие прибавки по содержанию биохимических элементов наблюдаются в 2017-2018 года вегетации.

Таблица 4 - Влияние доз ГЭ в сочетании с биогумусом на фоне УГВ 1,5 м на качество многолетних трав, массовая доля в пересчете на сухое вещество, %

Почва	№	Вариант	2017-2019						
			Сухое вещество	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая зола	Фосфор	Кальций
			%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%
Дерново-подзолистая	1	Контроль	80,1	25,11	3,10	11,83	5,96	0,31	0,58
	2	ФОН – УГВ 1,5	80,1	25,01	3,18	12,41	6,06	0,31	0,59
	3	ФОН +ГЭ 130 л/га	80,1	24,53	3,24	13,18	6,45	0,32	0,61
	4	ФОН + ГЭ 130 л/га + Б 10,0 т/га	79,9	23,95	3,36	13,64	6,77	0,33	0,62
	5	ФОН + ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га	81,1	23,71	3,46	14,21	7,10	0,34	0,65
Серая лесная	6	Контроль	80,7	27,17	3,16	12,00	6,14	0,33	0,60
	7	ФОН – УГВ 1,5	80,3	26,97	3,28	12,58	6,24	0,33	0,60
	8	ФОН +ГЭ 130 л/га	80,1	26,23	3,34	13,26	6,49	0,34	0,62
	9	ФОН + ГЭ 130 л/га + Б 10,0 т/га	80,4	26,21	3,44	13,92	7,01	0,36	0,65
	10	ФОН + ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га	80,1	25,74	3,52	14,70	7,97	0,37	0,66

Качественный состав сена на лизиметрической площадке № 2 представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Влияние доз ГЭ в сочетании с биогумусом на фоне изменения УГВ 0,5 -1,5 м на качество многолетних трав, массовая доля в пересчете на сухое вещество, %

Почва	№	Вариант	2017-2019						
			Сухое ве- щество	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая зо- ла	Фосфор	Кальций
			%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%	С.в.,%
Дерново- подзолистая	1	Контроль	80,2	25,31	3,25	11,74	5,92	0,32	0,57
	2	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,5	80,1	24,17	3,34	13,75	6,77	0,34	0,65
	3	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,0	80,2	23,89	3,41	14,15	7,13	0,35	0,65
	4	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 0,5-0,7	79,9	24,43	3,28	13,21	6,64	0,33	0,59
Серая лесная	5	Контроль	81,0	27,22	3,17	12,00	6,18	0,34	0,62
	6	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,5	80,3	26,37	3,34	13,38	6,41	0,35	0,63
	7	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,0	80,1	26,26	3,36	13,66	6,94	0,37	0,64
	8	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 0,5-0,7	80,0	25,82	3,51	14,71	7,81	0,38	0,69

На дерново-подзолистой почве наилучшее воздействие на качество оказало вариант «ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,0» с прибавкой сырого жира 4,9 %, сырого протеина 20,5 %, сырой золы 20,4 %, фосфора 9,4 %, кальция 14 %, при этом содержание сырой клетчатки снизилось максимально на данной почве по опыту - 5,6 % (Таблица 5). Максимальное улучшение биохимического состава травосмеси на серой лесной почве выявлено на варианте «ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 0,5-0,7» с прибавкой сырого жира 10,7 %, сырого протеина 22,6 %, сырой золы 26,4 %, фосфора 11,8 %, кальция 11,3 %, при этом содержание сырой клетчатки снизилось максимально на данной почве на 5,1 %.

Гуминовые вещества, внесенные в почву, способствуют закреплению в ней питательных элементов и более рациональному их потреблению, что оказывает прямое воздействие на качество биомассы.

4.2. Действие на рост и развитие вико-овсяной смеси

Интенсивность линейного роста прямо пропорционально отражает показатели урожайности. Существенное влияние на данную величину оказывают погодные условия, проводимые агрометеорологические приемы. Проведенными исследованиями было выявлено, что растения вики и овса на вариантах с применением ГЭ и биогумуса в течение всего периода вегетации опережали остальные варианты по высоте.

Наибольшая высота в опыте на лизиметрической площадке №1 в 2017 году отмечалась на варианте применения ГЭ 150 л/га с биогумусом на фоне УГВ. Максимальное отличие от контроля у вики после наступления фазы цветения составило 8,1-8,6 см, у овса на момент уборки отличие составило 11,9-12,9 см. Большая высота растений на момент укоса является результатом обильных осадков в период проведения опыта. Отмечено различное влияние гуминовых веществ в лизиметрическом опыте № 2 на высоту растений в условиях повышенного обводнения на дерново-подзолистой и серой лесной почве. На вариантах с использованием ГЭ в дозе 150 л/га в сочетании с биогумусом, увеличении уровня грунтовых вод на дерново-подзолистой почве до 1 метра наблюдалась максимальная высота растений. У вики и овса после наступления фазы цветения увеличилась высота по сравнению с контролем на 14,1 см. На вариантах с использованием ГЭ в дозе 150 л/га в сочетании с биогумусом, увеличении уровня грунтовых вод на серой лесной почве до 0,5-0,7 метра наблюдалась максимальная высота растений. У вики после наступления фазы цветения увеличилась высота по сравнению с контролем на 12,5 см, у овса на 12,9 см.

Таким образом, применение ГЭ при органоминеральном удобрении способствует сокращению периода вегетации на дерново-подзолистой почве при УГВ 1 метр в среднем на 2 дня, а на серой лесной почве при УГВ 0,5-0,7 м в среднем на 3 дня.

4.3 Урожайность зеленой массы и сена

Основными показателями хозяйственной ценности кормовых однолетних и многолетних культур является величина урожайности и их биохимический состав.

В лизиметрическом опыте №1 на дерново-подзолистой почве лучшая урожайность вико-овсяной смеси зеленой массы – 3917 г/м², сена – 979 г/м², урожайность зеленой массы многолетних трав – 741 г/м², сена – 191 г/м²; на серой лесной почве вико-овсяной смеси – 4499 г/м², сена – 1106 г/м², урожайность зеленой массы многолетних трав – 859 г/м², сена – 212 г/м² получена при внесении ГЭ 150 л/га и биогумуса 10 т/га (Таблица 6).

Таблица 6 – Средняя урожайность, лизиметрический опыт № 1, г/м²

Почва	№	Вариант	Вико-овес		Многолетние травы, зеленый корм				Многолетние травы, сено			
			Зеленый корм	Сено	2017	2018	2019	Средняя	2017	2018	2019	Средняя
			2017									
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12
Дерново-подзолистая	1	Контроль	2575	692	526	551	370	482	131	144	98	124
	2	ФОН – УГВ 1,5	2726	721	531	573	369	491	132	144	95	124
	3	ФОН + ГЭ 130 л/га	3010	792	635	703	445	594	155	175	113	148
	4	ФОН + ГЭ 130 л/га + Б 10,0	3473	921	732	878	489	700	186	218	124	176

Почва	№	Вариант	Вико-овес		Многолетние травы, зеленый корм				Многолетние травы, сено			
			Зеленый корм	Сено	2017	2018	2019	Средняя	2017	2018	2019	Средняя
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12
	5	ФОН + ГЭ 150 л/га + Б 10,0	3917	979	775	919	529	741	194	247	132	191
НСР ₀₅			266	68	48	63	49	-	12	14	14	-
Серая лесная	6	Контроль	3076	758	608	638	429	558	150	158	106	138
	7	ФОН – УГВ 1,5	3190	788	670	660	425	585	165	164	105	145
	8	ФОН + ГЭ 130 л/га	3462	854	734	809	512	685	181	199	126	169
	9	ФОН + ГЭ 130 л/га + Б 10,0	3995	983	813	1007	561	794	200	249	138	196
	10	ФОН + ГЭ 150 л/га + Б 10,0	4499	1106	910	1058	610	859	225	260	150	212
НСР ₀₅			387	94	58	70	42	-	14	17	10	-

В лизиметрическом опыте № 2 на дерново-подзолистой почве при УГВ 1,0 м лучшая урожайность вико-овсяной смеси зеленой массы – 4056 г/м², сена – 984 г/м², урожайность зеленой массы многолетних трав – 890 г/м², сена – 217 г/м²; на серой лесной почве при УГВ 0,5-0,7 м вико-овсяной смеси – 4702 г/м², сена – 1149 г/м², урожайность зеленой массы многолетних трав – 898 г/м², сена – 225 г/м² получена при внесении ГЭ 150 л/га и биогумуса 10 т/га (Таблица 7).

Таблица 7 – Средняя урожайность, лизиметрический опыт № 2, г/м²

Почва	№	Вариант	Вико-овес		Многолетние травы, зеленый корм				Многолетние травы, сено			
			Зеленый корм	Сено	2017	2018	2019	Средняя	2017	2018	2019	Средняя
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12
Дерново-подзолистая	1	Контроль	2567	633	586	788	409	594	193	227	109	149
	2	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,5	3980	965	761	920	443	708	225	279	148	176
	3	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,0	4056	984	918	1152	600	890	201	226	119	217
	4	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 0,5-0,7	3631	898	810	900	488	733	191	223	114	182
НСР ₀₅			247	66	46	59	65	-	21	13	15	-
Серая лесная	5	Контроль	2900	715	783	917	461	720	227	248	123	176
	6	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,5	4226	1032	914	1011	498	808	238	253	124	199
	7	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 1,0	4440	1085	971	1027	507	835	255	268	153	205

Почва	№	Вариант	Вико-овес		Многолетние травы, зеленый корм				Многолетние травы, сено			
			Зеленый корм	Сено	2017	2018	2019	Средняя	2017	2018	2019	Средняя
			2017									
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12
	8	ГЭ 150 л/га + Б 10,0 т/га+ УГВ 0,5-0,7	4702	1149	1008	1085	602	898	193	227	109	225
НСР ₀₅			243	60	51	73	59	-	11	18	14	-

Внесение ГЭ в почву и моделирование определенного уровня грунтовых вод, ускоряя появление всходов и наступление перехода вегетативных фаз развития растений на фоне оптимизированного пищевого режима, способствовали повышению урожайности культур на разных типах почв.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЕМОВ

Применение ГЭ и биогумуса способствовало улучшению основных экономических показателей, но резко увеличивало производственные затраты в связи с большой себестоимостью биогумуса, это компенсировалось ростом урожайности и увеличением стоимости продукции с гектара. В опыте № 1 затраты на научный эксперимент при комплексном применении на дерново-подзолистой почве составляли 6,3 тыс. рублей на 1 га, уровень рентабельности составил 12 %, на серой лесной – 7 тыс. рублей на 1 га, уровень рентабельности составил 22 %.

Установлена высокая рентабельность повышения уровня грунтовых вод: на дерново-подзолистой почве при УГВ 1,0 м и комплексном применении ГЭ в дозе 150 л/га с биогумусом 10 т/га уровень рентабельности составил 15 %, на серой лесной при УГВ 0,5-0,7 м при том же питании уровень рентабельности составил 27 %.

Таким образом, применение ГЭ, биогумуса и повышенное обеспечение водным питанием корневой системы путем повышения УГВ способствовали улучшению показателей экономической эффективности, ростом рентабельности и снижением себестоимости. Наилучшая рентабельность достигнута при совместном использовании ГЭ 150 л/га и биогумуса 10 т/га на дерново-подзолистой почве при УГВ 1,0 м, на серой лесной почве при УГВ 0,5 – 0,7 м. Но стоит отметить, что применение гуминового препарата в чистом виде также дает хороший уровень рентабельности как на дерново-подзолистой, так и на серой лесной почве, однако при этом показатели качества корма находятся на низком уровне при сравнении с вариантом комплексного применения. Несомненно, дополнительный положительный эффект совместного применения можно будет наблюдать по изменениям качества почвы в более длительном временном промежутке.

Наибольший чистый энергетический доход в опыте № 1 показал вариант с применением ГЭ 150 л/га с биогумусом 10 т/га и составил 19,2 – 22,3 ГДж/га

при коэффициенте энергетической эффективности 2,3 – 2,4 соответственно. В опыте № 2 наибольший чистый энергетический доход на вариантах с применением гуминового препарата в сочетании с биогумусом на дерново-подзолистой почве при УГВ 1,0 м – 21,2 ГДж/га, а на серой лесной почве при УГВ 0,5-0,7 м – 39,5 ГДж/га с коэффициентами 2,4 и 2,5 соответственно.

Таким образом, применение ГЭ, биогумуса и повышенное обеспечение водным питанием корневой системы путем повышения УГВ способствовали улучшению показателей энергетической эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что использование ГЭ в сочетании с биогумусом при близком УГВ способствует: активизации начальных ростовых процессов кормовых культур; увеличению фитомассы растений; росту урожайности и повышению качества кормов, а также оказывает положительное влияние на уровень плодородия почвы при освоении залежных земель. Лучшими результатами обладали варианты применения ГЭ в дозе 150 л/га с биогумусом при внесении в полном объеме в первый год исследований. Причем на дерново-подзолистой почве влияние УГВ наилучшее при уровне 1,0 м, а на серой-лесной почве при уровне 0,5-0,7. Ниже представлены основные выводы, относящиеся только к исследуемым почвам:

1. Комплексное применение гуминового препарата в сочетании с биогумусом оказало наибольшее влияние на увеличение урожайности, линейного развития и скорость наступления фаз вегетации исследуемых трав. Средняя прибавка на дерново-подзолистой почве составила: зеленой массы 529 г/м², сена 121 г/м²; на серой лесной почве 581 г/м² и 142 г/м² соответственно. На вариантах при УГВ 1,0 – 0,5 м прибавка составила: на дерново-подзолистой почве 594 г/м² и 138 г/м², на серой лесной почве 584 г/м² и 145 г/м². Прибавка линейного роста у вики составляла 17,8 – 19 см, овса 10,2 -11 см. На вариантах с заданным УГВ 1,0-0,5 м данные составляли: у вики 14,1, овса 12,5-12,9 см. Скорость наступления фаз развития увеличивалась на 2-3 дня, начиная со всходов.

2. Применение гуминового препарата и биогумуса способствовало улучшению качественного состава сена. Содержание сырого протеина и сырой клетчатки накапливалось в обратной зависимости: при повышении протеина снижалось содержание клетчатки, соответственно, увеличивалась энергетическая ценность сена. В среднем за три года содержание перевариваемого протеина на дерново-подзолистой почве увеличилась с 102,7 до 125,8 г/кг, на серой лесной почве с 103,6 до 132,7 г/кг, прибавка составила 22 % и 28 % соответственно. Содержание обменной энергии при этом увеличилось на 3 % на обоих типах почв.

3. Накопление органического вещества в почвенном слое 0-20 см стабильно увеличивалось при внесении комплекса гуминового препарата 150 л/га с биогумусом. В среднем за три года его содержание на дерново-подзолистой почве увеличилось на 0,4 %, на серой лесной на 0,61 %. На вариантах с установленным близким УГВ процесс накопления органического вещества усили-

вался и прибавка составляла при УГВ 1,0 на дерново-подзолистой почве – 0,56 %, серой лесной – 0,72 %.

4. Гумат способствовал уменьшению обменной кислотности за годы исследований в почвах от слабокислой к близкой к нейтральной среде вследствие щелочной реакции самого препарата. За счет применения гуминового препарата в дозе 150 л/га с биогумусом 10 т/га за три года на дерново-подзолистой почве произошло снижение кислотности на 1,1 ед., на серой лесной на 0,9 ед.

5. Процесс минерализации азота в период вегетации усиливался за счет применяемого гуминового препарата и биогумуса, особенно в период хорошей обеспеченности осадками. В среднем за три года увеличение содержания подвижного азота в дерново-подзолистой почве на 75 % по сравнению с контролем, на серой лесной почве на 69 %. На вариантах при заданном УГВ 1,0-0,5 м значительных изменений не наблюдалось. Динамика образования подвижного фосфора и обменного калия на этих вариантах показала увеличение минерализации на дерново-подзолистой почве фосфора в 2,3 раза, калия в 2 раза; на серой лесной почве фосфора и калия в 1,5 раза.

6. Внесение гуминового препарата в почву в дозе 150 л/га оказало положительное влияние на эффективность использования навоза, торфа, биогумуса, минеральных удобрений. Полученные данные урожайности сена показывают влияние гуминового препарата на действие биогумуса – 23 % - 9 %, торфа – 27 % - 9 %, навоза – 48 % - 33 %, минеральных удобрений – 19 % - 8 % соответственно.

7. Оценка экономической и энергетической эффективности исследуемой системы применения удобрений показала, что стоимость растениеводческой продукции покрывает расходы на применение почвенных мелиорантов. При этом уровень рентабельности на дерново-подзолистой почве составил 12–15 %, на серой лесной почве 22–27 % в среднем за годы исследований. Коэффициент энергетической эффективности составил 2,3–2,5 ед.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

При введении в сельскохозяйственный оборот залежных, деградированных дерново-подзолистых и серых лесных почв, а также для достижения наибольшей экономической эффективности при выращивании кормовых однолетних и многолетних трав рекомендуется вносить препарат Гумат Экорост (150 л/га) с биогумусом (10 т/га) одновременно перед посевом в весенний период.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в научных изданиях, рекомендованных ВАК

Министерства образования и науки РФ

1. Мажайский, Ю.А. Влияние гуминового препарата на плодородие залежных земель и урожайность кормовых культур / Ю.А. Мажайский,

А.А. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – №4 (47). – С. 138-143.

2. Мажайский, Ю.А. Способ освоения залежных земель Нечерноземной зоны при выращивании кормовых культур / Ю.А. Мажайский, **А.А. Павлов** // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – №3 (47). – С. 138-143.

3. Мажайский, Ю.А. Оптимизация параметров почвенных режимов лугов Окской поймы / Ю.А. Мажайский, Ю.А. Томин, С.В. Тазина, Ф. Икроми, **А.А. Павлов** // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. – № 3 (32). – С. 3-7.

Патенты

4. Патент на изобретение № 2641193 РФ, Лизиметр [Текст] / **А.А. Павлов**; заявитель и патентообладатель Павлов Артём Андреевич. – № 2017123916; заявл. 05.07.2017; опубл. 16.01.2018. Бюл. № 2. - 11 с.: ил.

Статьи, опубликованные в других научных изданиях

5. Мажайский, Ю.А. Приемы повышения плодородия малопродуктивных земель Нечерноземной зоны России / Ю.А. Мажайский, С.М. Курчевский, **А.А. Павлов** // Сборник материалов Всероссийского научно-практического круглого стола – 2017. – С. 14-22.

6. **Павлов, А.А.** Обоснование разработки современных агромелиоративных приемов восстановления плодородия деградированных земель в условиях техногенного воздействия с помощью гуминовых удобрений/ **А.А. Павлов**, С.М. Курчевский, В.А. Игнатенко // Сборник научных трудов: Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – 2017. – С. 102-107.

7. **Павлов, А.А.** Способы повышения плодородия малопродуктивных земель Нечерноземной зоны России / А.А. Павлов, В.А. Игнатенко, С.М. Курчевский // Сборник трудов научных чтений «Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии, и системы сельскохозяйственного производства». – 2017. – №13. – С. 81-84.

8. Костин, Я.В. Влияние органического удобрения и известкования на содержание подвижных форм тяжелых металлов с серой лесной почве / Я.В. Костин, Р.Н. Ушаков, А.В. Ручкина, С.В. Данилина, И.В. Трушина, **А.А. Павлов** // Материалы III международной научно-практической конференции "Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий". – Рязань, 2019. – С. 193-198.

9. **Павлов, А.А.** Опыт применения гуминовых препаратов, их воздействие на свойства почвы и продукционные процессы растений / А.А. Павлов // Материалы международных научно-практических мероприятий Общества Науки и Творчества. – 2019. – С. 222-226.

10. Mazhayskiy Yu.A. The impact of the meteorological factors on the calculation of crops water consumption and vertical moisture exchange in soil / Yu. A. Mazhayskiy, Krystyna Brys, Tatiana M. Guseva, **Artem A. Pavlov** // Acta Sci. Pol. Formatio Circumiectus. – 2020. – S. 3-12.