

На правах рукописи



**Ерастова
Наталья Владимировна**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОПРЕПАРАТОВ В ЗЕРНОВОМ ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА
ПРИ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИИ
НА ПОЧВАХ ЮГО-ВОСТОКА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Нижний Новгород – 2025

Работа выполнена на кафедре «Агрохимия и агроэкология»
ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева

- Научный руководитель:** **Титова Вера Ивановна**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ
Заведующая кафедрой «Агрохимия и агроэкология»
ФГБОУ ВО «Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева»
- Официальные оппоненты:** **Грехова Ираида Владимировна**
доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры
общей химии им. И.Д. Комиссарова
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет
Северного Зауралья», Агротехнологический институт
- Анисимова Татьяна Юрьевна**
кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующая отделом технологий производства органических
удобрений и торфа, ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхне-
волжский ФАНЦ»
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «**Рязанский
государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева**»

Защита состоится «26» марта 2025 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.017.01 при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» (Республика Татарстан ПФО) по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65, зал заседаний, тел. +7(843) 598-40-50, факс +7(843) 567-45-99.

e-mail: info@kazgau.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», адрес: 420064, г. Казань, ул. Р. Гареева, д.62 и на сайте университета www.kazgau.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2025 г.

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: 420064, г. Казань, ул. Ферма-2, д. 53, Институт агробιοтехнологий и землепользования Казанского ГАУ, учёному секретарю диссертационного совета Амирову М.Ф., e-mail: dissovet_kazgau@mail.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета _____ Амиров Марат Фуатович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Ресурсосбережение является одним из важнейших направлений в структурной перестройке методов ведения сельскохозяйственного производства (Антипова О.В., 2020). Эффективность применения ресурсосберегающих технологий обеспечивается соблюдением некоторых правил, среди которых с точки зрения агронома можно выделить главные: забота о повышении плодородия почвы (Есаулко А.Н. с соавт., 2018); применение интегрированной системы удобрения, основанной на использовании не только минеральных удобрений, но и новых агрохимикатов с функциями стимуляторов роста культурных растений (Вильдфлуш И.Р. с соавт., 2022) и/или деструкции послеуборочных растительных остатков (Богатырева Е.В., 2014; Бондарев Ю.П., Зубкова Т.А., 2018; Передериева В.М. с соавт., 2018); внедрение в систему защиты растений от сорняков, вредителей и болезней биопрепаратов подобного действия (Бурлакова С.В. с соавт., 2020; Basu A. et all., 2021; Ha-Tran D.M. et all, 2021); оценка фитотоксичности новых агрохимикатов и биопрепаратов и возможности их совместного использования (Дорожкина Л.А., Рыбина В.Н., 2021; Титова В.И. с соавт., 2022, 2023).

Многие хозяйства в нашей стране переходят на ресурсосберегающие технологии, среди которых no-till, mini-till и др. (Дридигер В.К., 2020). Такие технологии для российских аграриев уже не являются чем-то новым, однако для эффективного ведения сельскохозяйственного производства необходимо ясно представлять себе возможности организации питания культурных растений при весьма ограниченных приемах внесения удобрений и агрохимикатов (Махатлова В.Ш., 2016 и др.).

Осознание необходимости внедрения в систему удобрений и защиты культурных зональных растений, возделываемых с применением технологий ресурсосбережения, новых удобрений, биопрепаратов с широким спектром действия и явилось основанием для их изучения и внедрения в растениеводческую отрасль сельского хозяйства одного из регионов России – Нижегородскую область.

Степень разработанности темы. Приведенные в обзоре публикаций современных российских и зарубежных ученых данные свидетельствуют о высокой эффективности использования новых агрохимикатов, биопрепаратов, средств защиты растений биологической природы и регуляторов роста при выращивании сельскохозяйственных культур. Физиологически активные вещества в зависимости от их особенностей и концентраций вызывают различные по характеру, степени и глубине изменения в растениях. В малых дозах они усиливают рост и развитие растений, в повышенных – приводят к глубоким нарушениям процессов жизнедеятельности, в результате чего их стимуляция сменяется торможением. Исходя из этого, появление новых агрохимикатов и препаратов требует всестороннего их изучения, определения наиболее оптимальных доз и способов их использования.

Цель и задачи исследования. Целью работы является оценка возможности использования комплексного удобрения с функцией стимулятора роста Гумат+7 и биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 для интенсификации процессов разложения растительных остатков при размещении их на поверхности почвы или внутрипочвенно, влияния агрохимикатов на ростовые процессы и урожайность культур, а также на агрохимические и биологические свойства почвы.

В задачи исследования входило:

- оценить фитотоксичность агрохимиката Гумат+7 на яровой пшенице;

- выявить действие агрохимиката Гумат+7, используемого совместно с биофунгицидом Алирин-Б, на начальные фазы онтогенеза озимой ржи (27 дней роста и развития ржи, опыт модельный, лабораторно-вегетационный);
- установить направленность влияния предпосевной обработки семян удобрением Гумат+7 и/или его внесения в некорневую подкормку на урожайность кукурузы и агрохимические показатели темно-серой лесной суглинистой почвы в условиях вегетационного опыта 3-х лет закладки;
- изучить возможность внутрипочвенного компостирования растительных остатков кукурузы с биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1 и его действие на биологическую активность темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы в контролируемых условиях модельного лабораторно-вегетационного опыта (2 закладки опыта);
- определить влияние препарата-деструктора Восток ЭМ-1 на интенсивность разложения послеуборочных остатков кукурузы и озимой пшеницы в полевых условиях, при выращивании их в технологиях ресурсосбережения типа no-till (на черноземе оподзоленном среднесуглинистом и темно-серой лесной среднесуглинистой почве соответственно, на юго-востоке Нижегородской области);
- выявить уровень последствий мероприятий по снижению массы послеуборочных остатков озимой пшеницы на урожайность овса и агрохимическую характеристику почвы;
- дать экономическую и агрономическую оценку влияния биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 и агрохимиката Гумат+7, применяемых в технологии no-till, на эффективность использования минеральных удобрений под зерновые культуры.

Методология и методы исследования. Методология исследований основана на системном подходе к выбору и обоснованию задач для достижения поставленной цели с учётом публикаций отечественных и зарубежных учёных. В работе использованы теоретические и эмпирические методы агрохимических и биохимических анализов почв, а также цифровое и текстовое отображение полученных результатов. Результаты получены в трех модельных лабораторно-вегетационных опытах, 3^х-летнем вегетационном опыте и двух 2^х-летних полевых опытах.

Достоверность экспериментальных данных и результатов их обобщения подтверждена использованием апробированных методик агрохимических исследований и ГОСТов. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007. Существенность разницы в показателях между вариантами устанавливали методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову.

Научная новизна. Комплексное удобрение с функцией стимулятора роста Гумат+7 при прямом контакте с семенем яровой пшеницы не обладает фитотоксичностью, достоверно повышает массу проростков и стимулирует рост корней. Обработка семян ржи озимой препаратом Гумат+7 к 27-му дню её вегетации обеспечивает формирование массы одного растения в 201 мг/растение (16% к контролю) и максимальное число листьев на растении (2,62 шт./раст.).

При выращивании кукурузы на зерно лучшим приемом внесения препарата Гумат+7 является обработка семян, обеспечивающая прибавку урожайности зерна в 28-35% в сравнении с контролем или 7-12% в сравнении с фоновым удобрением,

при доле зерна в сухой биомассе кукурузы на уровне 54,7%. Некорневая подкормка кукурузы гуминовым препаратом способствует повышению урожайности вегетативной массы кукурузы, выращиваемой по фону NPK, что оценивается в 27% по отношению к контролю и в 9% - в сравнении с фоном.

Исследования с биопрепаратом Восток ЭМ-1, используемым для обработки растительных остатков с целью ускорения их минерализации, позволили констатировать, что их размещение на глубине 0-10 см в сравнении с размещением на глубине 0-3 см (аналог нулевой обработки почвы) приводит к росту активности инвертазы (на 2-6 мг глюкозы/г/24ч), целлюлолитической активности – на 13,3% (56 относительных %) в сравнении с контролем и повышению дыхания почвы, что оценивается как высокая микробиологическая активность.

Практическая значимость работы состоит в научном обосновании возможности использования комплексного удобрения на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 и микробиологического препарата Восток ЭМ-1 в качестве деструктора растительных остатков кукурузы и озимой пшеницы при выращивании их в технологии no-till на темно-серых лесных почвах и оподзоленном черноземе юго-востока Нижегородской области.

Однократная обработка растительных остатков, образующихся при выращивании кукурузы по нулевой технологии с чередованием «кукуруза– кукуруза», биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1 сразу после её уборки, без запахивания их в почву, позволила снизить массу остатков на 29%. При этом эффект от собственно обработки биопрепаратом составил 18% в сравнении с вариантом, где деструкция остатков шла естественным путем.

Убыль массы стерне-корневых остатков озимой пшеницы за период август 2022 года – апрель 2023 года на контрольном варианте выражается в 22%, на варианте с внесением биопрепарата Восток ЭМ-1 – в 87%, а при совместном использовании препарата-деструктора Восток ЭМ-1 и препарата-фунгицида Стернифаг – в 90% к количеству растительных остатков сразу после уборки пшеницы.

В последствии на второй год обработка послеуборочных остатков озимой пшеницы, выращиваемой по технологии no-till, препаратом-деструктором Восток ЭМ-1, оказывает положительное влияние на урожайность овса, обеспечивая прибавку урожайности в 0,18 т/га (7% к варианту без биопрепарата Восток ЭМ-1).

Применение агрохимиката Гумат+7 в системе удобрения овса, выращиваемого по технологии no-till при использовании по растительным остаткам предшествующей культуры препарата-деструктора Восток ЭМ-1, существенно повысило отдачу от минеральных удобрений, обеспечив оккупаемость каждого килограмма действующего вещества удобрений прибавкой урожая зерна овса в 2,33–5,33 кг/кг.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

– влияние комплексного удобрения с функцией стимулятора роста Гумат+7, используемого совместно с биофунгицидом Алирин-Б, на рост и развитие зерновых культур в начальные фазы онтогенеза;

– урожайность кукурузы и основные агрохимические показатели темно-серой лесной суглинистой почвы при использовании разных приемов внесения удобрения Гумат+7;

– микробиологическая активность темно-серой лесной почвы в процессе внутривредного четырехмесячного компостирования растительных остатков кукурузы и пшеницы с биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1;

– возможность использования биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 для активизации процессов минерализации послеуборочных остатков при выращивании кукурузы и озимой пшеницы в технологии no-till на черноземе оподзоленном и темно-серой лесной почве юго-востока Нижегородской области;

– последствие биопрепарата Восток ЭМ-1 на второй культуре (овес) и его влияние на урожайность и агрохимическую характеристику темно-серой лесной среднесуглинистой почвы;

– влияние агрохимиката Гумат+7 и биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 на эффективность использования минеральных удобрений под зерновые культуры в ресурсосберегающей технологии no-till.

Апробация и публикация результатов исследований. Результаты работы ежегодно заслушивались на научно-практических конференциях биоэкологического факультета Нижегородского ГАТУ (2021-2023 гг.). Автор принял участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Почвенные ресурсы и их рациональное использование» (Красноярский ГАУ, 22.04.2022 г.), Национальной научно-практической конференции с международным участием «Развитие аграрной науки и ее роль в обеспечении продовольственной безопасности страны» (Нижний Новгород, НГАТУ, 05-06.12.2023 г.), международной научно-практической конференции «Научное наследие А.Г. Дояренко – основа в разработке систем земледелия будущего» (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 26-28.06.2024 г.). Основные результаты исследований используются в учебном процессе при освоении дисциплин «Агрохимия», «Система удобрения», «Сельскохозяйственная экология», а также при разработке программ повышения квалификации для агрономов-агрохимиков-почвоведов.

Материалы диссертации опубликованы в 6 работах (личное участие автора 72%), в том числе 3 статьи в журналах из списка ВАК РФ.

Личный вклад соискателя заключается в разработке концепции работы, подготовке программы проведения исследований, закладке и проведении полевых, вегетационных и модельных лабораторно-вегетационных опытов, отборе почвенных образцов, подготовке их к выполнению анализов. Полученные результаты автором систематизированы, обобщены и описаны, выполнена статистическая обработка экспериментальных данных, сделан подбор научных публикаций по теме диссертации, подготовлены к печати статьи по материалам проведенной работы.

Работа выполнена в период обучения автора в очной аспирантуре по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, направленность (профиль) Агрохимия. Исследования проведены в соответствии с тематическим планом научных исследований биоэкологического факультета ФГБОУ ВО «Нижегородский ГАТУ» по теме «0120.0805767– Изучение удобрительной ценности традиционных удобрений при длительном их использовании в севообороте и оценка возможности применения в качестве источника минерального питания растений органосодержащих отходов народного хозяйства и нетрадиционных удобрительных материалов».

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 130 страницах машинописного текста, состоит из введения, 6 глав, выводов по работе, предложений производству, списка литературы и 37 страниц приложений. Содержит

жит 1 рисунок, 28 таблиц. Список литературы включает 172 библиографических и электронных источников, в том числе 32 иностранных публикации.

Благодарности. Автор благодарен научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору, Заслуженному деятелю науки РФ Вере Ивановне Титовой за методическую помощь и научные консультации по теме исследований, а также всем сотрудникам кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородского ГАТУ за поддержку и помощь в проведении опытов в лабораториях и на экспериментальной площадке кафедры.

Выражаю признательность коллективу филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Нижегородской области и лично руководителю филиала Заслуженному работнику сельского хозяйства РФ Николаю Михайловичу Родину за содействие в проведении производственных опытов и за возможность совмещения обучения в аспирантуре с практическими задачами функционирования учреждения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Сделан аналитический обзор материалов научных исследований о влиянии гуминовых препаратов на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, на показатели плодородия почв. Рассмотрено значение ресурсосберегающих технологий в растениеводстве. Оценена роль биопрепаратов-деструкторов органического вещества в минерализации растительных остатков культур, их влияние на агрохимические и микробиологические показатели почв.

Глава 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Природно-климатические условия территории проведения исследований.

Исследования проведены в Правобережном агропочвенном районе Нижегородской области, умеренно влажном (ГТК равен 1,2). Сумма средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10 °С составляет 2100-2200 °С, с температурой выше 10 °С – 130-135 дней, годовая сумма осадков 460-500 мм. Безморозный период составляет 135-140 дней, период вегетации 250-300 мм. Погодные условия 2022 г. и 2023 г. по температуре соответствовали среднемноголетним данным, фактическая сумма осадков в июле и октябре значительно превышала среднемноголетние данные, в прочие месяцы приближалась к среднемноголетней.

Объекты исследования

Объектами изучения в исследованиях были агрохимикаты – микробиологическое удобрение Восток ЭМ-1 и жидкое комплексное удобрение на основе гуминовых кислот с макро- и микроэлементами Гумат+7 с функцией стимулятора роста, а также ряд сельхозкультур: яровая пшеница сорта Дарья, озимая рожь гибрид КВС Раво, кукуруза гибрид Краснодарский 194 МВ, озимая пшеница сорта Московская 39, овес сорта Яков.

Предметом изучения агрохимиката Гумат+7 являлась оценка его фитотоксичности и действия на зерновые в начальные фазы онтогенеза, оценка возможности его использования для предпосевной обработки семян и/или в виде некорневой подкормки вегетирующих растений кукурузы, а также на агрохимическое состояние темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы.

Предметом изучения биопрепарата Восток ЭМ-1 было изучение его действия на интенсификацию разложения послеуборочных остатков кукурузы и озимой

пшеницы, выращиваемых по нулевой технологии (no-till) на черноземах оподзоленных и темно-серых лесных почвах Правобережья Нижегородской области, при размещении их на поверхности или внутрпочвенно, а также на биологическую активность почв.

В отдельных опытах были использованы препарат для борьбы с грибными болезнями Алирин Б (опыт №1) и Стернифаг – почвенный биофунгицид на основе микроскопического гриба *Trichoderma harzianum* биофунгицид (опыт №5).

Сводная ведомость опытов приведена в таблице 1, а схемы отдельных опытов – в таблицах 2-5.

1. Сводная ведомость опытов

№	Даты опытов	Вид исследований	Цель опыта. Объекты исследования
1а 1б 1в	11.10.2022– 18.10.2022. 21.10.2022– 28.10.2022. 11.11.2022– 18.11.2022.	Лабораторно-вегетационный опыт	Изучение фитотоксичности водных растворов препаратов Гумат+7 и Алирин Б, для чего использовали способ предпосевной обработки семян яровой пшеницы с определением всхожести семян и отдельных морфологических признаков проростков.
2а 2б	02.11.2022 – 30.11.2022 23.01.2023 – 18.02.2023	Лабораторно-вегетационный опыт	Оценка влияния биопрепаратов Гумат+7 и Алирин Б на начальные фазы онтогенеза растений (озимая рожь) с использованием метода Нейбауэра-Шнейдера.
3	15.05.2021 – 06.09.2021. 17.05.2022 – 10.09.2022. 21.05.2023 – 09.09.2023.	Вегетационный опыт	Оценка влияния способов (приемов) внесения удобрения Гумат+7 – предпосевная обработка семян или внесение его в подкормку – на формирование урожайности фитомассы и зерна кукурузы и агрохимические показатели почвы, формирующие ее питательный режим.
4	05.05.2022 – 06.09.2022 (120 дней). 06.05.2023 – 08.09.2023 (120 дней).	Модельный лабораторно-вегетационный опыт	Влияние глубины расположения и способа заделки в почву соломы озимой пшеницы и листостебельной массы кукурузы, предварительно обработанных биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1, на интенсивность разложения органического вещества культурных растений и микробиологическую активность темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы в процессе компостирования в течение 4-х летних месяцев (май-август).
5а 5б 5в	10.10.2021 – 08.05.2022 – 18.07.2022 15.08.2022 – 10.05.2023 02.05.2023 – 12.08.2023	Полевой опыт в производственных условиях	Оценка влияния биопрепарата на разложение растительных остатков кукурузы, при внесении препарата после её уборки, без заделки остатков растений в почву. Оценка влияния биопрепарата на разложение растительных остатков озимой пшеницы, при внесении препарата после её уборки, без заделки остатков растений в почву. Влияние препарата-деструктора на урожайность овса и агрохимическую характеристику почвы в последствии

Лабораторно-вегетационные опыты поставлены в лабораториях кафедры агрохимии и агроэкологии НГАТУ, вегетационный опыт – на опытной площадке Нижегородского филиала Россельхозцентра (2022 и 2023 гг.) и экспериментальной площадке Нижегородского ГАТУ (2021 г.), полевые опыты – в хозяйствах юго-востока Нижегородской области (Бутурлинский и Сергачский районы).

Опыт №1 заложен в чашках Петри, опыт №2 в сосудах на 700 мл, повторность 3-кратная. Почва темно-серая лесная среднесуглинистая. Уборка проведена на 27-й день после всходов. В опыте №3 использовали сосуды Митчерлиха на 7 кг почвы, повторность 3-кратная. Закладку, уход и уборку опытов проводили в соответствии с методическими требованиями. Опыт №4 заложен в 3-х кратной повторности, на открытой экспериментальной площадке кафедры при естественно складывающемся температурном режиме и поддержке режима увлажнения за счет полива.

2. Схема опытов №1 и №2

Условное обозначение	Содержание варианта
<i>Опыт №1 (Фитотоксичность биопрепаратов)</i>	
1. Контроль	Замачивание семян в воде
2. Гумат+7	Замачивание семян в 1,0% растворе биоудобрения
3. Алирин-Б	Замачивание семян в 1,0% растворе биофунгицида
4. Гумат + Алирин	Замачивание семян в 1,0% растворах биоудобрения и биофунгицида
<i>Опыт №2 (Выгонка растений по Нейбауэру-Шнейдеру)</i>	
1. Контроль	Посев в почву без агрохимикатов
2. Гумат+7	Посев семенами, предварительно обработанными биоудобрением
3. Алирин-Б	Посев семенами, не обработанными биоудобрением, в почву, в которую предварительно внесли биофунгицид
4. Гумат + Алирин	Посев семенами, обработанными биоудобрением, в почву, в которую предварительно внесли биофунгицид

3. Схема опыта №3 (вегетационный)

Условное обозначение	Содержание варианта
1. Контроль	Посев семенами, не обработанными препаратом (гуматом), в почву без внесения удобрений
2. Гумат: ОС + НП	Посев семенами, обработанными гуматом (ОС), в почву без внесения удобрений. В фазу 3-5 листьев кукурузы – некорневая подкормка (НП).
3. НРК – фон	Внесение удобрений в дозе 0,3 г азота, фосфора и калия в расчете на 1 кг почвы. Посев семенами, не обработанными гуматом.
4. Фон + Гумат; ОС	Внесение удобрений в дозе 0,3 г азота, фосфора и калия в расчете на 1 кг почвы. Посев семенами, обработанными гуматом.
5. Фон + Гумат: НП	Внесение удобрений в дозе 0,3 г азота, фосфора и калия в расчете на 1 кг почвы. Посев семенами, не обработанными гуматом. В фазу 3-5 листьев кукурузы – некорневая подкормка.
6. Фон + Гумат: ОС + НП	Внесение удобрений в дозе 0,3 г азота, фосфора и калия в расчете на 1 кг почвы. Посев семенами, обработанными гуматом. В фазу 3-5 листьев кукурузы – некорневая подкормка.

Опыт №4 заложен в контейнерах на 15 л, масса почвы 10 кг, срок отбора почвенных проб – через 60 и 120 дней. Растительные остатки располагали на глубине 0-3 см, не перемешивая их с почвой (опыт №4а, аналог технологии no-till), или на глубине 0-10 см, с перемешиванием в течение всего срока компостирования – опыт №4б (аналог технологии strip-till).

Для обработки растительной массы использован рабочий раствор препарата Восток ЭМ-1 в дозе 4 мл на 1 г фитомассы (200 мл раствора на 10 кг почвы), приготовленный с учетом соотношения 1:100. Схема опыта приведена в таблице 4.

4. Схема опыта №4 (4а и 4б, модельные, с биодеструктором Восток ЭМ-1)

Условное обозначение	Содержание варианта
Размещение растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см, опыт №4а	
1. Контроль	Почва без добавления растительных остатков
2. Навоз-3 + БП	Почва 8,5 кг, слой навоза в дозе 21 г/кг почвы (40 т/га), обработка навоза биопрепаратом (200 мл/сосуд), сверху 1 см почвы (1,5 кг)
3. Солома-3 + БП	Почва 8,5 кг, слой соломы озимой пшеницы в дозе 4 г/кг почвы (10 т/га), обработка соломы биопрепаратом (200 мл/сосуд), сверху 1 см почвы (1,5 кг)
4. Кукуруза-3 +БП	Почва 8,5 кг, слой вегетативной массы кукурузы в дозе 4 г/кг почвы (10 т/га), обработка фитомассы кукурузы биопрепаратом (200 мл/сосуд), сверху 1 см почвы (1,5 кг)
Размещение растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см, опыт №4б	
1. Контроль	Почва без добавления растительных остатков
2. Навоз-10 + БП	3 кг почвы, смесь навоза в дозе 21 г/кг почвы (40 т/га) с 7 кг почвы и биопрепаратом
3. Солома-10 + БП	3 кг почвы, смесь соломы озимой пшеницы в дозе 4 г/кг почвы (10 т/га) с 7 кг почвы и биопрепаратом
4. Кукуруза-10 +БП	3 кг почвы, смесь вегетативной массы кукурузы в дозе 4 г/кг почвы (10 т/га) с 7 кг почвы и биопрепаратом

Опыт №5 полевой (табл. 5), площадь делянки в опытах №5а и 5б составила 10 га, повторность трехкратная, технология выращивания культур – по-till.

5. Схема опыта №5 (полевые – 5а, 5б и 5в; Восток ЭМ-1, технология по-till)

Условное обозначение	Содержание варианта
Опыт 5а	
1. Контроль	Без обработки растительных остатков биопрепаратом
2. Обработка-1	Однократная обработка остаточной фитомассы кукурузы биопрепаратом
3. Обработка-2	Двукратная обработка остаточной фитомассы кукурузы биопрепаратом
Опыт 5б	
1. Контроль	Без обработки растительных остатков биопрепаратами
2. Восток ЭМ-1	Обработка соломы озимой пшеницы после уборки зерна Восток ЭМ-1
3. Восток ЭМ-1 + Стернифаг	Обработка соломы озимой пшеницы и её стерне-корневых остатков препаратом Восток ЭМ-1 совместно с биофунгицидом Стернифаг
Опыт 5в	
1. Контроль	Посев семенами без обработки препаратом, без удобрений
2. Контроль, деструктор (фон)	Посев семенами без обработки препаратом, без удобрений, после обработки растительных остатков деструктором Восток ЭМ-1
3. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	Посев семенами без обработки препаратом, по фону обработки растительных остатков биодеструктором, внесение N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀
4. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.}	Посев семенами, обработанными препаратом Гумат+7, по фону обработки растительных остатков биодеструктором, внесение N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀
5. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.} + Гумат+7 _{подк.}	Посев семенами, обработанными препаратом Гумат+7, по фону обработки растительных остатков биодеструктором, внесение N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ . Плюс некорневая подкормка Гумат+7 в дозе 1 л/га.

После озимой пшеницы, которую убрали в 2022 году (опыт №5б), в этом же поле, на делянках варианта 2 (где послеуборочные остатки пшеницы обрабатывали

препаратом Восток ЭМ-1) в 2023 году был заложен опыт с овсом (опыт №5в), в котором оценивали последствие мероприятий по снижению массы остатков на урожайность овса и плодородие темно-серой лесной среднесуглинистой почвы.

Ферментативную активность и агрохимические показатели почвы определяли стандартными методами в лаборатории Нижегородского филиала Россельхозцентра и на кафедре агрохимии и агроэкологии НГАТУ. Статобработка результатов выполнена с использованием дисперсионного метода анализа.

Глава 3. ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТА ГУМАТ+7 НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

3.1. Оценка фитотоксичности Гумат+7 на яровой пшенице (опыт №1)

Результаты оценки фитотоксичности препаратов – комплексного удобрения на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 и биофунгицида Алирин-Б – на яровой пшенице приведены в таблицах 6-8.

6. Влияние препаратов на всхожесть яровой пшеницы

Варианты опыта	Число взошедших растений, по датам закладки опыта			Среднее по опытам 1а, 1б, 1в			
	11.10.22-18.10.22	21.10.22-28.10.22	11.11.22-18.11.22	всходов на со-суд, шт.	всходов, %		
					сред-нее	+, - к вар. 1	
					факт.	%%*	
1. Контроль	91	90	93	91,3	91,3	-	-
2. Гумат+7	95	95	96	95,3	95,3	4,0	4
3. Алирин-Б	92	94	95	93,7	93,7	2,4	3
4. Гумат + Алирин	94	94	94	94,0	94,0	2,7	3
<i>НСР₀₅</i>				2,1			

Примечание: * - в процентах по отношению к варианту сравнения

7. Влияние препаратов на массу проростков яровой пшеницы, мг/сосуд

Варианты опыта	Масса проростков по датам закладки, мг/сосуд						Среднее	
	11.10.22-18.10.22		21.10.22-28.10.22		11.11.22-18.11.22		мг / сосуд	мг / раст.
	сред-нее	+, - к в.1	сред-нее	+, - к в.1	сред-нее	+, - к в.1		
1. Контроль	33,4	-	30,1	-	38,9	-	34,1	0,37
2. Гумат+7	37,0	3,6	36,6	6,5	42,4	3,5	38,7	0,41
3. Алирин-Б	34,4	1,0	33,5	3,4	40,6	1,7	36,2	0,39
4. Гумат + Алирин	38,9	5,5	37,2	7,1	46,1	7,2	40,7	0,43
<i>НСР₀₅</i>	4,2		4,3		2,4		4,5	

8. Влияние биопрепаратов на морфологические признаки проростков яровой пшеницы, среднее по 3-м закладкам опыта №1

Варианты опыта	Длина надземной части проростка			Длина корневой части проростка			Отношение надземной к корневой части
	сред-нее, см	+, - к вар. 1		среднее, см	+, - к вар. 1		
		см	%		см	%	
1. Контроль	4,81	-	-	6,31	-	-	1 : 1,31
2. Гумат+7	6,41	1,60	33	8,07	1,76	28	1 : 1,26
3. Алирин-Б	5,59	0,78	16	7,43	1,12	18	1 : 1,33
4. Гумат + Алирин	5,81	1,00	21	8,02	1,71	27	1 : 1,38
<i>НСР₀₅</i>	0,93			0,64			

Установлено, что удобрение Гумат+7 и биофунгицид Алирин-Б не обладают фитотоксичностью при прямом контакте семени пшеницы с препаратами. При этом стабильно положительное влияние на массу проростков яровой пшеницы оказывает замачивание семян в смеси их растворов.

Учет длины надземной и корневой частей проростков доказывает, что положительное влияние на их формирование оказывает именно обработка семян пшеницы раствором удобрения Гумат+7, что видно при сравнении вариантов 4 и 3.

3.2. Влияние препарата Гумат+7 на рост и развитие озимой ржи в начальные фазы онтогенеза (опыт №2)

Результаты опыта по учету основных морфологических показателей фитогеноза озимой ржи на 27-й день её жизни приведены в таблицах 9 и 10.

9. Влияние препаратов на морфологические признаки растений озимой ржи

Варианты опыта	Высота растений в опытах, см			Длина корней в опытах, см			Число листьев, шт./раст.	
	№2а	№2б	среднее	№2а	№2б	среднее	№2а	№2б
1. Контроль	31,16	29,40	30,28	13,48	12,77	13,13	2,14	2,33
2. Гумат+7	33,23	31,07	32,15	14,08	13,13	13,61	2,62	2,87
3. Алирин-Б	32,40	30,01	31,21	13,90	13,19	13,55	2,58	2,70
4. Гумат + Алирин	35,62	31,88	33,75	14,72	13,58	14,15	2,72	2,94
<i>НСР₀₅</i>	<i>2,14</i>	<i>1,42</i>	<i>2,28</i>	<i>0,73</i>	<i>0,41</i>	<i>0,78</i>	<i>0,41</i>	<i>0,62</i>

10. Влияние препаратов на массу растений озимой ржи

Варианты опыта	Надземная фитомасса в опытах, г/сосуд			Масса корней в опытах, г/сосуд			Масса 1-го растения, мг	Отношение*, среднее
	№2а	№2б	среднее	№2а	№2б	среднее		
1. Контроль	6,23	5,96	6,10	1,40	1,32	1,36	174	4,49
2. Гумат+7	7,38	6,73	7,06	1,68	1,56	1,62	201	4,36
3. Алирин-Б	6,75	6,64	6,70	1,64	1,52	1,58	191	4,24
4. Гумат + Алирин	7,66	7,01	7,34	1,81	1,65	1,73	209	4,45
<i>НСР₀₅</i>	<i>0,17</i>	<i>0,28</i>	<i>0,42</i>	<i>0,10</i>	<i>0,08</i>	<i>0,11</i>	-	-

Примечание: * - отношение надземной к корневой массе растений озимой ржи

Данные опыта №2 показывают, что обработка семян ржи удобрением с функцией стимулятора роста Гумат+7 достоверно повышает массу корневой и надземной частей ржи, обеспечивая формирование массы одного растения ржи на этом варианте на 27 мг (16%) выше, чем на контроле. Однако на длину корней и рост растений в высоту удобрение Гумат+7 положительное влияние оказывает лишь на уровне тенденции. Максимальный эффект на рост и развитие растений в течение первых дней вегетации (27 дней) оказывает посев ржи семенами, обработанными Гумат+7, в почву с предварительным внесением в неё биофунгицида Алирин-Б.

3.3. Влияние приемов использования комплексного удобрения Гумат+7 на урожайность кукурузы, выращиваемой на зерно (опыт №3)

Результаты оценки влияния предпосевной обработки семян и внесения комплексного удобрения Гумат+7 в подкормку на формирование урожайности кукурузы в условиях вегетационного опыта приведены в таблицах 11 и 12.

Установлено, что наибольшее влияние на формирование стебле-лиственной

массы оказывает листовая подкормка кукурузы, выращиваемой по фону полного минерального удобрения, Гуматом, что оценивается в 27% по отношению к неудобренному контролю и в 9% - в сравнении с фоновым удобрением (табл. 11).

11. Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на урожайность надземной фитомассы кукурузы, 2021-2023 гг.

Варианты опыта	Высота растений, см ¹			Надземная зеленая фитомасса, г/сосуд ¹			Сухое в-во ² , %
	среднее	± к в.1	± к в.3	среднее	± к в.1	± к в.3	
1.Контроль	219	-	-	362	-	-	23,0
2.Гумат: ОС+НП	228	9 / 4	-	398	36 / 10	-	23,6
3.НРК – фон	231	12 / 5	-	420	58 / 16	-	24,9
4.Фон+Гумат ОС	238	19 / 9	7 / 3	426	64 / 18	6 / 1	25,8
5.Фон+Гумат НП	235	16 / 7	4 / 2	460	98 / 27	40 / 10	26,5
6.Фон +Гумат ОС+НП	230	11 / 5	-1 / 0	453	91 / 25	33 / 8	26,9
<i>HCP₀₅</i>	<i>F_{факт.} < F_{теор.}</i>			38			-

Примечание: 1 – в числителе – в единицах измерения показателя, в знаменателе – в %;
2 – содержание сухого вещества в надземной зеленой фитомассе, %

12. Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на урожайность зерна кукурузы, 2021-2023 гг.

Варианты опыта	Урожайность зерна, г/сосуд*			Доля зерна в надземной фитомассе, %	
	среднее	± к в.1	± к в.3	зеленой	сухой
1.Контроль	46,8	-	-	12,9	56,2
2.Гумат: ОС+НП	51,0	4,2 / 9	-	12,9	54,3
3.НРК – фон	56,4	9,6 / 21	-	13,4	53,9
4.Фон+Гумат ОС	60,1	13,3 / 28	3,7 / 7	14,1	54,7
5.Фон+Гумат НП	62,2	15,4 / 33	5,8 / 10	13,5	51,0
6.Фон +Гумат ОС+НП	63,1	16,3 / 35	6,7 / 12	13,9	51,8
<i>HCP₀₅</i>	5,6			-	-

Примечание: * – в числителе – в единицах измерения показателя, в знаменателе – в %

Предпосевная обработка семян кукурузы гуминовым препаратом на урожайности надземной фитомассы не сказалась, но на формирование зерна отразилась положительно, обеспечив максимальную прибавку урожайности в вариантах с обработкой семян гуматом в 28-35% в сравнении с неудобренным вариантом, или 7-12% прибавки зерна в сравнении с фоновым удобрением.

Допосевное внесение полного минерального удобрения и использование комплексного удобрения на основе гуминовых кислот с макро- и микроэлементами Гумат+7 приводит к снижению долевого участия зерна в формировании общей надземной фитомассы с 56,2% на контрольном варианте до 51,0-51,8% при использовании гумата по фону полного минерального удобрения (табл. 12).

3.4. Влияние удобрения Гумат+7 на агрохимические показатели почвы (опыт №3)

Оценку влияния комплексного удобрения на гуминовой основе Гумат+7 на агрохимическое состояние темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы проводили после уборки кукурузы в 2021 году.

Установлено (рис. 1-3), что достоверное положительное влияние Гумат+7 оказал на обменную кислотность почвы, изменив рН солевой вытяжки на 0,14-0,16 единиц и доведя ее в вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и гуминового препарата до значений 5,40-5,42 единиц.

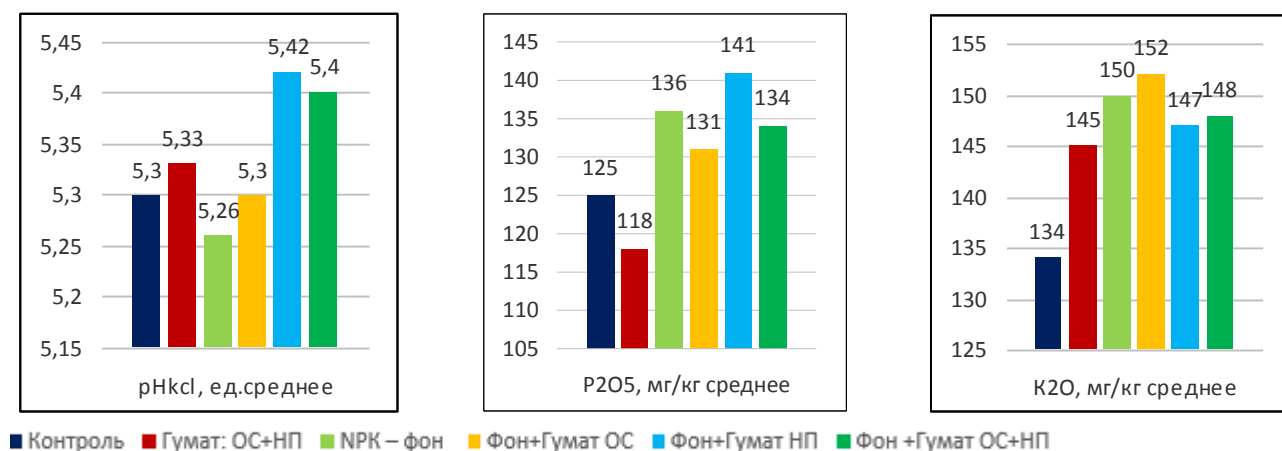


Рис. 1 Влияние удобрения Гумат+7 на агрохимические показатели почвы (НСР₀₅ для рН = 0,08; P₂O₅ – 9 мг/кг, K₂O – 11 мг/кг)

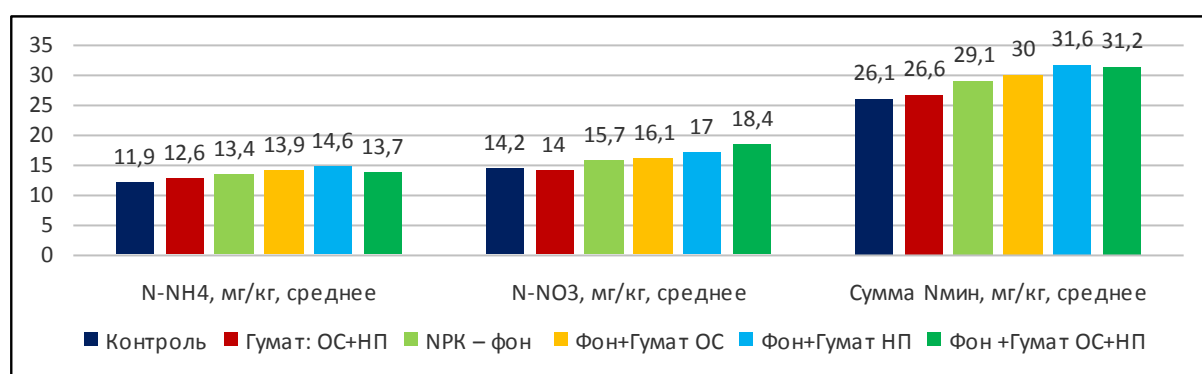


Рис. 2 Влияние удобрения Гумат+7 на содержание минерального азота в почве (НСР₀₅ для N-NH₄ – 1,1 мг/кг; N-NO₃ – 9 мг/кг)

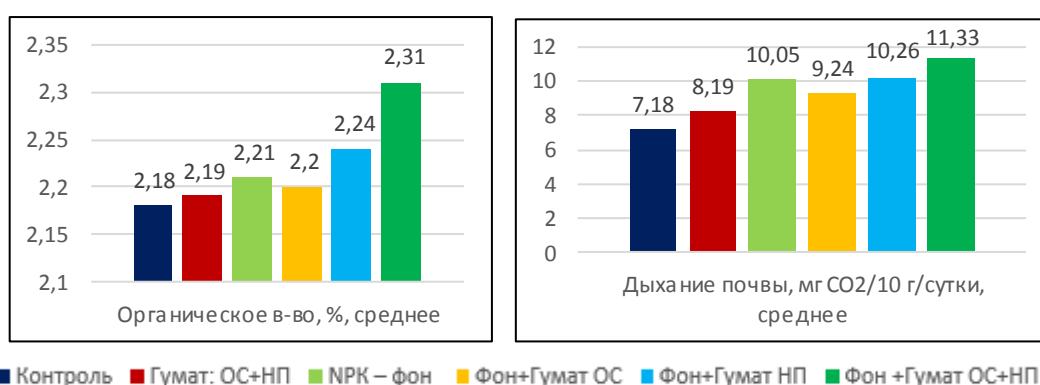


Рис. 3 Влияние удобрения Гумат+7 на содержание органического вещества и дыхание почвы (НСР₀₅ для дыхания – 2,33 мг CO₂/10 г/сутки; по орг.в-ву F_{факт.} < F_{теор.})

Существенное влияние удобрение Гумат+7 оказал на содержание минеральных форм азота, повысив содержание азота аммония на 1,2 мг/кг (9% к фону) и азота в форме нитратов, увеличив их содержание на 1,3-2,7 мг/кг, что составляет 8 и 17% соответственно к фоновому варианту.

На вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и Гумат+7 отмечено повышение содержания подвижного фосфора (на 12-16 мг/кг или 10-13% по отношению к контролю) и калия (на 13-18 мг/кг, т.е. 10-13% к контролю).

Тенденция положительного влияния препарата Гумат+7 отмечена на способность почвы к выделению в приземный слой воздуха диоксида углерода (на 43-58% к контролю), что связано, однако, в основном с действием минеральных удобрений.

Глава 4. МИКРОБИОУДОБРЕНИЕ ВОСТОК ЭМ-1 КАК АКТИВАТОР МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОЧВЕ

Данные по определению способности почвы к разложению безазотистых соединений, дыхания почвы и активности почвенных ферментов инвертазы и каталазы в почве после внесения в неё на разную глубину растительных остатков кукурузы и озимой пшеницы, предварительно обработанных препаратом-деструктором Восток ЭМ-1, приведены в таблицах 13 и 14.

13. Микробиологическая активность почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см, опыт №4а

Варианты опыта / ферментативная активность	Через 60 дней		Через 120 дней		Через 60 дней		Через 120 дней	
	факт	+, - к в.1	факт	+, - к в.1	факт	+, - к в.1	факт	+, - к в.1
	<i>Активность инвертазы, мг глюкозы/г/24ч</i>				<i>Целлюлолитическая активность, %</i>			
Контроль	5,1	-	6,0	-	12,4	-	11,9	-
Навоз-3 + БП	18,4	13,3	21,2	15,2	16,7	4,0	15,8	3,9
Солома-3 + БП	8,3	3,2	8,7	2,7	14,4	1,7	18,7	6,8
Кукуруза-3 +БП	13,0	7,9	14,1	8,1	22,0	9,3	23,6	11,7
<i>НСР₀₅</i>	5,9		6,4		6,1		5,3	
	<i>Активность каталазы, O₂ см³/г/мин</i>				<i>Дыхание почвы, мг CO₂/10г/24ч</i>			
Контроль	2,5	-	2,8	-	6,0	-	6,2	-
Навоз-3 + БП	6,4	3,9	5,7	2,9	16,2	10,2	18,0	11,8
Солома-3 + БП	4,9	2,4	5,3	2,5	13,9	7,9	15,0	8,8
Кукуруза-3 +БП	5,7	3,2	6,1	3,3	13,2	7,2	16,2	10,0
<i>НСР₀₅</i>	0,7		0,9		1,3		1,4	

Сравнивая способы заделки растительных остатков пшеницы или кукурузы в почву, можно констатировать, что их размещение на глубине 0-10 см, в сравнении с размещением на глубине 0-3 см изменяет микробиологическую активность почвы следующим образом:

- приводит к росту активности инвертазы на 2-6 мг глюкозы/г/24ч, что превышает величину инвертазной активности почвы контрольного варианта (5,6 мг глюкозы/г/24ч);
- целлюлолитическая активность почвы при размещении органических удобрений в слое почвы 0-10 см и добавлении к ним биодеструктора Восток ЭМ-1 возрастает в сравнении с заделкой органических веществ в почву на глубину 0-3 см на варианте с заделкой соломы злаков вдвое, а на варианте с внесением остатков кукурузы – на 13,3% (56 относительных %).

14. Микробиологическая активность почвы при размещении навоза и растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см, опыт №46

Варианты опыта / ферментативная активность	Через 60 дней		Через 120 дней		Через 60 дней		Через 120 дней	
	факт	+, - к в.1	факт	+, - к в.1	факт	+, - к в.1	факт	+, - к в.1
	<i>Активность инвертазы, мг глюкозы/г/24ч</i>				<i>Целлюлолитическая активность, %</i>			
Контроль	5,4	-	5,6	-	11,7	-	14,3	-
Навоз-10 + БП	27,8	22,4	25,0	19,4	20,3	8,6	16,4	2,1
Солома-10 + БП	11,7	6,3	10,8	5,2	37,0	25,3	39,8	25,5
Кукуруза-10+БП	20,4	15,0	19,7	14,1	33,4	21,7	36,9	22,6
<i>HCP₀₅</i>	6,0		7,2		8,1		7,4	
	<i>Активность каталазы, O₂ см³/г/мин</i>				<i>Дыхание почвы, мг CO₂/10г/24ч</i>			
Контроль	2,8	-	2,6	-	6,4	-	5,8	-
Навоз-10 + БП	8,3	5,5	8,8	6,2	18,7	12,3	16,4	10,6
Солома-10 + БП	5,5	2,7	5,2	2,6	16,0	9,6	13,7	7,9
Кукуруза-10+БП	7,0	4,2	6,7	4,1	15,4	9,0	19,4	13,6
<i>HCP₀₅</i>	0,9		0,8		1,6		2,1	

- каталазная активность почвы при заделке растительных остатков на разную глубину (3 или 10 см) была одинаковой и оценивается как средняя;
- дыхание почвы в вариантах с внесением соломы пшеницы и листостебельной массы кукурузы заметно выше при их размещении в почве на глубине 0-10 см, особенно – в первый срок определения, и оценивается как высокая микробиологическая активность почвы.

Глава 5. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТА ВОСТОК ЭМ-1 В ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

Результаты оценки влияния микробиологического препарата Восток ЭМ-1 на разложение растительных остатков зерновых культур при их возделывании по нулевой технологии, полученные в полевых опытах №№5а и 5б, заложенных в условиях производства, представлены в таблицах 15 и 16.

15. Эффективность разложения остаточной фитомассы кукурузы за зимний и весенне-летний период 2021-2022 гг., опыт №5а

Варианты опыта	Результаты на 01.05.2022 г.				Результаты на 18.07.2022 г.		
	масса, г/м ² , на ..		+, - к началу опыта*	+, - к вар. 1*	масса, г/м ²	+, - к 01.05. 2022 г.*	+, - к вар. 1*
10.10. 2021 г.	01.05. 2022г.						
1.Контроль	5674	4936	-738 / 13	-	3286	-1650 / 33	-
2.Обработка-1	5704	4028	-1676 / 29	-908 / 18	1987	-2041 / 51	-1299 / 40
3.Обработка-2					1489	-2539 / 63	-1797 / 55
<i>HCP₀₅</i>	562				562		

* - в числителе – г/м², в знаменателе – в %

Данные таблицы 15 позволяют констатировать, что микробиологический препарат Восток ЭМ-1 показал высокую эффективность по деструкции растительных остатков, образующихся при выращивании кукурузы по нулевой технологии с чередованием «кукуруза– кукуруза».

Установлено, что однократная обработка крупностебельных растительных остатков сразу после уборки кукурузы, без запахивания их в почву, позволила снизить их массу на 29%, при этом эффект от собственно обработки биопрепаратом составил 18% в сравнении с вариантом, где деструкция остатков шла естественным путем. Дополнительная обработка растительных остатков кукурузы раствором биопрепарата Восток ЭМ-1, весной перед посевом следующей культуры (однолетние травы), показала высокую тенденцию к их разложению, но к полной деструкции остаточной фитомассы не привела.

16. Эффективность разложения соломы и стерне-корневых остатков озимой пшеницы, опыт №5б

Варианты опыта	Масса остатков, г/м ² , на ...			Разница к началу опыта		Разница между 1-м и 2-м учетами	
	15.08.2022	10.10.2022	01.05.2023	г/м ²	%	г/м ²	%
1. Контроль	325	305	252	-73	22	-53	17
2. Восток ЭМ-1	298	70	39	-259	87	-31	44
3. Восток ЭМ-1 + Стернифаг	286	53	28	-258	90	-25	47
<i>НСР₀₅</i>	<i>21</i>	<i>19</i>	<i>11</i>				

Убыль массы стерне-корневых остатков озимой пшеницы за период август 2022 года – апрель 2023 года (табл. 16) на контрольном варианте выражается в 22%, на варианте с внесением биопрепарата Восток ЭМ-1 – в 87%, а при совместном использовании препарата-деструктора Восток ЭМ-1 и препарата-фунгицида Стернифаг – в 90% к количеству растительных остатков сразу после уборки пшеницы.

Эффективность разложения послеуборочных остатков озимой пшеницы при совместном внесении биопрепаратов Восток ЭМ-1 и Стернифаг, или под действием только биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1, можно оценить как высокую, достигающую 65-68% в сравнении с вариантом, где биопрепараты не использовали.

После уборки озимой пшеницы (опыт №5б, 2022 г.), на этом же поле весной 2023 года был высеян овес (опыт №5в), на котором оценивали действие мероприятий по снижению массы послеуборочных остатков пшеницы на его урожайность и основные показатели плодородия почвы. Результаты учета урожайности зерна овса приведены в таблице 17, а агрохимическая характеристика почвы – в таблице 18.

17. Урожайность зерна овса, 2023 г.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка		
		к вар.1*	к вар.2*	к вар.3*
1. Контроль, без деструктора	2,55	-	-	-
2. Контроль, деструктор (фон)	2,73	0,18/7	-	-
3. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	2,89	0,34/13	0,16/6	-
4. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.}	3,03	0,48/19	0,30/11	0,14/5
5. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ +Гумат+7 _{сем.} +Гумат+7 _{подк.}	3,21	0,66/26	0,48/18	0,32/11
<i>НСР₀₅</i>		<i>0,17</i>		

Примечание: в числителе – в т/га, в знаменателе – в %

Полученные результаты свидетельствуют, что обработка послеуборочных остатков озимой пшеницы, выращиваемой по технологии no-till, препаратом-

деструктором Восток ЭМ-1, в последствии на второй год оказывает положительное влияние на урожайность овса, обеспечивая прибавку урожайности в 0,18 т/га (7% к варианту, где биопрепарат Восток ЭМ-1 не применяли). Дополнительное использование в системе удобрения овса препарата Гумат+7 позволило получить максимальную прибавку урожайности – в 0,32 т/га (11% к варианту с использованием только минеральных удобрений).

18. Агрохимическая характеристика почвы опыта №5в после уборки овса

Варианты опыта	pH _{KCl}	N _л ,*	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг/кг		
1. Контроль, без деструктора	5,50	31	284	175
2. Контроль, деструктор (фон)	5,34	42	299	193
3. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	5,30	55	304	201
4. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.}	5,42	61	289	194
5. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.} + Гумат+7 _{подк.}	5,40	64	277	187
<i>HCP₀₅</i>	0,15	8	14	14

Примечание: * - азот легкогидролизуемый

Активация процессов разложения растительных остатков озимой пшеницы и снижения их массы за счет использования препарата-деструктора в последствии на второй год привела к повышению обеспеченности подвижными соединениями фосфора и калия – на 15 мг/кг (5%) и 18 мг/кг (10%) соответственно. Содержание легкогидролизуемого азота при этом увеличилось на 11 мг/кг (31%) в сравнении с вариантом, где деструктор не применяли. Отмечено некоторое снижение рН солевой вытяжки (на 0,15 единиц), хотя почва осталась слабокислой.

Глава 6. АГРОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

Используя расчеты экономической и агрономической эффективности применения удобрений, по результатам опыта №5в было оценено влияние препаратов, используемых в нулевой технологии обработки почвы (Восток ЭМ-1 и Гумат+7), на окупаемость препарата и фоновых минеральных удобрений урожайностью культуры. Результаты расчетов приведены в таблицах 19 и 20.

19. Сравнительная экономическая эффективность применения биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 и удобрения Гумат+7 под овес в технологии no-till

Варианты опыта	Урожайность овса, ц/га	Прибавка, ц/га	Стоимость продукции, тыс. руб/га	Затраты тыс. руб/га	Чистый доход, тыс.руб/га	Уровень рентабельности, %
1. Контроль, без деструктора	25,5	0	25,5	21,51	3,99	18,5
2. Восток ЭМ-1	27,3	1,8	27,3	22,63	4,67	20,6
3. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	28,9	3,4	28,9	23,75	5,15	21,7
4. Фон+N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.}	30,3	4,8	30,3	24,35	5,95	24,4
5. Фон+N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.} + Гумат+7 _{подк.}	32,1	6,6	32,1	25,07	7,03	28,0

20. Окупаемость удобрения Гумат+7 урожайностью овса на вариантах с внесением минеральных удобрений

Варианты опыта	Доза NPK, кг/га	Урожайность, ц/га		Окупаемость NPK прибавкой урожая
		факт	прибавка от Гумат+7	факт кг/кг
3. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	20+20+20	28,9	-	-
4. Фон+N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.}	20+20+20	30,3	1,4	2,33
5. Фон+N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + Гумат+7 _{сем.} + Гумат+7 _{подк.}	20+20+20	32,1	3,2	5,33

Биопрепарат-деструктор растительных остатков Восток ЭМ-1 выгодно применять в технологии no-till, так как он позволяет получить дополнительно, при дозе внесения препарата в 5 л/га, на каждый использованный литр препарата 36 кг зерна овса, увеличивая получение чистого дохода на 0,68 тыс.руб/га.

Применение комплексного удобрения на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 в системе удобрения овса, выращиваемого в технологии при нулевой обработке почвы и использовании по растительным остаткам предшествующей культуры препарата-деструктора Восток ЭМ-1, выгодно. Происходит повышение рентабельности на 5,9-9,5 %, а чистый доход на вариантах применения Гумат+7 увеличивается на 1,96-3,04 тыс.руб/га по сравнению с контролем.

Также оно позволяет существенно повысить отдачу от минеральных удобрений, обеспечив окупаемость каждого килограмма действующего вещества прибавкой урожая зерна овса в 5,33 кг.

ВЫВОДЫ

1. Удобрение Гумат+7 и биофунгицид Алирин-Б не обладают фитотоксичностью при прямом контакте семян пшеницы с препаратами: всхожесть семян увеличивается на 3-4%, масса проростка составляет 0,41-0,43 мг/растение (11% к контролю), длина надземной и корневой частей проростков по отношению к контролю повышается на 33% и 28% соответственно.
2. Максимальный эффект на рост и развитие растений в течение первых дней вегетации (27 дней) оказывает посев ржи семенами, обработанными препаратом Гумат+7, в почву с предварительным внесением в неё биофунгицида Алирин-Б: высота растений превышает 33 см, число листьев достигает 2,94 шт./растение, а масса одного растения – 209 мг. Прирост надземной фитомассы при использовании удобрения Гумат+7 по фону внесенного в почву биофунгицида Алирин-Б составил 0,64 г/сосуд, т.е. 10% к надземной фитомассе контроля. Судя по соотношению надземной и корневой масс, обработка семян ржи удобрением Гумат+7 стимулировала прирост надземной фитомассы, а использование фунгицида до посева семян стимулировало рост корней.
3. Действие препарата Гумат+7 в системе удобрения кукурузы в вегетационном опыте было разносторонним. Значимых изменений в высоте растений от его применения не отмечено, в целом по вегетационному опыту она варьировала

в пределах 219-238 см. Наибольшее влияние на формирование урожайности стебле-лиственной массы оказывает такой способ внесения удобрения Гумат+7 как некорневая (лиственная) подкормка кукурузы, выращиваемой по фону полного минерального удобрения, внесенного в почву: прибавка составляет 98 г/сосуд (27%) в сравнении с неудобренным контролем, или 40 г/сосуд (10%) по отношению к фону НРК. Доля зерна в общей надземной зеленой фитомассе кукурузы колеблется в пределах 13-14%, а при переводе в сухую массу превышает 50%. Предпосевная обработка семян кукурузы комплексным удобрением Гумат+7 способствует увеличению урожайности зерна, обеспечивая максимальное доленое участие зерна в общей фитомассе в 54,7%.

4. На дату уборки вегетационного опыта с кукурузой установлено, что достоверное положительное влияние Гумат+7 оказал на два показателя темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы: обменную кислотность почвы, изменив рН солевой вытяжки на 0,14-0,16 единиц и доведя ее в вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и гуминового препарата до значений 5,40-5,42; содержание минеральных форм азота, повысив содержание азота аммония на 1,2 мг/кг (9% к варианту с фоновым внесением минеральных удобрений) и азота в форме нитратов, увеличив их содержание на 1,3-2,7 мг/кг, что составляет 8 и 17% соответственно к фоновому варианту. На содержание подвижных соединений фосфора и калия, а также выделение в атмосферу диоксида углерода Гумат+7 оказывает влияние на уровне положительной тенденции.
5. В модельном 4^х-месячном лабораторно-вегетационном опыте по компостированию растительных остатков кукурузы и/или озимой пшеницы с биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1 в почве установлено, что их размещение на глубине 0-10 см, в сравнении с размещением на глубине 0-3 см, изменяет микробиологическую активность почвы, а именно: приводит к росту активности инвертазы на 2-6 мг глюкозы/г/24ч, что превышает величину инвертазной активности почвы контрольного варианта (5,6 мг глюкозы/г/24ч); росту целлюлолитической активности на варианте с заделкой соломы злаков вдвое, а на варианте с внесением остатков кукурузы – на 13,3% (56 относительных %); приросту объема выделяющегося углекислого газа на 4,0 мг СО₂/10г/24ч. в варианте с фитомассой кукурузы, на фоне средней активности каталазы, равной для разноглубинного размещения растительных остатков.
6. Естественная убыль общей массы растительных остатков после кукурузы, выращиваемой по системе no-till, за зимний период 2021-2022 гг. составила 13%, а к середине лета 2022 г. достигла 42% от начальной массы остатков. Однократная обработка стебле-лиственных остатков биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1 и оставление остатков в зиму привела к потере массы в 29%, а к середине лета 2022 г. более половины массы остатков были минерализованы. Повтор обработки остаточной фитомассы кукурузы препаратом Восток ЭМ-1 весной 2022 г. к середине июля 2022 г. дополнительно

стимулировал её разложение, что выразилось в потере 63% первоначально учтенной массы послеуборочных остатков кукурузы. Однако полного разложения растительной фитомассы кукурузы, остающейся на поверхности почвы за более чем год после уборки кукурузы, не произошло даже при использовании деструктора органических веществ.

7. Обработка сохранившейся на поверхности почвы остаточной фитомассы озимой пшеницы, выращиваемой при нулевой технологии обработки почвы, биопрепаратом Восток ЭМ-1, за 2 осенних месяца после уборки пшеницы привела к резкому снижению количества пожнивных остатков – в 4,3 раза, а обработка остатков двумя препаратами (биопрепарат-деструктор Восток ЭМ-1 + почвенный фунгицид Стернифаг) – в 5,4 раза. За зимний период 2022-2023 гг. потеря массы растительных остатков при внесении биопрепарата Восток ЭМ-1 составила 44%, а в приповерхностном слое почвы осталось не более 13% от первоначального их количества. Эффективность разложения стерне-корневых остатков озимой пшеницы при совместном внесении биопрепаратов Восток ЭМ-1 и Стернифаг, или под действием только биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1, можно оценить как высокую, достигающую 65-68% в сравнении с вариантом, где биопрепараты не использовали.
8. Обработка послеуборочных остатков озимой пшеницы, выращиваемой по технологии no-till, препаратом-деструктором Восток ЭМ-1, в последствии на второй год оказывает положительное влияние на урожайность овса, обеспечивая прибавку урожайности в 0,18 т/га (7% к варианту, где биопрепарат Восток ЭМ-1 не применяли). Дополнительное использование в системе удобрения овса препарата Гумат+7 двумя способами – обработка семян + некорневая подкормка – позволило получить максимальную прибавку урожайности – в 0,32 т/га (11% к варианту с использованием только минеральных удобрений). Листовая подкормка овса удобрением Гумат+7 была эффективна: прибавка урожайности зерна составила 0,18 т/га, т.е. 6% к варианту без использования препарата в подкормку. Обработка семян овса удобрением с функцией стимулятора роста Гумат+7 показала лишь тенденцию положительного влияния на урожайность.
9. Активация процессов разложения растительных остатков озимой пшеницы и снижения их массы за счет использования препарата-деструктора в последствии на второй год привела к повышению плодородия почвы, а именно к повышению обеспеченности подвижными соединениями фосфора и калия – на 15 мг/кг (5%) и 18 мг/кг (10%) соответственно, а также повышению содержания легкогидролизуемого азота на 11 мг/кг (31%) в сравнении с вариантом, где деструктор не применяли, при некотором подкислении почвы (снижение рН солевой вытяжки на 0,15 единиц), оставляя ее в границах слабокислой.
10. Использование биопрепарата-деструктора растительных остатков Восток ЭМ-1 в технологии no-till позволяет получить дополнительно, при дозе внесения препарата в 5 л/га, на каждый использованный литр препарата 36 кг

зерна овса, увеличивая получение чистого дохода на 0,68 тыс.руб/га. Применение комплексного удобрения на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 в системе удобрения овса, выращиваемого в технологии при нулевой обработке почвы и использовании по растительным остаткам предшествующей культуры препарата-деструктора Восток ЭМ-1, выгодно. Про-исходит повышение рентабельности на 5,9-9,5 %, а чистый доход при применении Гумат+7 увеличивается на 1,96-3,04 тыс.руб/га по сравнению с контролем. Также оно позволяет существенно повысить отдачу от минеральных удобрений, обеспечив окупаемость каждого килограмма действующего вещества прибавкой урожая зерна овса в 5,33 кг.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В системе удобрения кукурузы, выращиваемой в Нижегородской области, следует использовать комплексное удобрение на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 для обработки семян и/или для проведения некорневой подкормки вегетирующих растений в рекомендуемых дозах: для предпосевной обработки семян – расход препарата 0,1 л/т, расход рабочего раствора 10 л/т; для некорневой подкормки – расход препарата 1 л/га, расход рабочего раствора 200 л/га. При этом обработка семян обеспечивает, прежде всего, увеличение урожайности зерна, а листовая подкормка – прибавку урожайности надземной зеленой фитомассы.
2. Для ускорения процесса разложения растительных остатков кукурузы и/или озимой пшеницы, выращиваемых в системе no-till, следует использовать биопрепарат-деструктор Восток ЭМ-1 в дозе: расход препарата 5 л/га, расход рабочего раствора 200 л/га. Такая обработка позволяет сократить остаточную фитомассу растений на 51-63% по кукурузе и более чем в 4 раза – по озимой пшенице.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в научных журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ

1. Титова В.И., Белоусова Е.Г., **Ерастова Н.В.** Влияние биоудобрения Гумат+7 и биофунгицида Алирин-Б на зерновые культуры в начальные фазы их развития / Экологический вестник Северного Кавказа. 2023. Т. 19. №3. – С. 42-48.
2. Айнетдинова И.А., **Ерастова Н.В.**, Ефимов А.Ф. Полезные микроорганизмы в помощь сельхозтоваропроизводителям / Защита и карантин растений. – 2023. – №4. – С.28-30. DOI 10.47528/1026-8634
3. Титова В.И., **Ерастова Н.В.**, Володина Е.Н., Белоусова Е.Г. Влияние глубины и способа заделки растительных остатков в почву на её микробиологическую активность / Агрехимический вестник. – 2024. – №2. – С. 46-51. DOI: 10.24412/1029-2551-2024-2-009

Статьи в прочих научных журналах и сборниках трудов

1. Титова В.И., Мартыанова О.С., **Ерастова Н.В.** Влияние препарата Баркон на характеристику грунтов, созданных на серой лесной почве с добавлением опилок / Почвенные ресурсы и их рациональное использование / Мат-лы Всеросс. научно-практ. конф. ..., 22.04.2022 г. / Красноярский ГАУ. – С. 72-76.
2. **Ерастова Н.В.**, Титова В.И. Влияние микробиологического препарата «Восток ЭМ-1» на разложение растительных остатков кукурузы при ее возделывании по нулевой технологии / Развитие аграрной науки и ее роль в обеспечении продовольственной безопасности страны / Матер. национ. науч.-практ. конф. (с междунар. участием). – 05-06.12.2023 г., Н.Новгород: НГТУ, 2023. – С. 122-127.
3. Титова В.И., **Ерастова Н.В.** Влияние микробиологического препарата Восток ЭМ-1 на деструкцию соломы озимой пшеницы при её возделывании по технологии no-till / Научное наследие А.Г. Дояренко – основа в разработке систем земледелия будущего/ коллект. монография // РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», Суздаль, 2024. – С. 198-202. (26-28.06.2024 г.) DOI: 10.51961/9785605267096

Подписано в печать _____ Формат А5

Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл.п.л. 1,0

Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии