

На правах рукописи

УДК 631.582:631.87(043.3)

Мерцалова Анна Борисовна

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ
ПРЕПАРАТОВ В ЗВЕНЕ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Казань 2024 г.

Работа выполнена на кафедре агрохимии, почвоведения и химии ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет» в 2017-2023 гг.

Научный руководитель: **Бортник Татьяна Юрьевна**
доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Официальные оппоненты: **Титова Вера Ивановна**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ, кафедра агро-
химии и агроэкологии, заведующий кафедрой

Акманаева Юлия Александровна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ имени Д.Н. Пря-
нишникова», кафедра агрохимии и
почвоведения, доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учре-
ждение науки «Удмуртский федеральный исследо-
вательский центр Уральского отделения Россий-
ской академии наук»

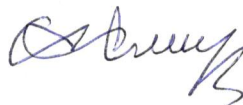
Защита состоится «29» мая 2024 года 13⁰⁰ часов на заседании диссертаци-
онного совета 35.2.017.01 при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграр-
ный университет» по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65, зал заседа-
ний, тел. (факс) 8 (843) 567-47-17, 8 (843) 567-45-00, e-mail: info@kazgau.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казан-
ский государственный аграрный университет», адрес: 420011, г. Казань, ул. Р.
Гареева, 62 и на сайте университета www.kazgau.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседа-
нии диссертационного совета. Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заве-
ренные гербовой печатью учреждения, просим направлять по адресу: 420011, г.
Казань, ул. Ферма-2, д. 53 Институт агробиотехнологий и землепользования
Казанского ГАУ, ученому секретарю диссертационного совета Амирову М.Ф., e-
mail: dissovet_kazgau@mail.ru

Учёный секретарь
диссертационного совета



Амиров Марат Фуатович

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследований. В современных условиях важнейшей проблемой является получение стабильной и высокой урожайности сельскохозяйственных культур при выращивании на дерново-подзолистых почвах, обладающих низким потенциальным плодородием. Важнейшим фактором, определяющим уровень урожайности и воспроизводство плодородия почв, является система удобрения. В рамках этой системы важная роль отводится разнообразным инновационным агрохимикатам, к которым следует отнести гуминовые препараты [Рена-Mendez E. M., 2005; Безуглова О. С. и др., 2016; Наими О. И., 2018]. Их получают различными способами; извлекают из природных бурых углей методами разложения; также хорошими источниками гуминовых веществ являются торф и сапрпель, из которых их извлекают растворами щелочей и др. Гуминовые препараты обладают комплексным воздействием на растения и почву; при этом предлагаются различные способы использования: предпосевная обработка семян, опрыскивание растений (некорневая подкормка), внесение в почву [Безуглова О. С. и др., 2016; Наими О. И., 2018; Замятин С. А. и др., 2019; Поволоцкая Ю. С., 2019; Медведев Н. А., Сафин Р. И., 2022]. В нашей современности определяющим становится направление экологического земледелия; в этих условиях проявляется необходимость изучения эффективности инновационных агрохимикатов, к которым относятся и гуминовые препараты, в конкретных экологических условиях [Титова В. И., 2016; Амиров М. Ф., 2021].

Степень разработанности. Многими исследованиями в различных регионах России и за рубежом установлено положительное влияние гуминовых препаратов на рост, развитие растений и урожайность сельскохозяйственных культур [Мамеев В. В. и др., 2015; Замятин С. А. и др., 2019; Анисимова Т. Ю., 2020; Амиров М. Ф. и др., 2023; Медведев Н. А., Сафин Р. И., 2023; Михайлова М. Ю. и др., 2023], отмечено повышение устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим условиям [Филиппов А. С., Немченко В. В., 2017; Сафин Р. И. и др., 2023]. В условиях Среднего Предуралья многие вопросы по использованию гуминовых препаратов на дерново-подзолистых почвах, обладающих низким потенциальным плодородием, изучены недостаточно полно.

Цель исследований – оценка эффективности использования гуминовых препаратов Золото полей, Живая капля и Натуральные гуминовые кислоты Лайф Форс в звене кормового севооборота на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах.

Задачи исследований

1. Изучить влияние способов использования гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля на урожайность и качество продукции ячменя ярового и клевера лугового.
2. Определить показатели выноса элементов питания с урожаем ячменя и клевера при использовании гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля.
3. Установить действие некорневой подкормки гуминовыми препаратами Золото полей и Живая капля на продуктивность звена кормового севооборо-

та «ячмень с подсевом клевера – клевер I года пользования – клевер II года пользования».

4. Выявить влияние гуминового препарата Натуральные гуминовые кислоты (НГК) Лайф Форс на агрохимические и биологические свойства дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы.

5. Изучить действие и последствие гуминового препарата Натуральные гуминовые кислоты (НГК) Лайф Форс при внесении в почву на продуктивность звена кормового севооборота.

6. Дать экономическую и энергетическую оценку использованию гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля при возделывании ячменя и клевера лугового на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах Среднего Предуралья.

Научная новизна заключается в обосновании технологических приёмов использования гуминовых препаратов Золото полей, Живая капля и НГК Лайф Форс при возделывании культур звена кормового севооборота (ячмень яровой и клевер луговой) на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах Среднего Предуралья. На основании полевых опытов, лабораторных исследований и производственных испытаний установлены дозы некорневой подкормки ячменя ярового и клевера лугового препаратами Золото полей и Живая капля, обеспечивающие повышение урожайности этих культур в среднем на 15,9-39,2 % и сбора сырого протеина с урожаем.

Впервые в условиях Среднего Предуралья выявлено, что гуминовый препарат НГК Лайф Форс оказывает существенное положительное действие при внесении в почву под ячмень в дозе 0,5 т/га, проявляя эффект последствия на клевере I и II года пользования.

Практическая и теоретическая значимость. В рамках внедрения экологического направления в земледелии полученные результаты позволят планировать экономически выгодное применение гуминовых препаратов при возделывании кормовых культур на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах. Применение некорневой подкормки растений ячменя и клевера гуминовыми препаратами Золото полей и Живая капля способствовало увеличению сбора кормовых единиц в среднем ежегодно на 13,6-23,4 %. Внесение гуминового препарата НГК Лайф Форс в почву в звене кормового севооборота привело к увеличению продуктивности культур в среднем в год на 32,3 %.

Результаты, полученные в ходе исследований по данной теме, используются на занятиях по дисциплинам Агрохимия, Система удобрения и других в учебном процессе на агрономическом факультете ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ.

Методология и методы исследования. Анализы почвенных и растительных проб, наблюдения за растениями, расчёты выноса элементов питания проведены согласно общепринятым методикам. Статистическая обработка полученных данных осуществлена с помощью прикладных программ *Microsoft Excel*. Для оценки существенности разницы между вариантами использовали метод дисперсионного анализа [Доспехов Б. А., 1987].

Основные положения, выносимые на защиту:

- Агрономическая эффективность совместного проведения обработки семян и некорневой подкормки растений ячменя гуминовыми препаратами Золото полей и Живая капля. Повышение урожайности зерна на 26,1-29,3 % к контролю при выращивании на низкокультуренной сильнокислой дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве и на 26,4-32,3 % на среднекультуренной, близкой к нейтральной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве;
- положительное влияние некорневой подкормки растений клевера лугового I года пользования гуминовыми препаратами Живая капля и Золото полей на урожайность зеленой массы клевера I и II года пользования; повышение урожайности зеленой массы на 15,9-18,8 % относительно контроля;
- повышение среднего ежегодного сбора кормовых единиц за звено севооборота «ячмень с подсевом клевера – клевер I и II года пользования» на 13,6-23,4 % под влиянием некорневой подкормки гуминовыми препаратами Золото полей и Живая капля;
- положительное влияние внесения в почву гуминового препарата Натуральные гуминовые кислоты (НГК) Лайф Форс в дозе 0,5 т/га на содержание органического вещества и ферментативную активность дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы; действие и последствие гуминового препарата НГК Лайф Форс на продуктивность звена кормового севооборота «ячмень с подсевом клевера – клевер I и II года пользования»;
- энергетическая эффективность использования гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля в звене кормового севооборота «ячмень с подсевом клевера – клевер I и II года пользования».

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности результатов проведённых исследований подтверждается соблюдением необходимого количества повторностей в полевых опытах, ежегодной приёмкой полевых опытов, использованием современных методик лабораторных анализов в соответствии с ГОСТ, публикацией основных положений диссертации.

Основные результаты исследовательской работы доложены на Национальной научно-практической конференции молодых ученых «Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки» (Ижевск, 2019; Национальной научно-практической конференции молодых ученых «Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки» (Ижевск, 2021); Международной научно-практической конференции «Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК (Ижевск, 2021); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв» (Ижевск, 2022); Национальной научно-практической конференции «Воспроизводство плодородия почв и пути их рационального использования» (Ижевск, 2023).

Организация исследований и личный вклад соискателя. Автор А.Б. Мерцалова самостоятельно разрабатывала программу и методологию исследо-

ваний. Проектирование и осуществление полевых опытов в звене севооборота в 2019-2022 гг., обобщение за звено севооборота 2017-2019 гг. в УНПК «Агротехнопарк» УдГАУ, а также лабораторные исследования и анализы реализованы лично автором в сотрудничестве со студентами агрономического факультета ФГБОУ ВО Удмуртского ГАУ. Автор также занималась обсуждением результатов, подготовкой публикаций по теме диссертации, лично обобщила, проанализировала и дала экономическое и энергетическое обоснование полученным результатам.

Исследования проведены автором в рамках темы исследований кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (ныне Удмуртский ГАУ) «Изучение эффективности систем удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур и плодородие дерново-подзолистых почв»; номер государственного учёта НИОКТР: АААА-А17-1171220400 13-6.

Публикации по теме диссертации. По материалам исследований опубликовано 6 печатных работ, в том числе 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа изложена на 185 страницах компьютерного текста, состоит из введения и 6 глав, заключения, выводов и предложений производству, включает 66 таблиц, 4 рисунка и 50 приложений. Список литературы включает 208 источников, в том числе 14 иностранных.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и благодарность за ценные советы и постоянную поддержку научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, Бортник Татьяне Юрьевне. Автор благодарит за помощь в проведении исследований профессора Коконова Сергея Ивановича, доцента Эсенкулову Ольгу Владимировну и других сотрудников и студентов агрономического факультета.

1 Современное состояние вопроса

Выполнен аналитический обзор научных исследований о влиянии гуминовых препаратов на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Рассмотрен вопрос о действии гуминовых препаратов на показатели плодородия почв.

2 Объекты исследований, схемы опытов и методика проведения исследований

Изучение эффективности гуминовых препаратов проводилось в лабораторных и полевых опытах кафедры агрохимии, почвоведения и химии Удмуртского ГАУ в агрохимической лаборатории и на опытном поле УНПК «Агротехнопарк» в 2017-2023 гг.

Объекты исследований. Объектами исследований являлись гуминовые препараты Золото полей, Живая капля и Натуральные гуминовые кислоты (НГК) Лайф Форс. **Предметом изучения** являлось воздействие указанных гуминовых препаратов на сельскохозяйственные культуры – ячмень яровой, клевер луговой и дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые почвы.

Препарат Золото полей (O-RISE Всё включено) производится компанией «Золото полей» (г. Ставрополь) с использованием кавитационно-гравитационной системы получения гуминовых веществ из низинного торфа. В составе препарата содержатся макро- и микроэлементы питания растений в хелатной форме; содержание гуминовых, фульвовых и аминокислот 6,5%.

Препарат Живая капля изготовлен из низинного торфа АО «Удмуртторф» (г. Ижевск), является экспериментальным концентрированным жидким гуминовым продуктом. Содержание гуминовых веществ 2,0 %; содержит макроэлементы питания растений.

Препарат Натуральные гуминовые кислоты (НГК) Лайф Форс производится компанией Лайф Форс (г. Саратов). Состав: Органическое вещество: 85–95%; Органический азот (N) от с.в.: 1,1–1,3%.

Опыт 1 (лабораторный). Влияние обработки семян гуминовыми препаратами на рост и развитие растений озимой пшеницы. 2019 г.

Схема опыта: 1. Без обработки (к). 2. Вода. 3. Живая капля. 4. Гуми-20. 5. Золото полей.

Опыт 2 (полевой). Изучение способов использования гуминовых препаратов Живая капля и Золото полей в звене кормового севооборота. 2020-2023 гг.

Исследования проводились на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах в УНПК «Агротехнопарк» в двух закладках.

Первая закладка

2020 г. – ячмень с подсевом клевера
2021 г. – клевер I г. п.
2022 г. – клевер II г. п.

Вторая закладка

2022 г. – ячмень с подсевом клевера
2023 г. – клевер I г. п.

Опыт с ячменем двухфакторный. Схема опыта. Фактор А: 1. Обработка семян. 2. Некорневая подкормка (опрыскивание). 3. Обработка семян + некорневая подкормка. Фактор В: 1. Без обработки и без опрыскивания (к). 2. Вода. 3. Живая капля при разбавлении в 10 раз (ЖК 10). 4. Живая капля при разбавлении в 100 раз (ЖК 100). 5. Золото полей при разбавлении в 10 раз (ЗП 10). 6. Золото полей при разбавлении в 100 раз (ЗП 100).

Обработка семян гуминовыми препаратами была проведена весной перед посевом в двух концентрациях – разбавление в 10 (для приготовления 2 л рабочего раствора брали 200 мл жидкого препарата + 1800 мл воды) и в 100 раз (для приготовления 2 л рабочего раствора брали 20 мл жидкого препарата + 1980 мл воды). Расход приготовленных растворов препаратов при предпосевной обработке 2 л/т семян.

При некорневой подкормке (опрыскивании растений) разбавление также проводили в 10 и 100 раз. Расход рабочих растворов 200 л/га. При разбавлении в 10 раз доза препарата 20 л/га; при разбавлении в 100 раз доза препарата 2 л/га.

Повторность четырёхкратная. В качестве фона НРК по 25 кг д. в. каждого элемента. Общая площадь делянки 15 кв. м. Расположение вариантов: полная рендомизация. Сорт ячменя Раушан.

В 2021-2022 гг. исследования были продолжены на клевере I и II года пользования на том же участке (сорт клевера ВИК-7); проводилась только не-

корневая подкормка (опрыскивание) растений указанными препаратами тех же концентраций дозы 20 и 2 л/га; расход рабочего раствора 200 л/га.

Опыт 3 (модельный в условиях лаборатории). Влияние гуминовых препаратов на физико-химические и биологические свойства дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы. 2020 г.

Опыт был заложен в сосудах в лаборатории Удмуртского ГАУ. Почва дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая, с содержанием органического вещества 2,95 %, pH_{KCl} – 6,61, $N_g = 1,82$ ммоль/100 г почвы; $S = 12,5$ ммоль/100 г почвы; содержание подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову – 281,5 мг/кг и 81 мг/кг соответственно.

Гуминовые препараты вносили в почву путем полива (рабочий раствор из расчета 1 г/л; полив 200 мл рабочего раствора на кг почвы). Схема опыта: 1. Без гуминовых препаратов (контроль). 2. Гуминовый препарат НГК. 3. Гуми-30+. 4. Золото полей. 5. Живая капля. 6. Гумат+9. 7. Гумат калия. Влажность почвы в сосудах поддерживалась на уровне 60 % от полной влагоемкости. Через 12 месяцев компостирования отобраны почвенные пробы, в которых определили физико-химические и биологические показатели плодородия почвы.

Опыт 4. (Полевой мелкоделяночный). Влияние гуминового препарата Натуральные гуминовые кислоты (НГК) Лайф Форс на урожайность звена севооборота и показатели плодородия дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы. 2017-2019 гг.

В 2017 г. на опытном поле УНПК «Агротехнопарк» был заложен полевой опыт по изучению эффективности использования препарата Натуральные гуминовые кислоты (НГК) Лайф Форс. Данный препарат был внесен в почву вручную вразброс под весеннюю культивацию под ячмень и под ячмень с подсевом клевера. Представляло интерес изучить совместное действие бобовой культуры и гуминового препарата на свойства почвы. Таким образом, в 2017 г. опыт был заложен как двухфакторный, где фактор А – культура (1. Ячмень. 2. Ячмень с подсевом клевера). Фактор В (внесение гуминового препарата НГК): 1. Контроль без НГК. 2. НГК – 0,3 т/га. 3. НГК – 0,5 т/га. Повторность пятикратная. В 2018-2019 гг. эффективность препарата НГК изучалась в последствии при возделывании клевера I и II года пользования.

Закладка опытов, учеты и наблюдения и лабораторные анализы проведены по общепринятым методикам. Анализ почв: содержание подвижных соединений фосфора и калия по Кирсанову (ГОСТ 54650-2011); N_g (ГОСТ 26213-91); гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-2021); pH_{KCl} по методу ЦИНАО (ГОСТ 27821-88); S (ГОСТ 28268-89); нитрификационная способность потенциометрически; целлюлолитическая активность почвы аппликационным методом; дыхание почвы по Штатнову в модификации Макарова; определение активности каталазы; инвертазы по Купревичу и Щербаковой; активности уреазы [Агро- и биохимические..., 2011]. Анализ растительных проб: общий азот – ГОСТ 13496.4-93; фосфор ГОСТ 26657-97; калий ГОСТ 30504-97.

Математическая обработка результатов с помощью прикладных программ *Microsoft Excel* методом дисперсионного анализа [Доспехов Б.А., 1985]. Энергетическая и экономическая оценка эффективности препаратов на основа-

нии технологических карт [Методические указания..., 1997; Типовые нормативно-технологические карты..., 2004].

Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований различались по температурному режиму и влагообеспеченности. Так, 2018 г. отличался небольшим выпадением осадков и относительно низкими температурами в начале вегетационного периода. Начало вегетационного периода в 2019 г. было влажным и теплым. Вторая половина вегетации холодная и влажная. В течение первой половины вегетации в 2020 г. среднемесячная температура и выпадение осадков были существенно ниже нормы. Вегетационный период 2021 г. отличался относительно низким выпадением осадков и высокой температурой в начале вегетации. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 г. сложились относительно благоприятно. В течение вегетации 2023 г. температура воздуха превышала среднемноголетние данные, а выпадение осадков было недостаточным.

Исходная агрохимическая характеристика почв перед закладкой опытов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почв перед закладкой полевых опытов (2017-2022 гг.)

Год исследований, опыт, окультуренность почвы	Орг. вещество, %	pH _{KCl}	S	Hг	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
			ммоль/100г			мг/кг	
2020 г. (опыт 2, первая закладка) низкоокультуренная	1,32	4,25	11,3	3,01	79	60	65
2022 г. (опыт 2, вторая закладка), среднеокультуренная	2,08	5,85	14,6	1,25	92	120	110
2017 г. (опыт 4) низкоокультуренная	1,30	4,95	10,9	1,71	87	130	114

Почвы опытных участков дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые на красно-бурых опесчаненных суглинках, типичные для условий Удмуртской Республики и Среднего Предуралья.

Технология возделывания ячменя ярового сорта Раушан и клевера лугового сорта ВИК 7 общепринятая для условий Удмуртской Республики.

3 Влияние гуминовых препаратов на урожайность и качество зерна ячменя ярового и вынос элементов питания с урожаем

В лабораторном опыте 1 было отмечено положительное воздействие обработки семян гуминовым препаратом Золото полей на биометрические показатели проростков зерновой культуры – массу надземной части и длину корней.

В полевом опыте 2 в условиях переувлажнения 2020 г. изучаемые гуминовые препараты Золото полей и Живая капля не способствовали повышению устойчивости растений ячменя к заболеваниям. Урожайность получена низкая, в среднем по опыту 1,08 т/га; это связано с низким уровнем плодородия почвы опытного участка при возделывании ячменя по пятилетней залежи (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние гуминовых препаратов на урожайность ячменя при возделывании на низкокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, т/га (2020 г.)

Способ использования (фактор А)	Гуминовые препараты (фактор В)						Среднее по фактору А (Fф<Fт)
	Без применения (к)	Вода	ЖК 10	ЖК 100	ЗП 10	ЗП 100	
1 Обработка семян	0,93	0,92	1,17	0,97	1,30	0,90	1,03
2 Некорневая подкормка	0,92	0,95	1,07	1,17	1,05	1,33	1,08
3 Обработка семян + некорневая подкормка	0,92	0,86	1,32	1,33	1,13	1,28	1,14
Среднее по фактору В	0,92	0,91	1,19	1,16	1,13	1,17	
± по фактору В (НСР ₀₅ главных эффектов = 0,18)	-	-0,01	0,27	0,24	0,24	0,25	
НСР ₀₅ частных различий: 0,31							

Однако использование препаратов Золото полей и Живая капля способствовало получению достоверных прибавок – в среднем 26,1-29,3 % по фактору В по отношению к контролю. Различия между эффективностью препаратов и их концентрациями незначительны. Не выявлена разница и в действии различных способов использования препаратов (по фактору А), где отклонения не доказаны статистически.

Так как в условиях 2020 г. на очень бедной по плодородию, кислой дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве был получен крайне низкий уровень урожайности, в 2022 г. было принято решение повторить опыт по той же схеме на среднекультуренной почве (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние гуминовых препаратов на урожайность ячменя при возделывании на среднекультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, т/га (2022 г.)

Способ использования (фактор А)	Гуминовые препараты (фактор В)						Среднее по фактору А (НСР ₀₅ главных эффектов = 0,29)
	Без применения (к)	Вода	ЖК 10	ЖК 100	ЗП 10	ЗП 100	
1 Обработка семян	1,89	1,97	2,07	1,86	2,42	2,13	2,06
2 Некорневая подкормка	1,91	2,04	2,25	1,99	2,06	2,45	2,12
3 Обработка семян + некорневая подкормка	1,86	2,19	3,06	3,32	3,03	2,18	2,61
Среднее по фактору В	1,89	2,07	2,46	2,39	2,50	2,25	
± по фактору В (НСР ₀₅ главных эффектов = 0,41)	-	0,18	0,57	0,50	0,61	0,36	
НСР ₀₅ частных различий: 0,71							

В относительно благоприятных агрометеорологических условиях получен более высокий уровень урожайности зерна, в среднем по опыту 2,26 т/га, что более чем в два раза превышает уровень урожайности 2020 г. Выявлено поло-

жительное влияние препаратов Золото полей и Живая капля; средние достоверные прибавки урожайности составили 26,4-32,3 % по отношению к контролю.

Следует отметить, что более эффективно сочетание обработки семян и некорневой подкормки. По отношению к обработке семян без опрыскивания при сочетании способов увеличение урожайности составило 0,55 т/га, а по отношению к некорневой подкормке без обработки получена существенная прибавка урожайности 0,49 т/га.

Установлено положительное действие гуминовых препаратов на сбор сырого протеина с урожаем зерна (рис. 1). В условиях 2020 г. наибольший сбор при обработке семян был получен в варианте с использованием препарата Золото полей с разбавлением в 10 раз – по отношению к контролю в 2,37 раза. Совместное применение обработки семян и опрыскивания растений растворами гуминовых препаратов также значительно увеличили сбор сырого протеина во всех вариантах и при обеих концентрациях более чем в два раза.

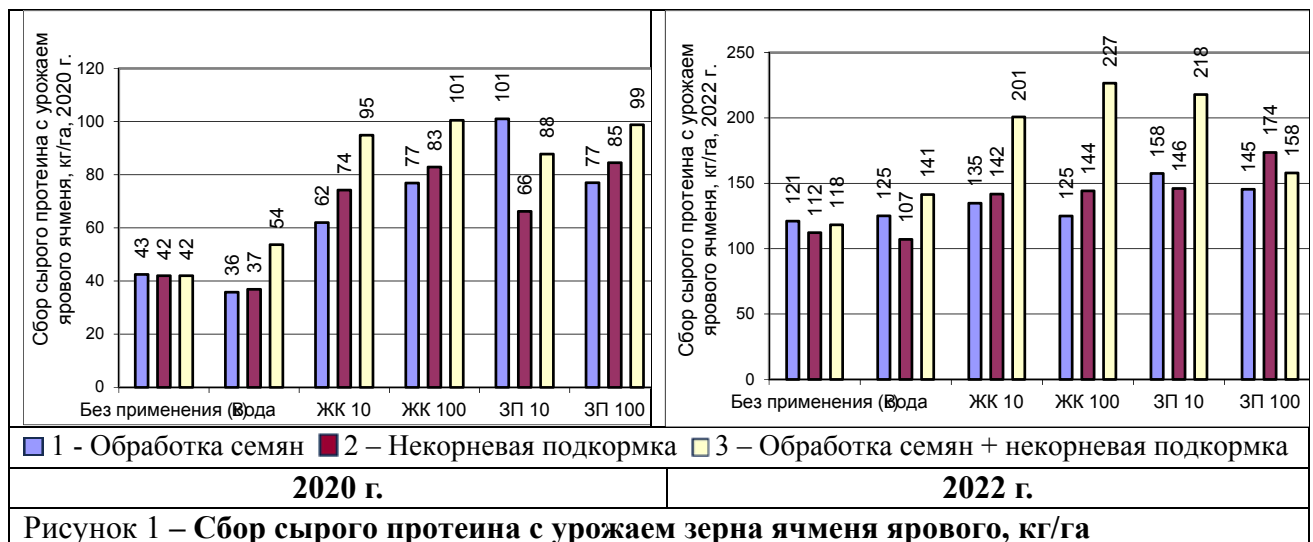


Рисунок 1 – Сбор сырого протеина с урожаем зерна ячменя ярового, кг/га

Сбор сырого протеина с урожаем ячменя в 2022 г. превысил аналогичный показатель 2020 г. в 2-3 раза. Это объясняется более высоким уровнем урожайности ячменя, полученным на среднекультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Наиболее благоприятно повлияло совместное использование предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений, где сбор сырого протеина составил более 200 кг/га при 112-121 кг/га на контроле.

В целом выявлена эффективность использования гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля при возделывании ячменя; при этом наиболее стабильное положительное действие проявляется при совместном использовании предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазу кущения.

При расчётах выноса элементов питания с урожаем ячменя был учтён выход соломы и содержание элементов питания в ней. Нормативный вынос элементов питания представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Нормативный вынос элементов питания с урожаем ячменя ярового, кг/т (2020, 2022 гг.)

Способ использования	Гуминовые препараты					
	Без применения (к)	Вода	ЖК 10	ЖК 100	ЗП 10	ЗП 100
Азот (N)						
1 Обработка семян	10,7*	9,6	12,0	16,3	16,4	17,2
	14,6	14,6	15,2	15,9	15,9	16,3
2 Некорневая подкормка	10,8	9,9	15,2	15,0	13,9	14,4
	14,0	12,8	15,2	17,2	16,6	16,9
3 Обработка семян + некорневая подкормка	10,7	13,7	15,8	16,2	16,1	16,5
	14,8	15,1	15,6	15,9	17,1	17,2
Фосфор (P₂O₅)						
1 Обработка семян	9,7	10,0	11,7	11,9	11,6	12,3
	10,8	9,4	11,4	11,5	11,7	11,8
2 Некорневая подкормка	9,8	10,2	10,3	10,2	10,6	10,5
	9,3	9,2	10,9	11,5	12,0	12,2
3 Обработка семян + некорневая подкормка	9,8	10,0	11,0	11,0	10,7	11,3
	9,6	9,5	11,3	12,1	11,8	12,0
Калий (K₂O)						
1 Обработка семян	19,3	20,5	22,2	21,9	22,2	23,8
	24,9	25,0	28,2	26,9	31,5	32,5
2 Некорневая подкормка	19,5	21,0	22,3	23,0	23,3	23,0
	25,5	25,7	28,6	26,8	31,9	33,1
3 Обработка семян + некорневая подкормка	19,5	20,7	22,9	22,4	22,6	22,5
	25,9	25,3	30,0	28,0	32,3	32,1

* числитель – 2020 г.; знаменатель 2022 г.

Средние показатели нормативного выноса при использовании гуминовых препаратов Живая капля и Золото полей составили: N – 15,8; P₂O₅ – 11,4 и K₂O – 26,4 кг/т. По сравнению с зональными показателями (27,2; 8,6 и 19,7 кг/т соответственно) в наших исследованиях получен более высокий вынос фосфора и калия и ниже – азота. Полученные данные можно использовать для планирования систем удобрения на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах.

4 Влияние гуминовых препаратов на урожайность и качество продукции клевера лугового и продуктивность звена севооборота

В условиях 2021 г. при высоких температурах и недостатке влаги растения клевера I года пользования сформировали низкий уровень урожайности зеленой массы (таблица 5). Однако эффективность использования некорневых подкормок гуминовыми препаратами проявилась. Установлено, что некорневая подкормка посевов гуминовыми препаратами способствовала существенному увеличению урожайности зелёной массы; причём эффективно было использование более высоких концентраций препаратов Живая капля и Золото полей (норма расхода 20 л/га).

Таблица 5 – Влияние некорневой подкормки гуминовыми препаратами на урожайность зеленой массы клевера I года пользования при возделывании на низкокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, т/га (2021 г.)

Варианты	Урожайность	± к контролю	± к воде
1. Контроль	5,10	-	-
2. Вода	5,17	0,07	-
3. Живая капля 20 л/га	6,01	0,91	0,84
4. Живая капля 2 л/га	5,78	0,68	0,61
5. Золото полей 20 л/га	5,92	0,82	0,75
6. Золото полей 2 л/га	5,76	0,66	0,59
НСР ₀₅		0,76	

Достоверные прибавки урожайности составили 16,1-17,8 % по отношению к контролю. По отношению к варианту с опрыскиванием водой достоверная прибавка урожайности получена лишь при использовании препарата Живая капля с нормой расхода 20 л/га.

В 2023 г. на опытном участке, где была осуществлена вторая закладка полевого опыта (2022 г. – ячмень с подсевом клевера) также был проведен учет урожайности клевера I года пользования (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние некорневой подкормки гуминовыми препаратами на урожайность зеленой массы клевера I года пользования при возделывании на среднекультуренной дерново-среднеподзолистой почве, т/га (2023 г.)

Варианты	Урожайность	± к контролю	± к воде
1. Контроль	4,85	-	-
2. Вода	5,30	0,45	-
3. Живая капля 20 л/га	5,60	0,75	0,30
4. Живая капля 2 л/га	6,00	1,15	0,70
5. Золото полей 20 л/га	6,65	1,80	1,35
6. Золото полей 2 л/га	6,75	1,90	1,45
НСР ₀₅		0,80	

В условиях 2023 г. на среднекультуренной почве получен довольно большой разброс урожайных данных, это связано с неравномерной перезимовкой растений. Однако действие некорневой подкормки гуминовыми препаратами проявилось – получены существенные прибавки урожайности зеленой массы от использования препарата Живая капля с нормой расхода 20 л/га и Золото полей при обоих нормах расхода, которые составили 23,7-39,2 % по отношению к контролю. По отношению к варианту с водой проявилась эффективность только препарата Живая капля – существенные прибавки составили 25,5-27,4 %.

В целом, положительное влияние гуминовых препаратов Живая капля и Золото полей на урожайность клевера I года пользования проявилось в оба года исследований на разных уровнях плодородия почвы опытных участков.

В благоприятных по увлажнению и температурному режиму агрометеорологических условиях вегетационного периода 2022 г. на низкокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве уровень урожайности зеленой массы клевера II года пользования получен относительно высокий; в среднем урожайные данные в 3,5 раза превышают результаты 2021 г. (таблица 7). Выявлено существенное положительное влияние некорневой подкормки

изучаемыми препаратами, которое выразилось в получении достоверных прибавок урожайности 15,9-18,8 % по отношению к контролю.

Не установлено достоверное влияние препарата Золото полей при опрыскивании с дозой 20 л/га (вариант 5); получено увеличение урожайности на уровне положительной тенденции. Однако, если сравнить результаты по отношению к варианту с опрыскиванием растений водой, то все полученные прибавки урожайности достоверны. Разница между влиянием разных препаратов и различных нормах расхода несущественна.

Таблица 7 – Влияние некорневой подкормки гуминовыми препаратами на урожайность зеленой массы клевера II года пользования при возделывании на низкоокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, т/га (2022 г.)

Варианты	Урожайность	± к контролю	± к воде
1. Контроль	17,6	-	-
2. Вода	17,3	-0,3	-
3. Живая капля 20 л/га	20,4	2,8	3,1
4. Живая капля 2 л/га	20,6	3,0	3,3
5. Золото полей 20 л/га	19,9	2,3	2,6
6. Золото полей 2 л/га	20,9	3,3	3,6
НСР ₀₅		2,7	

В благоприятных агрометеорологических условиях установлено положительное влияние гуминовых препаратов на содержание и сбор сырого протеина с урожаем клевера лугового. Максимальный показатель сбора получен при некорневой подкормке посевов II года пользования препаратом Живая капля с нормой расхода 20 л/га – получено 1,50 т/га при сборе на контроле 0,60 т/га.

Представляло интерес обобщить полученные результаты продуктивности сельскохозяйственных культур за звено кормового севооборота (рисунок 2).

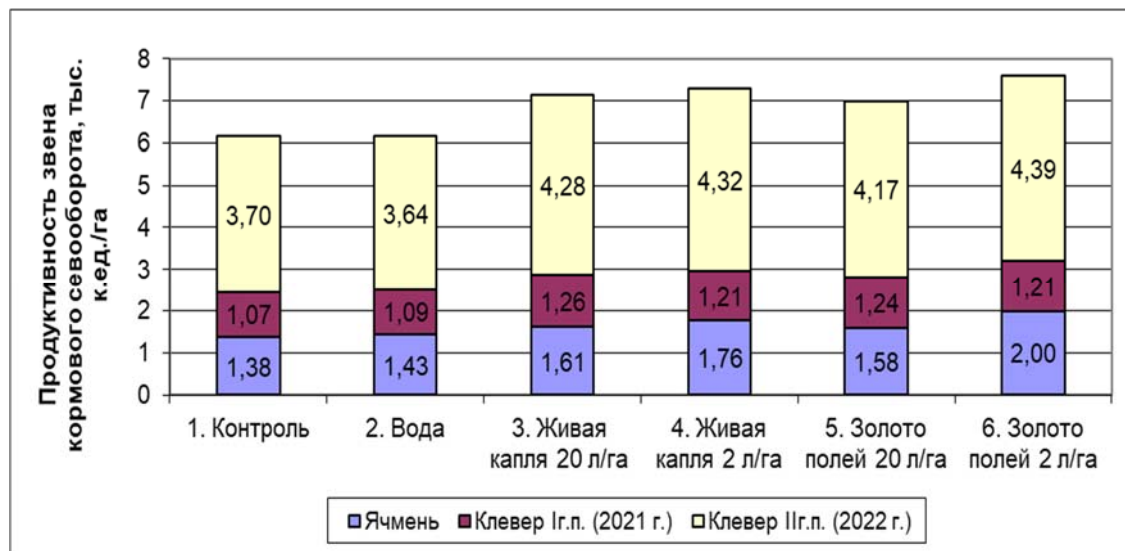


Рисунок 2 – Влияние некорневой подкормки гуминовыми препаратами на продуктивность звена кормового севооборота, тыс. к. ед./га (2020-2022 гг.)

В среднем в год сбор кормовых единиц при использовании гуминовых препаратов составил 2,38-2,43 тыс. к.ед./га. По отношению к контролю и варианту, где опрыскивание проводилось водой, под влиянием гуминовых препаратов Живая капля и Золото полей получено существенное увеличение среднего

сбора на 13,6-23,4 %. Различия между действием препаратов и их концентраций статистически не доказаны.

5 Влияние гуминового препарата НГК Лайф Форс на свойства дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы и продуктивность звена кормового севооборота

Модельный опыт 3 показал, что гуминовые препараты с течением времени способствуют повышению обменной и гидролитической кислотности, кроме препарата Живая капля, который имеет щелочную реакцию. Установлено, что под влиянием гуминовых препаратов нитрификационная способность в целом по опыту имела тенденцию к увеличению относительно контроля, но при использовании НГК Лайф Форс выявлено достоверное снижение этого показателя. В целом по опыту согласно группировке Звягинцева целлюлолитическая активность почв слабая, кроме варианта с внесением Живой капли, где показатель соответствует среднему уровню. При оценке интенсивности дыхания почвы выражена тенденция повышения этого показателя при использовании большинства гуминовых препаратов, что показало положительное влияние их на биологическую активность почвы.

В полевом опыте 4 обменная и гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований, содержание подвижных форм фосфора в почве не имели существенных закономерных изменений под влиянием использования гуминового препарата НГК Лайф Форс. Почва опытного участка характеризовалась как слабогумусированная, с содержанием органического вещества меньше минимального. Известно, что изменение общего содержания органического углерода в почвах происходит крайне медленно. Однако отмечено достоверное повышение содержания органического вещества в результате последствия гуминового препарата НГК Лайф Форс в дозе 0,5 т/га, которое составило 0,09 % по отношению к контрольному варианту.

Гуминовый препарат НГК Лайф Форс предлагается производителем как почвенный кондиционер, способствующий повышению биологической активности почв. Имеются данные о повышении активности почвенных целлюлозоразлагающих микроорганизмов при использовании данного препарата [Яшин Е. А., 2018]. В наших исследованиях не выявлено закономерных изменений интенсивности выделения углекислого газа почвой в зависимости от применения препарата НГК Лайф Форс. В то же время представляло интерес определение активности некоторых ферментов, которые являются природными биокатализаторами, и образуются в почве в результате жизнедеятельности и отмирания растений, животных и микроорганизмов.

В условиях лаборатории были определены активность каталазы (класс оксидоредуктаз), инвертазы и уреазы (класс гидролаз) (таблица 8).

В целом почва имела слабую биологическую активность (по шкале Гапонюка, Малахова, 1985) по всем трем показателям. Выявлено положительное влияние возделываемой культуры на активность каталазы, т.е. введение подсева клевера и, вероятно, большее поступление в почву органических остатков в этом случае, способствовало достоверному повышению активности этого фер-

мента. Активность инвертазы определяется уровнем содержания в почве органического вещества; этот показатель также достоверно повысился под воздействием клевера.

Таблица 8 – Влияние гуминового препарата НГК Лайф Форс на ферментативную активность дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы

Варианты фактора В (внесение НГК Лайф Форс)	Каталаза, O ₂ /г/мин		Инвертаза, мг глюкозы/г/сут		Уреаза, мг N-NH ₃ /10 г/сут	
	Культура – фактор А					
	ячмень	ячмень с подсевом клевера	ячмень	ячмень с подсевом клевера	ячмень	ячмень с подсевом клевера
1. Контроль	0,24	0,70	0,56	0,65	0,52	0,78
2. НГК Лайф Форс 0,3 т/га	0,36	0,50	0,20	0,71	1,88	1,90
3. НГК Лайф Форс 0,5 т/га	0,42	0,56	0,20	0,57	0,76	2,12
НСР ₀₅ частн. разл.	0,40		0,31		0,26	
НСР ₀₅ гл. эфф. по фактору А	0,23		0,18		0,05	
НСР ₀₅ гл. эфф. по фактору В	0,57		0,33		0,18	

Следует отметить, что внесение НГК Лайф Форс в почву не привело к существенному изменению активности каталазы и инвертазы. Уреазная активность рассматривается в качестве показателя самоочищающей способности почвы, загрязненной ксенобиотиками органической природы. Достоверное увеличение уреазной активности на 0,79 и 1,24 мг N-NH₃ /10 г в сутки относительно контроля отмечено при использовании гуминового препарата НГК Лайф Форс в дозах 0,5 и 0,3 т/га соответственно. Выявлено также положительное достоверное влияние подсева клевера на активность уреазы.

В условиях 2017 г. на низкокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве без применения удобрений сформировался низкий уровень урожайности зерна ячменя (рисунок 3). Следует отметить, что развитие растений сильно угнеталось в связи с высокой пораженностью болезнями и повреждением вредителями.

Однако при использовании гуминового препарата НГК Лайф Форс в дозе 0,5 т/га была получена достоверная прибавка урожайности 36 % по отношению к контролю. Вероятно, увеличение урожайности связано с физиологическим воздействием препарата на растения, что способствовало лучшей устойчивости к заболеваниям и поражению вредителями [Изучение использования..., 2018].

Клевер в условиях 2018 г. очень хорошо перезимовал и сформировал высокий уровень урожайности зелёной массы. Достоверное увеличение урожайности на 6,5 т/га относительно контроля получено при использовании НГК Лайф Форс в дозе 0,5 т/га. Содержание сухого вещества в зелёной массе клевера в условиях данного года изменялось в пределах 9,7-11,9 %. В варианте НГК Лайф Форс 0,5 т/га получен и наиболее высокий сбор сухого вещества – 2,78 т/га, что на 0,2 т/га превышает аналогичный показатель на контроле.

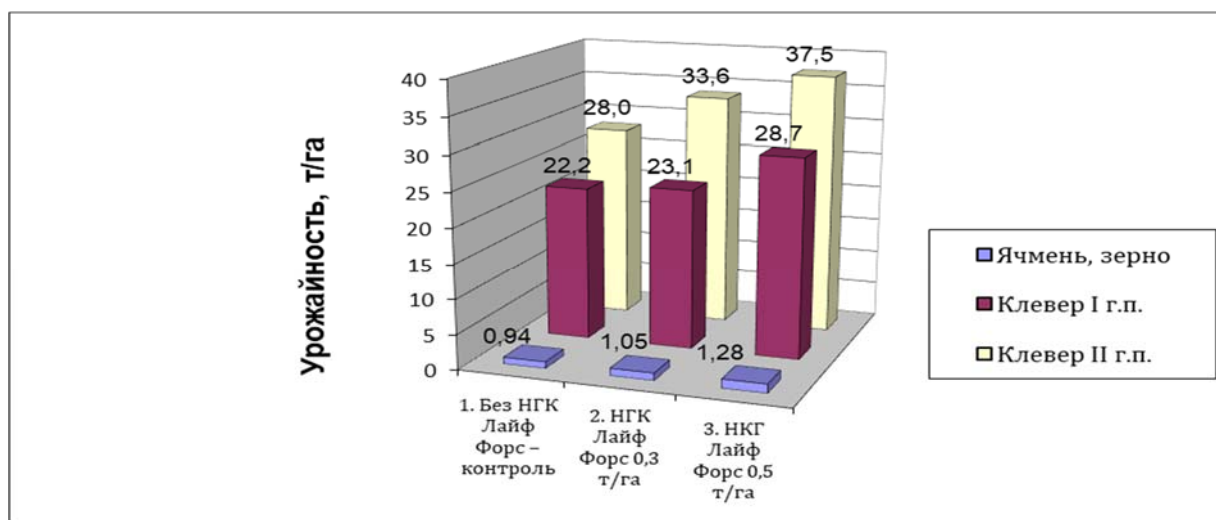


Рисунок 3 - Влияние гуминового препарата НГК Лайф Форс на урожайность звена севооборота, т/га (2017-2019 гг.)

Учёт урожайности клевера II года пользования (2019 г.) показал, что проявилось последствие гуминового препарата НГК Лайф Форс в дозе 0,5 т/га, выразившееся в увеличении урожайности зелёной массы на 9,5 т/га относительно контроля. В условиях данного года содержание сухого вещества колебалось в пределах 25,6-29,4 %; сбор сухого вещества по последствию на 1,8-3,8 т/га выше контрольного варианта. Таким образом, внесение в почву гуминового препарата НГК Лайф Форс в дозах 0,3-0,5 т/га проявляло положительное действие на урожайность звена севооборота ячмень + клевер – клевер 1 года пользования – клевер 2 года пользования в течение трёх лет.

Урожайные данные за звено севооборота были переведены в кормовые единицы (таблица 9).

Таблица 9 – Действие и последствие гуминового препарата НГК Лайф Форс на продуктивность звена севооборота, тыс. к. е./га (2017-2019 гг.)

Варианты	Ячмень 2017 г.	Клевер I г.п.	Клевер II г.п.	В среднем в год	± к контролю
1. Без НГК Лайф Форс (к)	1,40	4,65	5,88	3,98	-
2. НГК Лайф Форс 0,3 т/га	1,58	4,86	7,05	4,50	0,52
3. НГК Лайф Форс 0,5 т/га	1,92	6,02	7,82	5,26	1,28
НСР ₀₅			0,60		

Основной выход кормовых единиц получен за счёт высокой урожайности клевера. При этом выражено явное увеличение продуктивности всех культур в варианте, где был внесен гуминовый препарат НГК Лайф Форс в дозе 0,5 т/га. Средняя ежегодная прибавка продуктивности в этом варианте достоверна и составила 32,3 % по отношению к контролю.

Таким образом, применение гуминового препарата НГК Лайф форс в звене кормового севооборота эффективно с агрономической точки зрения, так как способствует повышению продуктивности ячменя и особенно клевера I и II года пользования.

6 Экономическая и энергетическая оценка применения гуминовых препаратов в звене севооборота

Наибольший сбор 7,59 тыс. к. ед./га сформировался при проведении некорневой подкормки растений препаратом Золото Полей с дозой препарата 2 л/га. При этом производственные затраты увеличились, однако за счет наибольшего чистого дохода и снижения себестоимости уровень рентабельности увеличился на 19,4 % относительно контрольного варианта.

Энергетическая оценка показала, что при опрыскивании посевов было затрачено наибольшее количество энергии, однако за счет высокого сбора кормовых единиц и большего количества энергии в урожае затраты энергии на получение 1 кг продукции были меньшими по сравнению с данным показателем контрольного варианта. При этом коэффициент энергетической эффективности увеличился на 0,23-0,32 относительно контроля.

Производственное испытание в СПК «Прогресс» Удмуртской Республики показало, что при опрыскивании гуминовыми препаратами в фазу кущения растений ячменя в дозе 2 л/га и расходом рабочего раствора 200 л/га рентабельность составила 59-60 %; коэффициент энергетической эффективности 1,84-1,92.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. При возделывании на низкокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве использование гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля в качестве предпосевной обработки семян и некорневой подкормки способствовало получению достоверных прибавок урожайности зерна ячменя – в среднем 26,1-29,3 % по отношению к контролю. Существенные различия между эффективностью способов использования препаратов и их концентрациями не выявлены.

- На среднекультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в благоприятных по влагообеспеченности условиях установлено положительное влияние препаратов Золото полей и Живая капля; средние достоверные прибавки урожайности составили 26,4-32,3 % по отношению к контролю. Совместное использование обработки семян и некорневой подкормки гуминовыми препаратами наиболее благоприятно влияло на урожайность зерна.

- Положительное влияние некорневой подкормки гуминовыми препаратами Золото полей и Живая капля на урожайность зеленой массы клевера лугового I и II года пользования при возделывании на низкокультуренной дерново-подзолистой почве выразилось в получении достоверных прибавок к контролю 15,9-18,8 %; на среднекультуренной почве увеличение урожайности под воздействием гуминовых препаратов составило 23,7-39,2 %.

- При использовании гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля выявлено увеличение содержания сырого протеина в зерне ячменя и продукции клевера. Обработка семян и сочетание этого приема с некорневой под-

кормкой растений растворами гуминовых препаратов способствовали получению сбора сырого протеина с урожаем ячменя на низкоокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве 0,10 т/га; на среднеокультуренной почве при совместном использовании изучаемых приемов получено 0,20-0,23 т/га.

- С урожаем клевера сбор сырого протеина при использовании некорневой подкормки гуминовыми препаратами составил 0,15 и 0,17 т/га; в благоприятных по влагообеспеченности условиях максимальный сбор достиг 1,01-1,50 т/га.

2. Под влиянием некорневой подкормки растений ячменя и клевера гуминовыми препаратами Золото полей и Живая капля выявлено увеличение продуктивности культур звена севооборота; в среднем в год сбор кормовых единиц составил 2,33-2,53 тыс. к.ед./га; получено существенное увеличение на 13,6-23,4 % по отношению к контролю и варианту, где опрыскивание проводилось водой. Различия между действием препаратов и их дозами статистически не доказаны.

3. Последствие гуминового препарата НГК Лайф Форс, внесенного в почву в дозе 0,5 т/га на фоне возделывания клевера, выразилось в достоверном повышении содержания органического вещества в почве на 0,09 % относительно контроля. Закономерные изменения агрохимических показателей почвенного плодородия под влиянием НГК не установлены. Выявлено повышение активности почвенных ферментов (каталаза, инвертаза, уреазы) при выращивании клевера лугового по последствию НГК в дозах 0,3-0,5 т/га.

4. Применение гуминового препарата НГК в звене кормового севооборота на низкоокультуренной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в дозе 0,5 т/га способствовало повышению продуктивности ячменя и по последствию – продуктивности клевера I и II года пользования. Средняя ежегодная прибавка продуктивности при внесении НГК составила 32,2 % по отношению к контролю.

5. Увеличение сбора кормовых единиц за звено кормового севооборота при использовании гуминового препарата Живая капля в дозе 2 л/га (с разбавлением в 100 раз) в качестве некорневой подкормки позволило получить чистый доход 38748 рублей/га, повысить рентабельность на 19,4 % и снизить себестоимость продукции. Применение некорневой подкормки растений ячменя и клевера снизило затраты энергии на получение 1 кг продукции; коэффициент энергетической эффективности составил 2,39-2,48, что выше контроля без подкормки на 0,23-0,32. Производственные испытания показали, что при использовании гуминовых препаратов Золото полей и Живая капля для некорневой подкормки в фазу кущения растений ячменя в дозе 2 л/га и расходом рабочего раствора 200 л/га рентабельность составила 59-60 %; коэффициент энергетической эффективности 1,84-1,92.

Рекомендации производству

На дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Среднего Предуралья рекомендовать некорневую подкормку (опрыскивание растений) ячменя в фазу кущения и клевера I и II года пользования в фазу отрастания гуминовым препаратом Золото полей (О-райз Всё включено) в дозе 2 л/га с расходом рабочего раствора 200 л/га.

Список опубликованных работ по диссертации

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Бортник Т.Ю. Влияние гуминовых препаратов на развитие болезней и вредителей ячменя и клевера при возделывании на агродерново-подзолистых почвах / Т.Ю. Бортник, **А. Б. Мерцалова**, О.В. Коробейникова // *Агрехимический вестник*. – 2023. - № 4. – С. 22-28.

2. Бортник Т.Ю. Влияние гуминового препарата на урожайность звена севооборота и показатели плодородия агродерново-подзолистой почвы / Т. Ю. Бортник, **А. Б. Мерцалова** // *Плодородие*. – 2023. - № 3. – С. 29-32.

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций

1. **Мерцалова А.Б.** Влияние гуминовых препаратов на всхожесть семян яровой пшеницы / А.Б. Мерцалова, Е.В. Лекомцева, // *Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых, 4-5 декабря 2019 года, г. Ижевск. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. Т. 1.– С. 160-163.*

2. **Мерцалова, А. Б.** Эффективность гуминовых препаратов при возделывании ячменя / А. Б. Мерцалова, Т. Ю. Бортник, // *Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых, 17–19 ноября 2021 года, г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 26-30.*

3. **Мерцалова, А. Б.** Эффективность способов применения гуминовых удобрений при возделывании ячменя / А. Б. Мерцалова, Р.И. Мерцалов, Т. Ю. Бортник // *Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России, г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 125-129.*

4. **Мерцалова, А. Б.** Влияние гуминовых препаратов на урожайность ячменя / А. Б. Мерцалова, Т. Ю. Бортник, А. Р. Гиззатова // *Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв. Мат. Международной науч.-практ. конф., посв. 90-летию профессора А. С. Башкова, 15–18 ноября 2022 года, г. Ижевск. – Ижевск: Удмуртский ГАУ, 2022. – С. 102-107.*