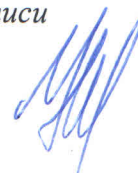


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Л.Я.ФЛОРЕНТЬЕВА»

*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

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

**Научный руководитель:  
доктор с.-х. наук, профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ  
Титова Вера Ивановна**

Нижний Новгород - 2024 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>Введение</b> .....	4
<b>Глава 1. Обзор литературы</b> .....	12
1.1. Значение ресурсосберегающих технологий в растениеводстве ....	13
1.2. Биопрепараты в современном земледелии .....	27
<b>Глава 2. Объекты, условия и методы проведения исследований</b> ....	39
2.1. Климатическая характеристика территории, погодные и почвенные условия постановки экспериментов .....	39
2.2. Объекты изучения .....	42
2.3. Схемы опытов и уход за ними .....	44
2.4. Методы аналитических исследований .....	58
<b>Глава 3. Влияние агрохимиката Гумат+7         на формирование урожайности зерновых культур</b> .....	60
3.1. Оценка фитотоксичности препарата Гумат+7 на яровой пшенице .....	62
3.2. Влияние препарата Гумат+7 на рост и развитие озимой ржи в начальные фазы онтогенеза .....	64
3.3. Влияние приемов использования комплексного удобрения Гумат+7 на урожайность кукурузы, выращиваемой на зерно .....	67
3.4. Влияние удобрения Гумат+7 на агрохимические показатели почвы .....	70
<b>Глава 4. Микробиоудобрение Восток ЭМ-1 как активатор         микробиологической деятельности в почве</b> .....	76
4.1. Микробиологическая активность почв при размещении биопрепарата и растительных остатков в слое почвы 0-3 см .....	78
4.2. Микробиологическая активность почв при размещении биопрепарата и растительных остатков в слое почвы 0-10 см ....	82

<b>Глава 5. Оценка возможности использования биопрепарата</b>	
<b>Восток ЭМ-1 в технологии no-till</b> .....	87
5.1. Влияние препарата на разложение растительных остатков после уборки кукурузы и озимой пшеницы .....	89
5.2. Последствие биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 на урожайность зерна овса и характеристику почвы .....	95
<b>Глава 6. Агрonomическая и экономическая оценка использования удобрений в технологии no-till</b> .....	100
<b>Выводы</b> .....	105
<b>Предложения производству</b> .....	110
<b>Список использованной литературы</b> .....	111
<b>Приложения</b> .....	131

## ВВЕДЕНИЕ

### 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 al., 2021; Na-Tran D.M. et al., 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, strip-till, mini-till (Дридигер В.К., 2020). Такие технологии для российских аграриев уже не являются чем-то новым, однако для эффективного ведения сельскохозяйственного производства необходимо принимать во внимание целый ряд объективных факторов (например, природно-климатические условия региона, специализацию сельскохозяйственного предприятия), и 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, агрохимикатов, биопрепаратов с широким спектром действия и явилось основанием для их изучения и внедрения в растениеводческую отрасль сельского хозяйства одного из регионов Российской Федерации – Нижегородскую область.

**Степень разработанности темы исследования.** 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 исследований.** Цель исследований – оценка возможности использования комплексного удобрения на гуминовой основе 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.

Для достижения обозначенной цели решали следующие задачи:

- 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 тяжелосуглинистой 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 среднесуглинстом 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.

### **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 внутрипочвенно, а также на биологическую активность почв.

**Основные положения, 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 внутрипочвенного 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.

**Научная новизна** заключается в оценке использования комплексного удобрения с функцией стимулятора роста Гумат+7 для обработки семян или в виде некорневой подкормки кукурузы. Установлено, что Гумат+7 при прямом контакте с семенем яровой пшеницы не обладает фитотоксичностью, достоверно повышает массу проростков и стимулирует рост корней в длину на 28% в сравнении с контролем. 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 неудобренным 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 в модельных лабораторно-вегетационных опытах 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 (аналог ресурсосберегающей технологии mini-till) в сравнении с размещением на глубине 0-3 см (аналог нулевой обработки почвы no-till) приводит к росту активности инвертазы (на 2-6 мг глюкозы/г/24ч), целлюлолитической активности – на 13,3% (56 относитель-



ных %) 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 окупае-

мость каждого килограмма действующего вещества удобрений прибавкой урожая зерна овса в 2,33–5,33 кг/кг.

**Личный вклад автора** 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) Агрехимия. Исследования проведены в соответствии с тематическим планом научных исследований биоэкологического факультета ФГБОУ ВО «Нижегородский ГАУ» 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».

**Апробация и публикация результатов исследований.** Результаты работы ежегодно заслушивались на научно-практических конференциях биоэкологического факультета Нижегородского ГАУ (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, НГАУ, 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.

**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.

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

## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Сельское хозяйство в любой стране является очень важной отраслью, так как именно она обеспечивает продовольственную безопасность государства. Однако эта область экономики сильно зависит от почвенно-климатических условий, поэтому любая страна вынуждена в той или иной степени поддерживать свое аграрное производство за счет других факторов и условий, ориентируясь на инновационный путь развития при решении современных экологических и демографических проблем.

В основе эффективности деятельности отрасли лежит результативное использование природных ресурсов, т.е. ресурсосбережение и развитие полной переработки получаемой в процессе реализации растениеводства продукции (Куниченко Н.А., 2019). Согласно национальному стандарту России ГОСТ Р 52104–2003 «Ресурсосбережение. Термины и определения» под ресурсосбережением понимается «организационная, экономическая, техническая, научная, практическая и информационная деятельность, в том числе методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла объектов и направленных на рациональное использование и экономное расходование ресурсов» (ГОСТ Р 52104–2003).

Особенность функционирования сельскохозяйственной отрасли состоит в том, что в качестве объекта воздействия энергетических технологий выступают биологические объекты (почва, растения, животные). Это влияет на особенности потребления и распределения энергии, а также возможные энергетические источники, например, обработку почвы. «Постоянное применение вспашки на одну и ту же глубину и давление сельхозтехники на почву приводят к уплотнению нижних слоев почвы и образованию «подплужной подошвы». В результате также нарушаются почвенные агрегаты и уменьшаются размеры почвенных пор, жизненно необходимых для функционирования почвы как эффективной среды для роста растений (для развития корне-

вой системы, обеспеченности кислородом и перемещения почвенных вод)» (Махотлова М.Ш., 2016). При этом, наряду с одновременным резким увеличением поверхностного стока, потерей почв, питательных элементов и органического вещества сильно снижаются показатели проникновения влаги и ее удержания в почве. Утрата органической массы также замедляет химико-биологические процессы, столь необходимые для обеспечения почвы гуминовыми веществами, способствующими стабильности почвенных агрегатов и высвобождению питательных веществ, которые поглощают растения (Журавлева Е.В., Фурсов С.В., 2016).

После страшной засухи 1891 года В.В. Докучаев разработал комплексную программу борьбы с засухами, включавшую ряд практических мероприятий по улучшению водного режима и свойств черноземных почв. С тех пор прошло более ста лет, но ситуация, к сожалению, мало изменилась. Как отмечает Л.В. Орлова (2009), засуха лишь усугубила ситуацию, но не стала её первопричиной.

### **1.1. Значение ресурсосберегающих технологий в растениеводстве**

«Ресурсосбережение – это процесс управления ресурсами, направленный на реализацию концепции устойчивого развития компании за счет снижения потерь и затрат во всех основных и обеспечивающих процессах по созданию ценности продукта/услуг при бережливом отношении к природным ресурсам» (Антипова О.В., 2020). Основной задачей ресурсосбережения, как науки, является экономия материальных ресурсов. При этом экономить их можно по-разному: можно меньше тратить (для этого устанавливают нормы), а можно внедрять новые технологии (Ильичева Н.М., 2021).

В отрасли агропромышленного комплекса ресурсосберегающие технологии представляют собой комплекс агротехнических приемов, выполняемых в определенной последовательности, направленных на удовлетворение требований биологии культуры и получение высокого, экономически оправ-

данного и экологически обоснованного урожая заданного качества при сохранении и приумножении почвенного плодородия. Чаще всего предполагается отказ от вспашки, обязательное сохранение остатков на поверхности почвы, использование севооборотов, включающих рентабельные культуры и культуры, улучшающие плодородие почв, интегрированный подход в борьбе с вредителями и болезнями, использование качественных семян, отзывчивых к данным технологиям (Васильева О.А., Бабаян И.В., 2020).

Мировой опыт земледелия доказал, то глубокая ежегодная обработка почвы не только не дает пользы, но и наносит непоправимый вред, усиливая эрозионные процессы (Сёмин А.Н., Лысенко М.В., 2014). Вспашка почвы приводит к негативным последствиям, погибают почвенные микроорганизмы, насекомые энтомофаги, а также дождевые черви. А быстрая потеря влаги в посевном слое вынуждает начинать полевые работы слишком рано, зачастую тогда, когда почва холодная и сильно увлажнена. При «классическом» земледелии почвы деградируют вплоть до полной потери плодородия и вывода земель из сельхозоборота (Павлов С.А., Попов А.С., 2017).

В мировом аграрном секторе ресурсосберегающие (нулевые) технологии применяются на площади более 150 млн. гектар, в основном на территории государств, занимающих лидирующие позиции в производстве сельскохозяйственной продукции (Канада, США, Аргентина, Новая Зеландия и др.). Более 60% посевных площадей Аргентины, Бразилии и Парагвая обрабатываются по технологии no-till, а в ближайшее время планируется увеличить их до 90% (Динамика и видовое разнообразие ..., 2016; Якимова Л.А., 2017).

Важным условием ресурсосбережения является энергосбережение. Как отмечено в ФЗ №261, от 23.11.2009, «энергосбережение – это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг)». Сельское хозяйство России значительно отстает в

энергосбережении от зарубежных стран. Например, «в ФРГ удельный вес энергозатрат в стоимости продукции составляет около 7%, в России – более 20% (в некоторых регионах достигает 45%). При этом отмечаются тенденции роста не только общих, но и удельных энергозатрат. Поэтому в современных условиях вопросы энергосбережения в АПК приобретают особую остроту» (Махотлова М.Ш., 2016).

Ресурсосбережение в целом следует рассматривать и с позиций агро-экологических проблем земледелия, систем производства растениеводческой продукции, машинных технологий и машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства, учитывая, что они являются ключевыми ресурсами при производстве сельскохозяйственной продукции.

Несоблюдение агротехнологий в земледелии отрицательно сказывается на плодородии почв и окружающей среде, вызывая ряд проблем. Неправильно проведенная вспашка нарушает структуру почвы и оставляет её не защищенной от осадков, способствует водной эрозии и загрязнению поверхностных вод, уменьшению содержания органического вещества в почве и разнообразия почвенных организмов, провоцирует ненужную эмиссию углекислого газа в атмосферу и др. Так, например, многолетний период использования традиционных технологий возделывания зерновых и других видов культур часто приводит к снижению содержания органического вещества в почве за счет его минерализации. В результате для восполнения почвенного плодородия требуется использование повышенного количества органических удобрений и биоресурсов, что увеличивает производственные затраты (Махотлова М.Ш., 2016).

Глубокая обработка почвы с оборотом пласта может снижать биологическое разнообразие почв, в то время как биологическая активность почвы чрезвычайно важна для поддержания нормальной структуры, естественного плодородия, и, в конечном итоге, высокой продуктивности почв. При переходе же к технологии без механических обработок на поверхности почвы будет формироваться слой растительных остатков, медленно разлагающихся.

Это приводит к тому, что появляется недостаток элементов питания у растений, а также к изменению физических свойств и микроклимата почвы, влияющих на ход минерализации органических остатков. Это может стать также причиной снижения доли подвижных минеральных соединений азота и усиления процессов денитрификации (Коротких Н.А., 2016).

Регулярно повторяющиеся засухи в основных зерновых регионах России отрицательно влияют на накопление влаги в почвенном профиле, повышают рискованность земледелия и препятствуют получению рентабельной урожайности, так как дефицит влаги не позволяет полностью реализовать ни генетический потенциал сортов, ни потенциал почвы и других ресурсов.

Известно, что на производство 1 т зерна требуется не менее 80 т влаги. Как отмечают Е.В. Журавлева Е.В. и С.В. Фурсов (2016) «в отдельных регионах при существующих системах земледелия может произойти значительное снижение урожайности уже в ближайшие десятилетия. В результате возможного глобального потепления, которое особенно повлияет на климат южных регионов России, в весенне-летний период осадки там могут почти не выпадать. В связи с этим весной и летом вегетация растений будет происходить за счет влаги, накопленной в осенне-зимний период. Поэтому важно применять технологии, которые могут законсервировать влагу в необходимых количествах и сохранить ее для растений в оптимальный период». Что в принципе возможно при минимизации обработки почвы. В целом обработка почвы – это приём механического воздействия на почву, способствующий повышению её плодородия и созданию лучших условий для роста и развития растений этап земледелия, важнейший этап большинства технологий выращивания растений.

В практике земледелия минимализация обработки почвы осуществляется следующими путями (Черкасов Г.Н. и др., 2015): «- сокращение числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок почвы в севообороте в сочетании с применением гербицидов для борьбы с сорняками; - замена глубоких обработок более производительными мелкими или поверх-



ностными, использование широкозахватных орудий с активными рабочими органами, обеспечивающими высококачественную обработку за один проход агрегата; - совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов; - уменьшение обрабатываемой поверхности поля путем обработки лишь той части почвы, где располагаются рядки семян, с оставлением почвы необработанной в междурядьях (полосная обработка); - посев в необработанную почву специальными сеялками (нулевая обработка)».

В современной земледелии выделяют несколько основных технологий обработки почвы: отвальная (классическая) с оборотом пласта; полосовая (strip till); минимальная (mini-till); нулевая (no-till).

Отвальная (классическая) система обработки почвы предполагает несколько этапов – вспашка отвальным плугом, культивация (предпосевная) и посев с прикатыванием. Данная методика обработки почвы считается одной из самых популярных, но и самой энергозатратной, поскольку требует привлечения большого количества оборудования. Также имеет место разрушение естественной структуры грунта. При отвальной (классической) системе обработки почва теряет гумус, есть опасность эрозии. Образуется подплужная подошва. Кроме того, при традиционной технологии возделывания культур усиливается минерализация растительных остатков, что происходит быстрее за счет активного перемешивания их с почвой и создания условий для активной деятельности почвенной микробиоты (Передериева В.М. с соавт., 2018). Альтернативные способы обработки лишены этих недостатков, но представляют собой сложную систему земледелия. Их внедрение не обходится без определенных сложностей, но точно окупается со временем.

Технологии strip-till, no-till и mini-till объединяет то, что все они относятся к способам минимальной обработки почвы. Здесь нет привычной отвальной вспашки с переворотом пласта. При использовании данных технологий нужна современная техника, грамотные специалисты, а также выверен-

ная, в зависимости от местных условий, и точно соблюдаемая технология. Было бы ошибкой думать, что все сводится только к отказу от пахоты.

Нулевая технология – no-till. Существует много определений системы No-till. Во всех определениях все сводится к тому, что кроме посева семян дисковыми или анкерными сошниками в узкую щель необработанной борозды, no-till – это технология возделывания сельскохозяйственных культур с минимальным воздействием на поверхностный слой (Васюков П.П. и др., 2011; Орсик Л., 2007; Косолапова А.И. и др., 2017). Поэтому для правильной оценки её надо оптимизировать всю агротехнику. Это не только севооборот, но и дозы удобрений, в первую очередь азотных, система защиты растений, а также детали агротехники, такие как сроки сева, глубина заделки и нормы высева семян. То есть, No-Till надо оценивать, как комплексную технологию, а не отдельный агроприем (Пахомов В.И., 2016).

При нулевой технологии почва не обрабатывается, а мульчируется. Оставшаяся на поле стерня не сжигается и не зарывается в землю, а все органические остатки измельчаются до определенного размера и в виде мульчи равномерно распределяются по полю, поэтому главным требованием при обработке земли данным способом является ее ровная поверхность (Васюков П.П. и др., 2011). Разбросанная довольно толстым слоем мульча создает на полях мощное защитное покрытие, сохраняя и восстанавливая верхний пласт плодородного грунта, который позволяет сберечь влагу (Системы обработки ..., 2011; Пахомов В.И. и др., 2016; Труфанов А.М., 2018).

Мульча также превосходно защищает почву от ветровой эрозии, не дает произрастать сорным травам и содействует образованию активной микрофлоры с обилием микро- и макроэлементов, которые обеспечивают высокую урожайность культур. В дальнейшем сеют по стерне. Широко используют сидераты, которые, согласно исследованиям Srinivasarao С. с соавт. (2018), снижают засоренность, выполняют фитосанитарную роль, улучшают водно-физические и агрохимические свойства почвы, повышают продуктивность севооборота и качество получаемой продукции. Как отмечает В.А. Мона-

стырский с соавт. (2019), при урожайности биомассы горчицы сарепской в 35-40 ц/га, в почве для следующей культуры остается 90 кг нитратного азота, 30 кг фосфора и 100 кг калия. Некоторые авторы при этом отмечают (Гребенников А.М., 2021), что смешанные посевы на сидерат эффективнее чистых посевов тех же культур на сидерат. Они сильнее влияют на плодородие почвы и на уничтожение сорной растительности.

Важную роль как в агрохимии, так и в экологии поля выполняют и растительные остатки ранее выращиваемых культур. Как отмечает И.В. Русакова (2015), послеуборочные остатки зерновых и зернобобовых культур за 2 ротации зернопропашного севооборота оставляют после себя 148 кг азота, 59 фосфора и 198 кг калия, а также 7 т органического углерода. Delgado J.A. (2010) пишет: если с поля удаляют послеуборочные остатки, то снижается плодородие, ухудшаются физические, химические и биологические свойства, и, как следствие, урожайность культур.

Важное значение приобретает правильно составленный севооборот. Основная работа возлагается на специальную сеялку. Она режет и распределяет растительные остатки, делает в грунте борозду, высаживает в нее на необходимую глубину семена и закрывает их. Наличие мульчи защищает поле от высыхания и ветра. Увлажненный слой получается толще, чем при пахоте. Сохранение структуры почвы оставляет в неприкосновенности среду обитания дождевых червей, энтомофагов и микроорганизмов. Благодаря им питательные вещества переходят в минеральную форму и поглощаются корнями растений (Пискунова Х.А., Федорова А.В., 2018). Каждое хозяйство должно подбирать свой севооборот согласно условиям, в которых оно располагается. Однако имеется ряд принципов, которые неукоснительно работают при различных обстоятельствах: принцип ежегодного чередования культур злаковых и широколистных, а также смена культур тёплого и холодного периода. Принцип влияния предшественника на культуру – аллелопатия и синергизм (Система применения гербицидов ..., 2012).

Нулевая технология обработки почвы особенно эффективна в засушливый год. По свидетельству А.Н. Есаулко с соавт. (2018), технология no-till в засушливой зоне и зоне неустойчивого увлажнения привела к увеличению продуктивности севооборота на 0,63 и 0,49 т з.ед./га, а в условиях умеренного увлажнения, наоборот, привела к снижению продуктивности севооборота на 0,73 т з.ед./га.

Как отмечает В.Г. Дридигер с соавт. (2017), «растительные остатки на поверхности способствуют сохранению влаги, защите почв от водной эрозии и дефляции, увеличению или стабилизации содержания гумуса в верхнем слое почвы, снижению темпов его минерализации». Поскольку все пожнив-ные отходы остаются на поверхности, в почве увеличивается количество гумуса, растет уровень содержания фосфора, восстанавливается плодородие земли, а благодаря тому, что затраты на топливо при использовании системы нулевой обработки значительно снижаются, то соответственно сокращается и количество выбросов углекислого газа в атмосферу. При этом происходит явная экономия ресурсов, поскольку снижаются амортизационные затраты, что безусловно положительно влияет на прибыльность.

По свидетельству А.Н. Власенко с соавт. (2013), для черноземной зоны Западной Сибири «ранее было установлено, что возможен полный или частичный отказ от обработки почвы без значительных потерь урожая, что явилось основой для изучения данной технологии. Они показали, что в таком случае на поверхности почвы формируется постоянный слой мульчи, что вместе с корневыми остатками способствует прохождению процессов почвообразования, соответствующих естественным. При оптимизации фитосанитарной обстановки (в отношении болезней, вредителей и сорняков) удается получить урожайность зерна яровой пшеницы на уровне обычной технологии или даже несколько выше. При такой технологии почва лучше удерживала воду, а максимальная плотность равнялась 1,3 г/куб.см, в то время как на фоне традиционной обработки – 1,21 г/куб.см».

Но у этой технологии, как отмечает В.К. Дридигер (2016) есть недостатки. Так как при использовании системы нулевой обработки грунта поля не вспахивают, «возрастает количество сорняков и вредителей, болезней, которые локализуются и размножаются в остатках после мульчирования, из-за чего необходимо увеличивать внесение пестицидов практически вдвое. Контроль за засоренностью посевов становится гораздо сложнее, вследствие чего затраты на гербициды могут увеличиться на 15-100% исходя из вида севооборота и культуры. Бывает, что грунт плохо дренируется, тогда существует опасность переувлажнения пахотного слоя почвы, и как следствие уменьшается биологическая активность. А при насыщении пожнивными остатками, могут повыситься нормы высева на 15-25%» (Дридигер В.К., 2016а; Why do we need ..., 2014). Хотя со временем наблюдается определенное снижение расхода гербицидов и минеральных удобрений (Дридигер В.К., 2020).

Еще одним недостатком является возможное уплотнение почвы (Волынкин В.И., Волынкина О.В., 2014).

*Mini-till – минимальная технология обработки почвы.* Это, фактически, «безотвальная технология, грунт культивируется на глубину до 30-32 см. Слои не переворачиваются. Пожнивные остатки сохраняются на поверхности, хотя их меньше, чем в нулевой технологии. Почва хорошо держит влагу. Для образования гумуса создаются подходящие условия» (Антонов В.Г., Ермаолаев А.П., 2018). Эта технология хорошо подходит при слабой увлажненности на полях, подверженных ветровой эрозии. Некоторые специалисты считают минимальную технологию переходным этапом к нулевой обработке.

Технология mini-till исключает отвальную вспашку, но ещё использует культивацию. Культивация необходима для выравнивания поверхности почвы при сохранении её естественной структуры, а для также механической борьбы с засорённостью посевов в период формирования мульчи. Для эффективного проведения операций по технологии возделывания культуры используется культиватор, например КПШ-5, который в последующем сохранит на поверхности почвы до 80 % пожнивных остатков. За счёт него осу-

ществляется выравнивание поверхности почвы и сохраняется её структура (Методические рекомендации ..., 2019; Кирюшин В.И., 2020).

Однако и у минимальной технологии обработки почвы также есть недостатки. Прежде всего, данная технология еще досконально не исследована. Нет конкретных рекомендаций по переходу на новый вид обработки почвы. Кроме того, есть вопросы по гербицидам. Их надо применять каждый год, стоят они дорого, а сорняки к ним привыкают. Да и гибриды надо выводить такие, чтобы они против этих же гербицидов были устойчивые.

Присутствуют и другие минусы. При минимальной обработке приходится измельчать и разбрасывать по полю солому и прочие пожнивные остатки. Есть рекомендации по использованию при такой технологии обработки почвы сидератов. Для комбинированных операций требуется новая техника, более мощная и, соответственно, дорогая (Припаров Е.В., Больбат А.И., 2016). И, наконец, накапливаются источники патогенных воздействий, что признается бесспорным. Оставленная стерня представляет собой насыщенную влагой среду обитания микроорганизмов, среди которых и грибки рода *Fusarium*. Для профилактики их распространения применяются фунгициды.

Еще один метод – обработка растительных остатков и потерь зерна биоудобрениями, в которых есть полный комплекс почвенных микроорганизмов. Но эти же вещества могут влиять на почвенные микроорганизмы и отрицательно, вследствие чего пожнивные остатки будут разлагаться медленнее, а число поставляемых растениям питательных веществ низкомолекулярной группы явно сократится (Антонов В.Г., Ермолаев А.П., 2018).

По свидетельству В.А. Ивенина с соавт. (Сравнительная оценка ..., 2019) нулевая технология в среднем за три года исследования привела к снижению урожая яровой пшеницы по сравнению с традиционной технологией на 27% (при внесении удобрений) и даже на 40%, если удобрения не вносились, что определенно доказывает необходимость использования удобрений в технологии no-till. Есть, однако, и публикации, в которых констатируется

повышение содержания минеральных форм азота в почве с системой no-till, что авторы связывают с усилением микробиологической активности, сопровождающейся вместе с тем потерями азота при денитрификации (Коротких Н.А. и др., 2016). Одним из способов сокращения потерь азота в таких случаях может быть применение бактериальных удобрений и биологически активных препаратов, что часто является обязательным элементом адаптивно-биологизированных технологий (Yanni S.F. et al., 2016). Применение органо-минеральных удобрений и гуминовых препаратов при этом позволяет повысить обеспеченность растений элементами питания и даже защитить растения от абиотического стресса (de Melo V.A.G. et al., 2016).

*Strip-till – полосная технология обработки почвы.* «Технология предусматривает полосовое рыхление на 25 см, две трети поля остается в нетронутых обработках междурядьях. В ней соединились преимущества отвальной пахоты (прогрев и просушка почвы) с защитой почвы, благодаря тому, что рыхлятся только полосы для внесения семян. Кроме того, при этой технологии, в отличие от двух других, можно внести удобрения на нужную глубину, в нужный горизонт. Питательные вещества оказываются под семенами, благодаря чему эффективно используются. Обработанный грунт прогревается быстрее. В нетронутых междурядьях сохраняются черви, микроорганизмы и, что важно, система капилляров» (Борисенко И.Б., Мезникова М.В., 2015). Как отмечает И.В. Русакова (2012) «при прямом посеве (в нарезанные щели по мульче) в слое 0-10 см сосредоточено до 70% растительной массы от слоя мульчи, а на глубине 10-20 см – лишь порядка 30%», что также создает более оптимальные условия для прорастания семян и укоренения растений.

Если сравнивать технологии strip-till и no-till, то можно отметить следующее (Наумкина Л.А., Сильванчук Е.Л., 2016). Поле для no-till должно быть ровным, что мало подходит для переувлажненных и заболоченных грунтов и мало применимо в сложных почвенно-климатических условиях: при коротком вегетационном периоде, на полях с тонким плодородным слоем, на заплывающих почвах или на малопродуктивных грунтах с небольшим

количеством органики. Тогда как strip-till в подобных ситуациях можно использовать без особых проблем. Эта технология лучше прогревает почву, эффективнее использует удобрения и обеспечивает более подходящий водно-воздушный режим.

Strip-Till — это современная технология щадящей обработки почвы. Да, ее внедрение не обходится без определенных сложностей — непривычно, непонятно, дорого, требует наличия грамотных агрономов. Но бережное отношение к земле обязательно окупится повышением ее плодородия. Соответственно, «сберегающая система земледелия предполагает комплексное использование нулевой и минимальной технологий обработки почв, внедрение информационных технологий в процесс выращивания сельскохозяйственных культур, снижение потребления химических удобрений и средств защиты». Она позволяет «проще и быстрее адаптироваться к изменениям климата; повысить водоудерживающую способность, эффективно использовать запасы влаги; обеспечить естественный процесс накопления углерода в слоях грунта; уменьшить риски затопления, эрозии сельскохозяйственных угодий; повысить урожайность и обеспечить продовольственную безопасность культур; сократить выброс парниковых газов, образующихся при сгорании топлива во время работы техники; обеспечить эффективный обмен катионами, стимулировать биологическую активность, развитие полезной микрофлоры» (Мяло В.В., Мазуров В.В., 2016).

Однако есть и факторы, сдерживающие внедрение ресурсосберегающих систем в земледелии. Один из них – недостаток знаний и высококвалифицированных консультантов.

Самая распространенная ошибка среди руководителей, внедряющих ресурсосберегающие технологии, заключается в том, что они пытаются использовать в работе отдельные её элементы, а не ресурсосберегающую систему земледелия в целом. Например, используют переход на минимальную обработку почвы без увеличения черных паров или применения химических средств защиты растений, что приводит к засорению полей и значительному



снижению урожая. Однако, несмотря на то, что это всем известно, данная ошибка повторяется уже несколькими поколениями руководителей и специалистов. Потому что у них не хватает знаний и общего уровня подготовки, чтобы самостоятельно создать эффективную для их предприятия ресурсосберегающую систему земледелия.

Еще один из сдерживающих внедрение ресурсосберегающих технологий факторов – стоимость гербицидов. Цена глифосатосодержащих гербицидов типа «раундап» в России значительно выше, чем в Европе и США, где они датируются государством. Без снижения цены на эти гербициды широкомасштабное внедрение ресурсосберегающего земледелия в России не представляется возможным.

Третий значимый фактор – недостаток современной техники для ведения земледелия по системе no-till, mini-till и strip-till. Например, в России есть проблемы с использованием в технологиях энергонасыщенного трактора, отвечающего агротехническим требованиям. «Несмотря на то, что гусеничные тракторы соответствуют агротехническим требованиям, так как оказывают сравнительно низкое давление на почву, по мощности двигателя, необходимой для использования высокопроизводительных широкозахватных агрегатов и многооперационной техники, трактор ДТ-75 совершенно не соответствует современным экономическим требованиям. Обратная ситуация с К-700. Это достаточно мощный трактор, способный обеспечить высокую производительность труда. Но возникает противоположная картина, если посмотреть на него с точки зрения агрономии. По стандартам развитых стран удельное давление колес на почву не должно превышать  $0,6 \text{ кг/см}^2$ . У трактора К-700 давление колес –  $1,5 \text{ кг/см}^2$ , то есть превышение в 2,5 раза. На практике это приводит к тому, что хозяйства, использующие К-700 на севе, получают изреженные всходы по следу колес. Другими словами, с точки зрения агрономии это очень плохой трактор, непригодный для ведения полевых работ» (Абдразаков Ф.К., Игнатьев Л.М., 2015; Ильичева Н.М., 2021).

Важными факторами, ограничивающими применение минимальной обработки почвы в хозяйствах, являются ее многовариантность и неумение многих специалистов выбрать оптимальную для конкретных условий. Как поясняют Ф.К. Абдразаков и Л.М. Игнатьев (2015), «Чтобы определить возможный уровень минимизации обработки почвы, необходимо учитывать комплекс факторов: тип и гранулометрический состав почвы, содержание в ней органического вещества, плотность, способность почвы сохранять и восстанавливать структуру, дренированность, засоренность, количество осадков в регионе, предшественника, отзывчивость возделываемой культуры на глубокое рыхление, уровень применения удобрений, пестицидов и т.д. Только при глубоком комплексном анализе минимальная обработка почвы позволяет сохранить влагу, улучшить плодородие, сократить затраты и повысить урожайность» (Абдразаков Ф.К., Игнатьев Л.М., 2015).

В настоящее время России нужны влаго- и ресурсосберегающие технологии (предполагающие обработку почвы без плуга), которые помогут аграриям пережить засушливые годы без больших потерь. Речь идёт не просто об отказе от вспашки, а о целом комплексе мероприятий, включающем управление растительными остатками, защиту почвы от ветровой и водной эрозии, использование определенных сортов семян, специальной техники, подбор минеральных удобрений. Сегодня важно адаптировать ресурсосберегающие технологии и технологии точного земледелия для широкомасштабного использования в различных регионах. К сожалению, в российской практике внедрение новых технологий часто происходит бессистемно, поэтому эффективность их применения существенно снижается (Припаров Е.В., Больбат А.И., 2016).

*Таким образом, можно заключить, что все внедряемые в хозяйствах ресурсосберегающие технологии должны отвечать определенным задачам. Среди них сохранение почвенного плодородия, снижение негативного воздействия на окружающую среду, а также ведение научно-обоснованных севооборотов и их биологизация. Важнейший вопрос при этом – рациональное*

*применение средств защиты растений, удобрений и мелиорантов. Важно помнить, например, что минимальная обработка почвы при внесении удобрений способствует повышению нитрифицирующей способности почвы (Соловichenko В.Д. и др., 2018). Lirwayi N.Z. с соавт. (2004) также отмечают, что наиболее интенсивная мобилизация азота проходила в почве с системой no-till. И хотя в последние годы значение минеральных удобрений в формировании урожайности культурных растений несколько снизилось (Наумченко Е.Т., Кубасов И.А., 2021), оно еще достаточно велико. Так, согласно их исследованиям, влияние гидротермических условий на урожайность можно оценить в 75%, а содержание элементов питания в почве – на 37%.*

*Не менее важно приобретение современных высокоурожайных сортов и гибридов интенсивного типа, внедрение ресурсосберегающих минимальных обработок почвы, снижение энергоемкости технологических приемов и уменьшение их количества за счет одновременного выполнения. Важным также является ввод ресурсосберегающих приемов при уборке, транспортировке и хранении выращенной продукции.*

## **1.2. Биопрепараты в современном земледелии**

В настоящее время проблема повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также регулирования их качества, стоит как никогда остро. Большое внимание при этом уделяется вопросам генетики растений с целью получения сортов культур, обладающих высокой потенциальной урожайностью. Для этого активно проводятся исследования с разными видами и формами удобрений, в том числе – с биопрепаратами, используемыми для организации питания растений. Как отмечает А.А. Завалин (2011), инокуляция клубней картофеля биопрепаратом на основе *Bacillus subtilis* Ч-13 повышает урожайность на 15-30%, что равнозначно внесению 30-45 кг азота на 1 га.

Учитывая же общую направленность исследований в сфере АПК в сторону получения урожаев высокого качества, при разработке технологий возделывания культур (и, особенно, системы удобрений и защиты растений в севооборотах и/или под отдельные культуры) большое внимание уделяется также исследованиям со средствами защиты растений.

Тем более, что в последние годы распространенность болезней на культурных растениях значительно расширяется, а вредоносность болезней усиливается. При этом, как отмечает А.Н. Игнатов с соавт. (2020), такое влияние носит разнонаправленный характер, что зависит и определяется как непосредственным влиянием факторов климата на конкретные фитопатогены, так и опосредованным воздействием климата на фитопатогены через изменение метаболизма растений-хозяев (как культурных, так и сорных растений).

В свою очередь, изменение климата ведет к изменению устойчивости полевых культур к абиотическим и биотическим факторам. Например, повышение концентрации углекислоты в воздухе приводит к активизации фотосинтеза, усилению ветвления корней (и экссудации химических веществ в ризосферу) и повышает устойчивость к заражению патогенами (Кошкин Е.И. с соавт., 2019). В то же время, глобализация сельскохозяйственного производства и, особенно, семеноводство и производство посадочного материала вегетативно размножаемых культур, на фоне глобальных климатических изменений (Aroca R. et al., 2001; Barlow K.M. et al., 2015; Hatfield J.L., Prueger J.H., 2015) приводят к снижению иммунитета растений и их продуктивности, усилению вредоносности и распространенности патогенов и их переносчиков (Завриев С., Игнатов А., 2020).

При возделывании сельскохозяйственных культур необходимо использование средств защиты растений, которые позволяют снизить потери от болезней и насекомых-вредителей. В современной России самыми популярными средствами защиты растений долгое время являлись химические пестициды. Как отмечают К.С. Артохин К.С. и П.К. Игнатова (2015), в России мас-

штабы применения пестицидов неуклонно растут, особенно в высокоинтенсивных (точных) агротехнологиях и в связи с усилением специализации производства, а половину из них представляют импортные препараты. При этом, несмотря на всё увеличивающиеся затраты на химзащиту растений, потери урожая от вредных организмов удается снизить максимум на 60-70% (Захаренко В.А., 2016).

Среди недостатков применения пестицидов называют их накопление в почве и растительной продукции, а также снижение устойчивости растений к стрессам (Жученко А.А., 2012). Одним из вариантов решения таких проблем является использование биопрепаратов (Govindasamy V. et al., 2008), что имеет глубокую историю и в России. Еще в середине XX в. были проведены разработки и началось активное использование микробиологических препаратов. В 1990-е гг. началось снижение государственной поддержки в сельскохозяйственной отрасли. Как следствие, началось активное завоевание рынка импортными товарами, в том числе химическими средствами защиты, которые вытеснили биологические (Монастырский О.А., 2019).

В настоящее время идет возрождение традиции производства безопасных и экологически чистых продуктов, что практически невозможно без использования натуральных средств защиты (Синюшин О.Г. с соавт., 2016). Биопрепараты естественного происхождения не накапливаются в продуктах и в почве (Соколова М.Г. с соавт., 2011), не загрязняют сельскохозяйственную продукцию (Завалин А.А. с соавт., 2019) и окружающую среду.

Основным компонентом биопрепаратов являются бактерии и грибы-антагонисты патогенной микрофлоры и продукты их жизнедеятельности. Для борьбы с насекомыми-вредителями наиболее часто используются препараты на основе бактерии *Bacillus thuringiensis*, для борьбы с возбудителями грибных и бактериальных заболеваний – на основе микроорганизмов рода *Trichoderma* и *Pseudomonas*, а также *Bacillus Subtillis*.

Как известно, насекомые, как и грибы и бактерии (которые являются возбудителями болезней) довольно быстро привыкают к используемым пе-

стицидам, что снижает эффективность защитных мер. Применение же биопрепаратов, согласно исследованиям, не позволяет вредным объектам вырабатывать иммунитет. При применении средств защиты растений очень важна избирательность воздействия, особенно это касается инсектицидов. Эту проблему исключают биоинсектициды, поскольку они действуют избирательно и уничтожают только определенный спектр вредителей, не нарушая природного равновесия (Ha-Tran D.M. et al., 2021; Basu A. et al., 2021). Однако использование химических средств защиты растений часто накладывает определенные ограничения, что касается, в первую очередь, обработок в период цветения (и сразу после него), а также перед сбором урожая.

Биопрепараты не имеют ограничений по использованию в разные фазы развития растения, поскольку не содержат вредных компонентов, которые могут накапливаться в растении. Согласно исследованиям, из литературных источников выявлено, что биопрепараты не только положительно влияют на фитосанитарное состояние посевов, но и улучшают плодородие почвы (Vadakkattu G.V.S.R., Germidab J., 2015).

В этой связи в научных исследованиях и практике сельскохозяйственного производства особое внимание уделяется работе со средствами защиты растений биологической природы. Как отмечает J. Voets, et al. (2004), биологические препараты нового поколения – реалии настоящего времени, они повышают не только продуктивность растений, но и устойчивость к неблагоприятным факторам среды (с инсектицидной и противомикробной активностью, ростстимулирующим действием). Современные биотехнологические приемы могут даже полностью заменить химические технологии (Uzma F., Chowdappa S., 2017).

Интерес к исследованиям с биопестицидами отмечается и в России (Жемчужин С.Г. с соавт., 2019), причем с разными их группами: биоинсектицидами и биоакарицидами, биофунгицидами и биогербицидами.

В последние годы столь же пристальное внимание уделяется разработке рекомендаций по использованию в высокопродуктивных посевах сельско-

хозяйственных культур регуляторов (стимуляторов) роста. Как отмечает О.Г. Синюшин с соавт. (2016), производство регуляторов роста переживает настоящий бум, а лабораторией испытаний во ВНИИА апробировано более 150 регуляторов роста растений. Толчком к росту рынка биостимуляторов является их органическое происхождение и экологичность.

Среди регуляторов роста сформировалась своеобразная классификация. Выделяют несколько основных групп.

К эндогенным регуляторам роста, согласно публикации А.С. Лукаткина с соавторами (2016), относят фитогормоны и ингибиторы метаболизма, а к экзогенным (синтетическим) – гормональные (синтетические аналоги эндогенных) и негормональные. Стимуляторы роста (активаторы или фитогормоны) – это ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды, жасминовая кислота и др.; ингибиторы метаболизма – это терпеноидные (АБК), этилен, фенольные (кумарин, скополетин), салициловая кислота, элиситоры.

К гормональным регуляторам роста относят ауксиновые (2,4Д, ИУД, НУК), цитокининовые (6-БАП, картолин-2), этрел и др. производные этилена; негормональные регуляторы роста включают гербициды, ретарданты, дефолианты, десиканты, иммуномодуляторы и антистрессовые препараты, органические кислоты и пестициды с функциями регуляторов роста.

Гуминовые вещества оказывают двоякий (адаптогенный) эффект на растения, снижая токсическое действие гербицидов на культурные растения или усиливая действие гербицидов на гибель сорняков, способствуя усилению поглощения питательных веществ – макро- и микроэлементов (Bezuglova O.S. et al., 2017; de Melo V.A.G. et al., 2016; Yakhin O.I. et al., 2017; Luciano P. Canellas, et al., 2020).

Достаточно часто при этом биопестициды объединяют в себе разные функции – например, инсектицида и фунгицида, фунгицида и стимулятора роста и пр. Так, например, С.В. Бурлакова с соавт. (2020), утверждают, что, смешивая фунгициды и регуляторы роста, можно получить стабильные суспензии, которые можно использовать при протравливании семян. В другой

своей работе С.В. Бурлакова с соавт. (2020) отмечают Флораксан как регулятор нового поколения, обладающего тройным действием на растения: стимуляцией физиологических процессов, повышением собственной устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов и усилением неспецифического иммунитета. А.В. Корсукова с соавт. (2015) констатируют наличие в стране соединений, обладающих низкой фитотоксичностью, способствующих повышению стрессоустойчивости к холоду, что очень важно на этапе прорастания семян. Их исследованиями установлено, что такими свойствами обладают препараты на основе азола, например, тебуконазол (фунгицид системного действия), против головни и корневой гнили зерновых.

И стимуляторы роста, и средства защиты растений биологической природы – это высокоспецифичные активные соединения, физиологическое действие которых зависит от многих факторов. Среди таких факторов называют как химический состав соединений (Жеребин П.Н., Крутяков Ю.А., 2018), так и другие факторы: уровень обеспечения растений питательными веществами и фазы их развития (Воронкова Н.А. с соавт., 2022), температурный и влажностный режимы вегетационного периода растений (Максимова Е.Ю., Абакумов Е.В., 2018). Применение органоминеральных и бактериальных удобрений, биологически активных препаратов является обязательным элементом адаптивно-биологизированных технологий (Yanni S.F. et al., 2016).

При этом признается, что регуляторы роста и средства биологической защиты растений активно действуют на всех фазах развития растений, но начальные этапы онтогенеза являются самыми уязвимыми, затрагивая все последующие физиологически важные процессы развития растений (Гимба-тов А.Ш. с соавт., 2011; Грехова И.В., Гильманова М.В., 2018; Ламмас М.Е., Шитикова А.В., 2021; Du Jardin P., 2015 и др.). Следствием из этого является понимание, что применение регуляторов роста и средств защиты растений требует точного соблюдения регламентов и инструкций, не допуская нарушения в сроках использования и превышения указанных концентраций и норм (Кольбин Д.А., 2014). Исходя из этого, появление новых препаратов в



номенклатуре агрохимикатов требует предварительного всестороннего их изучения, определения наиболее оптимальных доз и способов их использования (Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И.А., 2018а, 2018б).

Регуляторами роста растений или ростовыми веществами в широком понимании называют физиологически активные соединения природного или синтетического происхождения, способные в малых количествах вызывать различные изменения в процессах развития растений. Регуляторы, продуцируемые растениями для управления собственными процессами развития, называют естественными или эндогенными (это фитогормоны и природные ингибиторы), а вводимые в растение извне – синтетическими или экзогенными. Все регуляторы роста являются, как правило, высокоспецифичными активными соединениями, чувствительными даже к сортовым различиям растений. Их физиологическое действие зависит также от многих других факторов.

Известно, что только в малых концентрациях эти вещества действуют как регуляторы. В повышенных дозах они проявляют вредный для растений, а порою и губительный гербицидный эффект. Поэтому при работе с ними необходимо точно соблюдать регламенты и инструкции, не превышая указанных концентраций и норм расхода (Кример М.З. и др., 1981; Трухачев В.И. с соавт., 2022). При работе с регуляторами роста надо знать точные сроки обработки ими растений (Бортник Т.Ю., Игнатъев А.В., 2021), так как один и тот же регулятор роста в зависимости от срока его применения может быть использован в разных, часто противоположных, целях.

Исключительно важным фактором, обуславливающим эффективность действия регуляторов, является уровень обеспечения растений питательными веществами. Регуляторы роста ни в коем случае не заменяют удобрения. Наоборот, они активно действуют только на высоких агрофонах, так как активизируют физиологически важные процессы развития растений (Дорожкина Л.А., Рыбина В.Н., 2021; Вильдфлуш И.Р. с соавт., 2022; Воронкова Н.А. с соавт., 2022 и др.).

В настоящее время среди фитогормонов наиболее распространены ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота и этилен. Получено также большое количество синтетических аналогов этих природных соединений, которые часто обладают высокой физиологической активностью.

Считается, что наиболее характерное действие ауксинов – активизирование фазы растяжения клеток. Однако они могут и тормозить процесс деления клеток. Ауксины могут оказывать влияние на эластическую растяжимость клеточной стенки, т.е. на свойства клеточной оболочки, проницаемость для воды клеточных мембран, изменение энергетических условий и синтетические процессы, влияя на синтез белка, нуклеиновых кислот и веществ клеточной оболочки (Лихолат Т.В. и др., 1982).

Гиббереллины составляют особую группу физиологически активных веществ и отличаются от ауксинов, синтетических ростовых препаратов и витаминов не только химическим строением, но и действием на растения. Они усиливают рост вегетативных и генеративных органов (Ламмас М.Е., Шитикова А.В., 2021; Серегина И.И. с соавт., 2022), порой значительно изменяя их форму, прерывают период покоя. Препараты на основе гиббереллинов ускоряют цветение и плодоношение растений, вызывают образование бессемянных плодов и специфические изменения в обмене веществ и направленности физиологических процессов (Муромцев Г.С. и др., 1982; Бондарев Ю.П. с соавт., 2018).

Цитокинины – группа разнородных веществ, содержащихся в растении, которые могут участвовать во многих процессах роста и развития (Лукаткин А.С. с соавт., 2016). Наиболее богатыми источниками цитокининов являются плоды и ткань эндосперма. Они содержатся также в вегетативных тканях. Цитокинины стимулируют деление клеток, их рост и дифференциацию, вызывают заметные изменения в структуре белков и нуклеиновых кислот, входящих в состав тканей. Также они оказывают стимулирующее

действие на формирование структуры фотосинтетического аппарата и его функциональную активность.

Физиологические функции фитогормона этилена заключаются в регуляции процессов старения, отделения органов, цветения, созревания плодов, образования и транспорта вторичных метаболитов, его участия в проявлении стрессовой реакции растительного организма на повреждающие воздействия и инфицирование фитопатогенными микроорганизмами (Лукаткин А.С. с соавт., 2016).

Одним из представителей природных регуляторов роста является абсцизовая кислота (АБК). АБК – ингибитор роста, обладающий способностью в низких концентрациях (0,1-10 мг/л) вызывать ряд тормозящих эффектов: блокировать растяжение клеток, индуцировать закрывание устьиц листьев, ингибировать фотосинтез и образование хлорофилла, снижать активность транспорта ионов через мембраны, подавлять распускание почек и прорастание семян, вызывать опадение черенков листьев (Кефели И.В., 1982).

Для того чтобы увеличить урожай, улучшить его качество, повысить устойчивость растений к неблагоприятным факторам, болезням и вредителям, необходимо применять средства защиты растений, не накапливающиеся в почве, растениях и организмах животных и человека, легко деградируемые в природной среде. Одним из таких веществ является хитозан.

Хитозан – вещество биологического происхождения (т.е. биологический препарат), линейный полисахарид. Это производное природного биodeградируемого полимера – хитина, органического вещества, по распространенности в природе занимающего второе место (после целлюлозы). Хитозан безопасен для человека, сельскохозяйственных животных и окружающей среды, в природных условиях распадается на простой сахар (моносахарид D-глюкозамин) и далее на CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Хитозан получают преимущественно путем отделения белка и кальция от хитиновых покровов. Запасы хитина биологически возобновляются и практически неисчерпаемы. Сырьевые ресурсы

оцениваются в 10 млрд. тонн в год, а объемы производства хитина и хитозана – в 10 тыс. т в 2003 году (Васильева Н.Г., 2014).

Хитозан и продукты на его основе активно используются в отрасли земледелия: в растениеводстве – в основном в качестве регуляторов роста растений, в экологии и агрохимии – для снижения токсического действия тяжелых металлов, при очистке сточных вод и капсулировании удобрений. У него обнаружены ионообменные, хелатообразующие и комплексообразующие свойства, показана антибактериальная, противовирусная и иммуностимулирующая активность, а также антиоксидантные свойства, что позволяет использовать производные хитозана с разными целями (Гальбрайх Л.С., 2001).

Хитозан относят к сильным элиситорам – веществам, которые усиливают в растениях общий иммунитет, вызывая накопление антипатогенных веществ посредством повышения активности генов защиты (Куликов С.Н. Варламов В.П., 2008; Герасименко Д.В. с соавт., 2004). Он вызывает системную и продолжительную болезнеустойчивость у растений к возбудителям различных заболеваний (бактериальных, грибных, вирусных) при обработке семян до посева и при обработке растений в фазу ветвления.

Описано положительное воздействие хитозана на рост и развитие растений, в частности, на содержание фотосинтетических пигментов. Показано, что при внесении хитозана в почву на ранних этапах развития растений сои, томата, риса, салата усиливается рост корней и побегов, увеличивается размер листа и повышается содержание хлорофилла, что приводит к росту урожайности (Павлова Н.А., 2016). Отмечено, что хитозан обладает антибактериальной активностью против грамотрицательных (*P. syringae*, *E. carotovora*) и грамположительной (*B. polymyxa*) бактерии (Попова Э. В. с соавт., 2017). Установлено, что глюкозоаминный полимер хитозана способен влиять на биохимию и молекулярную биологию растительной клетки, влияя на клеточные мембраны, ДНК, ход физиологических процессов (Savard T. et al., 2002).

Применение хитозана в комплексе с салициловой кислотой снижает зараженность корней томатов галловой нематодой. Есть мнение, что модифи-

цирование хитозана салициловой кислотой может усилить защитное действие в отношении галловой нематоды (Удалова Ж.В. с соавт., 2011). Выявлена способность препаратов на основе хитозана снижать фитотоксическое действие загрязнения почв тяжелыми металлами. Возможно при этом, что эффект от хитозана обеспечивается элиситорным действием его на растения, т.е. с индуцированием неспецифической (общей) устойчивости у растений (Рейзвих С.В., Верещагин А.Л., 2006).

В литературе неоднократно отмечено, что регуляторы роста благоприятно действуют на энергию прорастания и всхожесть семян. Например, П.С. Жукова с соавт. (1988), отмечают высокое действие регуляторов на рост и продуктивность томатов при обработке рассады хлорхолинхлоридом. У растений наблюдалось торможение роста стебля и утолщение его в результате укорачивания междоузлий, улучшалось развитие корневой системы. Обработанные растения были более облиственны и на них сформировались плоды. Подобное действие регуляторов роста отмечено на картофеле (Бурова В.В., Метавосян Г.Л., 1988) и томате в защищенном грунте (Будыкина Н.П. с соавт., 1998).

В Мордовском государственном университете им. Н.П. Огарева г. Саранска проводились опыты по изучению влияния предпосевной обработки семян кукурузы синтетическими аналогами гормональных регуляторов роста: ауксином, гиббереллином и цитокинином на рост, развитие и продуктивность растений при выращивании их в полевых условиях (Зауралов О.А., 1996). Перед посевом порции семян выдерживали в течение 6 ч. в растворах индолилуксусной кислоты (ИУК), гиббереллина (ГК) и 6-бензиламинопурина (6-БАП), одинаковой 0,0001% концентрации. Семена контрольного варианта выдерживали в воде.

В результате данных исследований было установлено, что влияние предпосевной обработки семян кукурузы синтетическими аналогами фитогормонов в условиях Средней России (лесостепная зона) на рост и развитие растений неодинаково. Ауксин, не влияя на темп развития растений, акти-

визирует их вегетативный рост, что приводит к увеличению урожая початков и сырой массы растений. Гиббереллин замедляет развитие растений, увеличивает их высоту, но не оказывает положительного действия на величину листовой поверхности и рост урожая. Цитокининовый препарат ускоряет появление всходов и прохождение последующих фенологических фаз, укорачивая период вегетации. Он увеличивает листовую поверхность, сырую массу растений и початков. Предпосевная обработка семян кукурузы цитокининовыми препаратами перспективна в условиях короткого вегетационного периода.

*Приведенные в обзоре данные свидетельствуют о высокой эффективности использования новых агрохимикатов, биопрепаратов, средств защиты растений биологической природы и регуляторов роста при выращивании различных 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.*

## **Глава 2. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ**

### **ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **2.1. Климатическая характеристика территории, погодные и почвенные условия постановки экспериментов**

Нижегородская область, расположенная в средней части умеренного пояса, вытянута в меридиональном направлении, её протяженность с севера на юг составляет около 400 км, а с запада на восток в наиболее широкой южной части – около 300 км. Она включает территории, расположенные в зонах южно-таёжных, смешанных и широколиственных лесов, а также в зоне лесостепи. К правобережной зоне области приурочены широколиственные леса и лесостепи.

Климат области умеренно континентальный с холодной продолжительной зимой и теплым, сравнительно коротким летом. Юг области в целом имеет климатические условия, похожие на климат Среднего Поволжья, и здесь летом чаще бывает жаркая погода и даже засухи, а зимой имеют место сильные морозы. Если в Заволжье засух почти не бывает, то в Правобережье, особенно на юго-востоке, они случаются довольно часто. Среднее годовое количество осадков в области колеблется от 550-600 миллиметров в северной части области до 450-500 миллиметров, а местами и ниже, в Правобережье. При средней июльской температуре +19 °С на крайнем юго-востоке Нижегородской области (в Починках) она в отдельные дни может подниматься до +39 °С. Такие крайние значения как летних, так и зимних температур бывают губительны для растений, которые засыхают и вымерзают, особенно в малоснежные зимы, когда высота снежного покрова не превышает 25-30 сантиметров.

Территория, на которой проведены основные исследования, относится к Правобережному агропочвенному району, являющемуся северной оконеч-

ностью Приволжской возвышенности (Никитин Б.А., 1978; Почвы СССР, 1979; Никитин Б.А., Гогмачадзе Г.Д., 2003). Она разделена на 5 агроклиматических районов. Административные районы, где были поставлены полевые опыты, входят в IV агроклиматический район Нижегородской области.

Четвертый агроклиматический район – умеренно теплый, занимает большую часть Правобережья. Сумма средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10 °С составляет 2100-2200 °С, период с температурой выше 10 °С равен 130-135 дней. Безморозный период составляет 135-140 дней. Годовая сумма осадков составляет 460-500 мм, за период вегетации 250-300 мм. В районе два агроклиматических подрайона: 4а – умеренно влажный, ГТК равен 1,2 и 4б – засушливый, ГТК равен 1,1.

Согласно описанию (Агроклиматические ресурсы ..., 1967), «сумма биологически активных температур, относя этот район к бореальному термическому поясу, позволяет успешно возделывать все районированные культуры. Годовая сумма осадков и годовая испаряемость дают возможность оценить указанный район как территорию с промывным типом водного режима. Гидротермический коэффициент свидетельствует о хорошей влагообеспеченности растений в данной местности». Однако фактически складывающаяся величина ГТК может оказаться значительно меньшей, что и подтверждается довольно часто погодными условиями отдельных лет исследования.

Из вышеизложенного следует вывод, что климат районов проведения исследований благоприятен для интенсивного ведения сельского хозяйства. «Для выращивания сельскохозяйственных культур, районированных в этой зоне, тепла достаточно. К отрицательным факторам климата относятся поздние весенние и ранние осенние заморозки, которые значительно сокращают продолжительность вегетационного периода и пагубно влияют на многие сельскохозяйственные культуры. Дата последнего заморозка весной наблюдается в среднем 21 мая, а первого – осенью 21 сентября» (Агроклиматические ресурсы ..., 1967).



Погодные условия в годы проведения исследований показаны на рисунке 1.

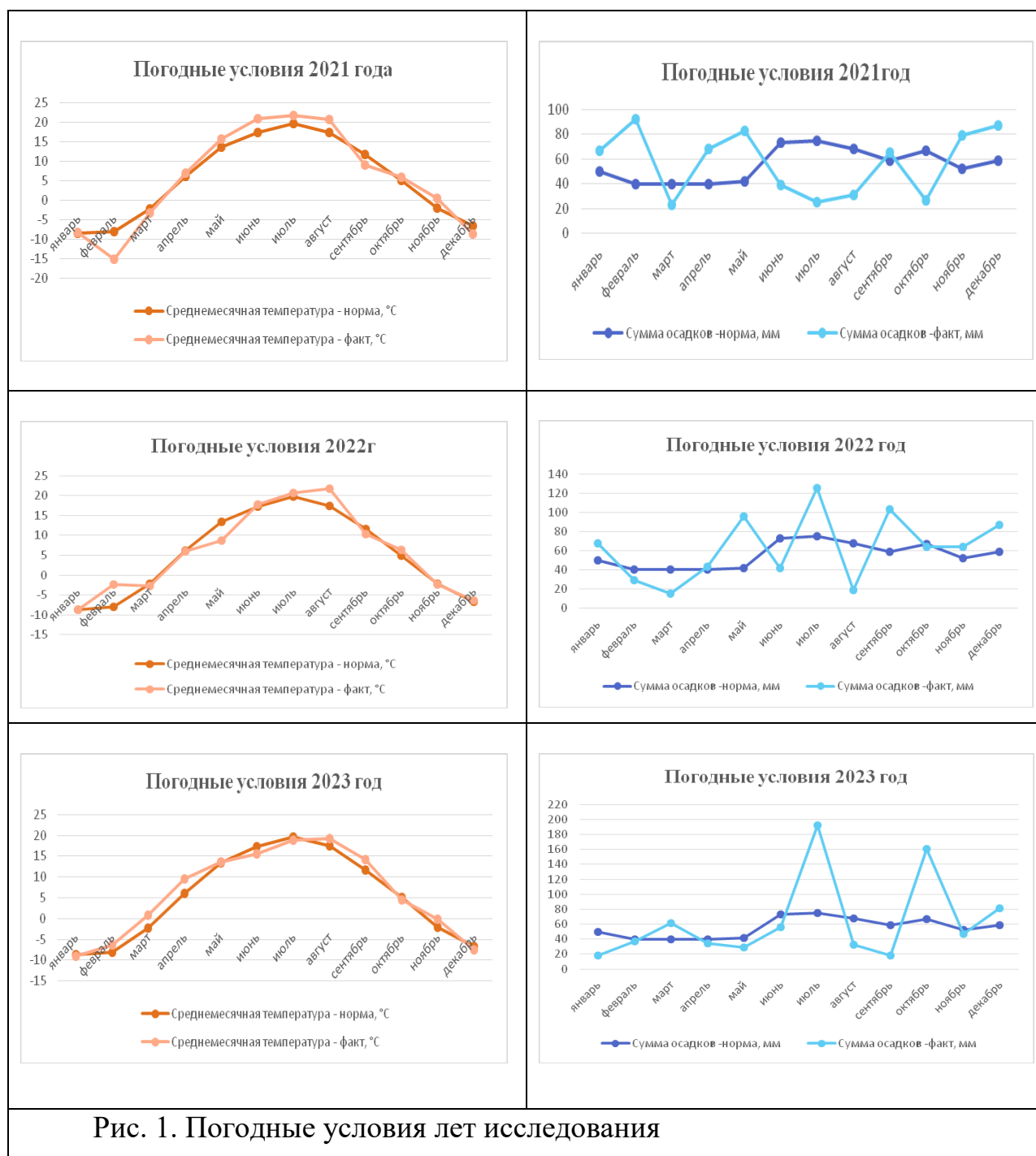


Рис. 1. Погодные условия лет исследования

Почвенный фонд Нижегородской области представлен широким спектром разностей, распределение которых преимущественно подчинено закону широтной зональности. Наибольшую территорию занимают серые лесные почвы (44% пашни), подзолистые и дерново-подзолистые (33%) и черноземы

(19%). Пахотные почвы на большей территории области имеют суглинистый и глинистый гранулометрический состав (83%), остальную территорию занимают супесчаные и песчаные почвы. Пахотные земли Правобережной части области имеют высокую степень распаханности, а характер ландшафта является причиной еще одной проблемы – почвенной эрозии. Доля смытых почв в этой части области колеблется от 20 до 50%.

Почвенный покров Правобережья характеризуется сочетанием серых лесных и темно-серых лесных почв в комплексе со смытыми, отдельными участками встречаются черноземы выщелоченные. Эти почвы имеют достаточно высокий уровень естественного плодородия, что объясняет аграрную специализацию этой части Нижегородской области.

## **2.2. Объекты изучения**

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, а также ряд сельхозкультур.

Предметом изучения являлась оценка воздействия агрохимикатов на сельскохозяйственные культуры – кукуруза на зерно, озимая пшеница, овес, выращиваемые по нулевой технологии (no-till) на черноземах оподзоленных и темно-серых лесных почвах Правобережья Нижегородской области, а также яровая пшеница, озимая рожь и кукуруза – в вегетационном и лабораторно-вегетационных опытах.

### Характеристика микробиопрепарата Восток ЭМ-1.

Правообладатель товарного знака на Восток ЭМ-1 – ООО «Приморский ЭМ-Центр», который по договору поставляет филиалу ФГБУ «Россельхозцентр» по Нижегородской области (далее-Нижегородский филиал Россельхозцентра) концентрат микробиологического удобрения Восток ЭМ-1.

Кроме этого, правообладатель также на основании договора передает Нижегородскому филиалу Россельхозцентра во временное возмездное пользование права использования технической документации, а именно технологической инструкции на производство, свидетельства о государственной регистрации удобрения (№ 416-19-1351-1) и паспорта его безопасности.

В дальнейшем, в соответствии с Технологической инструкцией на производство активированного препарата «ЕМ-1 микробиологическое удобрение «Восток ЭМ-1», Нижегородский филиал Россельхозцентра, на основе концентрата Восток ЭМ-1 (ТУ 9291-001-65451587-05), производит, маркирует и реализует микробиоудобрение Восток ЭМ-1. Оно содержит комплекс молочнокислых бактерий (титр не менее  $10^3$ ), дрожжей (не менее  $10^2$ ) и продуктов их жизнедеятельности, безопасно, нетоксично (класс опасности IV – малотоксичные) (Приложение А1).

На начало реализации каждая произведенная партия продукции (Восток ЭМ-1) проходит экспертизу (производственный контроль качества продукции) в специальной аккредитованной лаборатории на присутствие молочнокислых микроорганизмов, дрожжей, плесневых грибов и сальмонелл (ГОСТ 33379-2015 Удобрения органические. Методы определения наличия патогенных и условно-патогенных микроорганизмов).

Согласно сертификату на продукцию «ЕМ-1 микробиологическое удобрение «Восток ЭМ-1»», Восток ЭМ-1 рекомендуется к применению в качестве корневой и некорневой подкормки растений, обработки семян перед посадкой, деструкции стерни и растительных остатков. Препарат можно применять в баковых смесях с гербицидными и фунгицидными обработками.

Характеристика жидкого комплексного удобрения

на основе гуминовых кислот с макро- и микроэлементами Гумат+7.

Препарат разработан в Иркутском государственном университете, является продуктом разложения бурого угля Восточно-Сибирского угольного бассейна, производится по ТУ 2189-004-71788256-2015 «Иркутские Гуматы».

Технические условия» в ООО «Аграрные технологии». Нижегородский филиал Россельхозцентра на основе лицензионного договора реализует одну из марок иркутских гуматов, а именно Гумат+7, жидкий концентрат, марка С2, с товарным знаком «Здоровый урожай» (Приложение А2).

Агрохимикат Гумат+7, жидкий концентрат, марка С2 согласно ТУ 2189-004-71788256-2015 «Иркутские Гуматы». Технические условия» содержит элементы питания в следующих количествах: смесь калиевых и/или натриевых солей гуминовых кислот, не менее – 3,7%, калий, не менее – 0,5% и ряд микроэлементов в хелатной форме, не менее: медь – 0,02%, цинк – 0,02%, марганец – 0,017%, молибден – 0,0018%, кобальт – 0,002%, железо – 0,04%, бор – 0,02%. Препарат предназначен для предпосевной обработки семян, корневой и внекорневой подкормок сельскохозяйственных и декоративных культур, способствует повышению энергии прорастания и стрессоустойчивости, предотвращает болезни, связанные с недостатком микроэлементов.

### **2.3. Схемы опытов и уход за ними**

Известно, что действие различного рода удобрений и микробиологических препаратов (субстратов с живыми микроорганизмами) на растения в значительной степени зависит от условий, в которых эти растения выращиваются, включая прием внесения изучаемого агрохимиката. Внесение удобрений при посеве всегда было одним из распространенных приемов, особенно на зерновых культурах. Применительно к удобрениям многокомпонентным, выпускаемых в жидкой форме, среди приемов использования часто называют предпосевную обработку семян, а также их внесение в почву незадолго до посева. Известно ведь, что именно в начальные фазы онтогенеза формируются основные показатели зерновых культур, определяющие их продуктивность.

**Опыты №1 и №2.** Оценка влияния жидкого комплексного удобрения Гумат+7 на зерновые культуры в начальные фазы их развития.

Целью исследований была оценка фитотоксичности препарата Гумат+7 при обработке семян и его влияния на рост и развитие зерновых культур в начальные фазы онтогенеза в случае предпосевного его внесения в почву. Учитывая важность и значимость этих фаз развития зерновых культур, в схему опытов был включен препарат для борьбы с грибными болезнями Алирин Б.

Препаративная форма препарата Гумат+7 – гомогенная суспензия. Один из распространенных способов использования – предпосевная обработка семян, что способствует дезинфекции семян, приводит к лучшей перезимовке, повышению полевой всхожести семян, вследствие чего всходы появляются раньше, а растения интенсивнее вегетируют и раньше вступают в фазу кущения. Для предпосевной обработки семян использовали 1%-й раствор концентрата препарата Гумат+7, в котором в течение 2 часов замачивали семена из расчета 100 г семян в 100 мл раствора.

«Алирин-Б – биологический препарат для борьбы с грибными болезнями. Действующее вещество *Bacillus subtilis*, штамм В-10 ВИЗР, титр не менее  $10^9$  КОЕ/г, производитель препарата – компания «Агробиотехнология». Это бактериальный фунгицид, разрешен к применению в сельском и личном подсобных хозяйствах против болезней грибной природы на яровых и озимых зерновых культурах. Препарат совместим с микробиологическими средствами защиты растений, регуляторами роста, удобрениями, химическими инсектицидами и гербицидами. Его используют для предпосевной обработки семян или опрыскивания в фазу кущения против фузариоза и других корневых гнилей» (Титова В.И., Белоусова Е.Г., Ерастова Н.В., 2023).

В данной работе Алирин-Б использовали двумя методами.

Для предпосевной обработки семян подготовили раствор, для чего 1 таблетку препарата растворили в 5 л воды. В полученном растворе в течение

2 часов замачивали семена из расчета 100 г семян в 100 мл раствора. В варианте опыта с обработкой биофунгицидом Алирин-Б и биоудобрением Гумат+7 семена замачивали в растворе, составленном из биофунгицида и биоудобрения в равных пропорциях (по 100 мл каждого раствора).

В опыте с выгонкой растений раствор биофунгицида вносили в почву, для чего 1 таблетку препарата растворили в 5 л воды, а затем к каждому 500 г почвы (масса почвы в сосуде) добавляли 3 мл раствора. Почву с биофунгицидом оставляли на 2-3 дня для компостирования и более равномерного его распределения по массе почвы.

Опыт №1 имел целью изучение фитотоксичности водных растворов препаратов, для чего использовали способ предпосевной обработки семян яровой пшеницы с определением всхожести семян и отдельных морфологических признаков проростков. Опыт был трижды повторен во времени: опыт №1а заложен в период 11.10.2022–18.10.2022 г., опыт №1б – в период 21.10.2022–28.10.2022 г., а опыт №1в – в период 11.11.2022–18.11.2022 г.

Целью опыта №2 была оценка влияния биопрепаратов на начальные фазы онтогенеза растений (озимая рожь гибрид КВС Раво) с использованием метода Нейбауэра-Шнейдера (Агрохимические методы исследования почв, 1975). Опыт был дважды повторен во времени: опыт №2а – в период 02.11.2022–30.11.2022 г., опыт №2б – в период 23.01.2023–18.02.2023 г. Продолжительность опыта №2 – 27 дней.

Опыты №1 и №2 модельные лабораторно-вегетационные, заложены в лабораториях кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородского ГАТУ по единой схеме, показанной в таблице 2.1.

Исследования по определению всхожести семян проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести», в 3-кратной повторности.

Опыты №2а и 2б закладывали в сосудах объёмом на 700 мл, масса сухой почвы составила 500 г, повторность 3-кратная. В опыте использовали

светло-серую лесную среднесуглинистую почву. В каждый сосуд высевали по 100 зерен озимой ржи. Дружные всходы культуры появились на 5-6<sup>е</sup> сутки.

Таблица 2.1

Схема опытов №1 и №2

Условное обозначение	Содержание варианта
<i>Лабораторные опыты №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>Лабораторно-вегетационные опыты №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

Уборку опыта проводили на 27-й день после всходов растений. Учетные показатели для оценки влияния удобрений на онтогенез культуры: длина надземной и корневой части растений, масса надземной и корневой части растений, число листьев на растении.

**Опыт №3.** *Влияние приемов использования комплексного удобрения Гумат+7 на урожайность кукурузы, выращиваемой на зерно.*

Целью опыта №3 была оценка влияния способов (приемов) внесения удобрения Гумат+7 – предпосевная обработка семян или внесение его в подкормку – на формирование урожайности фитомассы кукурузы и агрохимические показатели почвы, формирующие ее питательный режим.

Опыт вегетационный, заложен на опытной площадке Нижегородского филиала Россельхозцентра (2022 и 2023 гг.) и экспериментальной площадке Нижегородского ГАТУ (2021 г.) (фото 1). Повторность 3-кратная, сосуды Митчерлиха на 7 кг почвы. Посев кукурузы 15-22 мая, уборка 5-10 сентября.

Закладку, уход и уборку опытов проводили в соответствии с требованиями методики (Пискунов А.С., 2004). Учитывая высокий вынос элементов питания кукурузой, изучение эффективности удобрения проведено на фоне минеральных удобрений (табл. 2.2).



Фото 1. Внешний вид кукурузы сорта Краснодарский 194 МВ, фаза начала выметывания метелки, 2021 г.

Почва темно-серая лесная суглинистая, на дату закладки опытов имела следующую характеристику: рН солевой вытяжки 5,0-5,4; гидролитическая кислотность 1,80-2,08 ммоль/100 г почвы; сумма поглощенных оснований 16,5-19,7 ммоль/100 г почвы; подвижные соединения фосфора и калия 110-140 и 114-162 мг/кг по Кирсанову; содержание органического вещества 2,10-2,22%.

Для предпосевной обработки семян использовали 1%-й раствор концентрата препарата Гумат+7, в котором в течение 2 часов замачивали семена из расчета 100 г семян в 100 мл раствора. Для некорневой подкормки растений использовали рабочий раствор концентрации 0,33% (10 мл препарата растворяют в 3 л воды).



Схема опыта №3

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

Использовали в дозе: 3 л рабочего раствора на 100 кв. м. поверхности, что равнозначно расходу 30 мл рабочего раствора на 1 кв. м площади. Нормативы расхода препарата взяты из Свидетельства о государственной регистрации агрохимиката, №907 от 21 декабря 2015 года.

Гибрид кукурузы Краснодарский 194 МВ, раннеспелый, выращивают в Нижегородской области как на зеленую массу, так и на зерно. Некорневая подкормка проведена в фазу 3-5 листьев.

**Опыт №4 (4а – 4б).** *Микробиоудобрение Восток ЭМ-1 как активатор микробиологической деятельности.*

Опыт лабораторно-вегетационный, модельный, заложен дважды по единой схеме в 2022 и 2023 гг. в 3-х кратной повторности, на открытой экспериментальной площадке кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородского ГАТУ при естественно складывающемся температурном режиме летнего сезона и поддержке режима увлажнения за счет полива.

Цель исследований – выявление влияния глубины расположения и способа заделки в почву соломы озимой пшеницы и листостебельной массы ку-

курузы, 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). Интенсивность разложения органического вещества культурных растений оценивали по показателям микробиологической активности почвы – целлюлолитической способности, активности каталазы, инвертазы и общего дыхания почвы.

Опыты заложены в контейнерах на 15 л, масса почвы 10 кг, 5-6 мая 2022 и 2023 г., срок отбора почвенных проб – через 60 и 120 дней. Растительные остатки располагали на глубине 0-3 см, не перемешивая их с почвой (опыт №4а), или на глубине 0-10 см, с перемешиванием в течение всего срока компостирования – опыт №4б. Контрольным вариантом служил вариант с почвой без добавления растительных остатков, дополнительным вариантом сравнения был вариант, где в почву внесли подстилочный полуперепревший навоз крупного рогатого скота в дозе из расчета 40 т/га (21 г/кг почвы), с содержанием азота 0,56%, фосфора 0,28% и калия 0,67% на естественную влажность. Солому озимой пшеницы и листостебельную массу кукурузы вносили из расчета 10 т/га (~4,0 г/кг почвы). По содержанию основных элементов питания растительные остатки несколько различались: азота 0,34% и 0,49%, фосфора 0,16 и 0,09%, калия 0,64 и 0,35% соответственно для соломы злаков и фитомассы кукурузы. То есть, растительная масса кукурузы более обеспечена азотом, чем солома пшеницы, но содержит почти в два раза меньше фосфора и калия.

Темно-серая лесная тяжелосуглинистая слабосмытая среднекультуренная почва имела следующую характеристику: содержание гумуса 4,6%, рН солевой вытяжки 5,5; гидролитическая кислотность 5,36 ммоль/100 г почвы, сумма поглощенных оснований 23,7 ммоль/100 г почвы, степень насыщенности почвы основаниями 81,6%; содержание подвижных соединений

фосфора и калия 136 и 123 мг/кг соответственно.

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 (1 часть исходного препарата к 100 частям воды).

Для закладки опытов использовали пластиковые контейнеры объемом 15 л, в которые помещали 10 кг почвы с соответствующим количеством компостируемых материалов. Растительные остатки озимой пшеницы и листостебельной массы кукурузы предварительно мелко измельчили (частицы 1-2 см), а навоз КРС просеяли на сите с размером отверстий 0,5 см. (табл. 2.3)

Таблица 2.3

Схема опытов №4а и № 4б

Условное обозначение	Содержание варианта
<i>Размещение растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3см., не перемешивая их с почвой, <b>опыт №4а</b></i>	
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)
<i>Размещение растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см. с перемешиванием в течение всего срока компостирования, <b>опыт №4б</b></i>	
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

В вариантах 2-4 опыта №4а на дно каждого сосуда поместили по 8,5 кг

почвы, затем слоем равномерно распределили навоз или растительные остатки, полили их раствором биопрепарата (200 мл/сосуд), а сверху присыпали 1-сантиметровым слоем почвы (1,5 кг), что в нашем исследовании стало аналогом технологии no-till. В вариантах 2-4 опыта №4б на дно каждого сосуда поместили по 3 кг почвы, затем по ней равномерно распределили предварительно подготовленную смесь навоза или растительной массы культурных растений с 7 кг почвы и биопрепаратом – глубина расположения такого слоя составила порядка 7-9 см, что в нашем исследовании стало аналогом технологии mini-till.

После набивки контейнеров почвой с распределенной в них растительной массой культур, навозом и навеской биопрепарата в соответствии с содержанием вариантов почву увлажнили (до 80% ППВ), сосуды закрыли спанбондом и разместили на деревянных столах на экспериментальной площадке кафедры. Сверху и с боков столы имели защиту от дождей в виде периодически убирающейся полиэтиленовой пленки. В течение сезона почву в контейнерах опыта №4б тщательно рыхлили и перемешивали (1 раз в неделю), а почву в контейнерах опыта №4а механическим воздействиям не подвергали (аналог нулевой обработки почвы). Все сосуды ежедневно равномерно поливали водопроводной водой (200-300 мл/сосуд, в зависимости от температуры воздуха) и удаляли сорняки по мере их прорастания. 10 июля (через 2 месяца после закладки опыта) и 8 сентября (через 4 месяца после закладки опыта) из каждого сосуда, слоя 0-10 см, были отобраны почвенные пробы для проведения соответствующих анализов.

Таким образом, компостирование почвы с навозом, растительными остатками пшеницы и кукурузы проходило при естественно складывающемся в летний сезон температурном режиме при исключении дождевых осадков и при поддержке единого для всех режима увлажнения за счет ежедневного полива, но в модельных условиях.

Этот опыт требовал подтверждения и постановки в полевых условиях,

для чего и была заложена серия полевых опытов под номером 5 (опыт №5).

**Опыт №5 (5а – 5в).** *Оценка возможности использования биопрепарата-деструктора растительных остатков Восток ЭМ-1 в технологии no-till в полевых условиях.*

Цель исследования состояла в оценке влияния биопрепарата на разложение растительных остатков кукурузы (гибрид Краснодарский 194 МВ) или озимой пшеницы (Московская 39), при внесении препарата после их уборки, без заделки послеуборочных остатков растений в почву. Исследование проведено на двух культурах: опыт №5а – на кукурузе, выращиваемой на корм, годы исследований 2021-2022 гг.; опыт №5б – на озимой пшенице, годы исследований 2022-2023 гг. Опыты полевые, заложены в производственных условиях, площадь делянки 10 га, повторность трехкратная.

В опыте №5а препарат вносили два раза: сразу после уборки кукурузы осенью 2021 г. (10 октября) и перед посевом (8 мая) однолетних трав в 2022г. Почва чернозём оподзоленный, среднесуглинистый, Бутурлинский район Нижегородской области. Содержание гумуса 5,6%, рН солевой вытяжки 5,7, обеспеченность подвижными соединениями фосфора и калия очень высокая.

#### *Краткая история участка*

В 2021 году на участке была высеяна кукуруза, которая размещена по кукурузе, выращиваемой на этом же участке и в 2020 году.

При отборе проб с учетных площадок учитывалось следующие компоненты:

- урожайность общей надземной массы кукурузы в 2021 году составила 43 т/га. На закладку корма для животноводства (корнаж - зерно кукурузы вместе с початком и покрывными листьями) было убрано в 25% от общей фитомассы (10,7 т/га). По технологии, используемой в хозяйстве, одновременно с уборкой початков идет размельчение растительных остатков. Т.е. в 2021 году от общей надземной массы в поле в размельченном состоянии осталось 32,3 т/га растительных остатков.
- после уборки урожая кукурузы 2020 года в поле в неразложившемся

состоянии осталось не менее 50% общей надземной массы (примерно того же уровня урожайности, как отмечают в хозяйстве), к общей пробе фитомассы следует добавить порядка 16 т/га растительных остатков от кукурузы урожая 2020 года.

- кроме того, в хозяйстве, вплоть до 2022 года отмечена повышенная засоренность посевов, достигающая 20-25% от фитомассы культурных растений. Т.е., плюсом к растительным остаткам, учтенным в пробе 2021 года, идет еще порядка 9,0 т/га.

Таким образом, остаточная фитомасса кукурузы к учету осенью 2021 года составила 56,9 т/га ( $32,3 + 16 + 8,6 = 56,9$  т/га):

- масса стебле-листных остатков, измельченных при уборке кукурузы на корнаж в 2021 году, равна 32,3 т/га (общая урожайность 43 т/га, из них корнаж – 10,7 т/га);
- масса остатков после уборки кукурузы 2020 года – 16 т/га (~ 50% от общей надземной массы);
- масса сорняков 2021 года – 8,6 т/га (~ 20% от надземной массы кукурузы);

Агрометеорологические условия за время проведения исследований (с 01.09. 2021 г. по 30.05.2022 г.) изменялись следующим образом. «Средние температуры воздуха в сентябре 2021 года были в пределах от +11 до +19 °С. В ночь на 29 сентября был заморозок. Часто дули холодные ветра. Нередко выпадали осадки в виде морозящего дождя. Сильные, но кратковременные дожди были 1 и 26 сентября. Влаги в почве недостаточно. Октябрь 2021 г. был близким по температуре к климатическим нормам данного времени года. Первые три дня месяца были пасмурными с дневными температурами +11 °С. Затем установилась ясная и солнечная погода, которая простояла до 28 октября. Осадки в виде небольших морозящих дождей выпадали 14, 15, 19, 22 и 28 октября. В ночь на 6, 7, 8, 11, 18 и 25 октября были заморозки местами до -3 °С. Погодные условия апреля 2022 г. были очень изменчивы. Начало пер-

вой декады месяца было холодное, дневная температура колебалась от +1-2 градусов до +6-7, а ночью от 0 до -4-5 градусов мороза. На земле лежал снежный покров. Во второй декаде температурный режим резко изменился и уже дневная температура поднялась до +15-20 °С, ночная температура тоже держалась от +6 до +10 °С. Снежный покров быстро сошел, а юго-восточные ветра способствовали быстрому просыханию почвы. 16 апреля погода снова сменилась, выпал снег, укрыв землю 5-сантиметровым слоем. Дневная температура в течение трех дней не поднималась выше +4 градусов, а ночная - ноля, местами до -2 °С. С 19 апреля температурный режим снова сменился. Подул южный ветер, солнце начало припекать, снег быстро растаял, дав дополнительную влагу для развития озимых культур и трав.» (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

В целом температурный режим начала мая 2022 г. ниже календарного на 5-6 °С. Ночные температуры опускались до 0 градусов, а дневные колебались в пределах 5-10 градусов тепла, холодный дождь сменялся мокрым снегом. Погодные условия в дни закладки опыта приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Погодные условия в день проведения обработок растительных остатков кукурузы биопрепаратом

Показатели	Значения	
Дата проведения	10.10.2021 г.	08.05.2022 г.
Температура воздуха, °С	12	11
Относительная влажность воздуха, %	67	64
Скорость ветра, м/с	3,3	2,8
Время выпадения осадков после обработки	Через 8 часов	Через 48 часов

В схеме опыта три варианта: Контроль, без обработки растительных остатков биопрепаратом; однократная обработка остаточной фитомассы кукурузы препаратом Восток ЭМ-1 (Обработка-1); Двукратная обработка остаточной фитомассы препаратом Восток ЭМ-1 (Обработка-2) (табл. 2.5).

Разовая норма расхода препарата – 5 л/га, норма расхода рабочего рас-

творя 200 л/га. Внесение препарата с помощью опрыскивателя марки «Амаzone» UG Special 3200. Учет пожнивных остатков проводили 3 раза: 10 октября 2021 г. (начало опыта), 1 мая 2022 г. (перед посевом однолетних трав) и 18 июля 2022 г. (после уборки однолетних трав на сенаж), до посева озимой культуры.

Таблица 2.5

Схема опыта № 5а

Условное обозначение	Содержание варианта
1.Контроль	Без обработки растительных остатков биопрепаратом
2.Обработка-1	Однократная обработка остаточной фитомассы кукурузы препаратом Восток ЭМ-1
3.Обработка-2	Двукратная обработка остаточной фитомассы кукурузы препаратом Восток ЭМ-1

Опыт №5б проведен в 2022-2023 гг. в производственных условиях Агрофирмы «Нижегородская», расположенной на юге Нижегородской области. Почва темно-серая лесная среднесуглинистая. Агрехимическая характеристика почвы в 2022 году: содержание гумуса 3,6%, подвижных соединений фосфора и калия (по Кирсанову) 284 и 175 мг/кг соответственно; в 2023 году: содержание гумуса 3,9%, подвижных соединений фосфора и калия (по Кирсанову) 312 и 166 мг/кг соответственно; рН солевой вытяжки в оба года – 5,5 единиц. Площадь деланки 10 га, повторность трехкратная. Схема опыта включала 3 варианта, в одном из которых была предусмотрена обработка растительных остатков озимой пшеницы не только Восток ЭМ-1, но еще и препаратом Стернифаг (табл. 2.6) .

После уборки озимой пшеницы в начале августа 2022 года её послеуборочные остатки обработали препаратом Восток ЭМ-1 и наблюдали за изменениями с послеуборочными остатками до весны 2023 г.

Стернифаг, СП – современный почвенный биологический фунгицид на основе микроскопического гриба *Trichoderma harzianum*, используемый для



ускорения разложения растительных остатков и подавления фитопатогенов, накапливающихся в почве, в т.ч. при нулевой технологии её обработки.

Таблица 2.6

Схема опыта №5б

Условное обозначение	Содержание варианта
1. Контроль	Без обработки растительных остатков биопрепаратами
2. Восток ЭМ-1	Обработка соломы озимой пшеницы после уборки зерна препаратом Восток ЭМ-1
3. Восток ЭМ-1 + Стернифаг	Обработка соломы озимой пшеницы и её стерне-корневых остатков препаратом Восток ЭМ-1 совместно с препаратом Стернифаг

Препараты вносили по стерне и соломе на ней, после уборки озимой пшеницы, в период 15-20 августа каждого года. Норма расхода препарата Восток ЭМ-1 – 5 л/га, фунгицида – 80 г/га при расходе жидкости 200 л/га. Учет действия препаратов проводили дважды: до наступления устойчивых холодов и снежного покрова и весной, при наступлении устойчивой погоды для сева яровых культур (1-5 мая каждого года, т.е. спустя ~9 месяцев после обработки соломы препаратами).

Весной 2023 года в поле после озимой пшеницы был посеян овес сорта Яков (опыт №5в), на котором оценивали последствие мероприятий по снижению массы растительных остатков пшеницы на урожайность овса.

Под урожай овса фоном были внесены минеральные удобрения – нитроаммофоска в дозе по 20 кг/га каждого элемента, а также комплексное удобрение Гумат+7 в соответствии со схемой, приведенной в таблице 2.7. Площадь делянки 40 кв.м, повторность трехкратная.

В этом же году (2023 г.) после уборки овса были отобраны почвенные пробы для оценки влияния использования препаратов-деструкторов растительной массы на основные агрохимические показатели почвы.

Схема опыта №5в

Условное обозначение	Содержание варианта
1. Контроль, без деструктора	Посев семенами без обработки препаратом, без удобрений, по мульче
2. Контроль, деструктор (фон)	Посев семенами без обработки препаратом, без удобрений, после обработки растительных остатков деструктором Восток ЭМ-1
3. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	Посев семенами без обработки препаратом, по фону N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	Посев семенами, обработанными препаратом, по фону N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> .
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub> + Гумат+7 <sub>подк.</sub>	Посев семенами, обработанными препаратом, по фону N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> . Плюс некорневая подкормка препаратом в дозе 1 л/га

Оценку способности биопрепаратов к разложению остаточной фитомассы кукурузы и/или озимой пшеницы проводили путем сбора растительных остатков с площадок, выделенных в 10 местах по диагонали путем наложения рамки на 0,2 м<sup>2</sup>, и их дальнейшего взвешивания.

#### 2.4. Методы аналитических исследований

Основные агрохимические показатели почвы определяли стандартными методами (Методические указания ..., 2003) на кафедре агрохимии и агроэкологии Нижегородского государственного агротехнологического университета и в Нижегородском филиале Россельхозцентра.

В почвенных образцах определяли: содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91); рН солевой вытяжки (ГОСТ 26483-85); подвижные соединения фосфора и калия из одной навески по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011) с последующим колориметрическим определением фосфора на ФЭК-56М, калия – на пламенном фотометре FLAPHO-4; сумму поглощённых оснований (ГОСТ 27821-88) по Каппену-Гильковицу; гидролитическую кислотность (ГОСТ 26212-91) по Каппену;

ёмкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями – расчетным методом (ГОСТ 27593-88 Почвы. Термины и определения); содержание нитратов в почве потенциометрически по методу ЦИНАО на ионометре ЭВ-74, аммонийного азота – колориметрически с реактивом Несслера по ГОСТ 26489-85.

Для оценки микробиологической активности почв использовали следующие методы:

- определение интенсивности разложения целлюлозы определяли аппликационным методом (Методические указания..., 1983) и лабораторным методом по разности между исходной и конечной (после 30-ти дневного компостирования) массой фильтровальной бумаги (Титова В.И. с соавт., 2011). При оценке целлюлозолитической активности почв использовалась шкала, предложенная Д.Г. Звягинцевым (1986): очень слабая – < 10%, слабая – 10-30%, средняя – 30-50%, сильная – 50-80%, очень сильная > 80%;
- определение интенсивности выделения CO<sub>2</sub> из почвы (метод А.Ш. Галстяна). Интенсивность дыхания оценивали по шкале, предложенной Э.И. Гапонюк, С.Г. Малаховым (1985);
- определение активности каталазы методом А.Ш. Галстяна, инвертазы – методом В.Ф. Купревича и Т.А. Щербаковой (Титова В.И. с соавт., 2011);
- определение нитрификационной способности почвы потенциометрическим методом (Методические указания..., 1984).

Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007. Существенность разницы в показаниях между вариантами устанавливали методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

### Глава 3. ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТА ГУМАТ+7

#### НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Основные результаты оценки влияния комплексного удобрения на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 на рост и развитие зерновых культур в начальные фазы онтогенеза опубликованы в статье (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), в которой автор диссертации является полноправным соавтором. Нижеприведенный материал, который ранее был опубликован в вышеназванной авторской статье, в этой связи следует рассматривать как самоцитирование, подтверждающее оригинальность исследований автора. В данной главе он отмечен кавычками, и периодически, в скобках после абзаца, дается ссылка на авторский коллектив – Титова В.И., Белоусова Е.Г., Ерастова Н.В., 2023.

«В настоящее время проблема повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также регулирования их качества, стоит как никогда остро. Для этого активно проводятся исследования с разными видами и формами удобрений, в том числе – с биопрепаратами, используемыми для организации питания растений (Завалин А.А. и др., 2019). Учитывая же общую направленность исследований в сфере АПК в сторону получения высоких урожаев, при разработке технологий возделывания культур (и, особенно, системы удобрений и защиты растений в севооборотах и/или под отдельные культуры) большое внимание уделяется также исследованиям со средствами защиты растений» (Титова В.И., Белоусова Е.Г., Ерастова Н.В., 2023).

«При применении средств защиты растений очень важна избирательность воздействия, особенно это касается инсектицидов. Эту проблему исключают биоинсектициды, поскольку они действуют избирательно и уничтожают только определенный вредителей, не нарушая природного

равновесия (Ha-Tran D.M. et al., 2021; Basu A. et al., 2021). Как отмечает (Voets J. et al., 2004), биологические препараты нового поколения – реалии настоящего времени, они повышают не только продуктивность растений, но и устойчивость к неблагоприятным факторам среды (с инсектицидной и противомикробной активностью, ростстимулирующим действием). Современные биотехнологические приемы могут даже полностью заменить химические технологии (Uzma F. et al., 2017). Интерес к исследованиям с биопестицидами отмечается и в России (Жемчужин С.Г. и др., 2019; Титова В.И. и др., 2022), причем с разными их группами: биоинсектицидами и биоакарицидами, биофунгицидами и биогербицидами» (Титова В.И., Белоусова Е.Г., Ерастова Н.В., 2023).

«В последние годы столь же пристальное внимание уделяется разработке рекомендаций по использованию в посевах сельскохозяйственных культур биопрепаратов с удобрительными функциями и регуляторов (стимуляторов) роста. Такие препараты не накапливаются в продуктах и в почве (Соколова М.Г. и др., 2011), тем самым не загрязняют сельскохозяйственную продукцию и окружающую среду. Достаточно часто при этом биопестициды объединяют в себе разные функции – например, инсектицида и фунгицида, фунгицида и стимулятора роста и пр. Так, например, в работе (Бурлакова С.В. и др., 2019) утверждается, что, смешивая фунгициды и регуляторы роста, можно получить стабильные суспензии, которые можно использовать при протравливании семян» (Титова В.И., Белоусова Е.Г., Ерастова Н.В., 2023).

«И стимуляторы роста, и средства защиты растений биологической природы – это высокоспецифичные активные соединения, физиологическое действие которых зависит от многих факторов. При регуляторы роста и средства биозащиты растений активно действуют на всех фазах развития растений, но начальные этапы онтогенеза являются самыми уязвимыми» (Гимба-тов А.Ш. и др., 2011; Грехова И.В., Гильманова М.В., 2018; Ламмас М.Е., Шитикова А.В., 2021; Титова В.И., Белоусова Е.Г., Ерастова Н.В., 2023).

### 3.1. Оценка фитотоксичности препарата Гумат+7 на яровой пшенице

Опыт №1 имел целью изучение фитотоксичности водных растворов препаратов, для чего использовали способ предпосевной обработки семян яровой пшеницы сорта Дарья с определением всхожести семян и отдельных морфологических признаков проростков.

Результаты оценки фитотоксичности препаратов – комплексного удобрения на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 и биофунгицида Алирин-Б – на яровой пшенице приведены в таблице 3.1 (Приложение Б1).

«Установлено, что обработка семян растворами препаратов в целом положительно сказалась на их всхожести, увеличив её на 3-4% в сравнении с контролем, что позволяет сделать вывод об отсутствии фитотоксичности биоудобрения Гумат+7 и биофунгицида Алирин-Б при их прямом контакте с посевным зерном».

Таблица 3.1

Влияние препаратов на всхожесть яровой пшеницы,  
среднее по 3-м закладкам, опыт №1

Варианты опыта	Число взошедших растений, по датам закладки опыта			Среднее по опытам 1а, 1б, 1в			
				всходов на со-суд, шт.	всходов, %		
	11.10.22-18.10.22	21.10.22-28.10.22	11.11.22-18.11.22		среднее	+, - к вар.1	
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>HCP<sub>05</sub></i>				2,1			

Примечание: \* - в процентах по отношению к варианту сравнения

«Обработка семян удобрением Гумат+7 в двух закладках опыта №1 (опыт №1б и №1в) при этом способствовала увеличению массы проростков (табл. 3.2, Приложение Б2), но в среднем по трем закладкам опыта №1 и в опыте №1а это влияние проявилось лишь на уровне тенденции. Стабильное достоверное положительное влияние на формирование массы растений пше-

ницы отмечено только в варианте 4, где семена пшеницы замачивались в совместном растворе удобрения Гумат+7 и биофунгицида. Однако по величине отклика на обработку семян пшеницы биопрепаратами разной природы меж опытными вариантами нет различий, т.к. разница между ними всегда ниже величины случайных отклонений».

Таблица 3.2

Влияние препаратов на массу проростков яровой пшеницы, среднее по 3-м закладкам опыта №1, мг/сосуд

Варианты опыта	Масса проростков по датам закладки опыта, 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.
	среднее	+, - к в.1	среднее	+, - к в.1	среднее	+, - 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>НСР<sub>05</sub></i>	4,2		4,3		2,4		4,5	

На длину надземной части проростков (табл. 3.3, Приложение Б3, Б4) существенное положительное влияние оказала обработка семян удобрением Гумат+7, а также замачивание семян в совместном растворе препаратов (вар. 4), причем эффект увеличения надземной части проростка был обеспечен именно удобрением (разница между вар. 4 и 2 ниже НСР<sub>05</sub>). Длина корневой части проростков на всех вариантах существенно выше, чем на контроле, но между вариантами достоверных различий по этому показателю не отмечено».

Таблица 3.3

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
	среднее, см	+, - к вар. 1		среднее, см	+, - к вар. 1		
		см	%		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>НСР<sub>05</sub></i>	0,93			0,64			

«Обработка семян пшеницы биопрепаратами способствовала приросту в длину именно надземной части ростка, о чем можно судить по изменению соотношения между длинами надземной и корневой частей проростка с 1,26 до 1,38 от варианта 2 к варианту 4».

*По фитотоксичности препаратов при их прямом контакте с семенами яровой пшеницы можно сделать следующие выводы:*

- *удобрение Гумат+7 и биофунгицид Алирин-Б не обладают фитотоксичностью при прямом контакте семени пшеницы с препаратами;*
- *стабильно положительное влияние на массу проростков яровой пшеницы оказывает замачивание семян в смеси растворов удобрения Гумат+7 и биофунгицида Алирин-Б. 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**

Целью опыта №2 была оценка влияния удобрения Гумат+7 и биофунгицида Алирин-Б на начальные фазы онтогенеза растений (озимая рожь, гибрид КВС Раво) с использованием метода Нейбауэра-Шнейдера (выгонка растений).

Влияние препаратов на морфологические признаки растений озимой ржи на 27-й день её жизни приведены в таблице 3.4 (Приложение В1,В2,В3).

«Данные опыта показывают, что высота растений под действием препаратов изменялась заметно, но достоверная прибавка в росте растений в среднем по двум датам закладки опыта отмечена лишь на варианте с совместным применением биофунгицида и Гумата+7 (вар. 4), где она составила 11% к высоте растений на контрольном варианте. На варианте с обработкой



семян Гуматом+7 в среднем по двум опытам фиксирована высокая тенденция положительного влияния удобрения на рост растений в высоту. При этом в опыте №2б это влияние было существенным, а в опыте №2а растения на обработку семян удобрением отзывались тенденцией прироста в высоту» (здесь и далее – Титова В.И., Белоусова Е.Г., Ерастова Н.В., 2023).

Таблица 3.4

Влияние препаратов на морфологические признаки растений озимой ржи, среднее по 2-м закладкам опыта №2

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>HCP<sub>05</sub></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>

«Длина корней ржи на дату уборки опыта (табл. 3.4) в среднем за две закладки опыта была достоверно выше, чем на контроле, лишь только при совместном использовании обоих изучаемых препаратов. Кроме того, в одном из опытов (№2б) достоверный прирост корней в длину отмечен еще и в варианте 3, где использовано биологическое средство защиты растений Алирин-Б путем внесения его в почву до посева семян. В опыте также было учтено количество листьев, приходящееся на одно растение. Установлено, что максимальным оно было на варианте с обработкой семян удобрением Гумат+7 и дальнейшим высевом их в почву с предварительным внесением в неё биопестицида Алирин-Б».

«На прирост массы надземной и корневой частей растений ржи препараты оказали высокое, статистически доказуемое положительное влияние (табл. 3.5, Приложение В4, В5). По результатам опытов №2а и №2б, а также в среднем по двум закладкам опыта на опытных вариантах (вар. 2-4) получен прирост надземной фитомассы в 10-20% к урожайности на контроле. Отмечено, что обработка семян ржи удобрением с функцией стимулятора роста

(Гумат+7) оказала дополнительное положительное влияние на формирование надземной фитомассы при высеве семян в почву, предварительно обработанную фунгицидом Алирин-Б (вар. 4 к вар. 3)».

Таблица 3.5

Влияние препаратов на массу растений озимой ржи, среднее по 2-м закладкам опыта №2

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>НСР<sub>05</sub></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

«На массу корней ржи препараты оказали такое же влияние, как и на её надземную фитомассу: в сравнении с абсолютным контролем на всех вариантах опыта с использованием биопрепаратов получена существенная прибавка в массе корневой части растений. Посев ржи семенами, обработанными препаратом Гумат+7, в почву, куда предварительно внесли биофунгицид, привел к дополнительному приросту массы корней (вар. 4 к вар. 3)».

«Масса одного растения озимой ржи на дату уборки урожая (27 дней вегетации) неуклонно повышалась на всех опытных вариантах в сравнении с контролем. 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».

*По оценке влияния препаратов на рост и развитие зерновых культур (озимая рожь) в начальные фазы онтогенеза можно заключить:*

- *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 кор-*

ней 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 препаратом 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

В опыте №3 изучали влияние предпосевной обработки семян и внесения удобрения в подкормку на формирование урожайности фитомассы и зерна кукурузы, а также на агрохимические свойства почвы (см. далее – глава 3.4).

В таблице 3.6 приведены данные по влиянию гуминового препарата на формирование надземной фитомассы культуры в среднем за 2021-2023 гг., а данные по отдельным годам приведены в Приложении Г1, Г2.

Таблица 3.6

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

Варианты опыта	Высота растений, см <sup>1</sup>			Надземная зеленая фитомасса, г/сосуд <sup>1</sup>			Сухое в-во <sup>2</sup> , %	Сухое в-во, г /сосуд
	среднее	± к в.1	± к в.3	среднее	± к в.1	± к в.3		
1.Контроль	219	-	-	362	-	-	23,0	83,3
2.Гумат: ОС+НП	228	9 / 4	-	398	36 /10	-	23,6	93,9
3.НРК – фон	231	12 / 5	-	420	58 /16	-	24,9	104,6
4.Фон+Гумат ОС	238	19 / 9	7 / 3	426	64 /18	6 /1	25,8	109,9
5.Фон+Гумат НП	235	16 / 7	4 / 2	460	98 /27	40 /10	26,5	121,9
6.Фон +Гумат ОС+НП	230	11 / 5	-1 / 0	453	91 /25	33 /8	26,9	121,9
<i>НСР<sub>05</sub></i>	<i>F<sub>факт.</sub> &lt; F<sub>теор.</sub></i>			38			-	-

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

Высота растений в опыте варьировала от 219 до 238 см, но значимых изменений в высоте растений не отмечено. На формирование же стебле-

листовой массы кукурузы удобрение оказало заметное влияние: на всех вариантах с внесением гуминового препарата совместно с фоновым минеральным удобрением (вар. 4-6) получена достоверная прибавка по отношению к неудобренному контролю, а на варианте с использованием только гумата – высокий уровень тенденции повышения урожайности.

Вместе с тем следует отметить, что в сравнении с фоновым вариантом (вар. 3) достоверная прибавка урожайности надземной зеленой фитомассы (40 г/сосуд, т.е. 10% к фону) получена только в варианте с использованием Гумата+7 в виде подкормки вегетирующих растений кукурузы (вар. 5).

Стебле-листовая масса растений кукурузы при внесении удобрений и гуминового препарата имела большее содержание сухого вещества, чем при выращивании ее без удобрений. Удельный сбор сухого вещества (в данном случае – с одного сосуда) наибольшим и численно равным был на вариантах с внесением гумата некорневым способом по удобренному фону (вар. 5 и 6).

В таблице 3.7 приведены данные по влиянию удобрений на урожайность зерна кукурузы (Приложение Г3).

Таблица 3.7

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	$\pm$ к в.1	$\pm$ 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>НСР<sub>05</sub></i>		5,6		-	-

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

Полученные результаты свидетельствуют, что влияние гуминового удобрения на формирование зерна кукурузы было аналогичным его влиянию на образование надземной фитомассы. В целом урожайность зерна кукурузы

в опыте невысокая, изменяется в пределах 46-63 г/сосуд, а его доля в общей надземной зеленой фитомассе колеблется в пределах 13-14%.

При переводе урожая в сухую массу долевое участие зерна в общей надземной фитомассе превышает 50%.

При этом листовая подкормка гуминовым препаратом долю зерна в надземной фитомассе снижает максимально, до 51,0-51,8% (вар. 5 и 6) в сравнении с долевым участием зерна в общей надземной фитомассе кукурузы на варианте с внесением полного минерального удобрения в почву (53,9%). Предпосевная обработка семян кукурузы комплексным удобрением Гумат+7 способствует увеличению урожайности зерна, обеспечивая максимальное долевое участие зерна в общей фитомассе в 54,7%.

*Резюмируя полученные в опыте данные по влиянию гуминового препарата Гумат+7 на урожайность кукурузы в вегетационном опыте, можно отметить следующее:*

- *наибольшее влияние на формирование стебле-лиственной массы оказывает такой способ внесения Гумата+7 как некорневая (листовая) подкормка кукурузы, выращиваемой по фону полного минерального удобрения, внесенного в почву, что оценивается в 27% по отношению к неудобренному контролю и в 9% - в сравнении с фоновым удобрением;*
- *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 неудобренном*

контрольном варианте до 51,0-51,8% при использовании гумата по фону полного минерального удобрения.

### 3.4. Влияние удобрения Гумат+7 на агрохимические показатели почвы

Принимая во внимание, что большинство агрохимических показателей почвы достаточно устойчивы к воздействию извне, оценку влияния комплексного удобрения на гуминовой основе на агрохимическое состояние почвы проводили по наиболее динамичным параметрам, которые имеют определенную изменчивость и в естественных условиях без вмешательства человека – обменная кислотность, содержание минерального азота, подвижных соединений фосфора и калия.

Аналізу были подвергнуты образцы темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы после уборки кукурузы в 2021 году, а результаты анализов показаны в таблицах 3.8-3.10 (Приложение Д1-Д7).

Таблица 3.8

Влияние удобрения Гумат+7  
на основные агрохимические показатели почвы

Варианты опыта	рН <sub>ксл</sub> , ед.			Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> , мг/кг			К <sub>2</sub> О, мг/кг		
	сред- нее	+, - к вар...		сред- нее	+, - к вар. ...		сред- нее	+, - к вар. ...	
		1	3		1	3		1	3
1.Контроль	5,30	-	-	125	-	-	134	-	-
2.Гумат: ОС+НП	5,33	0,03	-	118	-7	-	145	11	-
3.НРК – фон	5,26	-0,04	-	136	11	-	150	16	-
4.Фон+Гумат ОС	5,30	-	0,04	131	6	-5	152	18	2
5.Фон+Гумат НП	5,42	0,12	0,16	141	16	5	147	13	-3
6.Фон +Гумат ОС+НП	5,40	0,10	0,14	137	12	1	148	14	-2
<i>НСР<sub>05</sub></i>		0,08			9			11	

Данные свидетельствуют, что минеральные удобрения приводят к изменению рН солевой вытяжки и некоторому подкислению почвы на уровне тенденции, а некорневая подкормка вегетирующих растений кукурузы комплексным удобрением Гумат+7 по фону внесенных в почву минеральных удобрений (вар. 5 и 6) достоверно снижает обменную кислотность почвы.

Одним из важнейших агрохимических показателей почвы является обеспеченность ее фосфором. Известно, что общее содержание фосфора в почвах, в том числе и в темно-серой лесной почве, достаточно высоко, однако его подвижность и доступность растениям невелики (Иванов А.Л. с соавт., 2012; Лапушкин В.М. с соавт., 2022; Немченко Е.Т. с соавт., 2022). Как отмечает В.Г. Сычев с соавторами (2022), их содержание в почве в значительной степени зависит от обеспеченности водой и температурного режима, а при нейтрализации почвенной кислотности повышается (Дзюин А.Г., 2020).

Отдельные авторы (Ahmed A. et al., 2018; Dutta A.K. et al., 2021) отмечают при этом, что растворимые фосфатные соединения образуются в почве и из труднорастворимых фосфатов алюминия и железа. Интенсивность этих процессов зависит в сильной степени от реакции почвенной среды и множества других факторов. В этой связи даже при относительно хорошей обеспеченности почвы данным элементом растения могут ощущать его дефицит, что предопределяет необходимость определения подвижных соединений фосфора при внесении любых агрохимикатов.

В опыте установлено, что на обеспеченность почвы подвижным фосфором Гумат+7 влияния не оказывает, а достоверное увеличение содержания таких фосфатов отмечено только на варианте 3, с внесением полного минерального удобрения в почву до посева кукурузы. Увеличение содержания подвижного фосфора в вариантах 5 и 6 обеспечено именно минеральными удобрениями, а не использованием гумата, что подтверждается сравнением этих вариантов с фоном – разница между ними меньше величины действия случайных факторов.

Общее содержание в почве калия, как правило, существенно выше, чем фосфора, однако количество доступных форм этого элемента чаще всего сопоставимо с обеспеченностью почвы фосфором.

В то же время содержание в почве подвижного калия после внесения удобрений изменялось более заметно, чем содержание фосфора: даже на варианте без применения минеральных удобрений, лишь с использованием гу-

минового препарата (вар. 2), к концу опыта отмечено достоверное повышение содержания калия в почве.

Однако в случае использования гуминового препарата по фону минеральных удобрений повышения содержания калия в почве в сравнении с фоном не отмечено. Одной из причин в данном случае может быть именно влияние культуры, т.е. кукурузы. Как известно, калий является главнейшим элементом при синтезе стебле-листовой массы (Grzebisz W., Szczepaniak W., Wojcianiowski J., 2020), оказывая положительное влияние и на потребление растениями фосфора (Sharma N., Singh A., 2019), а повышение урожайности именно на этих вариантах явно происходило в том числе и за счет использования калия, имеющегося в почве или привнесенного в нее в составе гумата.

В таблице 3.9 приведены данные по определению в почве разных форм минерального азота.

Таблица 3.9

Влияние удобрения Гумат+7 на содержание минерального азота в почве

Варианты опыта	N-NH <sub>4</sub> , мг/кг			N-NO <sub>3</sub> , мг/кг			Сумма N <sub>мин</sub> , мг/кг		
	сред- нее	+, - к вар...		сред- нее	+, - к вар. ...		сред- нее	+, - к вар. ...	
		1	3		1	3		1	3
1.Контроль	11,9	-	-	14,2	-	-	26,1	-	-
2.Гумат: ОС+НП	12,6	0,7	-	14,0	-0,2	-	26,6	0,5	-
3.НРК – фон	13,4	1,5	-	15,7	1,5	-	29,1	3,0	-
4.Фон+Гумат ОС	13,9	2,0	0,5	16,1	1,9	0,4	30,0	3,9	0,9
5.Фон+Гумат НП	14,6	2,7	1,2	17,0	2,8	1,3	31,6	5,5	2,5
6.Фон +Гумат ОС+НП	13,7	1,8	0,3	18,4	4,2	2,7	32,1	6,0	3,0
<i>НСР<sub>05</sub></i>		<i>1,1</i>			<i>1,3</i>				

Установлено, что содержание азота в форме NH<sub>4</sub> достоверно повысилось в почве от внесения полного минерального удобрения, т.е. на варианте 3. Положительное влияние на обеспеченность почвы аммонийным азотом оказала некорневая подкормка кукурузы гуминовым удобрением.

Содержание нитратного азота в почве под влиянием удобрений изменялось более интенсивно. Прежде всего, в сравнении с контролем на всех удобренных вариантах оно достоверно увеличилось. При этом на вариантах 5 и 6, где гуминовый препарат вносили в виде листовой подкормки, оно увели-



чилось и в сравнении с фоновым вариантом, т.е. именно благодаря применению удобрения Гумат+7.

Предпосевная обработка семян кукурузы препаратом Гумат+7 способствовала повышению содержания в почве нитратов: при совместном использовании с некорневой подкормкой (вар. 6) получено достоверное повышение содержания нитратов по отношению к варианту 5. И даже на варианте только с обработкой семян препаратом отмечена тенденция положительного влияния на содержание нитратов в почве (вар. 4 в сравнении с вар. 3).

Обеспеченность почвы опыта органическим веществом невысока (табл. 3.10) и для темно-серой лесной почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава трактуется как «меньше минимального содержания». Достоверных различий в зависимости от применения удобрений не установлено, что, вероятнее всего, объясняется краткостью срока проведения вегетационных опытов (три летних месяца).

Таблица 3.10

Влияние удобрения Гумат+7 на содержание органического вещества и дыхание почвы

Варианты опыта	Органическое в-во, %			Дыхание почвы, мг CO <sub>2</sub> /10 г/сутки			активность
	сред- нее	+, - к вар...		сред- нее	+, - к вар...		
		1	3		1	3	
1.Контроль	2,18	-	-	7,18	-	-	слабая
2.Гумат: ОС+НП	2,19	0,01	-	8,19	1,01	-	слабая
3.НРК – фон	2,21	0,03	-	10,05	2,87	-	средняя
4.Фон+Гумат ОС	2,20	0,02	-0,01	9,24	2,06	-0,81	слабая
5.Фон+Гумат НП	2,24	0,06	0,03	10,26	3,08	0,21	средняя
6.Фон +Гумат ОС+НП	2,31	0,13	0,10	11,33	4,15	1,28	средняя
<i>НСР<sub>05</sub></i>	F <sub>факт.</sub> < F <sub>теор.</sub>			2,33			

В день окончания опыта определили показатель «дыхание почвы», что по свидетельству ряда авторов (Караваева Т.И., Тихонов В.П., 2017; Гапешин Д.И. с соавт., 2022), принято считать обобщающим показателем микробиологической активности почвы. В целом известно, что интенсивность фотосинтеза, а, соответственно и продуктивность посевов, в большой степени

определяется содержанием диоксида углерода в приземном слое воздуха (дыханием почвы).

Этот показатель, в свою очередь, зависит от количества выделяемой почвой углекислоты. Содержащийся в почвенном воздухе диоксид углерода является продуктом дыхания метаболически активных микроорганизмов, использующих углеродсодержащие соединения почвы, корней растений и отчасти химических реакций, протекающих в почве (Сорокин Н.Д., 1996). Чем выше уровень ее плодородия, благоприятнее режимы, тем выше и объемы продуцирования углекислого газа (Спицына Т.Е., 1996; Дегтярева И.А. с соавт., 2003).

Результаты определения влияния удобрения на интенсивность дыхания почвы подтверждают, что оно на процессы распада органических соединений влияет очень слабо. Внесение минеральных удобрений под кукурузу при этом оказало достоверное положительное влияние на способность почвы к образованию и выделению диоксида углерода, а интенсивность дыхания на варианте с минеральными удобрениями перешла в категорию «средняя».

Повышение активности дыхания на вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и Гумата+7 обеспечено именно допосевным внесением удобрений (разница между вар. 5 и 6 с вар. 3 меньше НСР<sub>05</sub>).

*По результатам оценки влияния Гумата+7 – комплексного удобрения на гуминовой основе – на изменения в агрохимической характеристике почвы при его использовании разными способами (предпосевная обработка семян и/или некорневая подкормка вегетирующих растений) на фоне допосевого внесения полного минерального удобрения можно констатировать, что достоверное положительное влияние Гумат+7 оказал на два показателя:*

- *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 фону с 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 вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и гуминового препарата отмечено повышение содержания подвижных соединений 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), а также способности почвы к выделению в приземный слой воздуха диоксида углерода (на 43-58% к неудобренному контролю), что вызвано в большей мере действием минеральных удобрений при тенденции положительного влияния удобрения Гумат+7.*

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

Основные результаты оценки биоудобрения Восток ЭМ-1 как активатора процессов минерализации органических веществ в почве получены в модельном лабораторно-вегетационном опыте, на основе которого опубликована следующая статья: Титова В.И., **Ерастова Н.В.**, Володина Е.Н., Белусова Е.Г. Влияние глубины и способа заделки растительных остатков в почву на её микробиологическую активность / *Агрохимический вестник*. 2024. №2. С. 46-51. DOI: 10.24412/1029-2551-2024-2-009. Выдержки из этой статьи в данной главе приведены в кавычках, а в конце абзаца, в круглых скобках, дается ссылка на эту публикацию: Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024.

«Развитие растениеводческой отрасли сельского хозяйства в России идет очень интенсивно и сопровождается внедрением в производственный процесс как новых технологий обработки почвы, так и новых удобрительных средств и агрохимикатов. Большое внимание при этом уделяется ресурсосберегающим технологиям обработки почвы, среди которых отмечена и технология no-till, используемая в разных регионах страны, включая Нижегородскую область. Учитывая, что нулевая технология обработки почвы сопровождается образованием на поверхности поля значительных количеств растительных остатков, с агрохимической точки зрения следует обратить более пристальное внимание на скорость распада растительного органического вещества и влияние, которое оказывают процессы его минерализации на питательный режим и микробиологическую активность почв» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

«О значении технологических приемов и способов внесения удобрений в формировании агрохимического и экологического состояния почв свидетельствуют публикации многих авторов (Матюк Н.С. и др., 2016; Сычев В.Г. и др., 2016; Loerppmann S. et al., 2016; Raiesi F. et al., 2018; Tskhovrebov V.S.

et al., 2020). При этом отмечается роль физических параметров почвы, например, значение плотности и структуры почвы в обеспечении деятельности микрофлоры, преобразующей растительные остатки (Vadakattu G.V.S.R., Germidab J., 2015); характера содержания земель сельскохозяйственного назначения (Собина А.С. и др., 2022); влияния предшественника в чередовании культур севооборота (Турусов В.И., Балюнова Е.А., 2022); погодных условий (Богатырева Е.В., 2014) и многих других факторов, обеспечивающих почвенное плодородие. Отдельное внимание при этом уделяется изучению влияния микробиологических препаратов, введение которых в систему удобрения культур в настоящее время проводится повсеместно (Петров В.Б., Чеботарь В.К., 2011; Даваев А.В. и др., 2021), на разные почвенные процессы, включая процессы трансформации органических веществ, поступающих в почву в составе растительных остатков» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

Исследования проведены в модельном лабораторно-вегетационном опыте №4, в пластиковых контейнерах на 15 л с массой почвы 10 кг, срок отбора почвенных проб – через 60 и 120 дней. Опыт заложен дважды по единой схеме в 2022 и 2023 гг. в 3-х кратной повторности, в двух вариациях: опыт №4а и №4б. Цель данного исследования – оценка влияния внутрипочвенного компостирования растительных остатков с биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1 на микробиологическую активность темно-серой лесной тяжело-суглинистой почвы в процессе компостирования в течение 4-х летних месяцев (май-август). Интенсивность разложения органического вещества культурных растений оценивали по показателям микробиологической активности почвы – целлюлолитической способности, активности каталазы, инвертазы и общего дыхания почвы.

Компостирование почвы с растительными остатками пшеницы и кукурузы проходило при естественно складывающемся в летний сезон температурном режиме при исключении дождевых осадков и при поддержке единого для всех режима увлажнения за счет ежедневного полива.

Растительные остатки располагали на глубине 0-3 см, не перемешивая их с почвой (опыт №4а), или на глубине 0-10 см, с перемешиванием в течение всего срока компостирования – опыт №4б. Контрольным вариантом служил вариант с почвой без добавления растительных остатков, дополнительным вариантом сравнения был вариант, где в почву внесли подстилочный полуперепревший навоз крупного рогатого скота.

#### 4.1. Микробиологическая активность почв при размещении биопрепарата и растительных остатков в слое почвы 0-3 см

В таблице 4.1 приведены данные по определению основных показателей микробиологической активности почвы (целлюлолитической активности и дыхания почвы), а в таблице 4.2 – данные по активности почвенных ферментов инвертазы и каталазы как следствия внесения в приповерхностный слой почвы (0-3 см) органических соединений различной природы (Приложение Е1).

Таблица 4.1

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

Варианты опыта	Через 60 дней		Через 120 дней	
	факт	+,- к вар.1	факт	+,- к вар.1
<i>Целлюлолитическая активность, %</i>				
1. Контроль	12,4	-	11,9	-
2. Навоз-3 + БП	16,7	4,0	15,8	3,9
3. Солома-3 + БП	14,4	1,7	18,7	6,8
4. Кукуруза-3 +БП	22,0	9,3	23,6	11,7
<i>HCP<sub>05</sub></i>	6,1		5,3	
<i>Дыхание почвы, мг CO<sub>2</sub>/10г/24ч</i>				
1. Контроль	6,0	-	6,2	-
2. Навоз-3 + БП	16,2	10,2	18,0	11,8
3. Солома-3 + БП	13,9	7,9	15,0	8,8
4. Кукуруза-3 +БП	13,2	7,2	16,2	10,0
<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,3		1,4	

Приведенные в таблице 4.1 данные свидетельствуют, что «внесение навоза не привело к увеличению целлюлолитической активности почвы, что, вероятнее всего, объясняется качеством навоза: это навоз, полученный при содержании животных на торфяной подстилке, полуперепревший, без грубых растительных остатков. Более того, со временем на варианте с внесением навоза прослеживается тенденция снижения целлюлолитической активности, что может быть вызвано повышением температуры окружающей среды к концу лета» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024). Подобная отрицательная связь способности почвы к разложению клетчатки с гидротермическими условиями сезона отмечена в работе Р.Н. Ушакова и А.В. Ручкиной (2020).

«Доказательное повышение целлюлозоразрушающей способности почвы в опыте отмечено лишь на варианте с заделкой в почву листостебельной массы кукурузы, причем как по отношению к контролю, так и в сравнении с заделкой в почву соломы злаков. Возможным объяснением активизации работы целлюлолитической микрофлоры на варианте с заделкой в почву растительной массы кукурузы может быть повышенное содержание в ней азота. Положительное влияние азота на активность такой микрофлоры отмечена в работе О.И. Тепляковой, Н.Г. Власенко (2023). Однако к 120-му дню ведения опыта активность работы целлюлолитических ферментов на вариантах с внесением в почву растительных остатков (вар. 3 и 4) сравнялась, оставаясь при этом в целом слабой» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

«Дыхание почвы, как показатель общей активности микроорганизмов почвы, на всех удобренных вариантах существенно выше, чем на неудобренной почве. Добавление микроорганизмов в составе биопрепарата Восток ЭМ-1 к сумме аборигенной микрофлоры почвы изменило общую микробиологическую активность почвы от слабой (на контроле) до средней (внесение в почву растительных остатков) и высокой (внесение в почву навоза). Дыхание почвы ожидаемо максимально в варианте с внесением навоза КРС и доказательно выше, чем в вариантах с внесением в почву растительных остатков. Видовой состав растительных остатков на общей микробиологической ак-

тивности почвы не сказался – достоверных различий между вариантами 3 и 4 по этому показателю не установлено. Увеличение времени взаимодействия привнесенного в почву органического вещества (вар. 2-4) привело к некоторому увеличению количества выделяемого углекислого газа. Здесь так же, как и при оценке дыхания через два месяца после закладки опыта, на варианте с навозом дыхание почвы достоверно выше, чем при внесении в почву растительных остатков» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

«На вариантах с внесением разных растительных остатков, однако, произошли некоторые изменения: при том, что статистически достоверных различий в численных значениях дыхания почвы между этими вариантами не установлено, качественно этот показатель для варианта 3 трактуется как средняя интенсивность дыхания, а на варианте 4 – как высокая интенсивность дыхания» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

Таблица 4.2

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

Варианты опыта	Через 60 дней		Через 120 дней	
	факт	+,- к вар.1	факт	+,- к вар.1
<i>Активность инвертазы, мг глюкозы/г/24ч</i>				
1. Контроль	5,1	-	6,0	-
2. Навоз-3 + БП	18,4	13,3	21,2	15,2
3. Солома-3 + БП	8,3	3,2	8,7	2,7
4. Кукуруза-3 +БП	13,0	7,9	14,1	8,1
<i>HCP<sub>05</sub></i>	5,9		6,4	
<i>Активность каталазы, O<sub>2</sub> см<sup>3</sup>/г/мин</i>				
1. Контроль	2,5	-	2,8	-
2. Навоз-3 + БП	6,4	3,9	5,7	2,9
3. Солома-3 + БП	4,9	2,4	5,3	2,5
4. Кукуруза-3 +БП	5,7	3,2	6,1	3,3
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,7		0,9	

Об интенсивности разложения легких углеводов можно судить по инвертазной активности почвы.

Данные таблицы 4.2 свидетельствуют, что «инвертазная активность почвы без привнесения в неё свежих растительных остатков (Контроль) в оба



срока её определения очень низкая. На варианте с внесением в почву соломы зерновых культур активность инвертазы была на уровне контроля. Размещение стеблевой массы кукурузы в слое почвы 0-3 см при одновременной обработке ее биопрепаратом-деструктором позволило численно существенно повысить активность инвертазы, хотя в целом она трактуется как слабая. То есть, гидролиз дисахаров до моносахаров на варианте с размещением в почве растительных остатков кукурузы идет доказательно активнее, чем гидролиз безазотистой части органических веществ соломы злаков» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

«Численно активность инвертазы максимальна при внесении в почву навоза КРС, но статистически разница между вариантом 4 и вариантом 2 не доказывается, что можно трактовать как равное влияние навоза КРС и листостеблевой массы кукурузы, при обработке их биопрепаратом Восток ЭМ-1, на процессы разложения в почве углеводов. Увеличение времени контакта растительных остатков, биопрепарата и почвы до 120 дней на активности разложения безазотистых соединений органической природы сказалось положительно. Спустя 4 месяца после заделки в почву растительных остатков направленность процессов разложения и инвертазная активность почвы практически не изменились: на вариантах Контроль и Солома-3 они равны, на вариантах с заделкой в почву навоза КРС и растительных остатков кукурузы она достоверно выше, чем на контроле» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

«Однако в сравнении с предыдущей датой определения микробиологической активности почвы (через 60 дней после закладки опыта) на варианте с внесением в почву листостеблевой массы кукурузы инвертазная активность увеличилась лишь на 1,1 мг глюкозы/г/24ч, а на варианте с внесением навоза – на 2,8 мг глюкозы/г/24ч. То есть, активность инвертазы, как следствия деятельности аборигенной группы почвенных микроорганизмов, и микрофлоры, привнесенной в почву в составе биопрепарата, на варианте с внесением в почву растительных остатков кукурузы существенно ниже, чем при заделке в

почву (на глубину 0-3 см) навоза КРС» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

Разложение белковых веществ часто связывают с проявлением активности каталазы (Фаизова В.И. и др., 2022).

В опыте №4а установлено, что «размещение навоза и растительных остатков в поверхностном слое почвы (0-3 см) при отсутствии механического перемешивания слоев почвы, но при предварительной обработке органической массы биопрепаратом-деструктором, в два и более раз повысило активность каталазы на этих вариантах в сравнении с контрольным вариантом – почва без удобрений и без деструктора. Также установлено, что достоверно минимальное значение каталазной активности среди вариантов с внесением органических удобрений свойственно варианту с заделкой в почву соломы озимой пшеницы, хотя на всех удобренных вариантах качественно она трактуется как средняя каталазная активность. К 120-му дню ведения опыта каталазная активность почвы на вариантах с внесением растительных остатков немного увеличилась, а в варианте с навозом – снизилась, оставаясь при этом в целом средней. Вследствие этого способность почвы к разрушению белковых веществ и перекиси водорода, высвобождающейся в процессе разложения навоза и растительных остатков, на этих вариантах сравнялась» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

#### **4.2. Микробиологическая активность почв при размещении**

##### **биопрепарата и растительных остатков в слое почвы 0-10 см**

В таблицах 4.3 и 4.4 (Приложение Е2) приведены результаты определения тех же самых показателей микробиологической активности почвы – целлюлолитической способности, активности каталазы, инвертазы и общего дыхания почвы, но при условии размещения органических удобрений в слое почвы 0-10 см и активизации работы микрофлоры за счет создания опти-

мальных для ее жизнедеятельности водно-воздушных условий, т.е. результаты опыта №4б.

«Целлюлолитическая активность почвы при размещении органических удобрений в слое почвы 0-10 см и добавлении к ним биодеструктора (опыт №4б) заметно возрастает в сравнении с заделкой органических веществ в почву на глубину 0-3 см (опыт №4а). Причем на варианте с заделкой соломы злаков разница между вариантом 3 опыта №4а и варианта 3 опыта №4б – в два раза!» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

Таблица 4.3

Микробиологическая активность почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см, опыт №4б

Варианты опыта	Через 60 дней		Через 120 дней	
	факт	+,- к вар.1	факт	+,- к вар.1
<i>Целлюлолитическая активность, %</i>				
1. Контроль	11,7	-	14,3	-
2. Навоз-10 + БП	20,3	8,6	16,4	2,1
3. Солома-10 + БП	37,0	25,3	39,8	25,5
4. Кукуруза-10 +БП	33,4	21,7	36,9	22,6
<i>HCP<sub>05</sub></i>	<i>8,1</i>		<i>7,4</i>	
<i>Дыхание почвы, мг CO<sub>2</sub>/10г/24ч</i>				
1. Контроль	6,4	-	5,8	-
2. Навоз-10 + БП	18,7	12,3	16,4	10,6
3. Солома-10 + БП	16,0	9,6	13,7	7,9
4. Кукуруза-10 +БП	15,4	9,0	19,4	13,6
<i>HCP<sub>05</sub></i>	<i>1,6</i>		<i>2,1</i>	

В опыте №4б установлено, что «способность почвы к разложению безазотистых соединений на варианте с внесением соломы численно выше, чем на варианте с внесением фитомассы кукурузы, причем в оба срока её оценки. Это свидетельствует о том, что клетчатка соломы легче поддается разрушению, чем безазотистые соединения растительных остатков кукурузы. Статистическая обработка данных вышеуказанную разницу между вариантами 4 и 3 опыта №4б позволяет трактовать лишь как заметную тенденцию, а не закономерность» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

Таблица 4.4

Ферментативная активность почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см, опыт №4б

Варианты опыта	Через 60 дней		Через 120 дней	
	факт	+,- к вар.1	факт	+,- к вар.1
<i>Активность инвертазы, мг глюкозы/г/24ч</i>				
1. Контроль	5,4	-	5,6	-
2. Навоз-10 + БП	27,8	22,4	25,0	19,4
3. Солома-10 + БП	11,7	6,3	10,8	5,2
4. Кукуруза-10 +БП	20,4	15,0	19,7	14,1
<i>HCP<sub>05</sub></i>	6,0		7,2	
<i>Активность каталазы, O<sub>2</sub> см<sup>3</sup>/г/мин</i>				
1. Контроль	2,8	-	2,6	-
2. Навоз-10 + БП	8,3	5,5	8,8	6,2
3. Солома-10 + БП	5,5	2,7	5,2	2,6
4. Кукуруза-10 +БП	7,0	4,2	6,7	4,1
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,9		0,8	

Дыхание почвы в опыте №4б «в вариантах с внесением органических удобрений заметно выше, чем в опыте №4а, особенно – в первый срок определения, и оценивается как высокая микробиологическая активность почвы. К концу четвертого месяца ведения опыта оно, однако, снизилось и при внесении в почву навоза, и при заделке в почву соломы озимой пшеницы. Даже на контроле она снижается, приближаясь к значениям, свойственным почвам подобного генезиса (Гапешин Д.И. и др., 2022). Лишь вариант с заделкой в слой почвы 0-10 см растительной массы кукурузы показал существенный прирост объема выделяющегося углекислого газа: 4,0 мг CO<sub>2</sub>/10г/24ч. Возможной причиной активизации работы микрофлоры на растительных остатках кукурузы является более высокое содержание азота в них в сравнении с соломой озимой пшеницы (0,49% в фитомассе кукурузы в сравнении с 0,34% в соломе пшеницы)» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

Данные таблицы 4.4 свидетельствуют, что «размещение растительных остатков, предварительно обработанных препаратом-деструктором, в слое почвы 0-10 см способствовало повышению инвертазной активности почвы,

особенно – на варианте с заделкой в почву листостебельной массы кукурузы. Здесь активность разложения углеводов была не только численно доказательно выше, но и качественно оценивается по-разному: на варианте с внесением фитомассы кукурузы как средняя активность, а с внесением соломы – как слабая активность. Максимальная же инвертазная активность почвы отмечена в варианте с внесением навоза. С увеличением времени нахождения органического вещества в почве инвертазная активность возросла, но на вариантах с размещением в почве растительных остатков – незначительно, на 0,4-1,1 мг глюкозы/г/24ч (5-8%), а на варианте с заделкой в почву навоза – более заметно, на 15%. В целом активность инвертазы на варианте с внесением навоза оценивается как средняя, а при заделке в почву растительных остатков – как слабая. Если сравнивать способы заделки органических веществ в почву (результаты опыта №4а с опытом №4б), то можно констатировать, что их размещение на глубине 0-10 см в сравнении с размещением на глубине 0-3 см приводит к росту активности инвертазы на 2-8 мг глюкозы/г/24ч, что превышает величину инвертазной активности почвы контрольного варианта (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).

Направленность изменений в каталазной активности почв на вариантах опыта №4б аналогична отмеченной в тех же самых вариантах опыта №4а: заделка в почву навоза КРС и растительных остатков совместно с биопрепаратом Восток ЭМ-1 существенно повышает степень минерализации белковых веществ. Максимальная каталазная активность отмечена в варианте с заделкой в почву навоза.

*«Таким образом, 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 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 %);*
- *каталазная активность почвы при разных способах заделки растительных остатков 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» (Титова В.И., Ерастова Н.В. и др., 2024).*

## **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 получены в полевых опытах, заложенных в условиях производства. По материалам опытов подготовлены две статьи. Первая статья (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: НГАТУ, 2023. С. 122-127). Выдержки из этой статьи в данной главе приведены в кавычках, а в конце абзаца, в круглых скобках, дается ссылка на эту публикацию: Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023.

Сельское хозяйство в любой стране является очень важной отраслью, так как именно оно обеспечивает продовольственную безопасность государства. Однако эта область народного хозяйства сильно зависит от режима производства и использования природных ресурсов, особенно при интенсивной системе земледелия. При ориентировании же на экономически выгодный инновационный путь развития центральным его звеном становится ресурсосбережение. Согласно национальному стандарту России ГОСТ Р 52104–2003 «Ресурсосбережение. Термины и определения» под ресурсосбережением понимается разнонаправленная деятельность и комплекс мероприятий, направленных на рациональное и экономное использование ресурсов в разных отраслях народного хозяйства. Для сельскохозяйственной отрасли это, прежде всего, технологии ресурсосберегающего земледелия, где особое внимание уделяется почве.

Ресурсосберегающие технологии представляют собой комплекс агротехнических приемов, выполняемых в определенной последовательности, направленных на удовлетворение требований биологии культуры и получение высокого урожая заданного качества (Васильева О.А., Бабаян И.В., 2020). Одним из важнейших этапов ресурсосберегающих технологий является система обработки почвы, среди которых нулевая технология (No-till) привлекает особое внимание земледельцев. Обязательными элементами такой технологии является отказ от вспашки и сохранение растительных остатков на поверхности почвы, что, как предполагается, будет защищать поле от высыхания и ветра, сохранять структуру почвы и среду обитания почвенной биоты (Дридигер В.К., 2016). Среди недостатков этой технологии называют повышение засоренности и зараженности почвы болезнями (Богатырева Е.В., 2014), а также накопление плохо разложившихся пожнивных остатков, что повлечет за собою изменения в микробиологической активности почвы, увеличение затрат на пестициды, и даже необходимость повышения норм высева последующей культуры севооборота (Дридигер В.К., 2016, 2016а).

«Технология no-till (нулевая технология обработки почвы) имеет широкое распространение не только в мире, но и в России (Власенко А.Н. и др., 2013; Черкасов Г.Н. и др., 2015; Махатлова М.Ш., 2016; Есаулко А.Н. и др., 2018). Многие исследователи, отмечая достоинства ресурсосберегающих систем земледелия, называют экономию затрат на использовании техники (Антипова О.В., 2020; Ильичева Н.М., 2021) и экологические преимущества, связывая их со снижением техногенного воздействия на почву (Махатлова М.Ш., 2016а), а также с повышением микробиологической деятельности в почве (Титова В.И. и др., 2023; Lupwayi N.Z. et al., 2004; Du Jardin P., 2015) и оптимизацией гумусового состояния (De Melo V.A.G. et al., 2016; Luciano P. Canellas et al., 2020)» (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

«Однако при такой технологии возделывания культур, особенно с большой надземной массой, часть которой остается на/в почве для дальнейшего разложения, часто возникает вопрос, как ускорить минерализацию рас-



тительных остатков таких культур? Такая цель возникает в связи с необходимостью создать ровную поверхность поля и достаточно рыхло-связанную, структурную почву для посева культуры, следующей за крупностебельной культурой кукурузы (Derpsch R. et al., 2014), обеспечив при этом растения достаточным количеством питательных элементов (Bulgari R. et al., 2015; Yanni S.F. et al., 2016; Rockstrom J. et al., 2017)» (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

### **5.1. Влияние препарата на разложение растительных остатков после уборки кукурузы и озимой пшеницы**

Исследование проведено в двух опытах: опыт №5а – на кукурузе, выращиваемой на корм, годы исследований 2021-2022 гг.; опыт №5б – на озимой пшенице, годы исследований 2022-2023 гг. Результаты опыта №5а опубликованы (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

Опыты полевые, заложены в производственных условиях, площадь делянки 10 га, повторность трехкратная. Оценку способности биопрепаратов к разложению остаточной фитомассы культурных растений проводили путем сбора растительных остатков с площадок, выделенных в 10 местах по диагонали путем накладывания рамки площадью 0,2 м<sup>2</sup>, и их дальнейшего взвешивания.

В опыте №5а препарат вносили два раза: сразу после уборки кукурузы осенью 2021 г. (10 октября – Обработка-1) и перед посевом (8 мая – Обработка-2) на этом поле однолетних трав в 2022 г. В таблицах 5.1 и 5.2 (Приложение Ж1) приведены результаты оценки влияния биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 на разложение остаточной фитомассы кукурузы по датам отбора почвенных проб.

Данные таблицы 5.1 свидетельствуют, что «масса растительных остатков кукурузы за зимний период 2021/2022 гг. (~ 200 дней) в естественных условиях (контроль) убыла на 13%. Продолжающееся разложение фитомассы

кукурузы в весенне-летний период (между 01.05. 2022 г. и 18.07.2022 г., ~ 75 дней, табл. 5.2) на варианте без обработки биопрепаратом было гораздо более эффективным: убыль массы за этот период составила 1650 г/м<sup>2</sup>, или 33%» (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

Таблица 5.1

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

Варианты опыта	Результаты на 01.05.2022 г.			
	масса, г/м <sup>2</sup> , на ...		+, - к началу опыта*	+, - к вар. 1*
	10.10.2021 г.	01.05.2022 г.		
1.Контроль	5674	4936	-738 / 13	-
2.Обработка-1	5704	4028	-1676 / 29	-908 / 18
3.Обработка-2				
<i>HCP<sub>05</sub></i>	562			

\* - в числителе – г/м<sup>2</sup>, в знаменателе – в %

Таблица 5.2

Эффективность разложения остаточной фитомассы кукурузы за весенне-летний период 2022 г., опыт №5а

Варианты опыта	Результаты на 18.07.2022 г.		
	масса, г/м <sup>2</sup>	+, - к 01.05.2022 г.*	+, - к вар. 1*
1.Контроль	3286	-1650 / 33	-
2.Обработка-1	1987	-2041 / 51	-1299 / 40
3.Обработка-2	1489	-2539 / 63	-1797 / 55
<i>HCP<sub>05</sub></i>	562		

\* - в числителе – г/м<sup>2</sup>, в знаменателе – в %

«Однократная обработка растительных остатков кукурузы сразу после ее уборки (10.10.2021 г.) микробиологическим препаратом Восток ЭМ-1 позволила сократить их количество к маю 2022 г. на 29%, т.е. почти на треть от начальной величины. Собственно действие биопрепарата на эту дату (начало мая 2022 г.) привело к потере биомассы растительных остатков в 908 м<sup>2</sup>, или 18% (вар.2 к вар.1 на 01.05.2022 г.). Содержание участка, занимаемого вариантом 2, под культурой, которая была высеяна весной 2022 г. (однолетние травы), и продолжающаяся в естественных условиях вплоть до его уборки (~ 75 дней), убыль массы послеуборочных остатков кукурузы, не разложивших-

ся к этому времени, оценены в 51%. В сравнении с датой начала наблюдений, при однократной обработке послеуборочных остатков кукурузы биопрепаратом Восток ЭМ-1 (вар. 2), за период «осень-зима-весна-начало лета» убыль массы достигла 3717 г/м<sup>2</sup> (65%)» (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

«Дополнительная обработка неразложившихся на начало мая послеуборочных остатков кукурузы раствором биопрепарата (вар. 3) стимулировала дополнительную их деструкцию к следующей дате учета (18.07.2022 г.), что выразилось убылью массы остатков 2539 г/м<sup>2</sup>, или 63%. То есть, несмотря на воздействие ультрафиолета солнечного света, отрицательных температур в осенне-зимний период, периодическое иссушение растительных остатков, деструкция остатков под действием биопрепарата и естественных факторов была высокой. Однако действие собственно биопрепарата в этот период (весенне-летний, примерно 70 дней) нельзя трактовать как существенное, так как разница в убыли биомассы остатков между вар. 3 и вар. 2 на дату 18 июля 2022 г. меньше величины случайных воздействий (НСР<sub>05</sub>), хотя показывает высокую тенденцию положительного влияния биопрепарата на деструкцию послеуборочных остатков кукурузы» (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

«В целом, несмотря на высокую эффективность микробиологического препарата, полного разложения растительных остатков кукурузы в течение осенне-зимнего и весенне-летнего периода не произошло. При подборе массы однолетних трав неразложившиеся остатки кукурузы попадали в проявленную зелёную массу трав и снижали качество заготовленного корма. Вероятно, что для полного разложения крупностебельных растительных остатков кукурузы, кроме внесения микробиологического препарата, требуется хотя бы минимальная их заделка в почву» (Ерастова Н.В., Титова В.И., 2023).

Целью опыта №56 была оценка влияния препарата-деструктора Восток ЭМ-1 на разложение соломы озимой пшеницы, выращиваемой по нулевой технологии.

Схема опыта включала 3 варианта: Контроль, без обработки растительных остатков биопрепаратами (Контроль); Обработка соломы озимой пшеницы после уборки зерна препаратом Восток ЭМ-1 (Восток ЭМ-1); Обработка соломы озимой пшеницы и её стерне-корневых остатков препаратом Восток ЭМ-1 совместно с препаратом Стернифаг (Восток ЭМ-1 + Стернифаг). Препараты вносили по стерне и соломе на ней, после уборки озимой пшеницы, в период 15-20 августа каждого года (2022 и 2023 гг.). Учет действия препаратов проводили дважды: до наступления устойчивых холодов и снежного покрова (середина октября, т.е. спустя ~2 месяца после обработки остаточной фитомассы препаратами) и весной, при наступлении устойчивой погоды для сева яровых культур (1-5 мая каждого года, т.е. спустя ~9 месяцев после обработки соломы препаратами).

Результаты учета остаточной фитомассы озимой пшеницы по датам отбора проб и оценки эффективности ее разложения (опыт №5б) приведены в таблице 5.3 (Приложение Ж2).

Послеуборочные остатки зерновых культур при их выращивании по технологии no-till представлены измельченной соломой, остатками листьев и корневой массой. Они могут вызвать трудности при посеве следующей в чередовании севооборота яровой культуры из-за нарушения глубины заделки семян и равномерности их высева, а также способствовать проявлению болезней, накопившихся на стеблях пшеницы в процессе её вегетации.

За два осенних месяца, прошедших с даты уборки пшеницы до даты первого учета количества послеуборочных остатков, на опытных вариантах 2 и 3 произошли существенные изменения в сравнении с вариантом Контроль. Так, обработка оставшейся на поверхности почвы фитомассы пшеницы биопрепаратом Восток ЭМ-1 привела к резкому снижению количества пожнивных остатков – в 4,3 раза, а обработка остатков двумя препаратами (Восток ЭМ-1 + Стернифаг) – в 5,4 раза.

Однако разницу в количестве растительных остатков между вариантами 3 и 2 нельзя признать достоверной, т.к. она ниже НСР05, но трактовать

как тенденцию высокого положительного влияния биопрепарата-деструктора с удобрительными свойствами и почвенного фунгицида с функцией деструктора растительной массы – вполне можно.

Таблица 5.3

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

Варианты опыта	Масса остатков, г/м <sup>2</sup> , на ...			Разница к началу опыта		Разница между 1-м и 2-м учетами	
	15.08.2022	10.10.2022	01.05.2023	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
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>НСР<sub>05</sub></i>	<i>21</i>	<i>19</i>	<i>11</i>				

Примечание: в числителе – в г/м<sup>2</sup>, в знаменателе – в %

За зимний период растительные остатки в почве контрольного варианта минерализовались на 17% от осеннего учета массы, а большая часть фитомассы осталась в неизменном состоянии.

При внесении биопрепарата Восток ЭМ-1 потеря массы растительных остатков за зимний период составила 44%, а в приповерхностном слое почвы осталось не более 13% от первоначального их количества. Совместное использование биопрепаратов Восток ЭМ-1 и Стернифаг несколько изменило количественные показатели минерализации стерне-корневых остатков пшеницы, но направленность изменений осталась той же: потеря массы за ноябрь 2022 года – апрель 2023 года составила 47%.

К дате весеннего посева яровой культуры (овес), следующей в чередовании культур севооборота после озимой пшеницы, количество неразложившихся растительных остатков на варианте, где эти препараты не вносились (Контроль), превысило массу остатков на вариантах с внесением биопрепаратов, обладающих способностью к минерализации органического вещества (Восток ЭМ-1 и Стернифаг), в 6,4- 9 раз.

Практическое использование научных исследований данных опытов применено в производственном процессе двух сельхозпредприятий Нижегородской области (Приложение 3 1, 3 2).

*По результатам полевого опыта №5, проведенного в полевых условиях в течение 2021-2023 гг., можно сделать следующее заключение:*

- *микробиологический препарат «Восток ЭМ-1» показал высокую эффективность по деструкции растительных остатков, образующихся при выращивании кукурузы по нулевой технологии с чередованием «кукуруза– кукуруза»;*
- *однократная обработка крупностебельных остатков кукурузы сразу после ее уборки, без запахивания их в почву, позволила снизить массу послеуборочных остатков 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;*
- *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;*
- *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.*

## 5.2. Последствие биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 на урожайность зерна овса и характеристику почвы

После уборки озимой пшеницы (опыт №5б, 2022 г.), на этом же поле весной 2023 года был высеян овес (опыт №5в), на котором оценивали последствие мероприятий по снижению массы послеуборочных остатков пшеницы.

Результаты учета урожайности зерна овса приведены в таблице 5.4 (Приложение Ж3).

Таблица 5.4

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 <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	2,89	0,34/13	0,16/6	-
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	3,03	0,48/19	0,30/11	0,14/5
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> +Гумат+7 <sub>сем.</sub> +Гумат+7 <sub>подк.</sub>	3,21	0,66/26	0,48/18	0,32/11
<i>НСР<sub>05</sub></i>		<i>0,17</i>		

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

В схему опыта дополнительно включена оценка действия комплексного удобрения на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7, который вносили двумя способами: при обработке семян раствором препарата (10 л рабочего раствора на 1 т семян) и/или в виде листовой подкормки (1л препарата на 1 га при норме расхода рабочего раствора 200 л/га).

Установлено, что снижение массы послеуборочных растительных остатков пшеницы, достигнутое за счет использования препарата-деструктора Восток ЭМ-1, позволило получить урожай зерна овса, существенно выше, чем при выращивании его по мульче, созданной при уборке пшеницы, выращиваемой в 2022 году по системе no-till: прибавка урожайности составила 0,18 т/га (7% к контролю без деструктора).

Применение минеральных удобрений непосредственно под посев овса позволило получить дополнительную прибавку урожайности, которая статистически оценивается как высокая степень положительной тенденции: 0,16 т/га прибавки при величине НСР<sub>05</sub> в 0,17 т/га.

Обработка семян овса удобрением Гумат+7 оказала положительное влияние на прирост урожайности также на уровне тенденции – 0,14 т/га (вар. 4 в сравнении с вар. 3). Листовая подкормка вегетирующих растений овса гуматом (вар. 5) дала достоверное повышение урожайности овса в 0,18 т/га в сравнении с вариантом, где она не проводилась (вар. 4).

Самым урожайным в опыте был вариант с использованием удобрения Гумат+7 при обработке семян и применении некорневой подкормки по фону минеральных удобрений, что оценено в 0,32 т/га (11% к варианту с минеральными удобрениями – вар. 3).

#### Агрохимическая характеристика почв как следствие применения биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1

Известно, что в отношении всех земель, обладающих плодородными свойствами, российским законодательством закреплена обязанность сохранения и восстановления их биосферных функций (Добровольский Г.В., Никитин Е.Д., 2000; Леднев А.В., 2017; Титова В.И., 2018). Это касается всех земель, которые часто подвергаются как природно-техногенному, так и антропогенному воздействию (Титова В.И., Полякова Н.В., 2020). Такое воздействие происходит, например, при внедрении новых, в том числе и ресурсосберегающих технологий, когда на поверхности почвы остается большая масса растительных остатков.

Эта фитомасса с течением времени минерализуется, хотя процессы разложения органического вещества остатков имеют очень низкую скорость. В некоторой мере они идентичны технологии сидерации почв в аграрном комплексе, ориентированном на биологическое земледелие (Новиков М.Н., Фролова Л.Д., 2015). Другим, не менее значимым условием активизации



процессов разложения является использование микробиологических препаратов-деструкторов органического вещества (Заболотских В.В., 2012; Использование биокаталитических ..., 2013).

Таким образом, техногенное воздействие агрегатов, используемых в технологии нулевой обработки почв, сохранение больших масс органических растительных остатков на поверхности почвы и активизация деятельности микробиотического сообщества в агробиогенезе неизменно приведут к изменению плодородия почв, оцениваемому по основным агрохимическим показателям, что и явилось основной причиной их определения в опыте №5. Результаты анализа почвенных проб с вариантов опыта после уборки овса в 2023 году (опыт №5в) приведены в таблице 5.5 (Приложение Ж3).

Таблица 5.5

Агрохимическая характеристика почвы опыта №5в после уборки овса

Варианты опыта	pH <sub>kcl</sub>	N <sub>л</sub> ,*	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		мг/кг		
1. Контроль, без деструктора	5,50	31	284	175
2. Контроль, деструктор (фон)	5,34	42	299	193
3. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	5,30	55	304	201
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	5,42	61	289	194
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub> + Гумат+7 <sub>подк.</sub>	5,40	64	277	187
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,15	8	14	14

Примечание: \* - азот легкогидролизуемый

Данные свидетельствуют, что биопрепарат-деструктор Восток ЭМ-1 приводит к достоверному повышению обеспеченности почвы легкогидролизуемыми формами азотсодержащих веществ (вар. 2 в сравнении с вар. 1), что свидетельствует об активации процессов разложения органического вещества послеуборочных остатков.

Внесение минеральных удобрений под овес, который идет второй культурой после озимой пшеницы, послеуборочные растительные остатки которой были обработаны препаратом-деструктором, также положительно сказалось на содержании легкогидролизуемого азота в почве (вар. 3 в сравнении с вар. 2). А вот использование комплексного удобрения Гумат+7 лю-

бым способом к существенному повышению содержания легкогидролизуемого азота не привело, хотя тенденция этого есть (варианты 4 и 5 в сравнении с вар. 3 и между собою).

Обменная кислотность почвы на всех вариантах опыта трактуется как слабокислая. Однако данные таблицы 5.5 свидетельствуют, что использование деструктора растительных остатков в технологии no-till, равно как и использование минеральных удобрений приводит к достоверному повышению обменной кислотности почвы (варианты 2 и 3 в сравнении с вар. 1). Гуминовый препарат не влияет на изменение рН солевой вытяжки.

Содержание подвижного фосфора в опыте трактуется как очень высокое. Обработка послеуборочных остатков препаратом-деструктором способствует повышению содержания фосфора в почве (вар. 2 к вар. 1), что в данном случае возможно объяснить только активизацией процессов минерализации органических веществ корне-стеблевых остатков пшеницы и последствием этих процессов в 2023 году в посевах и после уборки овса. Применение минеральных удобрений, где доза фосфора была небольшой (20 кг/га), на обеспеченности почвы подвижными соединениями фосфора не сказалась. В то же время дополнение минерального удобрения ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ) комплексным удобрением на гуминовой основе Гумат+7 в обоих вариантах с его использованием (вар. 4 и 5) в сравнении с фоном (вар. 2) способствовали существенно повышению содержания подвижного фосфора в почве.

Содержание подвижных соединений калия в почве всех вариантов опыта оценивается как высокое. При этом достоверное влияние на повышение калия в почве отмечено только при обработке послеуборочных остатков пшеницы препаратом-деструктором Восток ЭМ-1, что может быть следствием высвобождения его из грубого органического вещества растительных остатков. Ни применение минеральных удобрений, ни использование препарата Гумат+7 достоверного положительного влияния на повышение обеспеченности почв подвижными формами калия не оказало.

*Таким образом, можно утверждать, 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).*

*Активация процессов разложения растительных остатков озимой пшеницы и снижения их массы за счет использования препарата-деструктора (см. данные опыта №5б) 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.*

## Глава 6. АГРОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

### ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

Существует достаточно много способов оценки эффективности применения удобрений в земледелии, среди которых широкое распространение имеет экономический, основанный на учете затрат на использование определенных видов и доз удобрений, стоимости полученной продукции и расчетом рентабельности производства культуры. Однако и у него есть некоторые недостатки. Один из них – нестабильность цен на растениеводческую продукцию и удобрения, что не дает возможности сравнения результатов оценки со среднестатистическими показателями, имеющимися в научной литературе, и, тем более, – с подобными результатами, полученными в реальных условиях производства. Сложно использовать этот метод оценки эффективности и при проведении исследований методом постановки опытов в вегетационных условиях.

Результаты расчетов экономической эффективности применения биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 и удобрения Гумат+7 под овес приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1

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 <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	28,9	3,4	28,9	23,75	5,15	21,7
4. Фон+N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	30,3	4,8	30,3	24,35	5,95	24,4
5. Фон+N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> +Гумат+7 <sub>сем.</sub> +Гумат+7 <sub>подк.</sub>	32,1	6,6	32,1	25,07	7,03	28,0

Экономические расчеты показывают, что несмотря на повышение затрат при применении минеральных удобрений и препаратов, рентабельность производства возрастает за счет увеличения дохода с 1 га.

За счет использования препарата-деструктора Восток ЭМ-1 в последствии на второй год урожайность овса увеличилась на 1,8 ц/га, а чистый доход повысился на 680 руб/га.

Применение удобрения Гумат+7 при разных способах его применения (обработка семян перед посевом и/или некорневое опрыскивание посевов) незначительно повышают затраты на 1 га из-за возможности применения данного препарата совместно с фунгицидами во время протравливания семян и в баковых смесях с пестицидами во время обработок посевов. Чистый доход на вариантах применения Гумат+7 увеличивается на 1,96-3,04 тыс.руб/га по сравнению с контролем.

Расчет эффективности применения удобрений показал, что использовать биопрепарат-деструктор Восток ЭМ-1 и комплексное удобрение на гуминовой основе с функцией стимулятора роста Гумат+7 в технологии возделывания зерновых культур, основанной на нулевой обработке почвы, экономически выгодно. По вариантам опыта в результате внесения дополнительных удобрений и получения прибавок урожая происходит повышение рентабельности.

Данных для сравнения полученных в исследовании результатов с результатами других авторов нами, к сожалению, не найдено.

Еще один метод оценки эффективности работы с удобрениями и агрохимикатами – расчет окупаемости каждой весовой единицы удобрения (агрохимиката, препарата...), внесенной под урожай культуры, полученной от использования этого удобрения прибавкой урожая. Этот метод носит название «агрономическая эффективность» и имеет широкое распространение в силу его универсальности. А результаты таких расчетов позволяют делать сравнения и некоторые выводы о возможности использования агрохимикатов в

каждом конкретном хозяйстве с учетом сложившейся в хозяйстве практики работы с удобрениями.

Известно, что основным фактором, определяющим эффективность использования любого технологического приёма, является урожайность культуры. Удобрения в этом плане – не исключение, что и позволило применить методику расчета агрономической эффективности удобрений, используемых под овес 2023 года (опыт №5в), выращиваемый по нулевой технологии.

В таблице 6.2 приведены данные по расчету агрономической эффективности использования комплексного удобрения на гуминовой основе Гумат+7 под овес, выращиваемый на основе нулевой обработки почвы. Однако, прежде чем рассматривать результаты, приведенные в таблице 6.2, надо дать некоторые пояснения.

Таблица 6.2

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 <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	20+20+20	28,9	-	-
4.Фон+N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	20+20+20	30,3	1,4	2,33
5.Фон+N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub> + Гумат+7 <sub>подк.</sub>	20+20+20	32,1	3,2	5,33

Во-первых, по внесенным удобрениям. Они были внесены непосредственно по время посева, т.е. практически локально, в рядок. Форма удобрения – нитроаммофоска, в дозе по действующему веществу – по 20 кг азота, фосфора и калия в расчете на 1 га. Суммарно это составило 60 кг/га. Второе пояснение: доза минеральных удобрений во всех трех вариантах была одинаковой. Но вот отдача от этих удобрений была различной, о чем свидетельствуют приведенные в таблице 6.2 данные. И видимой причиной этих разли-

чий как раз и был Гумат+7, который был внесен дополнительно в 4 и 5 вариантах опыта №5в.

В результате расчетов получено, что каждый килограмм питательных элементов нитроаммофоски в варианте 4 обеспечил получение зерна с 1 гектара в 50,5 кг, а в варианте 5 – 53,5 кг, притом, что в варианте 3 (в данном случае – это вариант сравнения) – лишь 48,2 кг зерна. То есть, применение препарата Гумат+7 способствовало повышению усвояемости элементов из нитрофоски и позволило сформировать большой урожай.

Прибавка урожайности по варианту составила 140 и 320 кг/га соответственно, а в расчете на 1 кг элементов – 2,33 кг (140 кг : 60 кг) и 5,33 кг (320 кг : 60 кг) зерна на килограмм внесенных элементов питания.

Такая окупаемость единицы действующего вещества минеральных удобрений может быть оценена как невысокая (в варианте с использованием препарата Гумат+7 для обработки семян) и высокая – в варианте с использованием препарата Гумат+7 не только для обработки семян, но и в подкормку вегетирующих растений. Другими словами, применение листовой подкормки овса гуминовым препаратом (с функцией стимулятора роста) позволило повысить отдачу от минеральных удобрений. Уровень эффективности использования минеральных удобрений при дополнительном внесении гуминового препарата сильно возрос.

*Таким образом, по результатам расчета эффективности работы с изучаемыми агрохимикатами на овсе, выращиваемом в технологии no-till, можно сделать следующее заключение:*

- *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-листовой массы оказывает такой способ внесения удобрения Гумат+7 как некорневая (листовая) 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 NPK.

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 долевое 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<sup>х</sup>-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 СО<sub>2</sub>/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-листных 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. Происходит 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдразаков Ф.К., Игнатъев Л.М. Организация производства продукции растениеводства с применением ресурсосберегающих технологий / Учебное пособие. 2015. – 108 с.
2. Агроклиматические ресурсы Горьковской области. – Горький: Изд-во Верхне-Волжское управление гидрометеорологической службы, 1967. – 227 с.
3. Агрохимические методы исследования почв. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
4. Антипова О.В. Теоретические основы ресурсосбережения / Вестник Академии знаний. №36 (1). 2020. – С. 19-25.
5. Антонов В.Г., Ермолаев А.П. Эффективность длительного применения минимальных способов обработки почв в севооборотах / Аграрная наука Евро-Северо- Востока. №4. 2018. – С. 87-92.
6. Артохин К.С., Игнатова П.К. О некоторых тенденциях в развитии защиты растений / Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. Краснодар. 2015. – С. 14-17.
7. Богатырева Е.В. Эффективность соломоразлагающих биопрепаратов в зоне неустойчивого увлажнения Старопольского края / Достижения науки и техники АПК. 2014, Т. 28, № 9. – С. 31-33.
8. Бондарев Ю.П., Зубкова Т.А. Регулятор роста Симбионта как фактор повышения продуктивности сельскохозяйственных растений / Агрохимический вестник. 2018. №3. – С 61-65.
9. Борисенко И.Б., Мезникова М.В. Применение ресурсосберегающих технологий Strip-till при выращивании сорго / Известия Оренбургского аграрного университета. №6 (56). 2015. – С. 82-84.
10. Бортник Т.Ю., Игнатъев А.В. Эффективность биологических удобрений азотовит и фосфатовит при возделывании ячменя в условиях Вятско-Камской провинции / Плодородие. 2021. №5 (122). – С. 80-83.

11. Будыкина Н.П., Савина И.В. и др. Фиторегуляторы роста на томате в защищенном грунте / *Агрехимический вестник*. 1998. № 3. – С.41 - 43.
12. Бурлакова С.В., Власенко Н.Г., Халиков С.С. Оценка влияния препаративных форм протравителей семян на основе триазолов на физиологические особенности всходов яровой пшеницы / *Агрехимия*. 2019. №11. – С. 27-32.
13. Бурлакова С.В., Власенко Н.Г., Халиков С.С. Оценка влияния препаративных форм протравителей семян на основе триазолов на физиологические особенности всходов яровой пшеницы / *Агрехимия*. 2019. №11. – С. 27-32.
14. Бурлакова С.В., Власенко Н.Г., Чкаников Н.Д., Халиков С.С. Влияние многокомпонентных протравителей на зараженность фитопатогенами посевного материала и фитоценоз яровой пшеницы / *Агрехимия*. 2020. №5. – С. 72-79.
15. Бурова В.В., Метавосян Г.Л. Влияние регуляторов роста на прерывание периода покоя свежееубранных клубней картофеля / *Агрехимия*. 1988. № 8. – С.8-10.
16. Васильева Н.Г. Хитин как полимер XXI века. *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. Т.17. №16. – С. 110-111.
17. Васильева О.А., Бабаян И.В. Внедрение ресурсосберегающих технологий в производство продукции растениеводства / *Агрофорсайт*. 2020. №2. – С. 24-28.
18. Васюков П.П., Цыганков В.И., Кулик В.А. Система мульчирующей минимальной обработки почвы под озимую пшеницу / *Земледелие*. 2011. № 4. – С. 19 – 20.
19. Вильдфлуш И.Р., Цыганов А.Р., Мосур С.С. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность кукурузы / *Плодородие*. 2022. №2 (125). – С. 16-18.



20. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии no-till на черноземах лесостепи Западной Сибири / Достижения науки и техники АПК. 2013. №9. – С. 16-20.
21. Волынкин В.И., Волынкина О.В. Влияние удобрений на урожайность яровой пшеницы в бессменных посевах по стерне / Агрехимия. 2014. №12. – С. 24-30.
22. Воронкова Н.А., Волкова В.А., Цыганова Н.А., Балабанова Н.Ф. Влияние макроудобрений и стимуляторов роста на содержание хлорофилла в листьях яровой пшеницы / Плодородие. 2022. №1 (124). – С. 17-21.
23. Гальбрайт Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение / Соросовский образовательный журнал. 2001. №1. – С. 51-56.
24. Гапешин Д.И., Поздняков Л.А., Демидов В.В. Интенсивность микробного дыхания и денитрификации в пахотной дерново-подзолистой почве разной степени смывости / Агрехимический вестник, 2022, №2. – С. 53-57.
25. Гапонюк Э.И. Комплексная система показателей экологического мониторинга почв. Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах / Э.И. Гапонюк, С.Г. Малахов. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.– 157 с.
26. Герасименко Д.В., Авдиенко И.Д., Банникова Г.Е., Зуева О.Ю., Варламов В.П. Антибактериальная активность водорастворимых низкомолекулярных хитозанов в отношении различных микроорганизмов. Прикладная биохимия и микробиология. 2004. 40(3): –С. 301-306.
27. Гилев С.Д., Степных Н.В., Курлов А.П. Результаты изучения технологий производства зерна по нулевой системе обработки почвы в условиях лесостепного Зауралья / Аграрный вестник Урала. 2011. № 5 (84). – С. 7 – 9.

28. Гимбатов А.Ш., Ибрагимов К.М., Абдуллаев А.Р. Продуктивность сортов зернофуражных культур при применении ростстимулирующих препаратов / Плодородие. 2011. №2(59). – С. 17-18.
29. ГОСТ Р 52104–2003 «Ресурсосбережение. Термины и определения»
30. Гребенников А.М. Влияние сороочищающей способности сидеральных агрообществ на урожай последующих культур / Плодородие. 2021. №4 (121). – С. 53-55.
31. Грехова И.В., Гильманова М.В. Влияние сырья на эффективность действия гуминовых препаратов / Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Матер. докл. 10-й научно-практ. конф. «Анапа-2018». Под ред. акад. РАН В.Г.Сычева. – М.: ООО «Плодородие». 2018. – С. 68-70.
32. Даваев А.В., Гольдварг Б.А., Унканжинов Г.Д. Эффективность применения жидких удобрений в аридных условиях Республики Калмыкия / Агрохимический вестник. 2021. №3. – С. 7-10.
33. Дегтярева И.А., Ломако Е.И., Яппаров А.Х. Влияние различных доз извести на биологическую активность выщелоченного чернозема / Агрохимический вестник. 2003. № 4. – С. 24-27.
34. Дзюин А.Г. Фосфатный режим дерново-подзолистых почв Северо-Восточной зоны Нечерноземья / Ижевск: Алкид, 2020. – 208 с.
35. Динамика и видовое разнообразие почвенного банка семян сорняков в ресурсосберегающих технологиях / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.] / RJOAS. 2016. № 7 (55). – С. 35 – 39.
36. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: Функционально-экологический подход / М.:Наука». Интерпериодика». 2000. – 185 с.
37. Дорожкина Л.А., Рыбина В.Н. Использование регуляторов роста и полифункциональных удобрений в биологизации защиты растений. /

- Научный вестник Луганского аграрного университета. 2021. № 4(13). – С. 25-31.
38. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
  39. Дридигер В.К. О методике исследований технологии No-till / Достижение науки и техники АПК. №4. 2016. – С. 30-32 .
  40. Дридигер В.К. Особенности проведения научных исследований по минимализации обработки почвы и прямому посеву: методические рекомендации / В.К. Дридигер. – Ставрополь: Сервисшкола, 2020. – 69 с .
  41. Дридигер В.К. Ошибки при освоении технологии No-till / Земледелие №3. 2016а. – С.5-9.
  42. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Роль растительных остатков в технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы / Актуальные проблемы земледелия и защиты почв от эрозии: Сб. докл. междунар. научно-практ. конф. и Школы молодых ученых, посв. Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы. Курск, 2017. – С. 39-49.
  43. 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 – Н. Новгород: НГАТУ, 2023. – С. 122-127.
  44. Есаулко А.Н., Коростылев С.А., Сигида М.С., Голосной Е.В. Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии no-till в условиях Ставропольского края / Агрехимический вестник. 2018. №4. – С. 58-62.

45. Жемчужин С.Г., Спиридонов Ю.Я., Босак Г.С. Биопестициды: современное состояние проблемы (дайджест публикаций за 2012-2017 гг.) / Агрохимия. 2019. №11. – С. 77-85.
46. Жеребин П.Н., Крутяков Ю.А. Стимуляторы роста, элиситоры, фунги-бактерициды на основе коллоидного серебра / Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Матер. докл. 10-й научно-практ. конф. «Анапа-2018». Под ред. акад. РАН В.Г.Сычева. – М.: ООО «Плодородие». 2018. – С. 85-87.
47. Жукова П.С., Аниховская Т.Е. Использование регуляторов роста при выращивании при выращивании томатов в открытом грунте / Химизация С.Х. 1988. № 4. – С. 54-56.
48. Журавлева Е.В., Фурсов С.В. Засуха как один из факторов риска в экономике растениеводства Российской Федерации / Достижение науки и техники АПК. №9. 2016. – С. 88-90 .
49. Жученко А.А. Основы адаптивно-интегрированной системы защиты агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов от вредных видов / Роль мобилизации генетических ресурсов цветковых растений. Саратов. 2012. – С. 180-195.
50. Заболотских В.В. Региональные аспекты защиты окружающей среды на основе экобиотехнологий / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т.14. №1. – С.728-733.
51. Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур / Достижения науки и техники АПК. 2011. №8. . – С. 9-11.
52. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации / Саратов: ООО «Амирит». 2019. – 252 с.
53. Завриев С., Игнатов А. Потенциальные угрозы в сфере сельскохозяйственной и продовольственной безопасности / Мировая экономика и международные отношения. 2020. Т. 64. №7. – С. 98-105.

54. Зауралов О.А. Влияние синтетических регуляторов роста гормональной природы на растения кукурузы в полевых условиях /Агрохимия. 1996. № 12. – С.8-10.
55. Захаренко В.А. Гербициды в интегрированном управлении сорным компонентом агроэкосистем в условиях реформирования аграрного сектора России / Современные проблемы гербологии и оздоровление почв: Мат-лы Международн. научно-практ. конф. 21-23 июня 2016 г. Большие Вяземы: ВНИИФ. 2016. – С. 36-43.
56. Иванов А.Л., Сычев В.Г., Державин Л.М. Агробиологический цикл фосфора / М.: Россельхозакадемия, 2012. – 512 с.
57. Игнатов А.Н., Кошкин Е.И., Андреева И.В., Гусейнов Г.Г., Гусейнов К.Г., Джалилов Ф.С.-У. Влияние глобальных изменений климата на фитопатогены и развитие болезней растений / Агрохимия. 2020. №12. – С. 81-96.
58. Ильичева Н.М. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ: Учебно-методическое пособие – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2021. – 40 с.
59. Использование биокаталитических процессов лигниноцеллюлозного действия для комплексной переработки отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Фундаментальные и прикладные аспекты / О.В. Королева [и др.] / Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. – С. 5-23.
60. Караваева Т.И., Тихонов В.П. Экологическое обоснование использования активности микробиологического дыхания для оценки состояния почв при инженерно-экологических изысканиях / Вестник Пермского университета. Геология. 2017. Т.16. №3. – С. 283-294.
61. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогармоны. М.1974. – 372 с.
62. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. – СПб.: ООО «Квадро», 2020. – 276 с.

63. Кольбин Д.А. Защита семян гибридных культур / Защита и карантин растений. 2014. №2. – С. 23-24.
64. Коротких Н.А., Власенко Н.Г., Кастючик С.П. Динамика содержания нитратного азота в почве под посевами пшеницы, возделываемой по технологии No-Till в Лесостепи Западной Сибири / Агрохимия. 2016. №7. – С. 12-18.
65. Корсукова А.В., Боровик О.А., Грабельных О.И., Дорофеев Н.В., Побежимова Т.П., Войников В.К. Повышение холодостойкости проростков яровой пшеницы при обработке семян тебуконазолом / Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2015. №4(15). – С. 30-36.
66. Косолапова А.И., Возжаев В.И., Лейних П.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений / Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). – С. 76-79.
67. Кошкин Е.И., Андреева И.В., Гусейнов Г.Г. Влияние глобальных изменений климата на продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных культур к стрессорам / Агрохимия. 2019. №12. – С. 83-96.
68. Криммер М.З., Кучкова К.И., Пасечкин Г.С. Применение регуляторов роста в растениеводстве. Кишинев: Штиинца, 1981. – 157 с.
69. Куликов С.Н. Варламов В.П. Роль структуры в элиситорной активности хитозана. Ученые записки Казанского ГУ, естественные науки. 2008. т. 150. кн. 2: – С. 43-58.
70. Куниченко Н.А. Агроэкологические основы сельскохозяйственного производства : учебное пособие / Куниченко Н.А.. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 225 с.
71. Ламмас М.Е., Шитикова А.В. Влияние биостимуляторов роста на энергию прорастания, всхожесть и интенсивность прорастания семян ярового ячменя / Плодородие. 2021. №5 (122). – С. 61-64.
72. Лапушкин В.М., Муравьева О.А., Лапушкина А.А., Волкова М.А. Влияние обеспеченности почвы подвижным фосфором на эффективность

- азотных удобрений и формирование элементов структуры урожая яровой пшеницы / Плодородие. 2022. №3 (126). – С. 6-12.
73. Ларионов Г.И. Регуляторы роста – в современные технологии / Плодородие. 2003. № 1. – С. 21-22.
74. Леднев А.В. Экономическая оценка биосферных функций почвенного покрова / Агрехимикаты в XXI веке: теория и практика применения. Материалы международн. научно-практич. конф. Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 242-246.
75. Лихолат Т.В. Действие ауксинов на активность генетического аппарата клеток растений / Регуляторы роста и развития растений. М.: Наука. 1982. – 11с.
76. Лукаткин А.С., Семенова А.С., Лукаткин А.А. Влияние регуляторов роста на проявления токсического действия гербицидов на растения / Агрехимия. 2016. №1. – С. 73-95.
77. Максимова Е.Ю., Абакумов Е.В. Оценка применения гуминовых препаратов в качестве мелиорантов при рекультивации деградированных постпирогенных почв / Агрехимический вестник. 2018. №1. – С. 46-51.
78. Материалы по обследованию почв учхоза «Новинки» Богородского района Горьковской области – Горький, 1982. – 67 с.
79. Матюк Н.С., Зверева С.С. Коткова Л.И. Изменение показателей почвенного микробного сообщества в зависимости от различных условий / Плодородие, 2016, №6. – С. 12-14.
80. Махатлова М.Ш. Ресурсосбережение и агроэкология в земледелии / Международный научный журнал «Символ науки». №1. 2016. – С. 12-15.
81. Махатлова М.Ш. Состояние и перспективы ресурсосбережения в АПК / Международный научный журнал «Символ науки». №1. 2016а. – С. 17-20.
82. Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева / В.И. Кирюшин, В.К. Дридигер, А.Н.

- Власенко, Н.Г. Власенко, Д.Н. Козлов, С.В. Кирюшин, А.А. Конищев / Почвенный институт имени В.В. Докучаева; Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр. – М.: ООО «Издательство МБА», 2019. – 136 с.
83. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / под ред. В.Д. Панникова. – Москва: ВИУА, 1983. – 171 с.
84. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения / М.: ВНИИА, 2003. – 195 с.
85. Методические указания по определению нитрификационной способности почв. – М., 1984. – 16 с.
86. Монастырский В.А., Бабичев А.Н., Ольгаренко В.И., Сухарев Д.В. Возделывание горчицы сарепской в качестве сидерата / Плодородие. 2019. №5 (110). – С. 45-47.
87. Монастырский О.А. Биопрепараты: типы, рынки в России и других странах / Агрохимия. 2019. №11. – С. 86-90.
88. Муромцев Г.С., Агнестикова В.Н. Гиббереллины в регуляции физиологических процессов у растений / Регуляторы роста и развития растений. М.: Наука, 1982. – С. 12.
89. Мяло В.В., Мазуров В.В. Энергосберегающие технологии при обработке почвы / Вестник Омского аграрного университета. №3 (23). 2016. – С.242-246.
90. Наумкина Л.А., Сильванчук Е.Л. Перспективы новых технологий Strip-till и No-till при возделывании кукурузы на зерно в условиях Белгородской области / Вестник Курской сельскохозяйственной академии. №3. 2016. –С. 49-51.
91. Наумченко Е.Т., Кубасов И.А. Влияние эколого-агрохимических условий на урожайность зерновых культур в севообороте / Плодородие. 2021. №4 (121). – С. 69-72.



92. Наумченко Е.Т., Разумова К.Ю. Степень агрогенного воздействия на фосфатный режим луговой черноземовидной почвы / Плодородие. 2022. №2 (125). – С. 40-43.
93. Никитин Б.А. Почвы Горьковской области / Волго-Вятское книжное изд-во, 1978. – 193 с.
94. Никитин Б.А., Гогмачадзе Г.Д. Пахотные почвы Нижегородской области / Нижний Новгород, 2003. –176 с.
95. Новиков М.Н., Фролова Л.Д. Сидераты как фактор оптимизации использования органических удобрений / Агрехимия. 2015. №4. – С. 44-53.
96. Орлова Л.В. О засухе / Достижения науки и техники АПК. №12. 2009. – С. 71-72 .
97. Орсик Л. Состояние и перспективы развития механизации и технологий растениеводства России / Главный агроном. 2007. № 11. – С. 3 – 7.
98. Павлов С.А., Попов А.С. No-Till – технологическая перспектива повышения продуктивности озимой пшеницы / Зерновое хозяйство России. 2017. № 5. – С. 56 – 60.
99. Павлова Н.А. Биологическое обоснование использования индукторов болезнеустойчивости в защите семенного картофеля от вируса у / Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук/ Санкт-Петербург – Пушкин. Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений. 2016: – 24с.
100. Пахомов В.И., Рыков В.Б., Камбулов С.И. Результаты сравнительной оценки механизированных технологий возделывания зерновых культур / Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. – С. 58 - 62.
101. Передериева В.М., Власова О.И., Дорожко Г.Р., Петрова Л.Н., Вольтерс И.А. Динамика растительных остатков в зависимости от технологии возделывания культур на черноземе обыкновенном / Агрехимический вестник. 2018. №4. – С. 37-41.

102. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий в растениеводстве / Достижения науки и техники АПК, 2011, №8. – С. 11-14.
103. Пискунова Х.А., Федорова А.В. Влияние азотного удобрения на урожайность и качество продовольственной яровой пшеницы / Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3 (43). – С. 14 - 16.
104. Попова Э В, Домнина Н.С., Коваленко Н.М., Борисова Е.А., Колесников Л.Е., Тютюрев С.Л Биологическая активность хитозана с разной молекулярной массой / Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург/ Попова Э.В. и др./ Вестник защиты растений. №3(93). 2017. – С. 28-33 .
105. Почвы СССР / Афанасьева Т.В. Василенко В.И. Терешина Т.В., Шеремет Б.В. / М.: Мысль, 1979. – 209 с.
106. Припаров Е.В., Больбат А.И. Анализ дисковых рабочих органов для минимальной обработки почвы / Научный журнал КубГАу.2016.
107. Рейзвих С.В., Верещагин А.Л. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании гречихи на загрязненной тяжелыми металлами среде/ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова/ Ползуновский вестник № 2. Барнаул. 2006: – С. 338 - 343.
108. Русакова И.В. Влияние соломы зерновых и зернобобовых культур на содержание углерода, агрохимические свойства и баланс элементов питания в дерново-подзолистой почве / Агрохимический вестник. 2015. №6. – С. 6-10.
109. Русакова И.В. Ресурсосберегающие технологии использования растительных остатков / Агрохимический вестник. 2012. №3. – С. 40-42.
110. Сёмин А.Н., Лысенко М.В. Формирование и функционирование организационно-экономического механизма воспроизводства технического потенциала зернового подкомплекса / Фундаментальные исследования. 2014. № 8 – 1. – С. 151 – 155.

111. Серегина И.И., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., Меренков К.Э., Булдыгин А.И. Адаптивная роль циркона при выращивании яровой пшеницы в условиях загрязнения почв кадмием / Плодородие. 2022. №3 (126). – С. 77-79.
112. Синюшин О.Г., Шаповал О.А., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / Плодородие. 2016. №5. – С. 38-42.
113. Система применения гербицидов в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур / В.В. Немченко, А.С. Филлипов, А.А. Замятин [и др.] / Агро XXI. 2012. № 10. 12. – С. 17 – 20.
114. Системы обработки чистого пара и продуктивность севооборота / А.П. Батудаев, Б.Б. Цыбиков, Т.В. Мальцева [др.] / Земледелие. 2011. № 5. – С. 23 – 24. 33
115. Собина А.С., Хачиков Э.А., Шмареева А.Н., Федоренко А.Н., Приходько В.Д., Казеев К.Ш. Биологическая активность чернозема обыкновенного через 5 лет после прекращения агрогенной обработки / Агрехимический вестник, 2022, №1. – С. 22-26.
116. Соколова М.Г., Белоголова Г.А., Акимова Г.П. Воздействие микробиологических препаратов на химический состав почвы и культурные растения / Плодородие. 2011. №6(63). – С. 29-31.
117. Соловиченко В.Д., Никитин В.В., Карабутов А.П. Влияние агротехнических факторов на показатели нитрифицирующей способности чернозема типичного / Агрехимический вестник. 2018. №3. – С. 32-34.
118. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2021 год. Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2021. №4.
119. Спицына Т.Е. Интенсивность дыхания подзолистой почвы средне-таежной подзоны республики Коми / Тез. докл. ВНИИЦ лесресурс. – С-Пб., 1996. – Кн. 1. – С. 292–293.

120. Сравнительная оценка различных технологий возделывания яровой пшеницы и их экономическая оценка в условиях ВолгоВятского региона / В.В. Ивенин, В.А. Ивенин, Н.А. Минеева [и др.] / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). – С. 53 – 57.
121. Сычев В.Г., Мерзлая Г.Е., Волошин С.П., Понкратенкова И.В. Биологическая активность почвы и урожайность яровой пшеницы при использовании органических и минеральных удобрений / Плодородие, 2016, №6. – С. 2-4.
122. Сычев В.Г., Гречишкина Ю.И., Матвиенко А.В. Оценка динамики содержания подвижного фосфора в черноземных почвах Центрального Предкавказья / Плодородие. 2022. №5(128). – С. 3-7.
123. Теплякова О.И., Власенко Н.Г. Влияние обработки семян биопрепаратами и протравителем на распад целлюлозы в верхнем прикорневом слое яровой пшеницы / Плодородие, 2023, №6 (135). – С. 55-58.
124. Титова В.И. Подходы к выбору показателей и опыт оценки способности почвенного покрова к выполнению общебиосферных функций / Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т.67. №6. – С. 4-16.
125. 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.
126. Титова В.И., Белоусова Е.Г., Федотова Я.М. Сравнительная эффективность действия микробиологического удобрения Азотофит и средства защиты растений Био-грядка на горох посевной по фону минеральных и органических удобрений / Экологический вестник Северного Кавказа. – 2022. – Т.18. – №3. – С. 23-31.
127. Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: Уч. пособие для вузов / Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. – 170 с.

128. Титова В.И., Полякова Н.В. Влияние пирогенеза на продуктивность фитоценоза, содержание и компонентный состав органического вещества аллювиально-болотной осушенной почвы / *Агрохимия*. 2020. №12. – С. 11-18.
129. Титова В.И., Мартьянова 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.
130. Труфанов А.М. Ресурсосбережение в технологии возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве / *Вестник АПК Верхневолжья*. 2018. № 2. – С. 8 – 25.
131. Трухачев В.И., Серегина И.И., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., Ахметжанов Д.М. Защитно-стимулирующая роль циркона в формировании урожайности яровой пшеницы в условиях загрязнения почвы цинком / *Плодородие*. 2022. №2 (125). – С. 44-49.
132. Турусов В.И., Балюнова Е.А. Биологическая активность почвы под озимой пшеницей в различных севооборотах / *Плодородие*, 2022, №3 (126). – С. 68-70.
133. Удалова Ж.В., Васюкова Н. И., Герасимова Н. Г., Зиновьева С. В., Озерцовская О. Л. Иммуномодулирующее действие хитин-хитозанового олигомера с фрагментами салициловой кислоты в системе томаты – галловая нематода / *Теория и практика паразитарных болезней животных*. 2011. №12.
134. Ушаков Р.Н., Ручкина А.В. Влияние плодородия агросерой почвы на активность микрофлоры в условиях засухи в Нечерноземной зоне России / *Агрохимия*, 2020, №6. – С. 69-77.
135. Фаизова В.И., Цховребов С.В., Мельничук Т.Н., Каменева И.А. Влияние технологий внесения полифункциональных биопрепаратов на численность азотпреобразующей микробиоты чернозема обыкновенного в

- зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / *Агрохимический вестник*, 2022, №4. – С. 83-89.
136. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [электронный ресурс]: (с изм. и доп. 11.06.2021 г.) / «Гарант»: справ.-правовая система.
137. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Перспективы использования нулевых и поверхностных обработок в России / *Актуальные агросистемы*. №7-8(31). 2015. – С. 8-13.
138. Якимова Л.А. Эффективность ресурсосберегающих технологий в системе точного земледелия / *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2017. № 9. – С. 16-19.
139. Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И.А. Классификация биостимуляторов / *Агрохимия*. 2018а. №3. – С. 90-95.
140. Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И.А. Терминология в сфере исследований биостимуляторов / *Агрохимия*. 2018б. №6. – С. 3-22.
141. Ahmed A., Elsheikh M., Mani V. Relationship between phosphorus fractions of some selected Sudanese soil orders to phosphate availability / *Eurasian Journal of Soil Science*. 2018. Vol.7. №3. – P. 224-229.
142. Aroca R., Irigoyen J.J., Sanghez-Diaz M. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against oxidative stress during chilling and subsequent recovery in two maize varieties differing in chilling sensitivity / *Plant Sci.*, 2001. 161. – P. 719-726.
143. Barlow K.M., Christy B.P., O'Leary G.J., Riffkin P.A., Nuttall J.G. Simulating the impact of extreme heat and frost events on wheat crop production: a review / *Field Crops Res.* 2015. 171. – P. 109-119.
144. Basu A., Prasad P., Das S.N., Kalam S., Sayyed R.Z., Reddy M.S., Enshasy H.E. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants:

- Recent developments, constraints, and prospects / Sustainability. 2021. Vol. 13. № 3. – P. 1-20.
145. Bezuglova O.S., Polienko E.A., Corovtsov A.V., Lyhman V.A., Pavlov P.D. The effect of humic substances on winter wheat yield and fertility of ordinary chernozem / *Annals of Agrarian Science*. 2017. №15. – P. 239-242.
146. Blanco-Canqui H., Lal R. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality / *Critical Reviews in Plant Sciences/ Special Issue: Carbon Sequestration*. 2009. V.28. I.3. – P.139-163
147. Bulgari R., Cocetta G., Trivellini A., Paolo Vernieri, Ferrante A. Biostimulants and crop responses: a review / *Biological Agriculture & Horticulture*. 2015. Vol. 31. №1. – P.1-17.
148. De Melo B.A.G., Motta F.L.M., Santana H.A. Humic acids: structural properties and multiple functionalities for novel technological developments / *Materials science and engineering:c*. 2016. V.62. – P. 967-974.
149. Delgado J.A. Crop residue is a key for sustaining maximum food production and for conservation of our biosphere / *J. Soil.Water Conserv*. 2010. V. 65(5) – P. 111A-116A.
150. Derpsch R., Franzluebbbers A.J., Dulker S.W., Reicosky D.C., Koeller K., Friedrich T., Sturny W.G., Weiss K. Why do we need to standardize no-tillage research / *Soil & Tillage Research*. 2014. Vol. 137. – Pp. 16-22.
151. Du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation / *Scientia Horticulturae*. 2015. V.196. – P. 3-14.
152. Dutta A.K., Tamuly D. Effect of Soil Nutrient Management on P transformation under Protected Cultivation / *Indian Journal of Agricultural Research*. 2021. Vol. 55. №3. – P.257-264.
153. Govindasamy V., Senthilkumar M., & Upendra-Kumar A.K. PGPR-biotechnology for management of abiotic and biotic stresses in crop plants. In D.K. Maheshwari & R.C. Dubey (Eds.). / *Potential microorganisms for sustainable agriculture*. New Delhi: IK International. 2008. – P. 26-48.

154. Grzebisz W., Szczepaniak W., Bocianowski J. Potassium fertilization as a driver of sustainable management of nitrogen in potato (*Solanum tuberosum* L.) / *Field crops research*. 2020. Vol. 254. №107824.
155. Hatfield J.L., Prueger J.H. Temperature extremes effect on plant growth and development / *Weather and Climate Extremes*. 2015. 10. – P. 4-10.
156. Ha-Tran D.M., Nguyen T.T.M., Hung S.H., Huang C.C., Huang E. Roles of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in stimulating salinity stress defense in plants: A review / *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22. № 6. – P. 1-38.
157. Janzen H.H., Gregorich E.G., Ellert B.H., Larney F.J., Olson B.M., Zvomuya F. Organic Carbon Convergence in Diverse Soils Toward Steady State: 21-Year Field Bioassay / *Soil Science Society of American Journal*. 2016. V. 80(6). – P. 1653-1662.
158. Loepmann S., Blagodatskaya E., Pausch J., Kuzyakov Y. Enzyme properties down the soil profile – A matter of substrate quality in rhizosphere and detritosphere / *Soil Biology and Biochemistry*, 2016, V.103. – P. 274-283.
159. Luciano P. Canellas, Natalia O.A. Canellas, Luiz Eduardo Souza da S. Irineu, Fabio L. Olivares and Alessandro Piccolo. Plant chemical priming by humic acids / *Journal of Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2020. 7:12.
160. Lupwayi N.Z. Clayton G.W., O'Donovan J.T., et al. Soil microbiological properties during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage / *Canad. J. Soil Sc.* – 2004. – Vol. 84. – № 4. – P. 411–419.
161. Raiesi F., Salek-Gilani S. Nhe potential activity of soil extracellular enzymes as an indicator for ecological restoration of rangeland soils after agricultural abandonment / *Applied Soil Egology*, 2018, V.126. – P. 140-147.
162. Rockstrom J., Williams J., Daily G. et al. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability / *Journal of the Human Environment*. Springer Netherlands. 2017. Vol. 46. №1. – P. 4-17.



163. Sharma N., Singh A. A review on changes in fertilizers: from coated controlled release fertilizers (CRFs) to nanocomposites of CRFs / *International Journal of Agricultural Science and Research*. 2019. Vol.9. №2. – P. 53-74.
164. Savard T., Beaulieu C., Boucher I., Champagne C.P. Antimicrobial action of hydrolyzed chitosan against spoilage yeasts and lactic acid bacteria of fermented vegetables / *J. FoodProt.* V. 65. № 5. 2002. – P. 828-833
165. Srinivasarao C., Kundu S., Grover M. et al. Effect of long-term application of organic and inorganic fertilizers on soil microbial activities in semi-arid and sub-humid rain fed agricultural systems / *TROPICAL ECOLOGY*. 2018. V. 59(1). – P. 99-108.
166. Tskhovrebov V.S., Faizova V.I., Lysenko V.Y., Novikov A.A. Cycles of living and bio-inert systems in soil formation / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2000: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (18-20.06.2020 г., Krasnoyarsk) / Krasnoyarsk Science and Technology Citi Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020. – 5p.*
167. Uzma F., Chowdappa S. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) mediated plant disease resistance / *Agricultural Research Updates*. 2017. – P.187-251.
168. Vadakattu G.V.S.R., Germidab J. Soil aggregation: Influence on microbial biomass and implications for biological processes / *Soil Biology and Biochemistry*, 2015, V.80 – P. A3-A9.
169. Voets J., Bervoets L., Blust R. Cadmium bioavailability and accumulation in the presence of acid to Zebra mussel. *Dreissena polymorpha* / *Environ. Sci. Technol.* 2004. №8. – P. 1003-1008.
170. Why do we need to standardize notillage research// R. Derpsch, A.J. Franzluebbers, S.W. Dulker, D.C. Reicosky, K. Koeller, T. Friedrich, W.G. Sturny, K. Weiss//*Soil & Tillage Research*. 2014. Vol. 137. – Pp. 16-22.

171. Yakhin O.I., Lubyaynov A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in plant science: a global perspective / *Front Plant Sci.* 2017. V.7. – P. 20-49.
172. Yanni S.F., Janzen H.H., Gregorich E.G., Ellert B.H., Larney F.J., Olson B.M., Zvomuya F. Organic Carbon Convergence in Diverse Soils Toward Steady State: 21-Year Field Bioassay / *Soil Science Society of American Journal.* 2016. V. 80(6). – P. 1653-1662.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А 1

#### **Характеристика микробиологического удобрения Восток ЭМ-1.**

Свидетельство о государственной регистрации пестицида или агрохимиката № 416-19-1351-1 от 26 января 2017 года.

Регистрант: ООО «Приморский ЭМ-Центр».

Производится по ТУ 9291-001-65451587-2005 Микробиологическое удобрение "Восток-ЭМ-1"

Микробиологическое удобрение «Восток ЭМ-1» (далее Восток ЭМ-1) предназначено для применения при выращивании зерновых, технических, лесных, плодово-ягодных, овощных и цветочно-декоративных культур.

Удобрение микробиологическое Восток ЭМ-1 производится на основе консорциума бактерий *Lactobacillus plantarum* 376Б, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* F 116 и *Saccharomyces cerevisiae* и представляет собой культуральную жидкость с незначительным осадком, содержащую комплекс консорциума вышеуказанных бактерий и продукты их жизнедеятельности.

В производстве препарата не используются вредные и токсичные компоненты.

Микробиологическое удобрение по степени воздействия на организм относится к веществам IV-класса опасности, малотоксично для человека и теплокровных животных и не обладает раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки глаз.

Удобрение пожаро-взрывобезопасно, не образует токсичных и пожаровзрывоопасных соединений в присутствии других веществ.

Восток ЭМ-1 представляет собой кисло-сладкую жидкость от коричневого до темно-коричневого цвета.

Титр молочнокислых бактерий, КОЕ/см<sup>3</sup>, не менее  $1 \times 10^3$

Титр дрожжей, КОЕ/см<sup>3</sup>, не менее  $1 \times 10^2$

Консорциум штаммов микробиологического удобрения Восток ЭМ-1 по критериям вирулентности, токсичности, токсигенности, диссеминации не патогенен для теплокровных животных и человека.

Основными результатами применения удобрения Восток ЭМ-1 являются:

- очищение почвы от тяжелых металлов и других вредных веществ;
- повышение плодородия почвы за счёт переработки органики;
- защита прорастающих семян и растений от болезней;
- ускорение всхожести;
- повышение урожайности;
- повышение устойчивости растений к низким температурам,

засухе и переувлажнению;

- улучшение питательных качеств семян зерновых культур;

- ускоренное разложение органических остатков.

Приложение А2

**Характеристика жидкого комплексного удобрения  
на основе гуминовых кислот с макро- и микроэлементами**

**Гумат+7 «Здоровый урожай»**

Свидетельство о государственной регистрации пестицида или агрохимиката № 340-18-907-1 от 21 декабря 2015 года.

Регистрант: ООО «Аграрные технологии».

Производится по ТУ 2189-004-71788256-2015 «Иркутские Гуматы» (гуминовые удобрения).

Иркутские Гуматы - органоминеральное удобрение на основе гуминовых кислот, производимое путем механохимической обработки окисленных бурых углей карбонатами калия и натрия и специальной обработки солями микроэлементов, по степени опасности относится к веществам 4 класса.

Согласно ТУ 2189-004-71788256-2015 «Иркутские Гуматы» (гуминовые удобрения) агрохимикат Гумат+7«Здоровый урожай» марка С2 жидкий концентрат содержит элементы питания в следующих количествах: смесь калиевых и/или натриевых солей гуминовых кислот – 3,7%, калий – 0,5% и ряд микроэлементов в хелатной форме: медь – 0,02%, цинк – 0,02%, марганец – 0,017%, молибден – 0,0018%, кобальт – 0,002%, железо – 0,04%, бор – 0,02%. Удобрение пожаровзрывобезопасно.

При применении в рекомендуемых дозах удобрение не образует токсичных соединений в почве, воздухе и воде.

Препарат предназначен для предпосевной обработки семян, корневой и внекорневой подкормок сельскохозяйственных и декоративных культур.

Гуматы стимулируют рост и развитие почвенной микрофлоры, усиливают химические взаимодействия в почве. Благодаря этому повышается доступность элементов питания для растений из органической и минеральной частей почвы и вносимых органических и минеральных удобрений.

Помимо этого, гуматы влияют на общий ход обмена веществ в растениях и на процессы их роста. В растениях усиливаются азотный, фосфорный, калийный и углеводный обмены.

Гумат+7 «Здоровый урожай» обладает способностью усиливать иммунитет растений ко всем неблагоприятным факторам природной среды - легче пере-

носятся заморозки, засуха, переувлажнение и недостаток солнечных дней, увеличивается иммунитет к болезням и вредителям.

## Приложение Б 1

Таблица Б 1.1 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б на всхожесть яровой пшеницы закладка 11.10.22-18.10.22 г., %

Варианты опыта	Число взошедших растений по повторениям			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	90	91	92	91
2. Гумат +7	95	95	95	95
3. Алирин-Б	92	94	90	92
4. Гумат + Алирин	94	94	94	94
<i>HCP<sub>05</sub></i>				1,94

Таблица Б 1.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	40	11			
Вариантов	30	3	10,0	8,0	3,59
Остаток	10	8	1,25		

S<sub>d</sub> = 0,91

HCP<sub>05</sub> = 1,94

Таблица Б 1.3 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б на всхожесть яровой пшеницы закладка 21.10.22-28.10.22, %

Варианты опыта	Число взошедших растений по повторениям			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	91	90	89	90
2. Гумат +7	95	95	95	95
3. Алирин-Б	94	92	96	94
4. Гумат + Алирин	94	94	94	94
<i>HCP<sub>05</sub></i>				1,94

Таблица Б 1.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	54,25	11			
Вариантов	44,25	3	14,75	11,8	3,59
Остаток	10,00	8	1,25		

S<sub>d</sub> = 0,91

HCP<sub>05</sub> = 1,94

Таблица Б 1.5 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б на всхожесть яровой пшеницы закладка 11.11.22-18.11.22, %

Варианты опыта	Число взошедших растений по повторениям			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	92	89	98	93
2. Гумат +7	95	95	98	96
3. Алирин-Б	90	96	99	95
4. Гумат + Алирин	94	94	94	94
<i>HCP<sub>05</sub></i>				5,83

Таблица Б 1.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	105,0	11			
Вариантов	15,0	3	5,0	0,44	3,59
Остаток	90,0	8	11,25		

S<sub>d</sub> = 2,74

HCP<sub>05</sub> = 5,83

Таблица Б 1.7 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б на всхожесть яровой пшеницы среднее

Варианты опыта	Число взошедших растений по повторениям			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	91	90	93	91,3
2. Гумат +7	95	95	96	95,3
3. Алирин-Б	92	94	95	93,7
4. Гумат + Алирин	94	94	94	94,0
<i>HCP<sub>05</sub></i>				2,1

Таблица Б 1.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	34,92	11			
Вариантов	24,92	3	8,31	6,64	3,59
Остаток	10,00	8	1,25		

S<sub>d</sub> = 0,91

HCP<sub>05</sub> = 2,1

## Приложение Б 2

Таблица Б 2.1 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б на массу проростков яровой пшеницы закладка 11.10.22-18.10.22

Варианты опыта	Масса проростков по повторениям, мг/сосуд			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		мг	%
1. Контроль	31,2	36,5	32,6	33,4		
2. Гумат +7	36,1	38,9	36,1	37,0	3,6	11
3. Алирин-Б	36,7	35,1	31,4	34,4	1,0	3
4. Гумат + Алирин	38,2	41,7	36,9	38,9	5,5	16
<i>HCP<sub>05</sub></i>					4,2	

Таблица Б 2.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	103,85	11			
Вариантов	56,43	3	18,81	3,17	3,59
Остаток	47,42	8	5,93		

S<sub>d</sub> = 1,99

HCP<sub>05</sub> = 4,23

Таблица Б 2.3 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б  
на массу проростков яровой пшеницы закладка 21.10.22-28.10.22

Варианты опыта	Масса проростков по повторениям, мг/сосуд			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		мг	%
1. Контроль	29,2	28,0	33,1	30,1		
2. Гумат +7	35,8	34,5	39,6	36,6	6,5	21,6
3. Алирин-Б	30,2	34,6	35,6	33,5	3,4	11,3
4. Гумат + Алирин	36,4	39,0	36,2	37,2	7,1	23,6
<i>HCP<sub>05</sub></i>					4,3	

Таблица Б 2.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	146,19	11			
Вариантов	96,54	3	32,18	5,18	3,59
Остаток	49,65	8	6,21		

S<sub>d</sub> = 2,03

HCP<sub>05</sub> = 4,33

Таблица Б 2.5 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б  
на массу проростков яровой пшеницы закладка 11.11.22-18.11.22

Варианты опыта	Масса проростков по повторениям, мг/сосуд			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		мг	%
1. Контроль	40,6	38,4	37,7	38,9		
2. Гумат +7	43,4	42,8	40,9	42,4	3,5	8,9
3. Алирин-Б	41,5	41,3	39,1	40,6	1,7	4,4
4. Гумат + Алирин	46,8	47,0	44,6	46,1	7,2	18,5
<i>HCP<sub>05</sub></i>					2,4	

Таблица Б 2.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	101,17	11			
Вариантов	86,09	3	28,70	15,22	3,59
Остаток	15,08	8	1,88		

S<sub>d</sub> = 1,12

HCP<sub>05</sub> = 2,39

Таблица Б 2.7 Влияние препаратов Гумат+7 и Алирин-Б  
на массу проростков яровой пшеницы среднее

Варианты опыта	Масса проростков по повторениям, мг/сосуд			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		мг	%
1. Контроль	33,6	34,3	34,5	34,1		
2. Гумат +7	38,4	38,7	38,9	38,7	4,6	13,5
3. Алирин-Б	36,1	37,0	35,4	36,2	2,1	6,2
4. Гумат + Алирин	40,5	42,6	39,1	40,7	6,6	19,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>					4,5	

Таблица Б 2.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	82,78	11			
Вариантов	74,72	3	24,91	24,7	3,59
Остаток	8,07	8	1,01		

S<sub>d</sub> = 2,11

HCP<sub>05</sub> = 4,49

Приложение Б 3

Таблица Б 3.1 Влияние препаратов на длину проростков яровой пшеницы закладка 11.10.22-18.10.22

Варианты опыта	Длина надземной части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	4,71	4,92	4,81	4,81		
2. Гумат +7	6,41	6,52	6,21	6,38	1,57	32,6
3. Алирин-Б	5,53	5,69	5,64	5,62	0,81	16,8
4. Гумат + Алирин	5,85	5,82	5,91	5,86	1,05	21,8
<i>HCP<sub>05</sub></i>						0,18

Таблица Б 3.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3,92	11			
Вариантов	3,83	3	1,28	128	3,59
Остаток	0,09	8	0,01		

S<sub>d</sub> = 0,09

HCP<sub>05</sub> = 0,18

Таблица Б 3.3 Влияние препаратов на длину проростков яровой пшеницы закладка 21.10.22-28.10.22

Варианты опыта	Длина надземной части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	4,06	4,18	4,36	4,20		
2. Гумат +7	5,74	5,76	5,92	5,81	1,61	38,3
3. Алирин-Б	5,26	5,22	5,31	5,26	1,06	25,3
4. Гумат + Алирин	5,15	5,26	5,30	5,24	1,04	24,8
<i>HCP<sub>05</sub></i>						0,18

Таблица Б 3.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	4,14	11			
Вариантов	4,06	3	1,35	135	3,59
Остаток	0,08	8	0,01		

S<sub>d</sub> = 0,08

HCP<sub>05</sub> = 0,18



Таблица Б 3.5 Влияние препаратов на длину проростков яровой пшеницы за-  
кладка 11.11.22-18.11.22

Варианты опыта	Длина надземной части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	5,48	5,37	5,40	5,42		
2. Гумат +7	6,82	7,20	7,11	7,04	1,62	29,9
3. Алирин-Б	6,02	5,91	5,74	5,89	0,47	8,7
4. Гумат + Алирин	6,30	6,40	6,28	6,33	0,91	16,8
<i>HCP<sub>05</sub></i>					0,22	

Таблица Б 3.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квад- ратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	4,43	11			
Вариантов	4,30	3	1,43	85,95	3,59
Остаток	0,13	8	0,02		

S<sub>d</sub> = 0,11

HCP<sub>05</sub> = 0,22

Таблица Б 3.7 Влияние препаратов на длину проростков яровой пшеницы  
среднее

Варианты опыта	Длина надземной части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	4,75	4,82	4,86	4,81		
2. Гумат +7	6,32	6,49	6,41	6,41	1,60	33,3
3. Алирин-Б	5,60	5,61	5,56	5,59	0,78	16,2
4. Гумат + Алирин	5,77	5,83	5,83	5,81	1,00	20,8
<i>HCP<sub>05</sub></i>					0,93	

Таблица Б 3.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квад- ратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3,95	11			
Вариантов	3,92	3	1,31	436,7	3,59
Остаток	0,02	8	0,003		

S<sub>d</sub> = 0,05

HCP<sub>05</sub> = 0,93

#### Приложение Б 4

Таблица Б 4.1 Влияние препаратов на длину корневой части проростка яро-  
вой пшеницы закладка 11.10.22-18.10.22

Варианты опыта	Длина корневой части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	6,23	6,33	6,37	6,31		
2. Гумат +7	7,96	8,09	8,04	8,03	1,72	27,3
3. Алирин-Б	7,29	7,36	7,31	7,32	1,01	16,0
4. Гумат + Алирин	7,83	7,92	7,86	7,87	1,56	24,7
<i>HCP<sub>05</sub></i>					0,93	

Таблица Б 4.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3,95	11			
Вариантов	3,92	3	1,31	436,7	3,59
Остаток	0,02	8	0,003		

S<sub>d</sub> = 0,44

HCP<sub>05</sub> = 0,93

Таблица Б 4.3 Влияние препаратов на длину корневой части проростка яровой пшеницы закладка 21.10.22-28.10.22

Варианты опыта	Длина корневой части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	5,86	5,87	6,04	5,92		
2. Гумат +7	7,97	8,00	8,06	8,04	2,12	35,8
3. Алирин-Б	6,81	7,12	7,04	6,99	1,07	18,1
4. Гумат + Алирин	7,70	7,86	7,69	7,75	1,83	30,9
<i>HCP<sub>05</sub></i>					0,19	

Таблица Б 4.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	7,98	11			
Вариантов	7,89	3	2,63	263	3,59
Остаток	0,09	8	0,01		

S<sub>d</sub> = 0,09

HCP<sub>05</sub> = 0,19

Таблица Б 4.5 Влияние препаратов на длину корневой части проростка яровой пшеницы закладка 11.11.22-18.11.22

Варианты опыта	Длина корневой части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	6,66	6,64	6,80	6,70		
2. Гумат +7	8,17	8,07	8,18	8,14	1,44	21,5
3. Алирин-Б	7,80	8,02	8,12	7,98	1,28	19,1
4. Гумат + Алирин	8,55	8,31	8,46	8,44	1,74	26,0
<i>HCP<sub>05</sub></i>					0,20	

Таблица Б 4.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	5,41	11			
Вариантов	5,30	3	1,77	177	3,59
Остаток	0,11	8	0,01		

S<sub>d</sub> = 0,09

HCP<sub>05</sub> = 0,2

Таблица Б 4.7 Влияние препаратов на длину корневой части проростка яровой пшеницы среднее

Варианты опыта	Длина корневой части проростка по повторениям, см			Среднее	± к контролю	
	I	II	III		см	%
1. Контроль	6,25	6,29	6,40	6,31		
2. Гумат +7	8,03	8,05	8,09	8,07	1,76	27,9
3. Алирин-Б	7,30	7,50	7,49	7,43	1,12	17,7
4. Гумат + Алирин	8,03	8,03	8,00	8,02	1,71	27,1
<i>HCP<sub>05</sub></i>					0,64	

Таблица Б 4.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	6,00	11			
Вариантов	5,96	3	1,99	398	3,59
Остаток	0,04	8	0,005		

S<sub>d</sub> = 0,3

HCP<sub>05</sub> = 0,64

## Приложение В 1

Таблица В 1.1 Влияние препаратов на высоту растений озимой ржи опыт 2а

Варианты опыта	Высота растений по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	30,31	31,04	32,15	31,16
2. Гумат +7	31,51	34,60	33,58	33,23
3. Алирин-Б	31,23	31,90	34,08	32,40
4. Гумат + Алирин	35,48	34,98	36,41	35,62
<i>HCP<sub>05</sub></i>				2,14

Таблица В 1.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	43,99	11			
Вариантов	31,82	3	10,61	6,97	3,59
Остаток	12,17	8	1,52		

S<sub>d</sub> = 1,01

HCP<sub>05</sub> = 2,14

Таблица В 1.3 Влияние препаратов на высоту растений озимой ржи опыт 2б

Варианты опыта	Высота растений по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	28,98	29,36	29,86	29,40
2. Гумат +7	30,76	32,00	30,44	31,07
3. Алирин-Б	30,18	31,22	28,63	30,01
4. Гумат + Алирин	31,63	32,24	31,76	31,88
<i>HCP<sub>05</sub></i>				1,42

Таблица В 1.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	16,26	11			
Вариантов	10,91	3	3,64	5,43	3,59
Остаток	5,35	8	0,67		

S<sub>d</sub> = 0,67НСР<sub>05</sub> = 1,42

Таблица В 1.5 Влияние препаратов на высоту растений озимой ржи среднее

Варианты опыта	Высота растений по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	31,16	29,40	30,28	30,28
2. Гумат +7	33,23	31,07	32,15	32,15
3. Алирин-Б	32,40	30,01	31,21	31,21
4. Гумат + Алирин	35,62	31,88	33,75	33,75
<i>НСР<sub>05</sub></i>				2,28

Таблица В 1.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	33,47	11			
Вариантов	19,74	3	6,58	3,83	3,59
Остаток	13,73	8	1,72		

S<sub>d</sub> = 1,07НСР<sub>05</sub> = 2,28

## Приложение В 2

Таблица В 2.1 Влияние препаратов на длину корней озимой ржи опыт 2а

Варианты опыта	Длина корней по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	12,64	13,61	14,19	13,48
2. Гумат +7	14,21	14,15	13,89	14,08
3. Алирин-Б	13,78	13,86	14,07	13,90
4. Гумат + Алирин	14,96	14,56	14,64	14,72
<i>НСР<sub>05</sub></i>				0,73

Таблица В 2.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3,81	11			
Вариантов	2,39	3	0,80	4,49	3,59
Остаток	1,42	8	0,18		

S<sub>d</sub> = 0,34НСР<sub>05</sub> = 0,73

Таблица В 2.3 Влияние препаратов на длину корней озимой ржи опыт 2б

Варианты опыта	Длина корней по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	12,57	12,68	13,05	12,77
2. Гумат +7	13,01	13,30	13,08	13,13
3. Алирин-Б	13,02	13,25	13,29	13,19
4. Гумат + Алирин	13,61	13,23	13,90	13,58
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>0,41</i>

Таблица В 2.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1,44	11			
Вариантов	1,00	3	0,33	6,04	3,59
Остаток	0,44	8	0,06		

$S_d = 0,19$

$HCP_{05} = 0,41$

Таблица В 2.5 Влияние препаратов на длину корней озимой ржи среднее

Варианты опыта	Длина корней по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	13,48	12,77	13,13	13,13
2. Гумат +7	14,08	13,13	13,61	13,61
3. Алирин-Б	13,90	13,19	13,55	13,55
4. Гумат + Алирин	14,72	13,58	14,15	14,15
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>0,78</i>

Таблица В 2.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3,19	11			
Вариантов	1,59	3	0,53	2,64	3,59
Остаток	1,61	8	0,20		

$S_d = 0,37$

$HCP_{05} = 0,78$

### Приложение В 3

Таблица 3.1 Влияние препаратов на число листьев озимой ржи опыт 2а

Варианты опыта	Число листьев по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,00	2,38	2,05	2,14
2. Гумат +7	2,76	2,43	2,66	2,62
3. Алирин-Б	2,56	2,87	2,31	2,58
4. Гумат + Алирин	2,85	2,40	2,90	2,72
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>0,41</i>

Таблица В 3.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
Общая	1,03	11			
Вариантов	0,58	3	0,19	3,43	3,59
Остаток	0,45	8	0,06		

$S_d = 0,19$

$HCP_{05} = 0,41$

Таблица В 3.3 Влияние препаратов на число листьев озимой ржи опыт 26

Варианты опыта	Число листьев по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,10	2,50	2,40	2,33
2. Гумат +7	2,41	3,15	3,05	2,87
3. Алирин-Б	2,36	2,92	2,82	2,70
4. Гумат + Алирин	3,16	2,40	3,25	2,94
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,62

Таблица В 3.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
Общая	1,68	11			
Вариантов	0,66	3	0,22	1,71	3,59
Остаток	1,02	8	0,13		

$S_d = 0,29$

$HCP_{05} = 0,62$

Таблица В 3.5 Влияние препаратов на число листьев озимой ржи среднее

Варианты опыта	Число листьев по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,14	2,33	2,23	2,23
2. Гумат +7	2,62	2,87	2,75	2,75
3. Алирин-Б	2,58	2,70	2,64	2,64
4. Гумат + Алирин	2,72	2,94	2,83	2,83
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,17

Таблица В 3.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
Общая	0,71	11			
Вариантов	0,63	3	0,21	20,79	3,59
Остаток	0,08	8	0,01		

$S_d = 0,08$

$HCP_{05} = 0,17$

Таблица В 4.1 Влияние препаратов на надземную фитомассу озимой ржи  
опыт 2а

Варианты опыта	Надземная фитомасса по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	6,34	6,19	6,16	6,23
2. Гумат +7	7,44	7,30	7,41	7,38
3. Алирин-Б	6,83	6,70	6,71	6,75
4. Гумат + Алирин	7,70	7,78	7,51	7,66
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,17

Таблица В 4.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3,81	11			
Вариантов	3,73	3	1,24	124	3,59
Остаток	0,08	8	0,01		

S<sub>d</sub> = 0,08

HCP<sub>05</sub> = 0,17

Таблица В 4.3 Влияние препаратов на надземную фитомассу озимой ржи  
опыт 2б

Варианты опыта	Надземная фитомасса по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	5,87	6,16	5,85	5,96
2. Гумат +7	6,79	6,91	6,50	6,73
3. Алирин-Б	6,53	6,62	6,78	6,64
4. Гумат + Алирин	7,00	7,13	6,91	7,01
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,28

Таблица В 4.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	2,00	11			
Вариантов	1,80	3	0,60	23,33	3,59
Остаток	0,21	8	0,03		

S<sub>d</sub> = 0,13

HCP<sub>05</sub> = 0,28

Таблица В 4.5 Влияние препаратов на надземную фитомассу озимой ржи  
среднее

Варианты опыта	Надземная фитомасса по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	6,23	5,96	6,10	6,10
2. Гумат +7	7,38	6,73	7,06	7,06
3. Алирин-Б	6,75	6,64	6,70	6,70
4. Гумат + Алирин	7,66	7,01	7,34	7,34
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,42

Таблица В 4.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3,04	11			
Вариантов	2,58	3	0,86	14,78	3,59
Остаток	0,47	8	0,06		

S<sub>d</sub> = 0,2

HCP<sub>05</sub> = 0,42

Приложение В 5

Таблица В 5.1 Влияние препаратов на массу корней озимой ржи опыт 2а

Варианты опыта	Масса корней по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	1,33	1,45	1,43	1,40
2. Гумат +7	1,61	1,71	1,73	1,68
3. Алирин-Б	1,57	1,68	1,67	1,64
4. Гумат + Алирин	1,79	1,86	1,77	1,81
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>0,10</i>

Таблица В 5.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,28	11			
Вариантов	0,26	3	0,09	24,08	3,59
Остаток	0,03	8	0,004		

S<sub>d</sub> = 0,05

HCP<sub>05</sub> = 0,10

Таблица В 5.3 Влияние препаратов на массу корней озимой ржи опыт 2б

Варианты опыта	Масса корней по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	1,28	1,31	1,36	1,32
2. Гумат +7	1,50	1,61	1,57	1,56
3. Алирин-Б	1,57	1,48	1,52	1,52
4. Гумат + Алирин	1,61	1,70	1,64	1,65
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>0,08</i>

Таблица В 5.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,20	11			
Вариантов	0,18	3	0,06	26,90	3,59
Остаток	0,02	8	0,0025		

S<sub>d</sub> = 0,04

HCP<sub>05</sub> = 0,08



Таблица В 5.5 Влияние препаратов на массу корней озимой ржи среднее

Варианты опыта	Масса корней по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	1,40	1,32	1,36	1,36
2. Гумат +7	1,68	1,56	1,62	1,62
3. Алирин-Б	1,64	1,52	1,58	1,58
4. Гумат + Алирин	1,81	1,65	1,73	1,73
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,11

Таблица В 5.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,25	11			
Вариантов	0,22	3	0,07	19,02	3,59
Остаток	0,03	8	0,0038		

S<sub>d</sub> = 0,05

HCP<sub>05</sub> = 0,11

Приложение Г 1

Таблица Г 1.1 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на высоту растений кукурузы среднее

Варианты опыта	Высота растений по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	214	225	218	219
2. Гумат: ОС+НП	221	237	226	228
3. НРК – фон	225	240	228	231
4. Фон+Гумат ОС	231	250	238	238
5. Фон+Гумат НП	228	247	230	235
6. Фон+Гумат ОС+НП	223	236	231	230
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>F<sub>фак</sub> &lt; F<sub>теор.</sub></i>

Таблица Г 1.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1540,44	17			
Вариантов	729,78	5	145,96	2,2	3,11
Остаток	810,67	12	67,56		

S<sub>d</sub> = 6,71

Таблица Г 1.3 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на высоту растений, 2021

Варианты опыта	Высота растений по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	214	211	217	214
2. Гумат: ОС+НП	212	230	221	221
3. НРК – фон	236	219	220	225
4. Фон+Гумат ОС	244	228	221	231
5. Фон+Гумат НП	231	216	237	228
6. Фон+Гумат ОС+НП	209	229	231	223
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>F<sub>фак</sub> &lt; F<sub>теор.</sub></i>

Таблица Г 1.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
Общая	1696	17			
Вариантов	526	5	105,297,5	1,1	3,11
Остаток	1170	12			

$S_d = 8,06$

Таблица Г 1.5 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на высоту растений, 2022

Варианты опыта	Высота растений по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	215	228	232	225
2. Гумат: ОС+НП	234	242	235	237
3. НРК – фон	216	247	257	240
4. Фон+Гумат ОС	228	259	263	250
5. Фон+Гумат НП	216	252	273	247
6. Фон+Гумат ОС+НП	227	241	240	236
<i>HCP<sub>05</sub></i>				$F_{\text{фак}} < F_{\text{теор}}$

Таблица Г 1.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
Общая	4812,5	17			
Вариантов	1184,5	5	236,9	0,8	3,11
Остаток	3628,0	12	302,3		

$S_d = 14,19$

Таблица Г 1.7 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на высоту растений, 2023

Варианты опыта	Высота растений по повторениям, см			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	213	236	205	218
2. Гумат: ОС+НП	217	239	222	226
3. НРК – фон	223	254	207	228
4. Фон+Гумат ОС	221	263	215	233
5. Фон+Гумат НП	237	273	180	230
6. Фон+Гумат ОС+НП	233	238	222	231
<i>HCP<sub>05</sub></i>				$F_{\text{фак}} < F_{\text{теор}}$

Таблица Г 1.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
Общая	8250	17			
Вариантов	424	5	84,80	0,1	3,11
Остаток	7826	12	652,17		

$S_d = 20,85$

Таблица Г 2.1 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7  
на надземную зеленую фитомассу среднее

Варианты опыта	Надземная зеленая фитомасса по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	372	360	355	362
2. Гумат: ОС+НП	402	415	377	398
3. НРК – фон	408	446	407	420
4. Фон+Гумат ОС	401	449	429	426
5. Фон+Гумат НП	447	485	447	460
6. Фон+Гумат ОС+НП	423	476	459	453
<i>НСР<sub>05</sub></i>				38

Таблица Г 2.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	24947,78	17			
Вариантов	19470,44	5	3894,09	8,5	3,11
Остаток	5477,33	12	456,44		

$S_d = 17,44$

$НСР_{05} = 38,03$

Таблица Г 2.3 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на надземную  
зеленую фитомассу, 2021

Варианты опыта	Надземная зеленая фитомасса по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	381	370	365	372
2. Гумат: ОС+НП	407	419	380	402
3. НРК – фон	402	426	396	408
4. Фон+Гумат ОС	405	417	381	401
5. Фон+Гумат НП	452	463	426	447
6. Фон+Гумат ОС+НП	436	439	394	423
<i>НСР<sub>05</sub></i>				33

Таблица Г 2.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	13464,5	17			
Вариантов	9368,5	5	1873,7	5,5	3,11
Остаток	4096	12	341,3		

$S_d = 15,1$

$НСР_{05} = 32,89$

Таблица Г 2.5 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на надземную зеленую фитомассу, 2022

Варианты опыта	Надземная зеленая фитомасса по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	370	358	352	360
2. Гумат: ОС+НП	419	421	405	415
3. NPK – фон	426	452	460	446
4. Фон+Гумат ОС	417	463	467	449
5. Фон+Гумат НП	463	506	486	485
6. Фон+Гумат ОС+НП	439	489	500	476
<i>HCP<sub>05</sub></i>				38

Таблица Г 2.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	36884,5	17			
Вариантов	31348,5	5	6269,7	13,6	3,11
Остаток	5536,0	12	461,3		

$S_d = 17,5$

$HCP_{05} = 38,2$

Таблица Г 2.7 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на надземную зеленую фитомассу, 2023

Варианты опыта	Надземная зеленая фитомасса по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	365	352	348	355
2. Гумат: ОС+НП	380	405	346	377
3. NPK – фон	396	460	365	407
4. Фон+Гумат ОС	381	467	439	429
5. Фон+Гумат НП	426	486	429	447
6. Фон+Гумат ОС+НП	394	500	483	459
<i>HCP<sub>05</sub></i>				71

Таблица Г 2.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	43886	17			
Вариантов	24664	5	4932,8	3,10	3,11
Остаток	19222	12	1601,8		

$S_d = 32,7$

$HCP_{05} = 71,2$

Таблица Г 3.1 Влияние приема внесения удобрения Гумат+7 на урожайность зерна кукурузы среднее

Варианты опыта	Урожайность зерна по повторениям, г/сосуд			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	43,0	47,5	49,9	46,8
2. Гумат: ОС+НП	46,7	57,9	50,9	51,0
3. НРК – фон	55,1	57,9	56,2	56,4
4. Фон+Гумат ОС	59,6	63,1	59,6	60,1
5. Фон+Гумат НП	60,8	63,5	62,3	62,2
6. Фон+Гумат ОС+НП	60,2	65,9	63,2	63,1
<i>НСР<sub>05</sub></i>				5,6

Таблица Г 3.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	748,8	17			
Вариантов	628,2	5	125,6	12,5	3,11
Остаток	120,6	12	10,1		

Sd = 2,59

НСР05 = 5,64

Таблица Д 1.1 Влияние удобрения Гумат+7 на обменную кислотность среднее

Варианты опыта	Обменная кислотность по повторениям, ед			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	5,35	5,24	5,31	5,30
2. Гумат: ОС+НП	5,36	5,32	5,31	5,33
3. НРК – фон	5,23	5,25	5,3	5,26
4. Фон+Гумат ОС	5,3	5,3	5,3	5,30
5. Фон+Гумат НП	5,4	5,41	5,45	5,42
6. Фон+Гумат ОС+НП	5,45	5,31	5,44	5,40
<i>НСР<sub>05</sub></i>				0,08

Таблица Д 1.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,082	17			
Вариантов	0,059	5	0,012	5,9	3,11
Остаток	0,024	12	0,0019		

Sd = 0,036

НСР05 = 0,08

Таблица Д 2.1 Влияние удобрения Гумат+7 на содержание подвижного фосфора среднее

Варианты опыта	Содержание подвижного фосфора по повторениям, мг/кг			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	119	132	124	125
2. Гумат: ОС+НП	120	115	119	118
3. NPK – фон	133	132	143	136
4. Фон+Гумат ОС	129	136	128	131
5. Фон+Гумат НП	135	147	141	141
6. Фон+Гумат ОС+НП	132	141	138	137
<i>HCP<sub>05</sub></i>				9

Таблица Д 2.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1422	17			
Вариантов	1096	5	219,2	8,1	3,11
Остаток	326	12	27,2		

S<sub>d</sub> = 4,26

HCP<sub>05</sub> = 9,28

Таблица Д 3.1 Влияние удобрения Гумат+7 на содержание подвижного калия среднее

Варианты опыта	Содержание подвижного калия по повторениям, мг/кг			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	125	136	141	134
2. Гумат: ОС+НП	140	151	144	145
3. NPK – фон	146	158	146	150
4. Фон+Гумат ОС	148	155	153	152
5. Фон+Гумат НП	142	153	146	147
6. Фон+Гумат ОС+НП	156	144	144	148
<i>HCP<sub>05</sub></i>				11

Таблица Д 3.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1082	17			
Вариантов	606	5	121,2	3,12	3,11
Остаток	476	12	39,7		

S<sub>d</sub> = 5,14

HCP<sub>05</sub> = 11,21

Приложение Д 4

Таблица Д 4.1 Влияние удобрения Гумат+7 на содержание аммонийного азота среднее

Варианты опыта	Содержание аммонийного азота по повторениям, мг/кг			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	11,2	12,6	11,9	11,9
2. Гумат: ОС+НП	12,8	12,9	12,1	12,6
3. НРК – фон	12,6	13,7	13,9	13,4
4. Фон+Гумат ОС	13,0	14,2	14,5	13,9
5. Фон+Гумат НП	13,9	14,8	15,1	14,6
6. Фон+Гумат ОС+НП	13,8	13,6	13,7	13,7
<i>НСР<sub>05</sub></i>				<i>1,1</i>

Таблица Д 4.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	18,37	17			
Вариантов	13,97	5	2,79	7,6	3,11
Остаток	4,4	12	0,37		

Sd = 0,49

НСР05 = 1,08

Приложение Д 5

Таблица Д 5.1 Влияние удобрения Гумат+7 на содержание нитратного азота среднее

Варианты опыта	Содержание нитратного азота по повторениям, мг/кг			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	15,6	13,6	13,4	14,2
2. Гумат: ОС+НП	14,2	14,6	13,2	14,0
3. НРК – фон	16,1	15,3	15,7	15,7
4. Фон+Гумат ОС	16,1	16	16,2	16,1
5. Фон+Гумат НП	16,5	18,1	16,4	17,0
6. Фон+Гумат ОС+НП	18,6	18,6	18	18,4
<i>НСР<sub>05</sub></i>				<i>1,3</i>

Таблица Д 5.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	48,52	17			
Вариантов	42,12	5	8,42	15,8	3,11
Остаток	6,4	12	0,53		

Sd = 0,59

НСР05 = 1,3

Таблица Д 6.1 Влияние удобрения Гумат+7 на содержание органического вещества среднее

Варианты опыта	Содержание органического вещества по повторениям, %			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,1	2,23	2,21	2,18
2. Гумат: ОС+НП	2,15	2,25	2,17	2,19
3. НРК – фон	2,32	2,15	2,16	2,21
4. Фон+Гумат ОС	2,1	2,3	2,2	2,20
5. Фон+Гумат НП	2,12	2,32	2,28	2,24
6. Фон+Гумат ОС+НП	2,25	2,43	2,25	2,31
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>F<sub>фак</sub> &lt; F<sub>теор.</sub></i>

Таблица Д 6.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,132	17			
Вариантов	0,034	5	0,007	0,8	3,11
Остаток	0,098	12	0,008		

Sd = 0,074

HCP05 = 0,16

Таблица Д 7.1 Влияние удобрения Гумат+7 на дыхание почвы среднее

Варианты опыта	Дыхание почвы по повторениям, мг CO <sub>2</sub> /10 г/сутки			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	6,13	8,29	7,12	7,18
2. Гумат: ОС+НП	7,15	9,24	8,18	8,19
3. НРК – фон	10,35	8,5	11,3	10,05
4. Фон+Гумат ОС	9,64	7,34	10,74	9,24
5. Фон+Гумат НП	9,62	12,23	8,93	10,26
6. Фон+Гумат ОС+НП	11,42	11,54	11,03	11,33
<i>HCP<sub>05</sub></i>				2,33

Таблица Д 7.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	54,7	17			
Вариантов	33,9	5	6,78	3,9	3,11
Остаток	20,8	12	1,73		

Sd = 1,07

HCP05 = 2,34



Таблица Е 1.1 Целлюлитическая активность почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 60 дней

Варианты опыта	Целлюлитическая активность, %			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	10,90	13,70	12,60	12,40
2. Навоз-3 + БП	12,30	17,20	20,60	16,70
3. Солома-3 + БП	13,70	18,90	10,60	14,40
4. Кукуруза-3 + БП	21,50	25,60	18,90	22,00
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>6,1</i>

Таблица Е 1.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	251,15	11			
Вариантов	154,35	3	51,45	4,25	3,59
Остаток	96,80	8	12,10		

S<sub>d</sub> = 2,84

HCP<sub>05</sub> = 6,05

Таблица Е 1.3 Целлюлитическая активность почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 120 дней

Варианты опыта	Целлюлитическая активность, %			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	11,00	12,60	12,10	11,90
2. Навоз-3 + БП	13,60	17,70	16,10	15,80
3. Солома-3 + БП	15,10	21,90	19,10	18,70
4. Кукуруза-3 + БП	18,80	24,10	27,90	23,60
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>5,3</i>

Таблица Е 1.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	293,72	11			
Вариантов	218,7	3	72,9	7,77	3,59
Остаток	75,02	8	9,38		

S<sub>d</sub> = 2,50

HCP<sub>05</sub> = 5,33

Таблица Е 1.5 Дыхание почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 60 дней

Варианты опыта	Дыхание почвы по повторениям, мг CO <sub>2</sub> /10 г/сутки			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	5,20	6,20	6,60	6,00
2. Навоз-3 + БП	16,80	16,30	15,50	16,20
3. Солома-3 + БП	14,20	14,40	13,10	13,90
4. Кукуруза-3 + БП	12,70	14,30	12,60	13,20
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>1,3</i>

Таблица Е 1.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	179,51	11			
Вариантов	174,81	3	58,27	99,18	3,59
Остаток	4,7	8	0,59		

S<sub>d</sub> = 0,63

HCP<sub>05</sub> = 1,33

Таблица Е 1.7 Дыхание почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 120 дней

Варианты опыта	Дыхание почвы по повторениям, мг СО <sub>2</sub> /10 г/сутки			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	5,30	7,20	6,10	6,20
2. Навоз-3 + БП	17,50	19,10	17,40	18,00
3. Солома-3 + БП	14,60	15,40	15,00	15,00
4. Кукуруза-3 + БП	16,30	16,80	15,50	16,20
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>1,4</i>

Таблица Е 1.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	252,59	11			
Вариантов	247,77	3	82,59	3,59	3,59
Остаток	4,82	8	0,60		

S<sub>d</sub> = 0,63

HCP<sub>05</sub> = 1,35

Таблица Е 1.9 Активность инвертазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 60 дней

Варианты опыта	Активность инвертазы по повторениям, мг глюкозы/г/24 ч			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	4,20	8,30	2,80	5,10
2. Навоз-3 + БП	13,90	22,20	19,10	18,40
3. Солома-3 + БП	6,40	10,10	8,40	8,30
4. Кукуруза-3 + БП	12,80	17,20	9,00	13,00
<i>HCP<sub>05</sub></i>				<i>5,9</i>

Таблица Е 1.10 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	394,19	11			
Вариантов	302,13	3	100,71	8,75	3,59
Остаток	92,06	8	11,51		

S<sub>d</sub> = 2,77

HCP<sub>05</sub> = 5,9

Таблица Е 1.11 Активность инвертазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 120 дней

Варианты опыта	Активность инвертазы по повторениям, мг глюкозы/г/24 ч			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	5,40	7,50	5,10	6,00
2. Навоз-3 + БП	20,90	26,80	15,90	21,20
3. Солома-3 + БП	5,10	9,40	11,60	8,70
4. Кукуруза-3 + БП	10,50	17,30	14,50	14,10
<i>HCP<sub>05</sub></i>				6,4

Таблица Е 1.12 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	512,95	11			
Вариантов	404,79	3	134,93	9,98	3,59
Остаток	108,16	8	13,52		

S<sub>d</sub> = 3,0

HCP<sub>05</sub> = 6,4

Таблица Е 1.13 Активность каталазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 60 дней

Варианты опыта	Активность каталазы по повторениям, O <sub>2</sub> см <sup>3</sup> /г/мин			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,30	2,40	2,80	2,50
2. Навоз-3 + БП	6,00	6,40	6,80	6,40
3. Солома-3 + БП	5,00	4,50	5,20	4,90
4. Кукуруза-3 + БП	5,20	5,70	6,20	5,70
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,7

Таблица Е 1.14 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	27,16	11			
Вариантов	25,94	3	8,65	56,7	3,59
Остаток	1,22	8	0,15		

S<sub>d</sub> = 0,32

HCP<sub>05</sub> = 0,68

Таблица Е 1.15 Активность каталазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-3 см через 120 дней

Варианты опыта	Активность каталазы по повторениям, O <sub>2</sub> см <sup>3</sup> /г/мин			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,90	2,50	3,00	2,80
2. Навоз-3 + БП	6,20	5,50	5,40	5,70
3. Солома-3 + БП	5,10	5,90	4,90	5,30
4. Кукуруза-3 + БП	5,40	6,70	6,20	6,10
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,9

Таблица Е 1.16 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	21,82	11			
Вариантов	19,88	3	6,63	27,33	3,59
Остаток	1,94	8	0,24		

S<sub>d</sub> = 0,40

HCP<sub>05</sub> = 0,86

Приложение Е 2

Таблица Е 2.1 Целлюлитическая активность почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 60 дней

Варианты опыта	Целлюлолитическая активность, %			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	7,80	15,60	11,70	11,70
2. Навоз-3 + БП	15,00	25,00	20,90	20,30
3. Солома-3 + БП	32,90	39,80	38,30	37,00
4. Кукуруза-3 + БП	27,90	39,50	32,80	33,40
<i>HCP<sub>05</sub></i>				8,1

Таблица Е 2.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1411,69	11			
Вариантов	1236,57	3	412,19	18,83	3,59
Остаток	175,12	8	21,89		

S<sub>d</sub> = 3,82

HCP<sub>05</sub> = 8,14

Таблица Е 2.3 Целлюлитическая активность почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 120 дней

Варианты опыта	Целлюлолитическая активность, %			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	11,70	17,10	14,10	14,30
2. Навоз-3 + БП	12,60	20,20	16,40	16,40
3. Солома-3 + БП	33,90	40,40	45,10	39,80
4. Кукуруза-3 + БП	32,20	37,70	40,80	36,90
<i>HCP<sub>05</sub></i>				7,4

Таблица Е 2.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1751,11	11			
Вариантов	1606,39	3	535,46	29,6	3,59
Остаток	144,72	8	18,09		

S<sub>d</sub> = 3,47

HCP<sub>05</sub> = 7,4

Таблица Е 2.5 Дыхание почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 60 дней

Варианты опыта	Дыхание почвы по повторениям, мг CO <sub>2</sub> /10 г/сутки			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	5,80	7,20	6,20	6,40
2. Навоз-3 + БП	17,30	19,20	19,60	18,70
3. Солома-3 + БП	14,90	16,40	16,70	16,00
4. Кукуруза-3 + БП	15,80	15,60	14,80	15,40
<i>HCP<sub>05</sub></i>				1,6

Таблица Е 2.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	263,73	11			
Вариантов	257,25	3	85,75	105,86	3,59
Остаток	6,48	8	0,81		

S<sub>d</sub> = 0,73

HCP<sub>05</sub> = 1,57

Таблица Е 2.7 Дыхание почвы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 120 дней

Варианты опыта	Дыхание почвы по повторениям, мг CO <sub>2</sub> /10 г/сутки			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	5,00	6,30	6,10	5,80
2. Навоз-3 + БП	15,10	17,20	16,90	16,40
3. Солома-3 + БП	12,50	14,70	13,90	13,70
4. Кукуруза-3 + БП	18,60	21,30	18,30	19,40
<i>HCP<sub>05</sub></i>				2,1

Таблица Е 2.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	318,43	11			
Вариантов	306,93	3	102,31	71,05	3,59
Остаток	11,5	8	1,44		

S<sub>d</sub> = 0,98

HCP<sub>05</sub> = 2,09

Таблица Е 2.9 Активность инвертазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 60 дней

Варианты опыта	Активность инвертазы по повторениям, мг глюкозы/г/24 ч			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	4,80	7,80	3,60	5,40
2. Навоз-3 + БП	23,30	30,80	29,30	27,80
3. Солома-3 + БП	9,20	12,30	13,60	11,70
4. Кукуруза-3 + БП	16,30	25,50	19,40	20,40
<i>HCP<sub>05</sub></i>				6,0

Таблица Е 2.10 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	961,61	11			
Вариантов	866,73	3	288,91	24,36	3,59
Остаток	94,88	8	11,86		

S<sub>d</sub> = 2,81

HCP<sub>05</sub> = 5,99

Таблица Е 2.11 Активность инвертазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 120 дней

Варианты опыта	Активность инвертазы по повторениям, мг глюкозы/г/24 ч			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	4,50	7,20	5,10	5,60
2. Навоз-3 + БП	19,20	30,20	25,60	25,00
3. Солома-3 + БП	7,90	13,90	10,60	10,80
4. Кукуруза-3 + БП	13,80	22,40	22,90	19,70
<i>HCP<sub>05</sub></i>				7,2

Таблица Е 2.12 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	818,57	11			
Вариантов	683,13	3	227,71	13,45	3,59
Остаток	135,44	8	16,93		

S<sub>d</sub> = 3,36

HCP<sub>05</sub> = 7,16

Таблица Е 2.13 Активность каталазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 60 дней

Варианты опыта	Активность каталазы по повторениям, O <sub>2</sub> см <sup>3</sup> /г/мин			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,70	2,90	2,80	2,80
2. Навоз-3 + БП	8,40	8,80	7,70	8,30
3. Солома-3 + БП	5,50	5,20	5,80	5,50
4. Кукуруза-3 + БП	6,80	7,90	6,30	7,00
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,9

Таблица Е 2.14 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	52,38	11			
Вариантов	50,22	3	16,74	62,0	3,59
Остаток	2,16	8	0,27		

S<sub>d</sub> = 0,42

HCP<sub>05</sub> = 0,9

Таблица Е 2.15 Активность каталазы при размещении растительных остатков с биопрепаратом в слое 0-10 см через 120 дней

Варианты опыта	Активность каталазы по повторениям, O <sub>2</sub> см <sup>3</sup> /г/мин			Среднее
	I	II	III	
1. Контроль	2,50	2,70	2,60	2,60
2. Навоз-3 + БП	8,10	8,70	9,60	8,80
3. Солома-3 + БП	5,40	5,00	5,20	5,20
4. Кукуруза-3 + БП	6,60	7,20	6,30	6,70
<i>HCP<sub>05</sub></i>				0,8

Таблица Е 2.16 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	62,88	11			
Вариантов	61,22	3	20,41	98,35	3,59
Остаток	1,66	8	0,21		

S<sub>d</sub> = 0,37

HCP<sub>05</sub> = 0,79

## Приложение Ж 1

Таблица Ж 1.1 Эффективность разложения остаточной фитомассы кукурузы опыт №5а 10.10.2021 г.

Вариант	Повторения			X ср	± к контролю	
	I	II	III		ед.	%
1. Контроль	5837	5832	5353	5674,00	-	-
2. Обработка 1	5886	5561	5665	5704,00	30,00	1
3. Обработка 2	5621	5573	5918	5704,00	30,00	1
<i>HCP<sub>05</sub></i>					561,81	

Таблица Ж 1.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	281314,0	8			
Повторений	34472,0	2			
Вариантов	1800,0	2	900,0	0,015	6,94
Остаток	245042,0	4	61260,0		

S<sub>d</sub> = 202,09

HCP<sub>05</sub> = 561,81

Таблица Ж 1.3 Эффективность разложения остаточной фитомассы кукурузы опыт №5а 01.05.2022 г.

Вариант	Повторения			X ср	± к контролю	
	I	II	III		ед.	%
1. Контроль	4893	4908	5007	4936,00	-	-
2. Обработка 1	3731	4255	4098	4028,00	-908,00	-18
3. Обработка 2	4267	4022	3795	4028,00	-908,00	-18
<i>HCP<sub>05</sub></i>					561,90	

Таблица Ж 1.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1912686,0	8			
Повторений	18638,0	2			
Вариантов	1648928,0	2	824464,0	13,45	6,94
Остаток	245120,0	4	61280,0		

S<sub>d</sub> = 202,12  
HCP<sub>05</sub> = 561,90

Таблица Ж 1.5 Эффективность разложения остаточной фитомассы кукурузы опыт №5а 18.07.2022 г.

Вариант	Повторения			X ср	± к контролю	
	I	II	III		ед.	%
1	3132	3407	3319	3286,00	-	-
2	2273	1864	1824	1987,00	-1299,00	-40
3	1677	1175	1615	1489,00	-1608,00	-49
HCP					562,14	

Таблица Ж 1.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	5477370,0	8			
Повторений	67424,0	2			
Вариантов	5164614,0	2	2582307,0	42,10	6,94
Остаток	245332,0	4	61333,0		

S<sub>d</sub> = 202,12  
HCP<sub>05</sub> = 562,14

## Приложение Ж 2

Таблица Ж 2.1 Эффективность разложения соломы стерне-корневых остатков озимой пшеницы, опыт №5б 18.08.2022

Вариант	Повторения			X ср	± к контролю	
	I	II	III		ед.	%
1. Контроль	325	333	317	325	-	-
2. Восток ЭМ-1	299	290	305	298	-27	-8
3. Восток ЭМ-1 + Стернифаг	277	291	290	286	-39	-12
HCP <sub>05</sub>					20,66	

Таблица Ж 2.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	2758	8			
Повторений	32,7	2			
Вариантов	2394	2	1197	14,45	6,94
Остаток	331,3	4	82,8		

S<sub>d</sub> = 7,43  
HCP<sub>05</sub> = 20,66



Таблица Ж 2.3 Эффективность разложения соломы  
и стерне-корневых остатков озимой пшеницы, опыт №56 10.10.2022

Вариант	Повторения			X ср	± к контролю	
	I	II	III		ед.	%
1. Контроль	296	315	304	305	-	-
2. Восток ЭМ-1	61	73	76	70	-235	-77
3. Восток ЭМ-1 + Стернифаг	58	57	44	53	-252	-83
<i>HCP<sub>05</sub></i>					18,72	

Таблица Ж 2.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	119448	8			
Повторений	158	2			
Вариантов	119018	2	59509	875,13	6,94
Остаток	272	4	68		

$S_d = 6,76$

$HCP_{05} = 18,72$

Таблица Ж 2.5 Эффективность разложения соломы  
и стерне-корневых остатков озимой пшеницы, опыт №56 01.05.2023

Вариант	Повторения			X ср	± к контролю	
	I	II	III		ед.	%
1. Контроль	251	260	245	252	-	-
2. Восток ЭМ-1	41	38	38	39	-213	-84
3. Восток ЭМ-1 + Стернифаг	29	26	29	28	-224	-89
<i>HCP<sub>05</sub></i>					11,35	

Таблица Ж 2.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	95792	8			
Повторений	26	2			
Вариантов	95666	2	47833	1913,32	6,94
Остаток	100	4	25		

$S_d = 4,08$

$HCP_{05} = 11,35$

Таблица Ж 3.1 Урожайность зерна овса, т/га 2023 г.

Вариант	Повторения			X <sub>ср</sub>	± к контролю	
	I	II	III		т/га	%
1. Контроль, без деструктора	2,43	2,68	2,54	2,55	-	-
2. Контроль, деструктор (фон)	2,49	2,79	2,91	2,73	0,18	7
3. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	2,67	3,01	2,99	2,89	0,34	13
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	2,73	3,25	3,11	3,03	0,48	19
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> +Гумат+7 <sub>сем.</sub> +Гумат+7 <sub>подк.</sub>	2,88	3,39	3,36	3,21	0,66	26
<i>HCP</i> <sub>05</sub>					0,17	

Таблица Ж 3.2 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	1,3	14			
Повторений	0,4	2			
Вариантов	0,8	4	0,2	25,13	3,84
Остаток	0,1	8	0,013		

S<sub>d</sub> = 0,07

HCP<sub>05</sub> = 0,17

Таблица Ж 3.3 Изменение обменной кислотности в полевом опыте, 2023 г.

Вариант	Повторения			X <sub>ср</sub>	± к контролю	
	I	II	III		ед.	%
1. Контроль, без деструктора	5,39	5,52	5,59	5,50	-	-
2. Контроль, деструктор (фон)	5,35	5,32	5,35	5,34	-0,16	-3
3. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	5,39	5,29	5,34	5,30	-0,20	-4
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	5,41	5,46	5,39	5,42	-0,08	-1
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> +Гумат+7 <sub>сем.</sub> +Гумат+7 <sub>подк.</sub>	5,52	5,34	5,34	5,40	-0,10	-2
<i>HCP</i> <sub>05</sub>					0,15	

Таблица Ж 3.4 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,1	14			
Повторений	0,0	2			
Вариантов	0,1	4	0,025	2,17	3,84
Остаток	0,0	8	0,0		

S<sub>d</sub> = 0,06

HCP<sub>05</sub> = 0,15

Таблица Ж 3.5 Содержание в почве азота легкогидролизуемого в полевом опыте, 2023 г.

Вариант	Повторения			X <sub>ср</sub>	± к контролю	
	I	II	III		мг/кг	%
1. Контроль, без деструктора	27	34	32	31	-	-
2. Контроль, деструктор (фон)	39	41	46	42	11	35
3. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	51	58	56	55	24	77
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	57	59	67	61	30	97
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> +Гумат+7 <sub>сем.</sub> +Гумат+7 <sub>подк.</sub>	69	57	66	64	33	106
<i>HCP</i> <sub>05</sub>					8,16	

Таблица Ж 3.6 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	2507,6	14			
Повторений	62,4	2			
Вариантов	2295,6	4	573,9	30,69	3,84
Остаток	149,6	8	18,7		

S<sub>d</sub> = 3,53

HCP<sub>05</sub> = 8,16

Таблица Ж 3.7 –Содержание подвижных форм фосфора в почве в полевом опыте, 2023 г.

Вариант	Повторения			X <sub>ср</sub>	± к контролю	
	I	II	III		мг/кг	%
1. Контроль, без деструктора	273	286	293	284	-	-
2. Контроль, деструктор (фон)	296	300	301	299	15	5
3. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	310	295	307	304	20	7
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	279	296	292	289	5	2
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> +Гумат+7 <sub>сем.</sub> +Гумат+7 <sub>подк.</sub>	264	278	289	277	-7	-2
<i>HCP</i> <sub>05</sub>					14,25	

Таблица Ж 3.8 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	2261,6	14			
Повторений	361,2	2			
Вариантов	1443,6	4	360,9	6,32	3,84
Остаток	456,8	8	57,1		

S<sub>d</sub> = 6,17

HCP<sub>05</sub> = 14,25

Таблица Ж 3.9 Содержание подвижных форм калия в почве в полевом опыте, 2023 г.

Вариант	Повторения			X <sub>ср</sub>	± к контролю	
	I	II	III		мг/кг	%
1. Контроль, без деструктора	162	186	177	175	-	-
2. Контроль, деструктор (фон)	174	209	196	193	18	10
3. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	196	217	190	201	26	15
4. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> + Гумат+7 <sub>сем.</sub>	187	213	182	194	19	11
5. Фон + N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> +Гумат+7 <sub>сем.</sub> +Гумат+7 <sub>подк.</sub>	169	209	183	187	12	7
<i>HCP<sub>05</sub></i>					13,72	

Таблица Ж 3.10 Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	3840,0	14			
Повторений	2276,8	2			
Вариантов	1140,0	4	285,0	5,39	3,84
Остаток	423,2	8	52,9		

S<sub>d</sub> = 5,94

HCP<sub>05</sub> = 13,72

Согласовано:

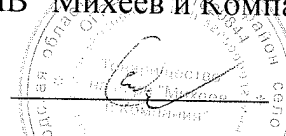
Утверждаю:

Проректор ФГБОУ ВО НГАТУ им.  
Л.Я. Флорентьева  
доктор с.-х. наук, профессор

  
О.А. Басонов  
ФГБОУ ВО  
Нижегородский ГАТУ  
им. Л.Я. Флорентьева

04.09.2024

Директор  
ТНВ "Михеев и Компания"

  
Е.К. Михеев

02.09.2024 г.

АКТ

внедрения в производство научной разработки аспиранта кафедры  
«Агрохимия и агроэкология» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный  
агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева»  
Ерастовой Натальи Владимировны

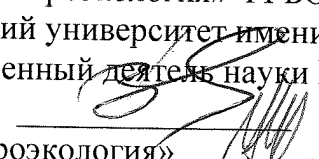
Мы, нижеподписавшиеся, представитель ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева» (ФГБОУ ВО НГАТУ им. Л.Я. Флорентьева), заведующая кафедрой «Агрохимия и агроэкология», доктор с.-х. наук, профессор Титова Вера Ивановна, и аспирант кафедры Ерастова Наталья Владимировна, с одной стороны, и главный агроном ТНВ "Михеев и Компания" Абаськин Анатолий Аврамович, с другой стороны, составили настоящий акт о том, что на базе ТНВ "Михеев и Компания" в 2024 г. на площади 60 га были внедрены результаты научных исследований аспиранта кафедры «Агрохимия и агроэкология» по теме, являющейся частью темы научных исследований диссертанта, а именно: «Оценка возможности использования биопрепарата-деструктора растительных остатков Восток ЭМ-1 в технологии возделывания зерновых культур с использованием элементов системы no-till».

Результатами исследования установлено, что однократная обработка стебле-листных остатков кукурузы биопрепаратом-деструктором Восток ЭМ-1 и оставление остатков в зиму приводит к потере массы в 30%, а к середине лета следующего года на более чем половине массы остатков отмечены существенные признаки их минерализации. Повтор обработки остаточной фитомассы кукурузы препаратом Восток ЭМ-1 весной к середине лета дополнительно стимулирует её разложение, что оценивается более чем в 63% первоначально учтенной массы послеуборочных остатков кукурузы.


Таким образом, констатирована принципиальная возможность использования биопрепарата-деструктора Восток ЭМ-1 в технологии no-till для активизации процессов минерализации послеуборочных остатков кукурузы, выращиваемой на черноземе оподзоленном, что внедрено в производственный процесс её выращивания при нулевой обработке почвы.

Заведующая кафедрой «Агрохимия и агроэкология» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева»  
доктор с.-х. наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ

Аспирант кафедры «Агрохимия и агроэкология»  
Главный агроном  
ТНВ "Михеев и Компания"

  
В.И. Титова

Н.В. Ерастова

  
А.А. Абаськин


02.09.2024 г.


Согласовано:

Утверждаю:

Проректор ФГБОУ ВО НГАТУ  
им. Л.Я. Флорентьева  
доктор с.-х. наук, профессор

Исполнительный директор  
ООО «Горизонт»

  
О.А. Басонов  
04.09.2024 г.



  
Н.А. Владимиров  
02.09.2024 г.



## АКТ

внедрения в производство научной разработки аспиранта кафедры  
«Агрохимия и агроэкология» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный  
агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева»  
Ерастовой Натальи Владимировны

Мы, нижеподписавшиеся, представитель ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева» (ФГБОУ ВО НГАТУ им. Л.Я. Флорентьева), заведующая кафедрой «Агрохимия и агроэкология», доктор с.-х. наук, профессор Титова Вера Ивановна, и аспирант кафедры Ерастова Наталья Владимировна, с одной стороны, и и.о. главного агронома ООО «Горизонт» Балябин Виктор Сергеевич, с другой стороны, составили настоящий акт о том, что на базе ООО «Горизонт» в 2024 г. на площади 140 га были внедрены результаты научных исследований аспиранта кафедры «Агрохимия и агроэкология» по теме, являющейся частью темы научных исследований диссертанта, а именно: «Оценка возможности использования биопрепарата-деструктора растительных остатков Восток ЭМ-1 в технологии возделывания зерновых культур с использованием элементов системы no-till».

Установлено, что убыль массы стерне-корневых остатков озимой пшеницы за период август 2022 года – апрель 2023 года на варианте с внесением биопрепарата Восток ЭМ-1 достигает 87%, а при совместном использовании препарата-деструктора Восток ЭМ-1 и препарата-фунгицида Стернифаг – 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, где биопрепарат Восток ЭМ-1 не применяли).

Окупаемость препарата Восток ЭМ-1 прибавкой урожая овса составила 36 кг/л или 180 руб./га.



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 окупаемость каждого килограмма действующего вещества удобрений прибавкой урожая зерна овса в 2,33–5,33 кг/кг.

Таким образом, констатирована принципиальная возможность использования биопрепаратов Восток ЭМ-1 и Гумат+7 в технологии no-till для активизации процессов минерализации послеуборочных остатков озимой пшеницы и оптимизации формирования фитоценоза овса, что внедрено в производственный процесс выращивания зерновых культур в звене севооборота «озимая пшеница – овес» при нулевой обработке почвы.


Заведующая кафедрой «Агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный

агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева»

доктор с.-х. наук, профессор,

Заслуженный деятель науки РФ



В.И. Титова

Аспирант кафедры «Агрохимия и агроэкология»



Н.В. Ерастова

И.о. главного агронома



В.С. Балябин

02.09.2024 г.