

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

МЕДВЕДЕВ НИКИТА АНДРЕЕВИЧ

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И
БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЭНДОФИТНОЙ БАКТЕРИИ НА
ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель -
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Сафин Р.И.

Казань – 2025 г

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Народнохозяйственное значение, морфологические и биологические особенности ярового ячменя (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	10
1.2 Гуминовые вещества. Свойства и особенности производства.	16
1.3 Эндوفитные бактерии. Особенности и влияние на растения.	21
1.4 Биологические препараты в современном сельском хозяйстве	26
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ .	33
2.1 Климатические особенности и почвенные условия Предкамья Республики Татарстан	33
2.2 Агрометеорологические условия в годы проведения исследований	34
2.3 Методика проведения полевых опытов	40
2.4 Методы учетов и лабораторных исследований	44
ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЭНДОФИТНОЙ БАКТЕРИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ	48
3.1 Влияние гуминовых удобрений и эндوفитных бактерий на развитие проростков ярового ячменя	48
3.2 Особенности роста и развития растений ярового ячменя	51
3.3 Показатели фотосинтетической деятельности растений	56
3.4 Оценка содержания пролина в листьях ярового ячменя	61
3.5 Развитие и распространенность болезней ярового ячменя	63
3.6 Урожайность и структура урожая	76
3.7 Содержание белка в зерне	84
3.8 Химический состав зерна, побочной продукции и вынос элементов минерального питания яровым ячменем	86
3.9 Содержание эндوفитных бактерий в семенах нового урожая	94
3.10 Экономическая эффективность	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	102
ПРИЛОЖЕНИЯ	137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. В условиях растущей антропогенной нагрузки, все большее внимание при разработке агротехнологий возделывания зерновых культур уделяется вопросам экологизации и биологизации производства (Вага И.И., 2017). С учетом этого, при разработке современных систем оптимизации минерального питания и интегрированной защиты сельскохозяйственных культур, ведется поиск новых технологических приемов, решающих задачи как обеспечения потребностей растений в элементах питания, так и в эффективном контроле вредных биологических объектов. В качестве таких перспективных приемов могут выступать – использование гуминовых веществ, получаемых из различных природных источников, а также применение различных биопрепаратов, в том числе на основе эндофитных бактерий растений (Юрина Т.А., 2020; Поволоцкая Ю.С., 2019; Эндофитные..., 2016).

Гуминовые вещества, благодаря комплексному положительному воздействию на растения и на процессы, протекающие в почве, достаточно давно и широко используются в растениеводстве. Кроме того, они отличаются универсальностью, что позволяет использовать их как для некорневого внесения, так и для предпосевной обработки (Amprong K., 2022; Кулик А. М., 2023). Природными источниками для производства гуминовых веществ служат – бурый уголь, торф, сапропель и т.д. При добавлении к гуминовым веществам различных микроэлементов, получают ценные удобрения с высокой биологической активностью.

Эндофитные бактерии, находясь в тесной связи с растениями-хозяевами, способны воздействовать на целый ряд физиологических процессов в них, в том числе оказывать положительное влияние на увеличение устойчивости к фитопатогенам и абиотическим стрессам (Кулабухова Д. Ю., 2017; Fadiji A. E., 2020).

Для Республики Татарстан и прилегающих территорий Среднего Поволжья, яровой двурядный пленчатый ячмень является основной зернофуражной культурой. К особенностям ярового ячменя относится сравнительно большое количество различных заболеваний, поражающих растения в период вегетации культуры, а также высокая отзывчивость на внесение гуминовых удобрений. С учетом преимущественно кормового использования, применение на яровом ячмене дорогостоящих химических фунгицидов и минеральных удобрений, часто экономически нецелесообразно.

В связи с этим, становится актуальным изучение эффективности различных способов совместного применения гуминовых веществ и биопрепаратов на основе эндофитных бактерий на яровом ячмене в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан, где такие исследования ранее не проводились.

Степень разработанности темы исследований. Изучение эффективности использования гуминовых препаратов в растениеводстве проводилось на большом количестве сельскохозяйственных культур как в России, так и зарубежом. В ходе исследований, было установлено положительное влияние гуминовых веществ на рост и развитие растений, их фотосинтетическую деятельность, устойчивость к стрессам, а также отмечалось повышение урожайности и качественных характеристик получаемого урожая (Малосиева., 2018; Неверов, А. А., 2021; Панина, Е. В., 2018; Поволоцкая, Ю. С., 2019; Humic..., 2020). Положительное влияние таких препаратов на яровом ячмене показано и для условий Республики Татарстан (Сергеева А.А., 2022).

В последние годы, все больший интерес со стороны исследователей, привлекают эндофитные бактерии, развивающиеся в тканях различных органов растений. Данные бактерии играют важную роль в жизни растения, в том числе оказывают влияние на образование фитогормонов, ростовые процессы, реакции

активного иммунитета к инфекционным болезням и устойчивость к абиотическим стрессам (Наумович, Н. И., 2016; Маркова, О. В., 2023; Mushtaq S. et al., 2023). Показано положительное влияние биопрепаратов на основе эндофитных бактерий на увеличение урожайности зерновых культур (Абрамова А. А., 2024).

Несмотря на большое количество исследований, посвященных оценке эффективности гуминовых удобрений и биопрепаратов на основе эндофитных бактерий, недостаточно изученным является вопрос о возможности их совместного использования в виде баковых смесей при различных способах обработки растений, в том числе ярового ячменя.

Цель исследований – оценить влияние применения гуминовых удобрений (Гумат +7 «Здоровый урожай», Бигус экстра) и биопрепарата на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis* PS-17 в чистом виде и в баковых смесях, при различных способах внесения (обработки семян, некорневое внесение, сочетание обработок) на формирование урожая, развитие болезней и качество зерна ярового ячменя кормового назначения в условиях Предкамья Республики Татарстан.

Задачи исследований:

1. Оценить влияние предпосевной обработки семян препаратами и их смесями на развитие растений на ранних этапах развития ярового ячменя и зараженность семенного материала фитопатогенами.
2. Дать оценку влияния изучаемых приемов на рост и развитие растений, а также фотосинтетическую деятельность.
3. Установить влияние обработок на устойчивость растений к абиотическим стрессам и развитие основных микозов ярового ячменя.
4. Определить характер влияния обработок гуминовыми удобрениями и биопрепаратом на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis* PS-17 на урожайность и качество продукции ярового ячменя.

5. Дать оценку изменений в химическом составе растений и выносе основных элементов минерального питания при применении изучаемых приемов.

6. Изучить влияния обработок на способность эндофитной бактерии *Bacillus mojavenensis* PS-17 заселять ткани растений ярового ячменя.

7. Рассчитать экономическую эффективность различных технологий использования гуминовых удобрений, а также биопрепарата на основе эндофитной бактерии при возделывании ярового ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые в условиях Предкамья Республики Татарстан было установлено положительное влияние применения гуминовых удобрений Гумат +7 «Здоровый урожай» и Бигус экстра, а также биопрепарата на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavenensis* PS-17 на формирование урожая и качество зерна ярового ячменя, причем при использовании сочетания обработки семян и последующего применения препаратов в период вегетации положительный эффект усиливался.

Синергетический эффект от использования баковых смесей гуминовых удобрений и биопрепарата на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavenensis* PS-17, в зависимости от условий года, не проявлялся или проявлялся в слабой степени. При этом, применение таких смесей не снижало способность бактерии *Bacillus mojavenensis* PS-17 к вертикальной передаче, т.е. накоплению в семенах нового урожая.

Практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы в агротехнологиях возделывания ярового зернофуражного ячменя на серой лесной почве Предкамья Республики Татарстан, обеспечивая дополнительный сбор урожая и обеспечивая высокую экономическую эффективность. Использование гуминовых удобрений и биопрепарата на основе эндофитных бактерий *Bacillus mojavenensis* PS-17 способствует улучшению

фитосанитарного состояния полей, что снижает пестицидную нагрузку на агроценозы.

Достоверность экспериментальных данных и корректность их обобщений подтверждается большим объемом проведенных наблюдений и измерений, осуществляемых с учетом общепринятых методик, ГОСТ, стандартов и регламентов в течении трех вегетационных периодов с 2022 по 2024 гг., а также использованием методов математической обработки полученного в ходе проведения исследований цифрового материала.

Основные положения, выносимые на защиту:

- положительное влияние гуминовых удобрений Гумат +7 «Здоровый урожай», Бигус экстра, а также биопрепарата на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis* PS-17 при разных способах обработки и их сочетании на рост и развитие растений, формирование листового фотосинтетического потенциала, а также устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам.
- снижение поражения растений ярового ячменя корневыми гнилями и листовыми микозами при применении изучаемых препаратов как в чистом виде, так и в смеси, при наибольшей эффективности вариантов с *Bacillus mojavensis* PS-17;
- рост урожайности и улучшение качественных характеристик зерна ярового ячменя при применении сочетания различных способов обработок и изучаемых препаратов;
- отсутствие значимого синергетического эффекта при применении баковых смесей гуминовых удобрений с биопрепаратом на основе *Bacillus mojavensis* PS-17;
- повышение эффективности производства зернофуражного ячменя при использовании гуминовых удобрений и биопрепарата на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis* PS-17.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены и одобрены на международных и всероссийских научно-практических

конференциях: «День Аграрной науки» (Лаишевский район, село Нармонка 2022, 2023, 2024), II Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию Института агробиотехнологий и землепользования (Казань, 2024), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора кафедры растениеводства и плодовоовощеводства д.с-х.н., профессора А.А. Зиганшина (Казань, 2023), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ Шакирова Азата Шаеховича (Казань, 2023), 81-ой студенческой (региональной) научной конференции (Казань, 2023), Первой международной научно-практической конференции «Биологические препараты и приемы биологизации в современном земледелии» (Казань, 2023), II Международной научно-практической конференции посвященной памяти профессора Бориса Ивановича Горизонтова (Казань, 2023), Первой международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений с использованием геномных технологий» (Казань, 2022), Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета (Казань, 2022).

Внедрение результатов исследований. Результаты исследований внедрены на полях ООО «Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 10 статей, в том числе 2 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки Российской Федерации.

Личный вклад автора. Работа выполнена согласно тематике научно-исследовательских работ, проводимых в Институте агробиотехнологий и землепользования ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Исследования проводились в основном автором лично. Общий личный вклад соискателя в объеме диссертационной работы составляет не менее 80%. Доля личного участия в

опубликованных научных трудах в целом не менее 80%, в том числе в статьях из перечня ВАК - 75%.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 159 страницах компьютерного текста, состоит из 3 глав, выводов, рекомендаций производству: содержит 28 таблиц, 23 приложения, 8 рисунков. Список использованной литературы включает 232 источников.

Благодарности. Автор выражает благодарность и признательность за помощь, оказанную в проведении исследований, ценные советы и наставления, а также поддержку на протяжении всего периода написания работы научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору Сафину Радику Ильясовичу, а также всем сотрудникам кафедры «Общего земледелия, защиты растений и селекции» и коллективу Института агробиотехнологий и землепользования ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ».

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Народнохозяйственное значение, морфологические и биологические особенности ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.)

В современном сельском хозяйстве яровой ячмень является одной из наиболее распространенных и ценных сельскохозяйственных культур. Благодаря своей высокой экологической пластичности и толерантности к абиотическим стрессовым факторам, он получил распространение практически во всех экологических зонах, где возможно ведение сельскохозяйственной деятельности. Так по площади распространения и объему получаемой продукции, он расположился на четвёртом месте вслед за такими культурами, как пшеница, рис и кукуруза (Постовалов, А. А., 2018; Timokhin, A., 2022; Статистические..., 2022).

Российская Федерация занимает лидирующие позиции в мире по площади, отводимой под посевы ячменя (7 986,6 тыс. га). А по показателю валового сбора зерна, Россия ежегодно занимает второе место (11-15% от общемирового валового сбора) (Динамика..., 2017; Farag M. A., 2022). Не смотря на столь большую распространённость данной культуры во всех зонах, в качестве основных центров ее производства можно выделить Центральный федеральный округ и зону Поволжья (Производство..., 2016). Достаточно большие площади под посев ячменя отведены в Сибири, на Дальнем Востоке и Северном Кавказе (Юдина Е. М., 2015).

В сравнении со многими другими яровыми зерновыми культурами, яровой ячмень отличается относительно стабильными показателями урожайности. Так, в среднем по России, ежегодно удастся убрать примерно 1,5 т/га зерна. Для Республики Татарстан данный показатель несколько выше и варьирует от 1,5 т/га в годы с крайне малым количеством осадков, до 3 т/га и более в годы с более благоприятными агроклиматическими условиями. В зависимости от метеорологических условий, почвенных показателей и региона

возделывания, яровой ячмень способен формировать до 3-7 тонн зерна с 1 гектара (Афанасьева Д.С., 2022; Предварительная..., 2019; Бакаева Н.П., 2024).

Яровой ячмень получил достаточно широкое распространение благодаря не только высоким адаптивным свойствам и экологической пластичности, но и широкому спектру его применения в производстве (Ершова Л.А., 2023; Якубышина, Л. И., 2016; Design..., 2022). С каждым годом ячмень и продукты его переработки находят все большее применение в различных отраслях промышленности. В животноводстве он используется, как в чистом виде, так и в составе комбинированных кормов для откорма сельскохозяйственных животных. В продовольственных целях из ячменя изготавливают перловую и ячневую крупы, а зерно с низким содержанием белка реализуется на пивоваренные цели. Помимо этого, в несколько меньшем количестве культура используется в текстильной, лакокрасочной, фармацевтической и других промышленности. Не смотря на столь обширные возможности для применения данной культуры, более 50% всего выращиваемого ячменя используется на нужды животноводства и лишь малая часть уже в других отраслях (Ториков В.Е., 2014; Филиппов Е.Г., 2019).

Качественные характеристики зерна ячменя могут отличаться в зависимости от выбранного для возделывания сортотипа, агрометеорологических условий зоны произрастания, фитопатогенной нагрузки и многих других факторов. Средние же показатели зерна в большинстве случаев имеют близкие значения к приведенным: белок порядка 12%, глютен 5-6%, безазотистых экстрактивных веществ около 64,4% (Нургалиева А.Т., 2016; Рахимзода, Ш. Х., 2020; Яровой..., 2024). Помимо этого, в состав ячменя входит большое количество различных макро и микроэлементов, таких как хром, марганец, йод, медь и другие. В зерне обнаруживаются практически все необходимые для человека незаменимые аминокислоты, в частности такие, как лизин и триптофан. Не маловажным достоинством ячменя является то, что в нем содержится достаточно большой набор витаминов, которые необходимы

для поддержания жизнедеятельности, как человеку, так и животным, а именно: D, A, PP, B1, B2, C и E (Типсина, Н. Н., 2013; Цэвэгсүрэн, Н., 2015).

По общепризнанной систематике, яровой ячмень принято относить к семейству злаковых (*лат. Poaceae*), который включает в себя представителей рода *Hordeum L.*. В культуре можно встретить всего 3 вида ячменя: *Hordeum humile Vav. Et Bacht.* – низкорослый, *Hordeum aethiopicum Vav. Et Bacht.* – эфиопский и получивший наибольшее распространение в сельском хозяйстве ячмень обыкновенный или посевной *Hordeum vulgare L. (H. Sativum Jessen.)* (Сухинина, К. В., 2016; Виды..., 2019).

Внутри вида культурного ячменя также имеются свои подвиды. В зависимости от особенностей строения колоса, а именно количества колосков на уступах стержня, существует деление на ячмени двурядные (*ssp. distichum L.*) и многорядные (*ssp. vulgare L.*), а также промежуточного типа (*ssp. intermedium Vav. Et. Ort.*). Также важными систематическими признаками являются окраска зерна, наличие и окрас остей, морфологические особенности колосковых чешуй, срastaются ли эти чешуи с зерновкой, образуя пленчатое зерно или голозерное (Лукина, К. А., 2022).

Как и у всех представителей высших растений, в строении ярового ячменя выделяют надземные и подземные части (Ториков, В. Е., 2010).

Характерной особенностью всех представителей злаковых, является наличие мочковатой корневой системы, в которой наибольшее развитие получают боковые и придаточные корни (Иванова Л.П., 2023; Natural..., 2022). После попадания зерна в почву из зародыша начинает формироваться первичная корневая система или же зародышевые корешки (Хоконова, М. Б., 2017). Их количество может варьировать от нескольких штук и до десятка (Молова, З. О., 2017). На количество образовавшихся корешков и степень их развития могут оказывать влияние такие факторы, как водный и температурный режим, почвенные показатели, выровненность зерна, а также разновидность ячменя и его сортовые особенности (Егорова Н. И. 2012; Мукайлов, М. Д., 2017). Основная функция первичных корней это обеспечение растения на

ранних этапах роста элементами питания и влагой. В последующем же первичная корневая система не утрачивает своего значения, а при неблагоприятных вегетационных условиях и вовсе может быть более развитой, в сравнении со вторичными корнями (Щенникова, И. Н., 2017; Лепехов, С. Б., 2023).

При наступлении фазы кущения, свое развитие начинает вторичная корневая система или узловая (Применение..., 2021). В большинстве случаев, растение образует около 5-7 вторичных корней, но этот показатель напрямую зависит от кустистости самого растения (Хоконова, М. Б., 2017). Период активного нарастания корневой системы начинается с фазы кущения и продолжается вплоть до начала налива зерна. Наиболее благоприятными факторами для роста корневой системы можно назвать пониженный температурный режим вплоть до 5 °С и наличии свободной почвенной влаги (Растениеводство..., 2006; Зайцева, И. Ю., 2019;).

Стебель ярового ячменя представлен соломиной, имеющей внутри полость и состоящий из узлов и зон междоузлий (Ковригина, Л. Н., 2011). Длина междоузлий изменяется в зависимости от его удаления от корневой системы, в связи с чем наибольшей длины она достигает у основания колоса. От показателей прочности и гибкости стебля в целом и отдельно междоузлий, будет зависеть такой показатель, как полегаемость сорта (Образцов, В. Н., 2020; Левакова, О. В., 2022).

Листовая пластина достаточно вытянута, ланцетного типа. В листе ярового ячменя выделяют еще 2 части, по мимо самой листовой пластины: влагалище и небольших размеров около 0,5-5 мм. язычок (Башинская О.С., 2017; Атабаева Х. Н., 2005).

С наступлением фаз выхода в трубку-колошения, у ячменя можно наблюдать соцветие, состоящее из колосков и коленчатого стержня (Добровольская, О. Б., 2018). Среди ярового ячменя встречаются, как безостые сорта, так и остистые, чьи наружные цветковые чешуи имеют на своем конце длинные отростки – ости (Лукина, К. А., 2022). В колосе растения обычно

формируется по паре колосковых и цветочных чешуй, а также завязь и 3 тычинки (Фёдорова, В.М., 2016). Не смотря на малый размер остей, они имеют большое значение в процессах энергетического обмена, участвуя, как в процессах фотосинтеза, так и в процессах выделения энергии.

После цветения в колосе начинается процесс формирования зерновки. Ее размер во многом будет зависеть от агрометеорологических условий произрастания, почвы, сортовых признаков и так далее (Суров, В. А., 2016). Средние размеры одного зерна варьируют в диапазоне от 7-10 мм. в длину и ширины 2-3 мм. Показатель массы тысячи семян может составлять от 28 г. и до 56г. (Shoeva, O. Y., 2021). При рассмотрении строения зерновки можно выделить следующие части: зародыш, граничащий с эндоспермом, алейроновый и субалейроновый слои, а также пленку у пленчатых форм ячменя (Чепец, Е. С. 2012). По окрасу зерновки могут быть желтыми, серыми, коричневыми, красными, фиолетовыми и т.д., в зависимости от вида и сорта ярового ячменя (Шоева, О. Ю., 2018). На химический состав ячменя также большое значение будут оказывать условия произрастания и генетически заложенные особенности сорта (Коношина, С. Н., 2019).

На протяжении вегетации яровой ячмень нуждается в продолжительном освещении, так как его относят к группе растений длинного светового дня (Голова, Т. Г., 2020).

Несмотря на то, что прорастание семян начинается уже при минимальных положительных температурах 1-2 °С, а всходы способны выдерживать заморозки до – 3-7 °С, наиболее оптимальный температурный режим в этот период будет варьировать в диапазоне 18-25°С (Сравнительная..., 2023). Чем ближе температурный режим к оптимальным значениям, тем более выровненными и дружными будут всходы (Никитина, В. И., 2017). В разные фазы роста и развития культуры, оптимальные температуры будут изменяться (Левакова, О. В., 2022). Так в фазу всходов корневая система наиболее активно развивается при температуре от + 10°С до +15°С. К фазе цветения оптимальные температуры смещаются еще выше и составляют + 15-17°С, а при

созревании и наливе зерна доходят до +23-24°C (Бесалиев, И. Н., 2005; Щенникова, И. Н., 2014; Lisitsyn, E., 2020). Кратковременные заморозки в фазу цветения повреждают генеративные органы растений. Пониженные температуры на этапе налива зерна могут привести к увеличению длительности данного периода (Анкудович, Ю. Н., 2024; Lisitsyn, E., 2020).

Среди яровых зерновых культур ячмень является наиболее засухоустойчивой культурой (Noskova, E., 2020). В среднем показатель транспирационного коэффициента листовой поверхности в различных источниках для данной культуры варьирует от 124 до 613 (Мельникова, О. В., 2024; Ториков, В. Е., 2014). Благодаря, хорошей устойчивости к пониженным температурам и короткому вегетационному периоду, ячмень может наиболее эффективно использовать весеннюю влагу из почвы (Никитина, В. И., 2017). Но при этом корневая система ярового ячменя развита достаточно слабо, что усиливает негативное влияние на растения засушливых периодов (Хоконова, М. Б., 2017). При снижении запасов влажности до показателя ниже двойной гигроскопической, происходит полная остановка дальнейшего развития растения (Муромцев, Н. А., 2016). Для растений ярового ячменя наиболее критическим периодом, по показателю содержания влажности в почве, будут фазы начиная с выхода в трубку и до колошения (Батищев, И. В., 2023).

Корневая система ярового ячменя развита слабо, период активного питания относительно короткий, она достаточно слабо усваивает питательные элементы из почвы, что в свою очередь приводит к необходимости размещения культуры на наиболее плодородных участках (Егорова, Н. И., 2012; Лисицын, Е. М. 2018). Дефицит элементов питания на начале вегетационного периода, практически невозможно компенсировать в последующие фазы роста (Трекозова, А. В., 2015). При возделывании ярового ячменя наиболее благоприятными будут участки с глубоким пахотным горизонтом, высоким уровнем плодородия и реакцией среды близкой к нейтральной (рН=6,8-7,5). Наиболее предпочтительным местом размещения посевов ярового ячменя будут

поля с дерново-подзолистыми и серыми лесными, глинистыми и суглинистыми почвами (Хоконова, М. Б., 2020; Силаева, О. П., 2020).

1.2 Гуминовые вещества. Свойства и особенности производства.

Одной из основных и наиболее перспективных задач в современном сельском хозяйстве является сокращение химизации производства и внедрение биологических препаратов, способных не только повысить качественные и количественные характеристики культурных растений, но и снизить воздействие на них вредных биологических объектов. В качестве таких препаратов могут выступать биологические стимуляторы на основе гуминовых веществ (Чарков, С. М., 2019; Бакаева, Н. П., 2020).

Само определение «гуминовые вещества» берет свое начало от латинского слова «*humus*», что дословно переводится, как «почва» или же «земля». В первые этот термин был использован ученым-химиком Ф. Ахардом еще в 1786 году в работе, посвященной выделению гуминовых кислот из соединений торфа (Алдашева, Н. Т., 2019; Яговкин, А. К., 2009). Под гуминовыми веществами в современной науке принято понимать высокомолекулярные органические соединения, выступающие в качестве основной органической части почвы (Humic acid..., 2020). В качестве природных источников гуминовых веществ, помимо почвы, могут выступать: уголь, торф, природные водные источники, сапропель со дна рек и озер, донные отложения различного происхождения мирового океана (Shirokov, Yu., 2021; Промтов, М. А., 2016; From Lab..., 2020). Процесс образования гуминовых веществ в природе получил название «гумификация» (Гузева, А. В., 2023; Impact..., 2022). В процессе образования гуминовых соединений в природном комплексе, участвуют относительно устойчивые к распаду соединения (Громова, Н. Ю., 2017). «В результате получается стохастическая, вероятностная смесь молекул, в которой ни одно из соединений не

тождественно другому» (Перспективы..., 2019). В зависимости от условий места образования и факторов, оказывающих влияние на этот процесс, будут возникать различия в особенности и сложности строения гуминовых соединений. Помимо этого, на свойства и характеристики получаемых на производстве гуминовых веществ оказывают влияние методы, используемые для их извлечения из природных соединений (Броварова, О. В., 2021; Тимшина, М. А., 2017).

Достаточно большое количество работ, посвященных изучению гуминовых соединений, в своей основе используют классификацию, выдвинутую советским ученым-почвоведом Тюриным И. В. (Развитие..., 2017; Дергачева, М. И., 2021). Основываясь на таком свойстве, как растворимость в кислотах и щелочах, было предложено разделить гуминовые вещества на 3 основные группы:

1. Подвержены растворению в щелочах, но устойчивы в кислотах – гуминовые кислоты ГК.
2. Подвержены процессу растворения, как в щелочах, так и в кислотах – фульвокислоты ФК.
3. Остаточный продукт, который не подвержен процессам разложения в кислотах и щелочах – гумин.

Данная классификация стала основополагающей при разработке методик извлечения гуминовых веществ из гумусосодержащих объектов (Humic..., 2024; Слюсарев, В. Н., 2023; Пузырева, В. М., 2010). Так метод Инсторфа основывается на способности солей одновалентных катионов гуминовых кислот растворяться в воде, что позволяет извлекать гуминовые кислоты ГК из природных соединений (Гостищева, М. В., 2004). Гуминовые вещества встречаются во многих структурных составляющих биоценозы, но их содержание будет сильно варьировать, что делает не все источники пригодными для промышленного извлечения гуминовых кислот. В водах мирового океана их содержание не более нескольких миллиграмм на 1 литр воды, в пресных

водоёмах до 20 мг/л, а в торфяниках их содержание может достигать до 40% от всего объема (Бамбалов, Н. Н., 2016; Наими, О. И., 2018).

Одним из наиболее разработанных источников получения гуминовых веществ является бурый уголь. Это обусловлено повышенным содержанием в нем гуминовых и фульвокислот, в частности их содержание в леонардите может превышать 80%. Мировые запасы бурого угля в мире составляют примерно 500 млрд. тонн, из них 20% располагается на территории РФ (Оценка..., 2018; Павлович, Л. Б., 2018).

Еще одним природным соединением, обладающим повышенным содержанием в своем составе гуминовых веществ является торф (до 40%). Так как мировые запасы торфа достаточно велики и по данным различных источников достигают до 500 млрд. т., он также активно используется в производстве (Лаптева, Е. М., 2020; Боярко, Г. Ю., 2014). Однако вопрос о целесообразности разработки торфяников и торфяных отложений в болотах весьма неоднозначен. Имеется ряд научных работ и исследований, ставящие под сомнение перспективы использования торфа, по причине опасности разработки торфяников для целостности и экологического баланса биоценозов (Починкова, А. А., 2022; Сирин, А. А., 2022).

Донные отложения со дна пресноводных рек и озер или же сапропель, также выступают в качестве источника получения гуминовых веществ. По предварительным оценкам запасы сапропели на территории нашей страны составляют около 225 млрд. куб. м. (Чмелева, О. А., 2016; Stankevica, K., 2019) Сапропель по своему составу может достаточно сильно отличаться, в зависимости от места добычи и условий окружающей среды, так как в нем могут присутствовать различные минеральные соединения, макро и микро элементы, и прочие примеси, что делает процесс извлечения гуминовых веществ более затруднительным, в сравнении с торфом или бурым углем (Сазанов, А. В., 2024; Слепцова Т. В., 2022; Deryagina, M. S., 2023).

Менее разработанным источником гуминовых веществ являются горючие сланцы. Несмотря на то, что содержание органических соединений в них

достаточно высоко и может достигать до 50%, они практически не используются (Исследование..., 2015; Кулик, А. М., 2023). При разработке месторождений горючего сланца наносится значительный ущерб окружающей среде, а извлечение гумусосодержащих веществ из них является сложным процессом (Пунанова, С. А., 2018). При этом полученные в ходе этого гуминовые вещества отличаются низким содержанием аминокислот в гидролизатах, в сравнение с гуминовыми кислотами из торфа, угля или сапропели (Гуминовые..., 2020).

В современном мире разработан целый ряд методов, позволяющих получить гуминовые вещества из различных гумусосодержащих объектов (Глушкова, И. А., 2018). Выбор метода может оказать влияние на характеристики и свойства конечного продукта (Сухорукова, М. В., 2023). Одним из наиболее распространённых и ставшим уже практически классическим методом получения гуматов калия и натрия является их щелочной гидролиз, осуществляемый при высоком температурном режиме. При выделении гуминовых веществ могут использоваться, как химические, так и физические методы (Бамбалов, Н. Н., 2020; Исследование..., 2019). Помещение угольно-щелочной пульпы в ультразвуковое поле, с последующей обработкой, обработка горячей водой, углекислым натрием или этилендиаминтетрауксусными кислотами также позволяет выделить гуминовые соединения (Методы..., 2022; Гостищева, М. В., 2004; Ультразвуковая..., 2016).

Технология вермикюльтивирования является одним из способов переработки отходов животноводческого комплекса, позволяющих конечным продуктом получать вермикомпост или же биогумус (Лыгина, Н. О., 2022). Для экстрагирования вермикомпостов используют методы ферментации водных суспензий, ультразвук, кавитацию, а также щелочи и кислоты (Наими, О. И., 2018). Метод обработки вермикомпоста или же биогумуса щелочами на данный момент является одним из наиболее перспективных с точки зрения характеристик конечного продукта. Так в сравнении с методами водной ферментации, при щелочной обработке, жидкий гуминовый препарат имеет более высокий процент концентрации (Патент № 2673713 С2, 2015; Титов, И.

Н., 2015). Помимо этого, происходит образование гумата калия, натрия и аммония из гуминовых кислот, благодаря этому увеличивается физиологическая активность гуминового препарата. Препараты на основе гуминовых веществ, полученные экстрагированием из вермикомпоста, в сравнении с углем, торфом или сапрпелью, проявляют больший спектр воздействия на растения и почву, так как в их составе содержится большее количество действующих начал. Также во многом свойства будут зависеть от изначальных продуктов и их характеристик, используемых при закладке вермикомпоста, так как полученный гуминовый биопрепарат сохраняет в растворенном виде компоненты вермикомпоста (Сухорукова, М. В., 2023; Поволоцкая, Ю. С. 2019; Биологическая...,2015; Способ..., 2024).

При некорневом внесении гуминовых веществ на растения, их основное воздействие осуществляется через листовую пластину (Арзиев, Ж. А., 2018). При использовании метода меченых атомов удалось установить, что не все молекулы гуминовых соединений способны проникать внутрь листа, а только низкомолекулярные. Более крупные высокомолекулярные молекулы из-за больших размеров, в большинстве своем, не способны проникать внутрь клетки через ее клеточную стенку (Безуглова, О. С., 2016; Flaig W., 1965). Однако, в ряде научных работ упоминается способность высокомолекулярных соединений гуминовых веществ распадаться на более простые составляющие и постепенно проникать внутрь клетки. Помимо этого, наличие гуминовых веществ также способно оказывать влияние на проницаемость клеточных мембран, что в свою очередь положительно сказывается на способности поглощать растениями макро и микроэлементы (Безгодов, А. В., 2017; Биологическая..., 2015). Также установлен стимулирующий эффект на работу листовой пластины, связанный с фотосинтетическими процессами и дыханием, а также иммунными процессами, связанными с рядом абиотических стрессовых факторов (Яхин, О. И., 2016; Lotfi, R., 2015).

Гуминовые соединения, при попадании в почву, оказывают влияние на активность ее микробиома, в ходе чего почвенные микроорганизмы активнее

перерабатывают, как органическую, так и минеральную составляющую почвы (Побеленская, А. А., 2021; Применение..., 2018). Таким образом усиливаются процессы высвобождения и перехода в более доступную форму минеральных соединений, которые в дальнейшем поглощаются корневой системой растений (Гордиенко, А. Н., 2020). Влияние гуминовых соединений на почву имеет пролонгированное действие. Наблюдается не только повышение почвенной активности, но и увеличение численности почвенной микрофлоры, как в общем, так и отдельных ее групп. Наибольший эффект наблюдается на группы микроорганизмов, перерабатывающие различные соединения азота, такие как азотфиксаторы, аммонификаторы и нитрификаторы, а также отмечается увеличение численности в почве целлюлозоразлагающих и маслянокислых бактерий, почвенных микромицетов (Безуглова, О. С., 2016; Микробные..., 2020; Жолобова, И. С., 2015).

1.3 Эндофитные бактерии. Особенности и влияние на растения.

Эндофитные бактерии — это группа бактерий, которые были выделены из вегетативных и генеративных органов растений. Данная группа бактерий не оказывает негативного воздействия на физиологические процессы растений, при этом отдельные штаммы способны оказывать ингибирующее действие на рост и развитие патогенных микроорганизмов, что делает их перспективными с точки зрения разработки средств биологической защиты растений (Гарипова, С., 2017; Савчик, А. В., 2017). В ряде научных работ встречаются сведения, касающиеся способности данной группы микроорганизмов участвовать в процессах мобилизации растениями макро и микроэлементов, проявлять ингибирующее действие на эндосимбионтов вредителей, активировать иммунную систему растений и повышать их устойчивость, не только к абиотическим стрессовым факторам, но и к антропогенным, связанных с загрязнением окружающей среды (Харитонов, Д. Э., 2018; Isolation..., 2022).

За счет более тесного взаимодействия с растением-хозяином, в сравнении с ризосферными микроорганизмами, эндофитные бактерии проявляют большую устойчивость в окружающей среде, что позволяет им не только воздействовать на прямую на растения, но и делает возможных их внедрение в агробиоценоз в целом (Venugopalan A., 2015; Seasonal..., 2021). Под действием данной группы бактерий, растения способны вырабатывать различные биологически активные вещества, в частности антиоксидантные вещества, антифунгальные, иммуномодулирующие агенты, антибиотики и прочее, что расширяет их спектр возможного применения. Еще одним важным направлением в использовании эндофитов можно назвать биоремедиацию загрязнений и уменьшение содержания остаточных пестицидов в конечной продукции растениеводства, за счет таких их свойств, как биоконверсия химических средств защиты растений и снижение негативного действия от поллютантов. Возможность эндофитов вступать в тесные взаимодействия с растениями делает их перспективными агентами в разработке биологических средств защиты растений, включающих в свой механизм действия технологии РНК-интерференции (Эндофитные...,2018; Габдрахманова, В. Ф., 2024; Савчик, А. В., 2017; Endophytic...,2015; Antifungal...,2021).

Впервые микроорганизмы, способные обитать в живых тканях растений, были обнаружены и описаны немецким ботаником Генрихом Антоном де Бари в 1866 году. Современным ученым удалось выделить эндофитные бактерии из многих видов растений, в частности овса, пшеницы, риса, бобовых. и т.д. (Tadych, M., 2009; Проворов, Н. А.; 2019). На видовое разнообразие микроорганизмов растений оказывает влияние не только его вид или род, но также и фенологическая фаза роста растений, агрометеорологические условия произрастания, а также сам орган растения и его месторасположение в пространстве. Современная наука насчитывает более 200 видов бактерий, обнаруженных в поверхностно стерилизованных растительных образцах (Видовой..., 2024; Lelie D. van der, 2009). Несмотря на то, что отдельные штаммы многих из них способны проявлять эндофитные свойства, некоторые

из этих штаммов могли попасть в растения случайно через механические поранения или иным путем. Среди выделяемых таксонов, наиболее доминирующими, чьи эндофитные свойства уже доказаны, являются *Pseudomonas sp.*, *Streptomyces sp.* и *Bacillus sp* (Наумович, Н. И., 2016; Эндофитные..., 2018; Carro L., 2013).

Для того чтобы бактерия в ходе распознавания была отнесена к эндофитам, она должна соответствовать нескольким основным критериям. Во-первых, группа микроорганизмов должна быть получена из тканей растений, прошедших поверхностную дезинфекцию. Во-вторых, должно быть возможным определить молекулярными методами ДНК в изучаемых тканях растений (Эндофитные..., 2019; Compant S, 2010; Диабанкана, Р. Ж. К., 2023). В-третьих, выделенные и размноженные колонии бактерий, при попадании на растение, должны адаптироваться и заселять ткани растений, не вызывая при этом каких-либо патологических или физиологических изменений в растении-хозяине (Naser P T, N., 2023; Культивируемые..., 2020).

Идея возможности применения эндофитных бактерий в целях защиты растений от вредных биологических объектов зародилась еще в начале прошлого столетия. Несмотря на это, разработкой биопрепаратов для защиты растений занялись только во второй половине XX века (Эндофитные..., 2018; Myers D.F., 1983). Ученым из Белоруссии А.Н. Перебитюком был разработан биопрепарат Планриз на основе ризосферной бактерии *Pseudomonas fluorescens* AP-33, однако для данного штамма бактерии не было дано описание эндофитных свойств (Федоренко, В. Ф., 2018).

Pseudomonas syringe являлся одной из первых эндофитной бактерий, которая испытывалась в целях защиты растений, в частности изучались ее антагонистические способности по отношению к патогенному грибу *Ceratocystis ulmi* (Козаева, М. И., 2021; Plourde, D. F., 1986). В дальнейшем способность ингибировать развитие вредных биологических объектов и проявлять антагонистические свойства была обнаружена у ряда эндофитных

бактерий, относящихся к родам *Bacillus sp.*, *Enterobacter sp.*, *Burkholderia sp.* (Эндофитные..., 2015; In vitro..., 2023; Isolation..., 2020).

Микроорганизмы, относящиеся к роду *Bacillus sp.*, являются одними из наиболее перспективных с точки зрения агентов для создания и разработки биопрепаратов. Грамположительные аэробные спорообразующие палочковидные бактерии данного рода, включают в себя более 200 различных штаммов, способных проявлять достаточно высокую устойчивость к негативному воздействию окружающей среды (Ерегина, С. В., 2024; Сухарева, Л. В., 2023). Среди них имеются свободноживущие представители, эндофитные штаммы, ризосферные и патогенные, такие как *B. Anthracis* способные вызывать сибирскую язву (Особенности..., 2021). Большинство штаммов данной группы микроорганизмов обладают широким диапазоном толерантности к условиям окружающей среды, а при наступлении экстремальных условий (критические температуры, различного рода излучения, обеззараживание) проявляют способность к спорообразованию (Дудник, Д. Е., 2022; Сверчкова Н. В., 2020).

С технологической точки зрения производство биопрепаратов на основе рода *Bacillus sp.* имеет ряд преимуществ. Благодаря способности переходить в состояние спор при наступлении неблагоприятных условий окружающей среды, срок хранения биопрепаратов на основе штаммов этого рода может составлять длительный период времени без снижения жизнеспособности (Андрюков, Б. Г., 2020; Sporulation..., 2023). Во-вторых, большая часть штаммов рода *Bacillus sp.*, имеют уже налаботанные и хорошо изученные методики культивации, не отличающиеся особой сложностью, в сравнении с бифидо- и лактобактериями. Выделение интактных белков у многих микроорганизмов из данного рода можно наблюдать при их нахождении в субстрате, что является еще одним важным качеством (Ерегина, С. В., 2024; Bacillus..., 2020). Помимо этого, биопрепараты на основе *Bacillus sp.* благодаря вышеперечисленным свойствам, допускаются к использованию в полевых условиях на большинстве сельскохозяйственных культур традиционными методами, такими, как

опрыскивание или предпосевная обработка семенного материала (Эндифитные..., 2018; Сырмолот, О. В., 2016).

Род бактерий *Bacillus sp.* активно используется в создании большого количества средств защиты растений и ежегодно их количество только увеличивается, что в первую очередь обусловлено таким фактором, как способность проявлять антибиотическую активность к большому количеству вредных биологических объектов (Fira D, 2018; Bacillus-based...,2021; Rahman, M., 2017). При этом биопрепараты, производимые на основе таких штаммов, как *B. subtilis*, *B. Sphaericus*, *B. Velezensis* и *B. mojavensis.*, способны проявлять положительное воздействие на ростовые процессы, фотосинтетическую активность, индуцировать устойчивость у растений-хозяев к биотическим и абиотическим стрессовым факторам. Большая часть штаммов, относящихся к данному роду, также способна оказывать положительное влияние на почву, обогащая ее микробиоту. Представители рода *Bacillus sp.* способны оказывать воздействие на фитопатогенные грибы за счет образования циклических липопептидов (Isolation...,2024). На основе этого было выдвинуто предположение, что циклические липопептиды связываются с липидным бислоем плазмалеммы, вследствие чего наблюдается изменение в проницаемости мембраны (Перспективы..., 2023; Mihalache G., 2018; Grady E.N., 2019). Отдельные штаммы проявляют способность к выработке гидролаз во внеклеточную среду, что позволяет разрушать и лизировать мицелий и гифы фитопатогенных грибов (Исследование...,2008; Краснобаева, И. Л., 2020). Таким образом использование штаммов бактерий рода *Bacillus sp.* является перспективным, как с точки зрения эффективной защиты растений, так и с точки зрения стоимости производства препаратов, в сравнении с химическими средствами защиты растений (Земцова, В. О., 2018).

1.4 Биологические препараты в современном сельском хозяйстве

В современном сельском хозяйстве, в качестве основных задач, выдвигаемых к растениеводству, стоит не только максимальная реализация продуктивного потенциала возделываемых сортов, но и регулирование качества получаемой продукции. Это связано в первую очередь с тем, что количество населения ежегодно увеличивается, а процент получаемой энергии через растительные продукты питания составляет порядка 45%, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (Drakopoulos D., 2021; Перспективы..., 2023). В качестве препаратов, способных оказывать положительное влияние на рост и развитие растений, повысить урожайность, а главное соответствующих основным требованиям биологизированного земледелия можно назвать биопрепараты на основе гуминовых веществ (Илькив, Н., 2022; Canellas, L. P., 2014). Внедрение данной группы препаратов возможно в различные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, о чем упоминается в статье В. И. Титовой «гуминовые препараты могут использоваться как в «традиционном», так и в органическом земледелии» (Титова В.И., 2016). При этом гуминовые препараты способны оказывать положительное влияние на растения, как при предпосевной обработке семенного материала, так и при использовании их для некорневого внесения в периоды вегетации растений (Поляков, М. В., 2020; Plant..., 2020;).

Гуминовые вещества способны снижать процент развития возбудителей заболеваний на большинстве сельскохозяйственных культур, как за счет прямого воздействия на возбудители заболеваний, так и за счет активации и повышение иммунитета к вредным биологическим объектам, о чем свидетельствует ряд научных работ (Сейтменбетова, А. Т., 2022; Мельников, С. П., 2016; Влияние..., 2021). При этом влияние на некоторые вредные биологические объекты остается неоднозначным. В частности, установлено, что у нематод, относящихся к виду *Caenorhabditis elegans*, растворенные гуминовые соединения способны стимулировать репродуктивные функции, при этом

наблюдается увеличение длительности периода генерации (Enrichment..., 2011). Но при этом в научных работах Новикова Л.Н. и соав., говорится о том, что применение данной группы биопрепаратов для обработки картофеля, способствует повышению устойчивости растений к нематодам вида *Globodera rostochiensis* (Применение..., 2011). Оказывая прямое воздействие на клетки растений, гуминовые вещества способны воздействовать на ряд биохимических и биофизических процессов, протекающих внутри растений, что позволяет воздействовать на развитие большинства сельскохозяйственных культур (Вероятный..., 2023; Безуглова, О. С., 2021).

Эффективность действия гуминовых веществ на растения доказана уже большим количеством проведенных исследований по всему миру, однако единого мнения, касающегося их механизма действия в системе «почва-растения» нет. В своей работе от 1980 года С.С. Драгунов выделяет несколько наиболее вероятных механизмов воздействия на физиологические и биохимические процессы, протекающие внутри вегетирующих растений и их клеток «...гормональное воздействие, улучшение проникновения минеральных питательных элементов через корни растений, проникновение тех же минеральных элементов в виде гуминоминеральных соединений; активное участие в окислительно-восстановительных процессах растительной клетки; предварительное ферментативное расщепление с образованием стимулирующих соединений» (Драгунов С. С., 1980). В своей работе по изучению влияния гуминовых веществ на семена различных сельскохозяйственных культур, Федотов Г. Н. с соавторами, выдвигает гипотезу, согласно которой воздействие осуществляется на процессы гормональной регуляции растений. В частности, он обосновывает это тем, что «Начальная стадия прорастания семян связана с вымыванием ингибитора (абсцизовой кислоты) из семени и синтезом *de novo* гибберелловой кислоты. Макромолекулы ГВ, присутствующие во внешней среде, за счет межмолекулярных взаимодействий могут связывать молекулы ингибитора в надмолекулярные комплексы, усиливая диффузию ингибитора из клеток

семени.» (О возможной..., 2018). Также имеется большое количество теоретических и практических работ, как отечественных, так и зарубежных ученых, где выдвигаются иные гипотезы механизма воздействия гуминовых веществ на растения (Безуглова, О. С., 2021; Соколова, А. В., 2023; Lumactud, R. A., 2022; Ampong, K., 2022).

Внедрение в технологию возделывания биопрепаратов на основе гуминовых веществ оказывает положительное влияние на большинство сельскохозяйственных культур, что подтверждается рядом научных исследований (Малышев, П. А., 2024). Так, в работах Ерохина и соав., показано положительное влияние некорневого внесения препарата Гумата Калия. При этом его совместное применение с фунгицидом Титул Дуо, ККР, позволило получить прибавку к урожаю 0,25 т/га или 10,2%, а также повысить выход сухой массы растений на 11,1-15,4% (Ерохин, А. И., 2020). Выявлено влияние гуминовых препаратов на содержание пигментов и ростовые процессы у зерновых культур (Петрина, П. С., 2022; Чурзин, В. Н., 2017). Установлена эффективность применения гуминовых веществ также и на древесных культурах, как плодово-ягодных, так и хвойных (Сабиров, А. М., 2015; Джинджолия, Л. Б., 2022).

В 2019 году на опытных полях Марийского государственного университета был заложен полевой опыт по изучению влияния обработки гуминовыми препаратами на качественные характеристики зерна и показатели урожайности. Обработка вегетирующих растений осуществлялась дважды за вегетационный период в фазы выхода в трубку и кущения препаратами: Гуми 30 – 0,5 кг/га, Гумат+7 – 0,7, Гумат К – 0,5 и Гумат Na – 0,5 л/га. Вариант с обработкой препаратом Гумат +7 оказал наибольший эффект на показатель урожайности и составил 2,36 т/га, что на 0,23 т/га больше контроля. Также во всех вариантах опыта отмечается увеличение содержания в зерне содержания азота на 1,76-2,03 %, фосфора на 0,88-0,97 % и калия на 0,51-0,60 % (Кузьминых, А. Н., 2020).

На территории Казахстана Кербулакского района Жетысуской области в 2021-2022 гг. были проведены исследования по влиянию предпосевной обработки ярового ячменя препаратом Гумат Калия 1 мл. в составе смеси с фунгицидом Скарлет, м.э. 0,4 мл. и контактным протравителем семян Табу, в.с.к., 0,4 мл. с добавлением 18,2 мл. воды из расчета на 1кг. посевного материала. В ходе исследования было установлено снижение развития корневых гнилей к концу вегетации на 7,5 %, в сравнении с контролем. Отмечалось положительное влияние обработки на элементы структуры урожая, что привело к последующему увеличению урожайности ярового ячменя на 3,5 т/га (Защитно-стимулирующий..., 2023).

Использование эндофитных микроорганизмов в производстве биопрепаратов является не менее перспективным направлением. В первую очередь это обусловлено их способностью воздействовать на иммунные процессы, оказывать влияние на синтез гормонов, а также снижать воздействие стрессовых факторов на растения (Гарипова, С., 2017). Имеется ряд научных исследований, как в нашей стране, так и зарубежом, подтверждающих способность данной группы микроорганизмов оказывать положительное воздействие на физиологические процессы растений, при этом проявляя антагонистическое воздействие по отношению к фитопатогенным организмам (Наумович, Н. И., 2016; Editorial..., 2022; Plant..., 2021).

Учеными Башкирского государственного университета были проведены лабораторные исследования по изучению влияния эндофитных бактерий штамма *Bacillus subtilis* на изменения в листовых пластинах, касающихся содержания в них хлорофилла *a* и *b*, каротиноидов, при воздействии на растения ионов никеля. Для этого стерилизованные семена мягкой пшеницы обрабатывали культурой бактерий *Bacillus subtilis* 26Д из расчета 20 мкл на 1 г семян, после чего семена высушили и произвели посев в вегетационные емкости. Для создания стрессовых условий, единожды проводилась обработка почвы солями никеля $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ в соответствующих концентрациях. В ходе опыта было установлено, что обработка семенного материала бактериями

B. Subtilis, позволила увеличить содержание хлорофилла в тканях растений в 1,8-2 раза в сравнении с контролем, при концентрации никеля в почве 200 мг/кг. Это позволило сделать выводы о снижении негативного воздействия никеля на фотосинтетический аппарат растений, при обработки семенного материала *Bacillus subtilis* (Смирнова, Ю. В., 2018).

В работе Румянцева С.Д. и соав. (2018) описываются исследования, по изучению прямого и косвенного воздействия эндофитных бактерий *Bacillus subtilis*. Для этого применялась обработка листьев суспензией и заражений листьев растений картофеля штаммами *B. subtilis* 26 Д, *B. thuringiensis* B-5351 и *B. subtilis* 26ДCry. В ходе чего было установлено, что во всех вариантах опыта на 7 сутки наблюдалась смертность личинок колорадского жука третьего возраста. При этом обработка листьев вызывала больший процент смертности вредителя, чем при заражении растений. А по показателю смертности наибольший эффект имел штамм *B. subtilis* 26ДCry, где изучаемый показатель достигал 80% при обработке листьев суспензией и 61,8% при использовании в качестве эндофита картофеля (Румянцев, С. Д., 2018).

Изучение влияния эндофитных бактерий рода *Bacillus* активно проводится на базе Казанского Государственного Аграрного Университета. В частности, в работах Абрамовой А.А. и Сафина Р.И. исследуется влияние эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis* PS-17 на фитопатогенные микромицеты. Исследования проводились с 2020 по 2022 года на территории Предкамской зоны Республики Татарстан. Семена яровой мягкой пшеницы подвергались предпосевной обработке *Bacillus mojavensis* PS-17 1,0 л/т, а после обрабатывались вегетирующие растения в фазу колошения тем же составом из расчета 1,0 л/га. В результате лабораторных и полевых опытов было обнаружено антагонистическое влияние изучаемого штамма бактерий на развитие таких заболеваний, как корневые гнили, септориоз листьев, бурая листовая ржавчина и настоящая мучнистая роса. При это обработка *Bacillus m. PS-17* позволила повысить урожайность пшеницы в среднем за 3 года на 9,2% в сравнении с контролем без обработки (Абрамова, А. А., 2024).

Эндофитные бактерии активно изучаются учеными всего мира не только на различных сельскохозяйственных культурах, но также и на декоративных. Так в Индии проводятся исследования, посвященные изучению влияния *Bacillus subtilis* и *Klebsiella aerogenes* на растения вида *Vasopa monnieri*. В результате было обнаружено положительное влияние микроорганизмов на физиологические процессы, протекающие внутри растений, в частности накопление азота и поглощение калия (Synergism..., 2022).

В целом имеется большое количество научных работ, опубликованных авторами со всего мира, посвященных положительному воздействию эндофитных бактерий на физиологические процессы растений, снижение фитопатогенной нагрузки, повышению устойчивости к абиотическим стрессовым факторам, а также влиянию на биоту и процессы протекающие в почве (Endophytic..., 2022; Lipopeptide..., 2019; Inter-Genera...,2021).

Заключение по обзору литературы

Яровой ячмень имеет большое значение для региона, являющийся ценной кормовой и продовольственной сельскохозяйственной культурой. Несмотря на высокий потенциал культуры и высокую устойчивость к различным стрессовым факторам, возникает необходимость во внедрении в систему возделывания культуры комплекса мероприятий, направленных на снижение процента потерь урожая от комплекса вредных биологических объектов с последующим повышением урожайности. Одним элементом из комплекса подобных мер можно назвать внедрение в производство ярового ячменя препаратов на основе природных агентов, оказывающих положительное влияние на рост и развитие растений, а также соответствующих основным положениям биологизированного земледелия.

Внедрение в технологию возделывания биопрепаратов на основе гуминовых веществ и эндофитных бактерий способствует стимуляции ростовых процессов, положительно влияет на физиологические процессы растений, повышает устойчивость растений к ряду стрессовых факторов, снижает процент развития фитопатогенов, что в свою очередь ведет к повышению урожайности ярового ячменя. Однако, проведенный литературный обзор, позволяет сделать выводы о том, что вопросы, касающиеся влияния эндофитных бактерий и гуминовых удобрений, как в отдельности, так и совместно в баковых смесях, остаются недостаточно изученными.

Таким образом, более детальное и всестороннее изучение влияния гуминовых препаратов и эндофитных бактерий на формирование урожая и устойчивость к болезням ярового ячменя является актуальной задачей для агропромышленного комплекса.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

2.1 Климатические особенности и почвенные условия Предкамья Республики Татарстан

Территория Республики Татарстан расположена в области Предкамья, в котором согласно природно-географическим особенностям выделяют 3 района: Предкамье, Закамье и Предволжье. На протяжении всего периода исследований закладка полевых опытов осуществлялась на территории Нармонского поселения, Лаишевского района, РТ, которое входит в Западную Предкамскую зону (Система земледелия..., 2013).

Отличительными особенностями данной зоны можно назвать то, что средний многолетний показатель ГТК $\geq 1,0$, сумма выпадающих осадков за вегетационный период варьирует в диапазоне от 245 мм. до 265 мм. Сумма эффективных температур (превышающих значение $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) составляет 2020-2150 $^{\circ}\text{C}$. Данные метеорологически условия характеризуют зону Предкамья, как умеренно-прохладную с наиболее высокими показателями увлажнения, относительно других агропромышленных зон Республики Татарстан.

Характерной особенностью рельефа зоны Предкамья являются высокие показатели расчленённости рельефа, что обусловлено достаточно высоким развитием эрозионных процессов.

На большей части территории Предкамской агропромышленной зоны преобладают делювиальные и лессовидные тяжелые суглинки. По некоторым подсчетам ученых, они занимают до 70,8% территории от всей зоны. В меньшей степени на территории обнаруживаются верхнепермские отложения на 15,3% территории и аллювиальные отложения, распространение которых доходит до 6,5-до 7,0% (Хабибуллин, Г. Г., 2016; Игонин, 2008).

Несмотря на достаточно большое разнообразие почвенного покрова пахотных земель, наиболее распространенным является светло-серый лесной тип почвы, занимающий до 29% от всей территории зоны Предкамья. Дерново-

подзолистые и темно-серые лесные почвы также можно отнести к наиболее преобладающим типам почвы для данной территории, так как они занимают 21% и 18% соответственно. Несколько реже встречаются черноземные, дерново-карбонатные, коричнево-серые и иные почвы. Гранулометрический состав почв, расположенных на территории сельскохозяйственных угодий, в большинстве своем характеризуется, как суглинистый. В северных Районах Республики Татарстан в малом количестве присутствуют песчаные и супесчаные типы почв, общая площадь которых не превышает 3% от общей площади региона. (Рыбальский Н.Г., 2005).

Предкамская агропромышленная зона характеризуется высоким содержанием доступного фосфора и калия, при этом по показателю содержания гумуса имеют достаточно низкую обеспеченность. Почвы территории Предкамья имеют высокое содержание марганца и меди, средние показатели по наличию в них подвижных форм бора и цинка, низкую обеспеченность кобальта и серы (Салимзянова, 2004).

2.2 Агрометеорологические условия в годы проведения исследований

Закладка полевых опытов с 2022 по 2024 году осуществлялась на опытных полях кафедры «Общего земледелия, защиты растений и селекции» Казанского ГАУ, расположенных на территории Нармонского сельского поселения Лаишевского района РТ. Складывающиеся агрометеорологические условия в годы проведения исследований представлены на рисунках 1-3.

Вегетационный период 2022 года имел достаточно ярко выраженные отличия по показателю влажности и температуры в отдельные месяцы от среднего многолетнего значения. Так май месяц по показателю выпавших осадков превысил многолетнее значение на 122%, а температурный режим был ниже нормы на 2,7 °С. Однако, не смотря на столь незначительное отклонение от среднего значения, первая половина мая выдалась сравнительно прохладной,

а показатель ГТК составил 0,55. Такие агрометеорологические условия сказались на длительности прорастания семян и задержке наступления фенологической фазы всходов. В июнь и июль месяца сильного отклонения температуры от среднего многолетнего значения не наблюдалось (не более 2 °С). При этом июнь месяц характеризовался, как сильно засушливый. Количество выпавших осадков было ниже нормы примерно в 3 раза, а гидротермический коэффициент увлажнения 0,35. В июле месяце количество выпавших осадков находилось в пределах нормы (ГТК – 0,95). В августе месяце осадки отсутствовали полностью, а температурный режим превысил норму на 5,5 °С. В целом несмотря на то, что вегетационный период отличался ярко выраженной изменчивостью по влагообеспеченности, агроклиматические условия позволили сформировать максимальный урожай зерна ярового ячменя за все годы проведения полевых опытов.

Начало вегетационного периода 2023 года отличалось ранним приходом весны: снежный покров сошел достаточно рано, а температура в мае месяца уже превышала норму на 2,2 °С. Количество выпавших осадков превысило среднее многолетнее значение для данного периода на 38% (ГТК – 0,98). В июне месяце выпало всего 6мм. осадков (10% от нормы), температурный режим находился в пределах нормы, что позволяет характеризовать этот период, как засушливый (ГТК-0,18). В июле месяце температурный режим уже превышал норму на 1,1 °С, при этом количество выпавших осадков было ниже среднего многолетнего значения на 38% (ГТК-0,67). В августе месяце разница между многолетним значением и фактической температурой продолжила увеличиваться до 3,3 °С, тогда как количество выпавших осадков наоборот уменьшилось и составило 20 мм, что меньше многолетнего значения на 35 мм. В целом, агроклиматические условия на протяжении большей части вегетационного периода, характеризовались, как засушливые, что оказало лимитирующее влияние на формирование урожая растениями ярового ячменя.

Агроклиматические условия мая месяца можно назвать благоприятными для роста и развития ярового ячменя. В течении месяца количество выпавших

осадков превысило норму на 18,5 мм, а среднесуточное значение температуры воздуха составила 11 °С, при норме 13,4 °С. Июнь месяц характеризуется резким снижением количества осадков до 15,8 мм или 26,3% от среднего многолетнего значения, а температура была выше средней многолетней на 4,7 °С. Погодные условия июля месяца были более благоприятными для набора вегетативной биомассы и формирования качественных и количественных составляющих урожая ярового ячменя. Температурный режим был выше среднего многолетнего значения на 2,3 °С, но количество выпавших осадков находилось в пределах нормы 56,2 мм (ГТК-1,11). В августе месяце отмечается дефицит осадков (51,6% от нормы) и теплая погода (выше нормы на 1,4 °С). Несмотря на то, что август месяц характеризовался засушливыми условиями (ГТК-0,71), это не оказало существенного влияния, но формирование урожая и позволило завершить полевые работы в установленные сроки.

Таблица 1 – Комплексная оценка агроклиматических условий вегетации
(величина ГТК) ярового ячменя, 2022-2024 гг.

Период	2022 год	2023 год	2024 год
Май	0,55	1,42	2,90
Июнь	0,35	0,18	0,32
Июль	0,95	0,67	1,11
Август	0,01	0,45	0,71
За вегетацию	0,33	0,66	0,94

Таким образом, можно сделать вывод, что в 2022-2023 годах погодные условия вегетации ярового ячменя отличались периодически засушливыми явлениями, тогда как в 2024 году, они были благоприятными для роста и развития культуры.

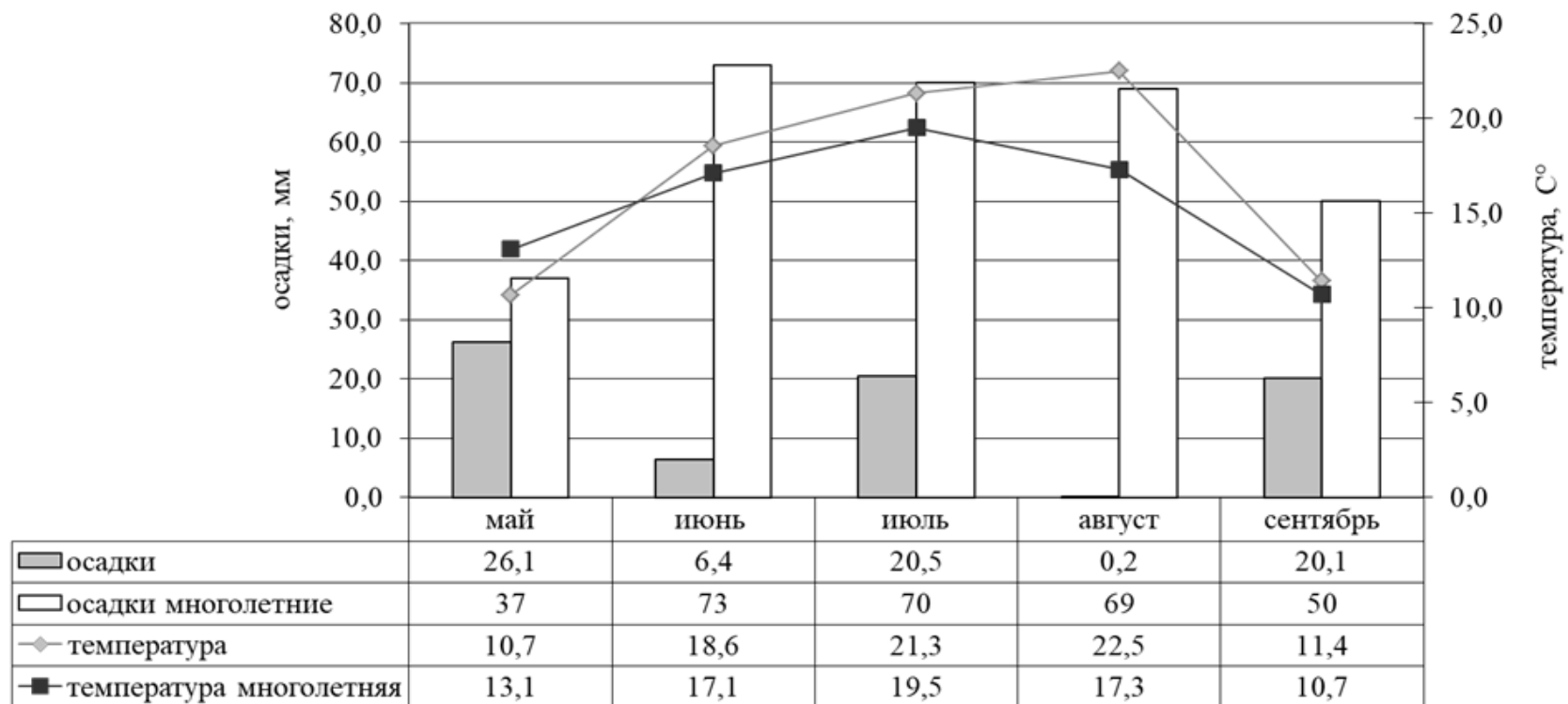


Рис. 1. – Агрометеорологические условия вегетационного периода ярового ячменя, 2022 г.
(метеостанция Агробиотехнопарка Казанского ГАУ)

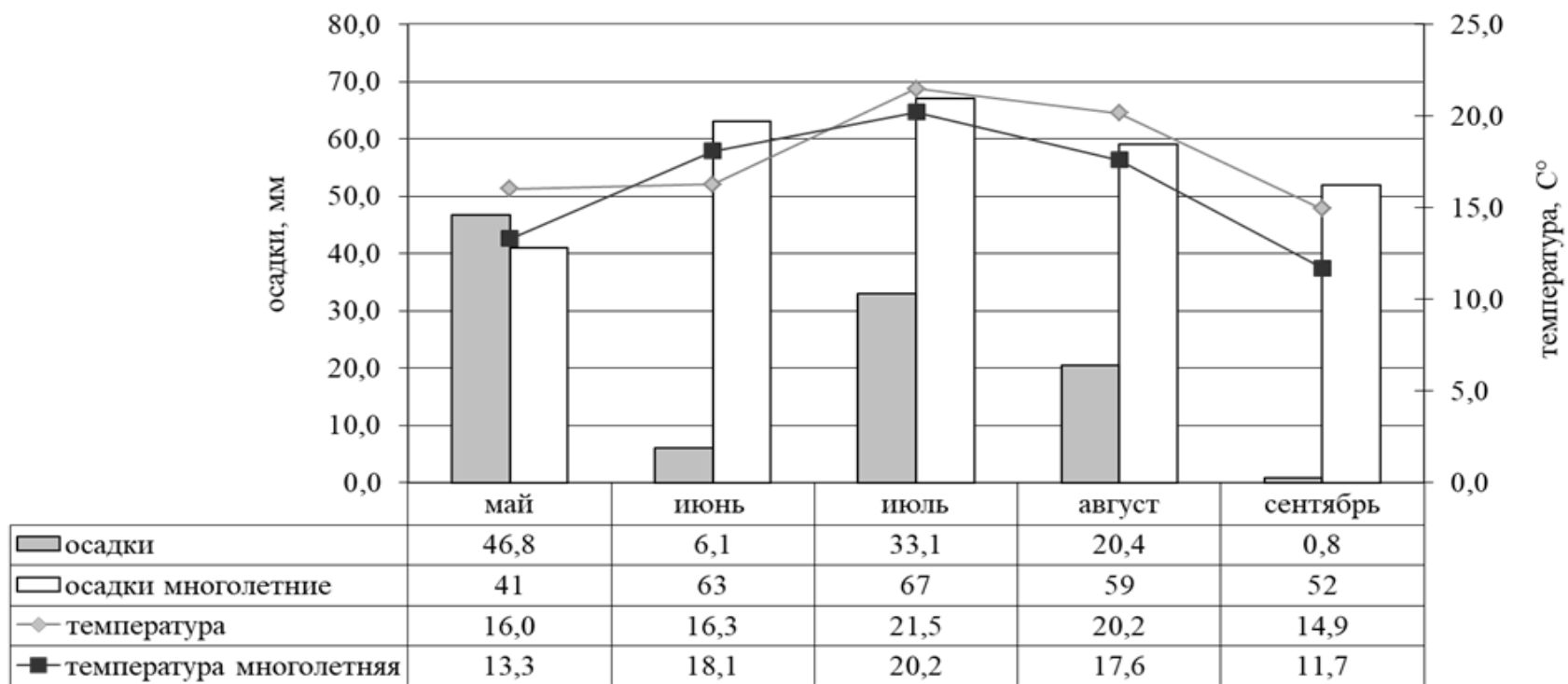


Рис. 2. – Агрометеорологические условия вегетационного периода ярового ячменя, 2023 г.
(метеостанция Агробиотехнопарка Казанского ГАУ)

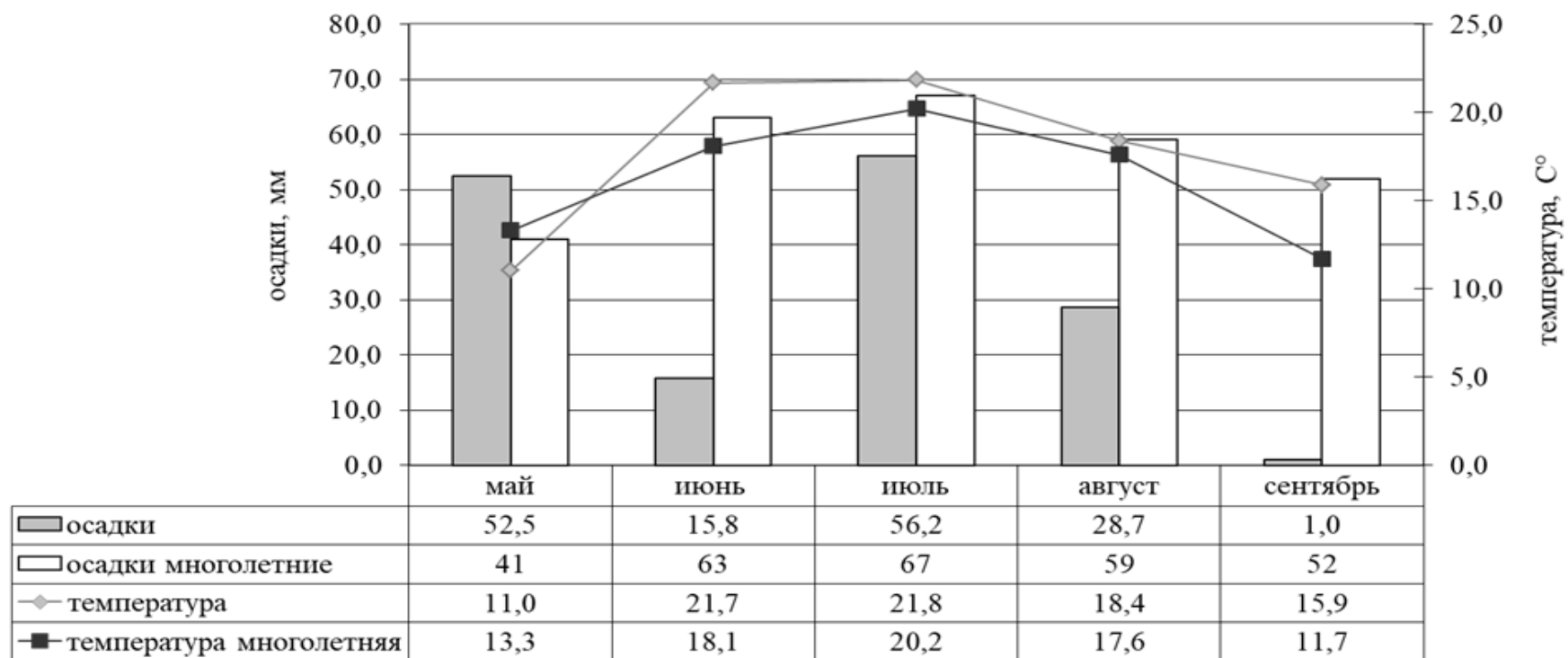


Рис. 3. – Агрометеорологические условия вегетационного периода ярового ячменя, 2024 г.
(метеостанция Агробиотехнопарка Казанского ГАУ)

2.3 Методика проведения полевых опытов

Закладка полевых опытов осуществлялась в течение трех лет (2022-2024 годы) на опытных полях кафедры Общего земледелия, защиты растений и селекции Казанского ГАУ, расположенных вблизи Нармонского поселения, Лаишевского муниципального района Республики Татарстан на территории Агробιοтехнопарка ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

В опыте объектом исследований являются яровой двурядный ячмень сорта Раушан, биопрепарат на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis* штамм PS 17, а также гуминовые удобрения Гумат +7 «Здоровый урожай» и Бигус экстра.

Предметом изучения являлась оценка воздействия гуминовых удобрений и биопрепарата на основе эндофитной бактерии на формирование урожая и устойчивость к болезням ярового ячменя.

Полевой опыт был заложен на семенных посевах ярового двурядного ячменя сорта Раушан (репродукция ЭС).

Схема опыта:

1. Контроль – без обработки;
2. Гумат +7 «Здоровый урожай», 1 л/т (обработка семян);
3. Бигус экстра, 1 л/т (обработка семян);
4. *Bacillus mojavensis* PS 17, 1 л/т (обработка семян);
5. Гумат +7 «Здоровый урожай» (1,0 л/т) + *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/т) (обработка семян);
6. Бигус экстра (1 л/т) + биопрепаратом *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/т) (обработка семян);
7. Гумат +7 «Здоровый урожай», 1 л/га (опрыскивание растений);
8. Бигус экстра, 1 л/га (опрыскивание растений);
9. *Bacillus mojavensis* PS 17, 1 л/га (опрыскивание растений);

10. Гумат +7 «Здоровый урожай» (1 л/га) + *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/га) (опрыскивание растений);
11. Бигус экстра (1 л/га) + *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/га) (опрыскивание растений);
12. Гумат +7 «Здоровый урожай» (1 л/т) (обработка семян) и Гумат +7 «Здоровый урожай» (1 л/га) (опрыскивание растений);
13. Бигус экстра (1 л/т) (обработка семян) и Бигус экстра (1 л/га) (опрыскивание растений);
14. Гумат +7 «Здоровый урожай» (1 л/т) + *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/га) (обработка семян) и Гумат +7 «Здоровый урожай» (1 л/га) + *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/га) (опрыскивание растений);
15. Бигус экстра (1 л/га) + *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/га) (обработка семян) и Бигус экстра (1 л/га) + *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/га) (опрыскивание растений);
16. *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/т) (обработка семян) и *Bacillus mojavensis* PS 17 (1 л/га) (опрыскивание растений).



Рис. 4. – Общий вид посевов ярового ячменя сорта Раушан в фазу выхода в трубку, 2023 г.

Общая площадь опытной делянки составляла 26 м², учетная площадь – 20 м². Повторность в опыте – трехкратная.

Обработка семенного материала производилась в день проведения посевных работ. Опрыскивание посевов проводилась два раза за период вегетации – в фазу выхода в трубку и в фазу колошения. Для обработки семенного материала норма расхода рабочей жидкости составляла 10 л/т, для опрыскивания растений 200 л/га. Предшественник в опыте – чистый пар. Норма высева – 5,5 млн. шт./га всхожих семян.

Оригинаторами ярового ячменя сорта Раушан являются ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»; ФГБУН ФИЦ «Казанский Научный Центр Российской Академии Наук»; ЗАО НПФ «Российские Семена»; СПК «ОРКИНО». Разновидность – нутанс. Сорт среднеспелый, вегетационный период 71-83 дня. Включен в список ценных по качеству сортов. Слабовосприимчив к пыльной и твердой головне, восприимчив к стеблевой ржавчине и гельминтоспориозным пятнистостям (темно-бурой и сетчатой).

Почва опытного участка, где был размещен опытный участок – серая лесная. По гранулометрическому составу – среднесуглинистая. Основные агрохимические показатели, характеризующие почву опытного участка, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка, 2022-2024 гг.

Показатель	Значения
Содержание гумуса по Тюрину, %	3,2-3,9
Кислотность почвы, pH солевой вытяжки	6,2-6,5
Содержание обменного калия по Кирсанову, мг/кг почвы	159-161
Содержание подвижного фосфора по Кирсанову, мг/кг почвы	275-281

Агрохимическая характеристика почвы составлена на основе лабораторных анализов, проведенных в сертифицированной лаборатории Центра Агрохимической службы «Татарский».

Минеральный фон по годам исследований отличий не имел. Предпосевная обработка почвы проводилась совместно с внесением минерального удобрения – нитроаммофоски (16 : 16 :16) в количестве 150 кг/га.

Агротехнология возделывания ярового двурядного ячменя – на основе зональных рекомендаций по возделыванию культуры для Предкамской зоны в сборнике «Система земледелия Республики Татарстан».

Характеристика изучаемых препаратов

Гумат +7 «Здоровый урожай» производится на основе низкозольного угля, добываемого с месторождения, расположенных на территории Иркутской области. Элементы минерального питания в биопрепарате представлены в хелатной форме. Содержание натриевых и калиевых солей гуминовых кислот – 3,7%. Препарат предназначен для предпосевной обработки семенного материала и некорневого внесения в период вегетации.

Бигус экстра производится на основе озерных пелоидов или же сапропеля. Содержание гуминовых кислот (калийные соли) составляет 25 г/л по кислоте. По регламенту применения препарат используется для обработки семян, а также двукратного некорневого внесения. Класс опасности для человек – 4, класс опасности для пчел – 3.

Характеристика эндофитной бактерии

штамма *Bacillus mojavensis* PS17

Данный штамм бактерии проявляет фунгицидные свойства по отношению к ряду фитопатогенных грибных микроорганизмов, а также способен оказывать стимулирующее действие на рост и развитие растений, повышая конечную урожайность сельскохозяйственных культур. Эндофитные бактерии штамма *Bacillus mojavensis* PS 17 по отношению к среде обитания выступают в качестве типичных аэробов, помимо этого данный штамм является хемоорганогетеротрофной бактерией, не предъявляющей дополнительных

потребностей к факторам роста. Температура, при которой наблюдается жизнеспособность и активный рост бактерий, составляет от 10 до 47°C, но наиболее оптимальными значениями будут являться температура от 28°C до 32°C. Количество КОЕ составляет не менее 5×10^9 в 1 мл. В настоящее время, на основе данной бактерии промышленно выпускается биопрепарат Системика М (дата выдачи регистрации 30.01.2025 г, регистрационный номер – 173-02-4796-0).



Рис. 4. – Опытные посевы ярового ячменя в фазу всходов

2.4 Методы учетов и лабораторных исследований

В рамках проведения исследований с 2022 по 2024 года проводились следующие наблюдения и исследования:

1. Определение густоты стояния и сохранности растений к уборке, основные биометрические измерения - проводились по методикам государственного испытания (1985).

2. Определение динамики изменения площади листовой поверхности осуществлялось методом промеров (измерение ширины и длины листовой пластины в наиболее широком месте) по формуле:

$$S = Д \times Ш \times 0,7, \quad (1)$$

где: Д – длина листа; Ш – ширина листа.

3. Расчет чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) за определенные вегетационные фазы осуществляли по формуле Кидда, Веста и Бригса по формуле:

$$\text{ЧПФ} = (B_2 - B_1) / 0,5(L_1 + L_2) \times T,$$

где: ЧПФ – Чистая продуктивность фотосинтеза; B_1 – масса сухого вещества растения в начале учётного периода; B_2 – масса сухого вещества растения в конце учётного периода; L_1 – средняя площадь листьев в начале учётного периода; L_2 – средняя площадь листьев в конце учётного периода; T – продолжительность учётного периода, дни.

3. Диагностика, определение процента развития и распространенности заболеваний ярового ячменя осуществлялось по общепринятым в фитопатологии методикам (Болезни зерновых колосовых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга), 2010).

Распространенность развития заболеваний определяли по формуле:

$$P = 100 \cdot n/N, \quad (2)$$

где: P – распространенность болезни, %; N – общее число растений в пробах; n – количество больных растений в пробах.

Развитие заболеваний определяли по формуле:

$$P_b = \sum(a \cdot b)100/KN, \quad (3)$$

где: a – число растений с одинаковыми признаками поражения; b – соответствующий этим признакам балл поражения; N – общее количество учтенных растений (здоровых и больных); K – высший балл шкалы учета.

Определения биологической эффективности применения изучаемых удобрений и биопрепарата осуществляли по формуле:

$$БЭ = (a - \bar{b}) / a \times 100, \quad (4)$$

где: БЭ – снижение распространенности или развития болезни к контролю, %; а – распространенность или развитие болезни в контроле; б – то же в опытном варианте.

4. Учет урожая проводился отдельно с каждой делянки методом сплошного обмолота зерна комбайном «Сампо» в фазу полной спелости с последующим определением массы полученного урожая. Урожайность пересчитывали на 14%-ную влажность (ГОСТ 13586.5) и 100%-ную чистоту (ГОСТ 13586.2).

5. Структуру урожая определяли по пробным снопам (отбирались с каждой делянки в трех местах по 0,33 м²) в соответствии с методическими указаниями Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985). Биологическую урожайность определяли по формуле:

$$Y = (A \times B) \times (B \times \Gamma), \quad (5)$$

где: А – количество растений на 1 га; Б – продуктивная кустистость; В – число зёрен в соцветии; Г – масса 1000 зёрен.

6. Анализ содержания в соломе и зерне азота проводилось по ГОСТ 13496.4, фосфора по ГОСТ 26657, калия по ГОСТ 30504.

7. Определение массовой доли белка в пересчете на сухое вещество осуществляли по ГОСТ 10846-91.

8. Фитопатологический анализ семян ярового двурядного ячменя проводили, основываясь на ГОСТ 12044-93.

9. Определение изменения воздушно-сухой массы по фазам вегетации растений – по методике ГСИ (1983) высушиванием растительных проб в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянного веса.

10. Определение агрохимических характеристик почвы проводили по методикам: гумуса – по методу Тюрина в модификации Б.А. Никитина (Методы определения..., 2010); подвижного фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО; кислотность почвы, pH - приготовление солевой вытяжки и определение её pH по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85).

11. Формула для расчёта хозяйственного выноса питательных элементов с урожаем (V_x) в кг/га:

$$V_x = C_o \cdot U_o + C_p \cdot U_p, \quad (6)$$

где: C_o – содержание элемента питания в основной продукции, %; U_o – урожайность основной продукции, т/га; C_p – содержание элемента питания в побочной продукции, %; U_p – урожайность побочной продукции, т/га.

12. Определение содержания пролина в листьях растений осуществляли по ГОСТ Р 51124-97.

13. Анализ содержания в листовых пластинах хлорофилла проводили по ГОСТ 17.1.4.02-90.

14. Статистическая обработка данных и корреляционный анализ проводили по общепринятым методикам (Доспехов, 1985).

15. Оценки синергетического эффекта от использования смесей препаратов проводили по методике I.O.Akobudu et al. (1975). При этом рассчитывался коэффициент синергизма по формуле:

$$R = C_{obs}/C_{exp}, \quad (7)$$

где: C_{obs} – фактический эффект от смеси; C_{exp} – возможный эффект от смеси (сумма эффектов компонентов при использовании по отдельности). При R более 1 отмечается синергетический эффект в смеси, при 1 – нейтральный эффект, а при R менее 1 – антагонистический эффект.

16. Расчет экономической эффективности - по методике СибНИИСХ по технологическим картам на производство ярового ячменя на зернофуражные цели.

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЭНДОФИТНОЙ БАКТЕРИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

3.1 Влияние гуминовых удобрений и эндофитных бактерий на развитие проростков ярового ячменя

Основной целью предпосевной обработки семенного материала биопрепаратами и стимуляторами роста, является стимуляция ростовых процессов на ранних этапах роста, увеличение полевой всхожести, повышение устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам. К.А. Шатохиным были проведены лабораторные исследования, по изучению влияния предпосевной обработки семенного материала растений пшеницы гуминовыми препаратами, в ходе которых было выявлено стимулирующее действие на рост и развитие, как корневой системы, так и длины проростков (Шатохин, К. А., 2021).

Для определения влияния на проростки ярового ячменя препаратов Гумат +7 «Здоровый урожай», Бигус экстра и *Bacillus mojavensis* PS17 были проведены лабораторные исследования в лаборатории кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Семена ярового ячменя предварительно были обработаны гуминовыми препаратами (концентрация рабочего состава 5%, разведение 1 : 20), а при использовании биопрепарата эндофитных бактерий применялось разведение 1 : 10 (10% концентрация рабочего раствора). В дальнейшем семена проращивались методом рулонов в термостате при температуре 22 °С на протяжении 7 суток, после чего была произведена оценка биометрических показателей и зараженности проростков фитопатогенными микроорганизмами.

На основании полученных данных (табл. 3) можно сделать вывод о том, что обработка семян биопрепаратами и эндофитными бактериями оказывает различное влияние на биометрические показатели растений ярового ячменя на

ранних этапах их развития. При этом удалось установить, что использование всех изучаемых препаратов и их смесей не оказывает существенного влияние на длину coleoptily, но способствует увеличению длины корней.

Таблица 3 – Влияние предпосевной обработки гуминовых препаратов и эндофитной бактерии на биометрические показатели проростков ярового ячменя, среднее за 2022-2024 гг.

Варианты	Число корешков, шт./раст.	Длина coleoptily, см	Максимальная длина корней, см	Длина ростка, см
Контроль	4,1	3,5	8,3	14,9
Гумат +7 «Здоровый урожай»	4,8	3,6*	9,6	15,9
Бигус экстра	4,9	3,6*	9,7	15,9
<i>B. mojavensis</i> PS 17	4,3*	3,5*	9,2	15,6*
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	4,6*	3,4*	9,6	15,7*
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	4,5*	3,5*	9,6	15,8

Примечание: * – показатели в опытном варианте достоверно (при $P=0,05$) не отличаются от значений в контроле по критерию t .

В вариантах с применением только о гуминовых удобрений Бигус экстра и Гумат +7 «Здоровый урожай», отмечается достоверное увеличение количества первичных корешков, а также длины ростка, что свидетельствует об их ростостимулирующем действии. В тоже время, для смеси гуминовых удобрений и биопрепарата, синергетического эффекта в отношении данных показателей не отмечалось.

Инфицированный семенной материал может выступать в качестве первичного источника для развития на растениях корневых гнилей, различных видов головни, а также сапрофитных микроорганизмов. Помимо этого, в период от уборки зерна до его посева возможно заселение поверхности семени различными плесневыми грибами из родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* и ряда других. В связи с этим возникает необходимость не только в изучении

влияния биологических препаратов и стимуляторов роста на морфологические и физиологические показатели, но и на развитие фитопатогенных микроорганизмов на проростках ярового ячменя.

Таблица 4 – Влияние предпосевной обработки гуминовыми препаратами и биопрепаратом на основе эндофитной бактерии на зараженность семян ярового ячменя, %, 2022-2024 гг.

Варианты	Зараженность семян, %		
	фузариоз	гельминтоспориоз	альтернариоз
Контроль	12	18	16
Гумат +7 «Здоровый урожай»	10	16	14
Бигус экстра	10	14	14
<i>B. mojavensis</i> PS 17	6	10	10
Гумат +7 Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	8	14	14
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	8	14	12

Примечание: * – показатели в опытном варианте достоверно (при $P=0,05$) не отличаются от значений в контроле по критерию t.

Фитоэкспертиза семенного материала методом рулонов позволила выявить наличие на семенном материале таких возбудителей заболеваний, как фузариоз, гельминтоспориоз и альтернариоз. На протяжении всего периода проведения опытов, все варианты изучаемых биопрепаратов проявляли ингибирующий эффект на развития семенной инфекции в той или иной степени. Несмотря на то, что эндофитные бактерии штамма *B. mojavensis* PS 17 оказывали меньший стимулирующий эффект на проростки ячменя, обработка семенного материала показала наименьший процент развития всех изучаемых фитопатогенных микроорганизмов (снижение на 6-8% от значений в контроле). Использование препаратов Гумат +7 «Здоровый урожай» и Бигус экстра также позволили несколько снизить процент развития семенной инфекции. В смеси с гуминовыми удобрениями положительный эффект от *B. mojavensis* PS 17 был

слабее, чем при применении биопрепарата в чистом виде, что свидетельствует об отсутствии синергизма компонентов в баковой смеси.

В целом, полученные данные позволяют говорить о перспективности внедрения эндофитных бактерий и гуминовых препаратов для предпосевной обработки семенного материала. Причем их эффективность при использовании в баковой смеси не носила характера синергетического действия.

3.2 Особенности роста и развития растений ярового ячменя

Одним из важных показателей, оказывающих влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, является норма высева и густота стояния растений (Таланов И. П., 2019). В свою очередь густота стояния ярового ячменя складывается из таких факторов, как полевая всхожесть растений и их сохранность к концу вегетационного периода. В результате деятельности вредных биологических объектов и абиотических стрессовых факторов, в отдельные годы может наблюдаться значительная гибель растений, что является одной из весомых причин снижения потенциально возможной урожайности культуры. Для оценки влияния различных способов применения эндофитных бактерий и гуминовых препаратов на густоту растений, проводился учет растений с 1 м² в фазы полных всходов и в период перед уборкой (табл. 5).

Агроклиматические условия весеннего периода не всегда складывались благоприятно для роста и развития растений, но благодаря смещению сроков посева и высоким показателям пластичности изучаемой культуры к возвратным заморозкам и пониженным температурам, показатели полевой всхожести сохранялись на уровне не ниже 93%. При этом обработка семян эндофитными бактериями или гуминовыми веществами, позволили увеличить количество взошедших растений минимум на 0,7%.

Таблица 5 – Показатели густоты растений ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, среднее за 2022-2024 гг.

Варианты	Густота растений всходы, шт./м ²	Доля от посеянных, %	Густота растений к уборке, шт./м ²	Доля от взошедших, %
Контроль	515±4,1	94,0	468±5,7	85,0
Обработка семян				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	524±5,0	95,3	480±7,1	87,3
Бигус экстра	525±5,3	95,5	481±4,1	87,4
<i>B. mojavensis</i> PS 17	525±5,3	95,5	479±3,7	87,1
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	524±4,5	95,3	478±4,5	86,9
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	521±3,3	94,7	480±4,1	87,2
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	517±4,2	94,8	484±8,4	87,9
Бигус экстра	513±4,9	93,3	480±4,5	87,3
<i>B. mojavensis</i> PS 17	513±3,7	93,3	484±4,1	87,9
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	515±5,4	93,6	483±2,9	87,8
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	517±2,9	94,1	482±6,6	87,7
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	525±4,5	95,5	490±7,8	89,2
Бигус экстра	524±4,5	95,3	488±9,4	88,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	523±5,0	95,2	485±8,0	88,2
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	524±5,8	95,3	484±7,8	88,1
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	523±4,5	95,1	486±7,0	88,3

Примечание: *- разница недостоверна к контролю при P=5%, ** норма высева – 5,5 млн. шт. на га.

При этом, предпосевная обработка семенного материала отдельно гуминовыми веществами или эндофитной бактерией *B. mojavensis* PS 17

позволила повысить полевую всхожесть до 95,5%. Применение баковых смесей на основе штамма бактерий *B. mojavensis* PS 17 и гуминового препарата на основе сапропеля (Бигус экстра), оказывало наименьший эффект на изучаемый показатель в сравнении с другими вариантами опыта. Использование в качестве компонента баковых смесей гуминового препарата, производимого на основе бурого угля (Гумат +7 «Здоровый урожай»), повышало эффективность баковой смеси в среднем на 0,2- 0,6%.

Эффект от обработки семенного материала имел пролонгированное воздействие на развитие растений ярового ячменя, что положительно сказалось на густоте стояния к уборке (прирост на 1,9-2,4%). Двукратная обработка вегетирующих растений изучаемыми препаратами также позволила повысить количество сохранившихся растений к уборке, при том, если без применения препаратов данный показатель составлял 85%, то при некорневом внесении 87,3-87,9%. Внедрение в систему возделывания культуры обработки посевного материала и некорневого внесения гуминовых веществ и эндофитных бактерий позволило получить более выраженный эффект на долю сохранившихся растений к уборке (прибавка к контролю на 3,1-4,2%). Это достигается не только за счет изначально большего количества взойшедших растений на единицу площади, но и благодаря дальнейшему стимулированию ростовых процессов и повышению устойчивости к стрессовым факторам в период вегетации за счет обработки по листовым пластинам. При этом, во всех вариантах обработки отмечается меньший положительный эффект при совместном использовании бактерий штамма *B. mojavensis* PS 17 и гуминовых веществ, как по показателю полевой всхожести, так и по сохранности растений к уборке.

Изучаемые биологические препараты и стимуляторы роста, оказывают влияние на густоту стояния растений, что в свою очередь, оказывает влияние на интенсивность протекающих ассимиляционных процессов. Все это влияет на показатели воздушно-сухой биомассы надземных и подземных органов ярового ячменя (табл. 6).

Таблица 6 – Динамика нарастания воздушно-сухой массы растений ярового ячменя сорта Раушан (т/га), 2022-2024 гг.

Вариант	Воздушно-сухая масса надземных органов				Воздушно-сухая масса корневой системы			
	кущение	выход в трубку	колошение	молочная	кущение	выход в трубку	колошение	молочная
Контроль	12,40	22,13	46,73	83,00	2,77	3,70	13,47	16,80
Обработка семян								
Гумат +7 «Здоровый урожай»	1,37	2,36	4,80	8,44	0,37	0,43	1,43	1,73
Бигус экстра	1,36	2,34	4,80	8,43	0,37	0,43	1,42	1,72
<i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,37	2,32	4,77	8,43	0,38	0,44	1,47	1,73
Гумат+7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,35	2,34	4,78	8,43	0,37	0,44	1,45	1,73
Бигус экстра + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,35	2,34	4,79	8,43	0,37	0,44	1,46	1,73
Обработка растений (опрыскивание)								
Гумат +7 «Здоровый урожай»	1,25	2,31	5,02	8,62	0,28	0,39	1,57	1,83
Бигус экстра	1,24	2,29	4,98	8,59	0,28	0,38	1,56	1,83
<i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,22	2,28	5,00	8,58	0,28	0,39	1,54	1,83
Гумат+7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,22	2,28	5,00	8,57	0,28	0,39	1,55	1,83
Бигус экстра + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,21	2,27	4,99	8,57	0,28	0,39	1,56	1,83
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)								
Гумат +7 «Здоровый урожай»	1,38	2,43	5,15	8,77	0,37	0,44	1,66	1,92
Бигус экстра	1,35	2,44	5,15	8,77	0,37	0,44	1,66	1,92
<i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,34	2,42	5,12	8,73	0,36	0,44	1,66	1,92
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,34	2,42	5,12	8,73	0,36	0,44	1,66	1,92
Бигус экстра + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	1,36	2,43	5,13	8,75	0,36	0,44	1,67	1,93

Сравнительная оценка изменения воздушно-сухой биомассы надземных и подземных органов ярового ячменя, позволяет сделать выводы о том, что

независимо от агроклиматических условий в год исследований, отмечается положительная динамика накопления массы растений при применении изучаемых препаратов.

Предпосевная обработка семенного материала исследуемыми препаратами оказала положительное влияние на воздушно-сухую массу корневой системы. Однако выделить наилучший вариант обработки по данному показателю не является возможным, так как на разных этапах онтогенеза ярового ячменя каждый вариант проявляет себя по-разному, а к концу вегетационного периода, разница между вариантами опыта не превышала 0,35%. Некорневое внесение, как отдельно, так и совместно с предпосевной обработкой, оказало стимулирующий эффект на корневую систему, но выделить лучший вариант также невозможно. В связи с чем, можно сделать вывод о том, что большее значение имеет не вариант обработки, а способ применения. Так, обработка семян с последующими двукратными обработками в период вегетации увеличила массу подземных органов более чем на 0,24 т/га.

На формирование надземных вегетативных и генеративных органов растений, наиболее выраженный стимулирующий эффект, оказывает использование гуминового препарата, производимого на основе бурого угля Гумат +7 «Здоровый урожай». Использование для обработки растений баковых смесей совместно с эндофитными бактериями, также оказывает стимулирующий эффект на нарастание воздушно-сухой массы растений, но при этом эффективность гуминовых веществ снижается. Предпосевная обработка ярового ячменя с последующим двукратным некорневым внесением удобрения Гумат +7 «Здоровый урожай» оказала наиболее выраженный эффект на изучаемый показатель, позволив получить прибавку к контрольному варианту в среднем на 0,47 т/га или 5,7%.

В целом, полученные данные позволяют сделать вывод о том, что наиболее выраженное действие на нарастание воздушно-сухой массы растений к уборке оказывает некорневая обработка вегетирующих растений с предварительной обработкой посевного материала.

3.3 Показатели фотосинтетической деятельности растений

Рядом научных работ подтверждается тот факт, что на урожайность растений оказывают прямое влияние: интенсивность процессов фотосинтеза, тесно связанные с ним процессы дыхания и транслокация питательных элементов от листьев к генеративным органам (Ламмас, М. Е., 2023). Для наиболее полной реализации этих процессов, важным является формирование фотосинтетического аппарата – листовой поверхности сельскохозяйственных культур. На площадь листовой поверхности и интенсивность ее нарастание могут оказывать влияние такие факторы, как агроклиматические условия, сортовые особенности, агротехнологические мероприятия в период вегетации, а также используемые в технологии возделывания, а также используемые в технологии возделывания биопрепараты и стимуляторы роста.

Данные по изучению площади листовой поверхности и фотосинтетической деятельности растений ярового ячменя на разных этапах онтогенеза по вариантам опыта представлены в таблице 7. Оценивая показатели фотосинтетической деятельности ярового ячменя, удалось установить положительное влияние применения гуминовых биопрепаратов и эндофитных бактерий на формирование фотосинтетического аппарата растений. Использование для обработки семенного материала гуминовых веществ оказало наибольший стимулирующий эффект на наращивание площади листьев в первой половине вегетационного периода.

Таблица 7 – Показатели фотосинтетической деятельности растений ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, 2022-2024 гг.

Вариант	Площадь листовой поверхности тыс. м ² /га				Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² *сутки		
	куще- ние	выход в трубку	колошен ие	перед уборкой	куще- ние	выход в трубку	колошен ие
Контроль	9,4	21,2	16,7	11,0	3,9	8,0	7,5
Обработка семян							
Гумат +7 «Здоровый урожай»	11,0	22,4	17,1	11,4	3,6	7,6	7,3
Бигус экстра	11,0	22,2	17,1	11,5	3,6	7,7	7,2
<i>B. mojavensis</i> PS 17	10,7	22,2	17,0	11,7	3,6	7,7	7,3
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	11,2	22,4	17,0	11,5	3,6	7,6	7,3
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	11,0	22,2	16,9	11,5	3,6	7,7	7,3
Обработка растений (опрыскивание)							
Гумат +7 «Здоровый урожай»	9,7	21,5	17,4	12,0	4,2	8,5	7,0
Бигус экстра	9,4	21,3	17,6	11,9	4,2	8,5	7,0
<i>B. mojavensis</i> PS 17	9,4	21,2	17,6	12,1	4,3	8,6	6,9
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	9,5	21,2	17,8	12,1	4,2	8,6	6,8
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	9,5	21,3	17,8	12,0	4,2	8,5	6,9
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)							
Гумат +7 «Здоровый урожай»	10,9	22,4	18,5	12,5	3,9	8,1	6,7
Бигус экстра	10,9	22,5	18,4	12,6	4,0	8,1	6,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	10,8	22,0	18,0	12,3	4,0	8,2	6,8
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	10,7	22,0	17,9	12,1	4,0	8,3	6,9
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	10,6	22,0	18,1	12,2	4,0	8,3	6,8

При этом разница между сырьем, используемым для производства гуминовых препаратов, не оказала существенного влияния, так как на протяжении всего периода наблюдения разница между этими вариантами не превышала 0,1 тыс. м²/га. Применение эндофитных бактерий штамма *B. mojavensis* PS 17 в первой половине вегетационного периода имело меньший эффект на увеличение площади листового аппарата. Однако при применении отдельно некорневой обработки или только обработки семян, после фазы колошения, наибольшая сохранность площади листьев отмечалась при применении эндофитных бактерий. Подобный эффект объясняется способностью данной группы бактерий ингибировать рост и развития фитопатогенных микроорганизмов, являющихся возбудителями различных листовых микозов. В целом, наибольший эффект на формирование фотосинтетического аппарата растений в опыте отмечалось при применении гуминовых биопрепаратов для обработки семенного материала с последующим их двукратным некорневым внесением (прирост к контролю 1,5-1,6 тыс. м²/га). Это достигается за счет стимулирования нарастания биомассы в первый период вегетации и обеспечением дополнительного питания растений во второй половине. Полученные в опыте данные, позволили выявить обратную зависимость между чистой продуктивностью фотосинтеза и площадью листовой поверхности растений ярового ячменя. Так при применении препарата Бигус экстра максимальная площадь листьев к концу вегетации составила 12,6 тыс. м²/га, а показатель ЧПФ достигал значений 6,7 г/м²*сутки. В варианте без применения каких-либо обработок площадь листьев в этот же период составляла 11,0 тыс. м²/га, а показатель ЧПФ увеличивался до 7,5 г/м²*сутки.

Содержание в листьях ярового ячменя таких пигментов, как хлорофилл *a*, хлорофилл *b* и каротиноидов может свидетельствовать о физиологическом состоянии вегетирующих растений и выступать в качестве количественного показателя фотосинтетической способности листового аппарата. Данные по содержанию таких пигментов, как хлорофилл *a*, хлорофилл *b* и каротиноиды в листовых пластинах ярового ячменя, представлены в таблице 8.

Таблица 8 –Содержания фотосинтетических пигментов в листьях ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, среднее за 2022-2024 гг.

Варианты	Содержание пигментов в мг на 1 г сырого веса		
	хлорофилл <i>a</i>	хлорофилл <i>b</i>	каротиноиды
Контроль	0,394±0,077	0,216±0,017	0,066±0,025
Обработка семян			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	0,432±0,069	0,237±0,021	0,071±0,027
Бигус экстра	0,450±0,074	0,239±0,019	0,077±0,025
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,474±0,044	0,258±0,010	0,082±0,028
Гумат +7«Здоровый урожа + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,473±0,060	0,261±0,016	0,083±0,025
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,497±0,072	0,264±0,022	0,081±0,030
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	0,526±0,061	0,280±0,024	0,078±0,027
Бигус экстра	0,500±0,059	0,276±0,029	0,070±0,029
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,508±0,059	0,268±0,017	0,079±0,036
Гумат +7«Здоровый урожа + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,477±0,046	0,239±0,009	0,077±0,028
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,518±0,051	0,279±0,018	0,078±0,028
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	0,587±0,069	0,306±0,037	0,091±0,028
Бигус экстра	0,555±0,069	0,294±0,037	0,081±0,034
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,582±0,072	0,327±0,027	0,094±0,024
Гумат +7«Здоровый урожа + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,560±0,077	0,300±0,037	0,088±0,030
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,577±0,069	0,326±0,024	0,089±0,029

Применение при возделывании ярового ячменя эндофитных бактерий и гуминовых веществ, оказало стимулирующий эффект не только на ростовые

процессы, в частности увеличение площади листьев, но и на содержание в них пигментов.

Для удобрения Бигус экстра и биопрепарата на основе эндофитной бактерии *B. mojavenensis* PS 17 максимальное содержание хлорофилла *a* и *b* отмечается при использовании их в виде баковой смеси для обработки семенного материала. Опрыскивание растений баковой смесью этих препаратов также оказало положительное влияние на данные показатели.

Препарат Гумат +7 «Здоровый урожай», разработанный на основе бурого угля, позволил получить максимальную прибавку к содержанию хлорофилла *a* в мг на 1 сырого веса при некорневом внесении совместно с предварительной обработкой семенного материала (прибавка до 49%). Использование эндофитных бактерий штамма *B. mojavenensis* PS 17 оказывает меньший эффект при применении его в чистом виде на содержание хлорофилла *a*, однако оказывает наибольшее положительное влияние на накопление в листьях хлорофилла *b* и каротиноидов.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что обработка семенного материала с последующим некорневым внесением оказывает положительное влияние на фотосинтетическую деятельность растений. Гуминовые вещества, производимые на основе бурого угля, наибольшим образом стимулируют рост листовой пластины и накопление в них хлорофилла *a*. Эндофитные бактерии штамма *B. mojavenensis* PS 17 оказывают наибольшее воздействие на содержание в листьях хлорофилла *b* и каротиноидов. При этом, добавление в баковую смесь к препарату Бигус экстра эндофитных бактерий, увеличивает его положительное влияние на формирование фотосинтетического аппарата растений.

3.4 Оценка содержания пролина в листьях ярового ячменя

Одним из наиболее распространенных абиотических стрессовых факторов период вегетации растений в агроклиматических условиях РТ является засуха. Под действием экстремально высоких температур и малом количестве доступной влаги, в растениях изменяется водный статус, что оказывает влияние на их химический состав. Так, в научных работах встречается информация о том, что в условиях стрессовых факторов в растениях повышается содержание аминокислоты пролин. Пролин проявляет способности удерживать воду, препятствует процессам разрушения белка, оказывая антиоксидантное и мембранопротекторное воздействие на растения. В ходе этого растения быстрее адаптируются к неблагоприятным условиям окружающей среды (Рябуха А. Ф., 2023; Маевская С. Н., 2013).

Содержание пролина в растениях ярового ячменя по фазам вегетации в среднем за весь период наблюдений, в зависимости от обработки изучаемыми биопрепаратами и стимуляторами роста, представлено в таблице 9.

Обработка ярового ячменя всеми изучаемыми препаратами способствовало повышению содержания пролина в листьях. Вне зависимости от способа обработки, наибольшие показатели по накоплению в листьях пролина среди всех вариантов опыта, отмечались при использовании биопрепарата на основе эндофитных бактерий штамма *B. mojavensis* PS 17. Обработка семенного материала биопрепаратом на основе бактерий приводило к сохранению данной тенденции и в другие фазы развития ярового ячменя, что позволяет сделать вывод о пролонгированном влиянии данного приема на содержание изучаемой аминокислоты. При использовании обработки семян и последующих опрыскиваний биопрепаратом на основе *B. mojavensis* PS 17 содержание пролина в фазу колошения в листьях достигает максимального значения в опыте 81,83 мг/г сырого веса, что выше контроля на 37,8%. Обработка семян гуминовыми удобрениями также способствовала повышению концентрации пролина в растениях ярового ячменя. При этом по всем фазам

развития растений, вне зависимости от способа применения изучаемых гуминовых биопрепаратов, использование препарата Гумат +7, производимого на основе бурого угля, оказывало большее воздействие на содержание пролина, нежели препарат Бигус экстра, где сырьем выступает сапропель.

Таблица 9 – Динамика изменения содержания пролина в листьях ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, 2022-2024 гг.

Варианты	Содержание пролина, мг/г сырого веса листьев			
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение
Контроль	22,30	28,91	40,64	59,37
Обработка семян				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	25,54	37,16	44,33	64,01
Бигус экстра	25,29	34,21	42,99*	63,02*
<i>B. mojavensis</i> PS 17	26,93	40,11	45,40	65,54
Гумат +7«Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	25,96	37,45	44,12	62,71*
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	24,95	36,43	43,92	63,24*
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	22,12*	36,27	48,38	69,61
Бигус экстра	22,39*	36,01	48,00	68,71
<i>B. mojavensis</i> PS 17	21,82*	40,72	50,23	73,18
Гумат +7«Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	22,47*	40,06	49,78	70,43
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	23,47*	39,97	49,95	70,37
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	27,21	43,75	51,41	76,18
Бигус экстра	26,59	42,83	50,43	74,76
<i>B. mojavensis</i> PS 17	28,20	45,58	55,26	81,83
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	28,25	41,02	53,19	78,79
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	26,26	39,36	52,80	77,35

Примечание: * – показатели в опытном варианте достоверно (при $P=0,05$) не отличаются от значений в контроле по критерию t .

Добавление в баковую смесь к гуминовым удобрениям биопрепарата на основе эндофитной бактерии, усиливает их влияние на накопление в растениях пролина, но при этом полученные показатели не превышает значений для варианта при использовании только биопрепарата на основе *B. mojavensis* PS 17.

Полученные данные позволяют сделать выводы о том, что эндофитные бактерии и гуминовые вещества способны повышать содержание пролина в листьях, что в свою очередь повышает устойчивость ячменя к стрессам, в том числе к засухе. Агрометеорологические условия, в частности влагообеспеченность, оказали влияние на накопление пролина в листьях. Для вегетационного периода 2022 года, характеризующегося наибольшим количеством осадков, отмечалось минимальное содержание пролина в листьях. Тогда как в более засушливый период 2023 года, концентрация пролина достигала максимального значения. Исходя из этого можно сделать вывод об обратной зависимости показателей содержания пролина и уровня влагообеспеченности.

3.5 Развитие и распространенность болезней ярового ячменя

Корневые гнили выступают одним из наиболее распространенных грибных заболеваний на территории Республики Татарстан, способных поражать зерновые культуры на протяжении всего периода вегетации, в том числе и яровой двурядный ячмень. Источником инфекции могут выступать различные грибные микроорганизмы, относящиеся к родам *Fusarium*, *Bipolaris*, *Pseudocercospora* и др. Начало патологического процесса может отмечаться уже на первых этапах вегетации растений, что объясняется возможностью присутствия инфекционного начала на семенном материале и в самой почве.

Симптомы заболевания могут отличаться в зависимости от наиболее превалирующего патогена, но общим является наличие размытых пятен на корнях, которые со временем увеличиваются, приводя к разрушению тканей и отмиранию корней (Марьина-Чермных, О. Г., 2020).

Результаты макроскопической диагностики влияния изучаемых биопрепаратов на развитие корневых гнилей на растениях ярового ячменя, в среднем за весь период вегетации, приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Развитие корневых гнилей (в среднем за вегетацию) на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года	Биологическая эффективность*, %
Контроль	24,8	23,2	22,1	23,4	-
Обработка семян					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	21,8	18,0	19,1	19,6	16,1
Бигус экстра	21,7	18,3	18,9	19,6	16,3
<i>B. mojavensis</i> PS 17	20,5	17,2	18,1	18,6	20,6
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	21,3	17,8	18,7	19,3	17,5
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	21,1	17,7	18,8	19,2	18,0
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	20,8	19,3	20,4	20,2	13,8
Бигус экстра	20,5	19,5	20,8	20,3	13,4
<i>B. mojavensis</i> PS 17	20,4	18,8	20,3	19,8	15,2
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	20,1	19,5	20,6	20,0	14,3
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	21,9	19,2	20,4	20,5	12,4
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	19,9	17,3	18,5	18,6	20,7
Бигус экстра	19,6	17,9	18,4	18,6	20,4
<i>B. mojavensis</i> PS 17	18,2	16,8	17,2	17,4	25,7

Продолжение таблицы 10					
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	19,3	17,3	18,0	18,2	22,3
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	20,3	17,4	18,6	18,8	19,8

На протяжении всех трех лет исследований развитие и распространение корневых гнилей наблюдалось начиная с фазы всходов, а концу вегетационного периода развитие заболеваний доходило до 40-50%. В 2022 году развитие корневых гнилей было максимальным, в сравнении с другими годами исследований.

При сравнении способов применения препаратов, можно сделать вывод о том, что обработка растений методом опрыскивания оказывает наименьший эффект на развитие корневых гнилей. Это связано с более поздними сроками обработки на этапе вегетации в то время, т.к. как развитие заболевания начинается с фазы всходов. При этом некорневое внесение совместно с предпосевной обработкой семенного материала, позволяет повысить биологическую эффективность изучаемых препаратов до 25,7%.

Все варианты обработки растений в той или иной степени позволили снизить процент развития заболеваний. Биопрепарат на основе эндофитной бактерии *B. mojavensis* PS 17 оказывали наибольшее ингибирующее действие на возбудителей корневых гнилей как при обработки семенного материала, так и при опрыскивании растений. При сочетании обработки семян с последующим опрыскиванием биологическая эффективность для биопрепарата на основе эндофитной бактерии *B. mojavensis* PS 17 повышалась до 25,7%.

Результаты оценки распространенности корневых гнилей по вариантам опыта приведены в таблице 11.

Наибольший процент развития корневых гнилей отмечался в 2022 году. Все варианты обработки изучаемыми биопрепаратами и стимуляторами роста снижали распространение корневых гнилей. Биопрепарат на основе бактерии *B. mojavensis* PS 17, показал более высокую эффективность в снижении

распространенности корневых гнилей в сравнении с вариантами с применением гуминовыми удобрениями. Необходимо отметить, что эффективность баковых смесей гуминовых с биопрепаратом по своему эффекту уступала показателям вариантов с использованием только препарата на основе *B. mojavensis* PS 17.

В целом по опыту, наибольшее снижение распространенности корневых гнилей достигается при комплексном применении биопрепарата на основе *B. mojavensis* PS 17, т.е. при сочетании предпосевной обработки семенного материала ярового ячменя с последующим двукратным опрыскиванием (в фазы выхода в трубку и колошения), при этом снижение к контролю было в 1,14 раза.

Таблица 11 – Распространенность корневых гнилей на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года
Контроль	54,6	49,7	51,1	51,8
Обработка семян				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	50,2	48,3	50,5	49,7
Бигус экстра	50,4	48,2	50,8	49,8
<i>B. mojavensis</i> PS 17	47,3	47,1	49,2	47,9
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	49,9	47,8	50,1	49,3
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	49,7	48,0	49,9	49,2
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	47,7	43,8	46,7	46,1
Бигус экстра	47,8	43,6	46,8	46,1
<i>B. mojavensis</i> PS 17	45,1	41,8	45,4	44,1
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	47,3	42,6	45,9	45,3
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	47,3	42,8	46,0	45,4
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	44,6	40,5	41,9	42,3
Бигус экстра	44,2	40,3	41,6	42,0
<i>B. mojavensis</i> PS 17	39,5	35,6	35,9	37,0
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	42,3	38,4	38,9	39,9
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	42,9	38,1	39,3	40,1

Для оценки видового состава фитопатогенов, вызывающих корневые гнили, был проведен микологический анализ с применением метода выделения в чистую культуру на питательных средах, с последующим микроскопическим исследованием с применением цифрового микроскопа.

Таблица 12 – Результаты фитопатологического анализа корней, пораженных корневыми гнилями, в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, % зараженных образцов, среднее за 2022-2024 гг.

Варианты	<i>Bipolaris</i> <i>spp.</i>	<i>Fusarium</i> <i>spp.</i>	<i>Rhizoctonia</i> <i>spp.</i>	<i>Ophiobolus</i> <i>spp.</i>
Контроль	25	20	-	-
Обработка семян				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	-	25	-	-
Бигус экстра	15	20	-	-
<i>B. mojavensis</i> PS 17	-	15	-	-
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	10	20	-	-
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	-	25	-	-
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	10	20	-	-
Бигус экстра	-	20	-	≤1
<i>B. mojavensis</i> PS 17	-	15	-	-
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	-	25	-	-
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	-	25	-	-
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	15	20	-	-
Бигус экстра	15	25	-	-
<i>B. mojavensis</i> PS 17	-	15	≤1	-
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	10	20	-	-
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	-	20	-	-

За все 3 года проведения фитопатологической экспертизы пораженных корней, в вариантах с применением биопрепарата на основе эндофитной бактерии *B. mojavenensis* PS 17 не было обнаружено грибов рода *Bipolaris spp.* Однако, при использовании эндофитной бактерии в баковой смеси с гуминовыми веществами, в изучаемых образцах встречались представители родов *Bipolaris spp* и *Fusarium spp.*

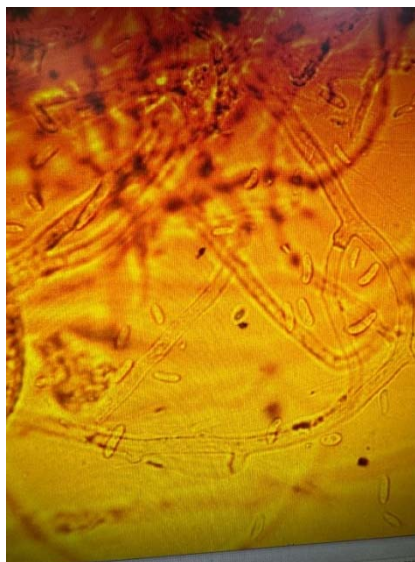


Рис. 5. – Цифровая фотография микроскопической диагностики фитопатогенов, вызывающих корневую гниль ячменя

Ежегодно растения ярового ячменя в той или иной степени поражаются различными листовыми микозами (бурая, сетчатая пятнистости листьев, ржавчины, мучнистые росы и т.д.). Наиболее характерные симптомы данной группы заболевания, позволяющих провести макроскопическую оценку пораженности растений, отмечаются, начиная с фазы выхода в трубку. Основное развитие заболеваний наблюдается на листовых пластинах, что приводит снижению активности фотосинтетических процессов, а в отдельных случаях и полному отмиранию пораженных листьев. Потери урожая, вызванные поражением растений данной группой фитопатогенных микроорганизмов, составляют от 10% до 30%, а в годы с благоприятными агроклиматическими условиями для развития патогенов, потери могут достигать до 60% (Щенникова, И. Н., 2010).

На формирования урожая ярового ячменя большое влияние оказывают листовые микозы, в частности, бурая и сетчатая пятнистости листьев, встречающиеся практически во всех регионах возделывания культуры и являющимися одними из доминирующих листовых микозов. Полученные данные по результатам оценки развития и распространенности поражения листового аппарата возбудителями бурой пятнистости листьев ярового ячменя (рис. 6) представлены в таблицах 13 и 14.

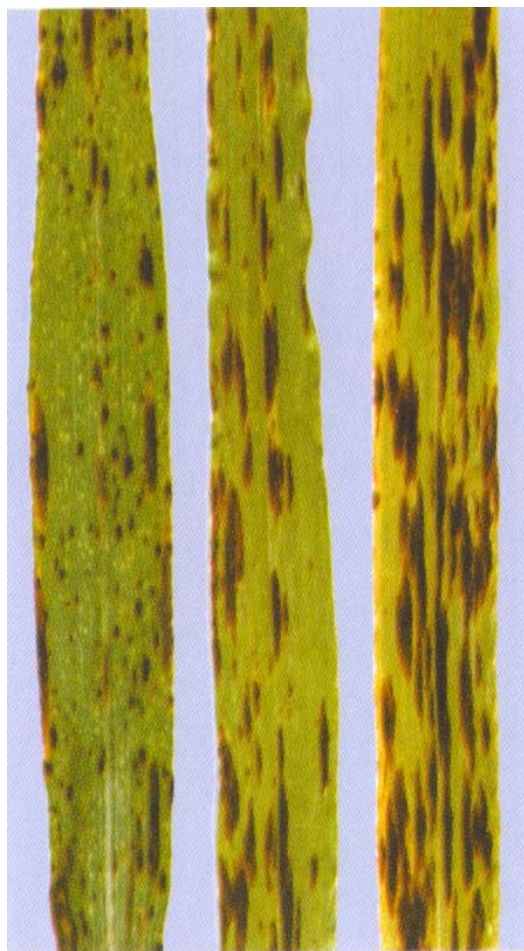


Рис. 6 – Симптомы темно-бурой пятнистости ярового ячменя (*Cochliobolus sativus* (Ito & Kuribayashi) Drechs. ex Dastur (телеоморфа))

Таблица 13 – Развитие бурой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года	Биологическая эффективность*, %
Контроль	24,0	17,7	24,7	22,1	-
Обработка семян					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	21,0	16,3	22,3	19,9	10,0
Бигус экстра	21,7	16,0	22,3	20,0	9,5
<i>B. mojavensis</i> PS 17	22,0	14,3	21,3	19,2	13,0
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	21,0	15,0	22,3	19,4	12,0
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	21,3	15,3	22,7	19,8	10,5
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	18,7	15,3	22,0	18,7	15,5
Бигус экстра	20,0	16,3	22,3	19,6	11,5
<i>B. mojavensis</i> PS 17	20,7	16,0	21,7	19,4	12,0
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	19,3	15,3	22,3	19,0	14,0
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	20,7	16,0	22,7	19,8	10,5
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	18,7	14,3	21,7	18,2	17,5
Бигус экстра	19,7	15,0	21,0	18,6	16,0
<i>B. mojavensis</i> PS 17	19,3	13,3	19,3	17,3	21,6
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	19,0	14,3	21,0	18,1	18,0
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	19,7	13,7	20,7	18,0	18,6

Проведенные учеты развития бурой пятнистости листьев на яровом ячмене, показали способность гуминовых веществ и биопрепарата подавлять развитие данного микоза. Существенной разницы между некорневым внесением и обработкой семенного материала выявить не удалось, так как в

разные годы, характеризующиеся разными климатическими условиями, их эффективность относительно друг друга отличалась не более чем на 2%.

Наибольшее снижение процента развития микоза было при сочетании предпосевной обработке семенного материала с последующей обработкой вегетирующих растений в фазы выхода в трубку и колошения. Сравнивая между собой варианты обработки, можно сделать вывод, что наибольшая биологическая эффективность достигается при использовании эндофитных бактерий *B. mojavensis* PS 17 (21,6%). Также стоит отметить, что добавление в баковую смесь к гуминовым биопрепаратам эндофитных микроорганизмов, повышало их биологическую эффективность на 0,5-2,6% только при обработке семенного материала отдельно или совместно с двукратным некорневым внесением. При использовании аналогичных баковых смесей исключительно для некорневого внесения, их эффективность снижалась на 1-1,5%, относительно вариантов с использованием гуминовых веществ по отдельности.

Наибольшая распространенность темно-бурой пятнистости была в 2024 году (в контроле распространенность заболевания достигало 27,1%).

Применение гуминовых веществ для обработки семенного материала оказывало наименьшее влияние на распространенность микоза, так как разница с контрольным вариантом опыта по показателю распространенности заболевания в посевах в среднем за 3 года варьировала в диапазоне 0,3-0,4%, а в отдельные годы составляла всего 0,1%. Использование биопрепарата на основе эндофитных бактерий, имело наиболее выраженное положительное действие на снижение процента распространённости заболевания, как в отдельные годы, так и за весь период наблюдения. Минимальные значения были при использовании биопрепаратов на основе *B. mojavensis* PS 17 при использовании схемы - обработка семенного материала + обработки по вегетации.

Таблица 14 – Распространенность бурой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями %, 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года
Контроль	26,3	25,1	27,1	26,2
Обработка семян				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	25,8	25,0	26,5	25,8
Бигус экстра	26,0	24,8	26,8	25,9
<i>B. mojavensis</i> PS 17	25,3	24,3	26,0	25,2
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	25,7	24,8	26,5	25,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	25,8	24,6	26,5	25,6
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	23,9	20,9	25,7	23,5
Бигус экстра	23,8	20,6	25,5	23,3
<i>B. mojavensis</i> PS 17	21,9	19,8	23,9	21,9
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	22,6	20,2	24,5	22,4
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	22,8	20,4	24,7	22,6
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	21,7	20,2	22,4	21,4
Бигус экстра	21,6	20,3	22,5	21,5
<i>B. mojavensis</i> PS 17	19,9	18,6	19,9	19,5
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	21,2	19,4	20,9	20,5
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	20,9	19,8	20,6	20,4

Другим распространенным микозом ярового ячменя является сетчатая пятнистость (рис. 7). При оценке развития сетчатой пятнистости листьев (табл. 15), удалось установить, что биопрепарат на основе *B. mojavensis* PS 17, вне

зависимости от способа применения, обеспечивал максимальный уровень контроля. Эффективность контроля микоза в вариантах с гуминовыми удобрениями и их смесями с биопрепаратом была низкой. В целом, синергетический эффект от применения баковых смесей не проявлялся.

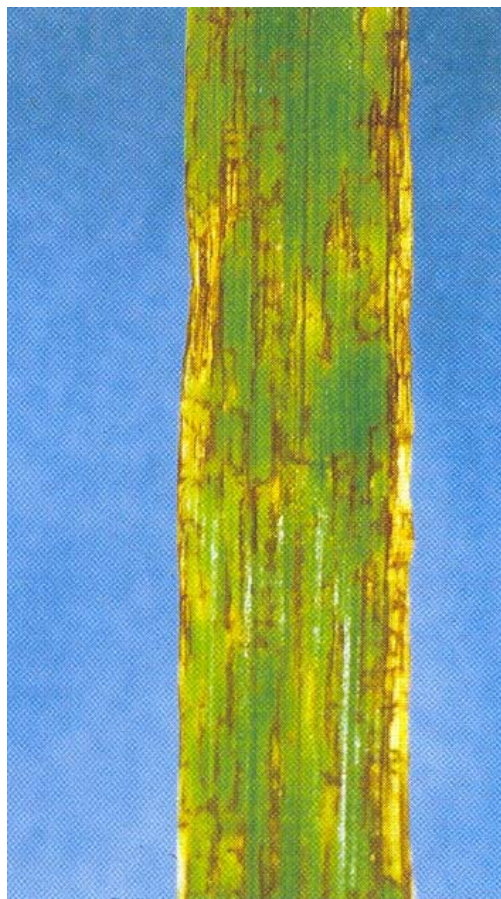


Рис. 7 – Симптомы сетчатой пятнистости ярового ячменя (*Pyrenophora teres Drechs.* (телеоморфа))

На распространение сетчатой пятнистости ячменя (табл. 16) оказали влияние, как изучаемые препараты, так и способ их внесения. При обработке семенного материала гуминовыми веществами разница с контролем не превышала 0,5%, а в отдельные годы и во вовсе отсутствовала. Добавление в баковую смесь к гуминовым препаратам эндофитных бактерий повышала эффективность контроля распространения заболевания до 0,8%, в сравнении с применением их отдельно. Однако, наибольшее снижение процента распространенности заболевания отмечалось в вариантах опыта с применением

эндофитных бактерий *B. mojavensis* PS 17 для инокуляции семенного материала с последующим опрыскиванием в фазы выхода в трубку и колошения.

Таблица 15 – Развитие сетчатой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями (%), среднее за 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года	Биологическая эффективность*, %
Контроль	22,7	17,3	20,7	20,2	-
Обработка семян					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	18,3	14,3	18,0	16,9	16,4
Бигус экстра	19,7	14,7	17,3	17,2	14,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	16,3	12,7	16,0	15,0	25,7
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	17,3	13,3	18,0	16,2	19,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	16,7	14,0	17,7	16,1	20,2
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	17,3	14,0	17,7	16,3	19,1
Бигус экстра	16,3	14,3	17,3	16,0	20,8
<i>B. mojavensis</i> PS 17	13,7	13,0	17,0	14,6	27,9
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	15,7	13,3	18,3	15,8	21,9
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	16,0	13,7	17,3	15,7	22,4
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	15,0	13,3	18,0	15,4	23,5
Бигус экстра	15,7	13,7	17,7	15,7	22,4
<i>B. mojavensis</i> PS 17	12,0	10,3	17,0	13,1	35,1
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	14,7	12,7	17,7	15,0	25,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	14,7	12,3	17,0	14,7	27,4

Таблица 16 – Распространенность сетчатой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года
Контроль	20,2	18,0	19,7	19,3
Обработка семян				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	19,9	17,8	19,7	19,1
Бигус экстра	19,7	17,9	19,6	19,1
<i>B. mojavensis</i> PS 17	18,8	17,2	18,7	18,2
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	19,3	17,5	19,4	18,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	19,4	17,5	19,2	18,7
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	18,3	16,9	18,6	17,9
Бигус экстра	18,3	16,6	18,3	17,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	17,4	15,9	17,2	16,8
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	18,0	16,3	17,8	17,4
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	17,9	16,7	17,9	17,5
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	16,6	16,3	16,0	16,3
Бигус экстра	16,7	16,0	16,3	16,3
<i>B. mojavensis</i> PS 17	14,0	14,7	13,9	14,2
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	15,6	15,7	15,4	15,6
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	15,3	15,9	15,6	15,6

Таким образом, использование биопрепарата на основе *B. mojavensis* PS 17 для предпосевной обработки семенного материала и обработки посевов,

оказывает выраженный эффект в снижении поражения ячменя как болезнями корневой системы, так и листьев. Препараты на основе гуминовых веществ также способны оказывают менее выраженное влияние на снижения развития основных микозов ярового ячменя, причем добавление к ним в баковой смеси биопрепарата не приводит к увеличению эффективности контроля патогенов, в сравнении с использованием биопрепарата в чистом виде.

3.6 Урожайность и структура урожая

Получение урожая, является основной целью ведения сельскохозяйственной деятельности в агропромышленном комплексе. В связи с этим, ключевым показателем, позволяющим оценить целесообразность и эффективность тех или иных изменений, вносимых в агротехнологию возделывания культуры, является ее конечная урожайность, как основной, так и побочной продукции. В таблице 17 представлены данные по урожайности ярового ячменя за период 2022-2024 гг. в зависимости от обработки препаратами.

Полученные данные по показателю фактической урожайности зерна ярового ячменя сорта Раушан, отличаются незначительной степенью вариабельности. Это объясняется тем, что коэффициент вариации величин урожая варьировал в опыте от 5,75% до 10,76%, а сами значения урожайности изменялись не более чем на 1,5 т/га.

Наибольшая урожайность ярового ячменя была в 2022 году. Сравнивая вегетационные периоды трех лет наблюдений, в 2022 году отмечалось большее количество осадков в июне и июле, когда происходил основной рост фотосинтетического аппарата, формирование колоса и набор массы зерна. Разница между урожайностью культуры в 2023 и 2024 году была менее значительной в большинстве вариантов опыта.

Таблица 17 – Урожайность ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, т/га, 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года	Прибавка к контролю, т/га	V*,%
Контроль	5,42	4,72	5,22	5,12	-	5,75
Обработка семян						
Гумат +7 «Здоровый урожай»	6,28	4,98	5,28	5,51	+0,39	10,08
Бигус экстра	6,05	5,81	5,24	5,70	+0,58	5,96
<i>B. mojavensis</i> PS 17	5,94	5,15	5,27	5,45	+0,33	6,37
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	6,06	5,14	5,26	5,49	+0,37	7,44
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	6,15	5,17	5,27	5,53	+0,41	7,96
Обработка растений (опрыскивание)						
Гумат +7 «Здоровый урожай»	6,53	5,97	5,35	5,95	+0,83	8,10
Бигус экстра	6,51	5,13	5,33	5,66	+0,54	10,76
<i>B. mojavensis</i> PS 17	6,40	5,52	5,32	5,75	+0,63	8,16
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	6,39	5,52	5,31	5,74	+0,62	8,15
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	6,37	5,57	5,34	5,76	+0,64	7,66
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)						
Гумат +7 «Здоровый урожай»	6,69	6,27	5,67	6,21	+1,09	8,3
Бигус экстра	6,81	5,71	5,82	6,11	+0,99	9,9
<i>B. mojavensis</i> PS 17	6,60	5,77	5,60	5,99	+0,87	8,9
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	6,47	5,72	5,55	5,91	+0,79	8,3
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	6,49	5,75	5,56	5,93	+0,81	8,3
НСР ₀₅	0,25	0,26	0,19			

Примечание: * V- коэффициент вариации величины урожая, %.

Сравнивая полученные данные по урожайности зерна, можно сделать вывод о том, что наибольший рост урожайности наблюдается при обработке посевного материала отдельно гуминовыми или эндофитными биопрепаратами с использованием их для дальнейшего опрыскивания в период вегетации ярового ячменя. Особенно заметным, преимущество применения комбинированной схемы обработки (обработка семян + опрыскивание в период вегетации) было в условиях 2024 года. Наибольшая прибавка урожая (1,09 т/га), в среднем за годы исследований, была получена при использовании комбинированной схемы в варианте с Гумата +7 «здоровый урожай», однако такой высокий показатель объясняется сильно выделяющимся результатом в 2023 году. Использование удобрения Бигус экстра, производимого на основе сапропелей, и биопрепарата на основе *B. mojavensis* PS 17 оказало несколько меньшее положительное влияние.

Результаты оценки синергетического эффекта препаратов в баковой смеси показали, что не в один год исследований, он не проявлялся (рис. 6).

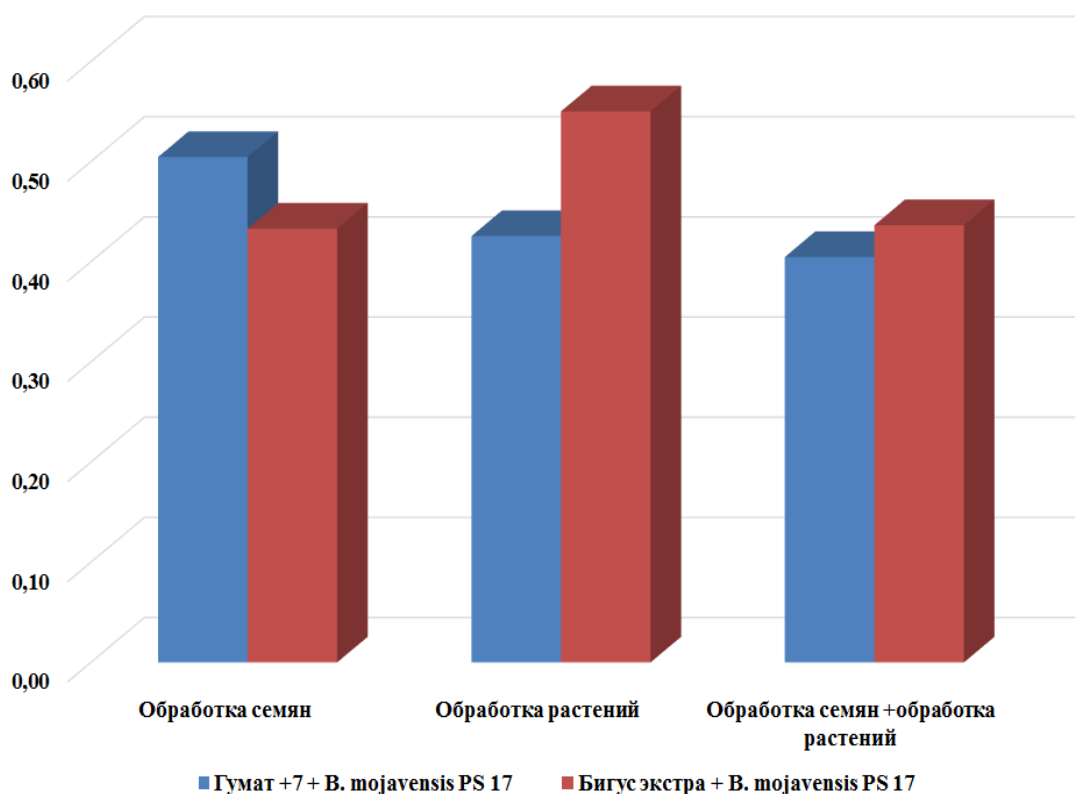


Рис. 8 – Величина коэффициент синергизма (по I.O.Akobudu et al. 1975), 2022-2024 гг.

Как видно из данных рисунка 8, величина коэффициента синергизма была ниже 1, что свидетельствует об отсутствии данного эффекта в баковой смеси удобрения и биопрепарата.

Под элементами структуры урожая принято понимать морфологические особенности растений и их биометрические показатели, которые являются составляющими формирования урожая культуры. Элементы структуры урожая определяются методом снопового анализа в период полной зрелости зерна и служат основой для вычисления биологической урожайности культуры. Показатель биологической урожайности используется в агропромышленном комплексе с целью определения максимальной потенциальной урожайности, а также в ходе проведения работ по уборке культуры. Полученные данные в ходе проведения анализа структуры урожая (табл. 18) ярового ячменя, позволили выявить, что увеличение фактической урожайности при применении гуминовых препаратов и эндофитных бактерий для обработки семян совместно с некорневым внесением происходило за счет увеличения числа продуктивных стеблей к уборке. При этом вне зависимости от способа применения изучаемых препаратов, использование гуминового препарата, производимого на основе бурого угля, Гумат +7 «Здоровый урожай» позволяет получить наибольшую продуктивную кустистость у ярового ячменя. По показателю веса колоса с одного растения, существенной разницы между применяемыми биопрепаратами и стимуляторами роста выявлено не было. Наибольшее влияние оказал именно способ применения, так при предпосевной обработке семенного материала с последующим двукратным некорневым внесением изучаемых биопрепаратов. Некорневое внесение изучаемых препаратов, позволило получить достаточно высокие показатели массы тысячи семян, но из-за меньшего количества продуктивных стеблей и меньшего количества сформировавшихся зерен в колосе, биологическая урожайность в этих вариантов была ниже.

Таблица 18 – Элементы структуры урожая ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, среднее за 2022-2024 гг.

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Вес колоса, г	В колосе		Масса 1000 зёрен, г	Биологическая урожайность, т/га
			число зёрен, шт.	Масса зерен, г		
Контроль	702	1,0	17,2	0,76	44,16	5,33
Обработка семян						
Гумат +7 «Здоровый урожай»	718	1,2	17,8	0,79	44,42	5,69
Бигус экстра	719	1,2	18,6	0,82	44,28	5,92
<i>B. mojavensis</i> PS 17	716	1,1	18,1	0,80	44,08	5,70
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	715	1,2	18,2	0,79	43,81	5,69
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	717	1,2	18,2	0,80	43,86	5,74
Обработка растений (опрыскивание)						
Гумат +7 «Здоровый урожай»	723	1,2	18,0	0,85	47,52	6,18
Бигус экстра	718	1,2	18,6	0,83	44,53	5,96
<i>B. mojavensis</i> PS 17	723	1,2	17,9	0,83	46,26	6,00
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	721	1,2	17,7	0,83	46,79	5,99
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	721	1,2	18,0	0,84	46,46	6,04
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)						
Гумат +7 «Здоровый урожай»	733	1,3	18,8	0,86	46,14	6,34
Бигус экстра	729	1,3	17,2	0,85	49,56	6,20
<i>B. mojavensis</i> PS 17	726	1,3	18,1	0,86	47,53	6,25
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	725	1,3	18,3	0,85	46,52	6,17
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	724	1,3	18,7	0,86	45,92	6,21

Коэффициент реализации колоса является расчетным показателем, для определения которого используется соотношение массы колоса в период полной спелости зерна, к массе колоса в период цветения (табл. 19).

Таблица 19 – Коэффициент реализации колоса ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, 2022-2024 гг.

Вариант	2022 г	2023 г	2024 г	В среднем за 3 года
Контроль	2,5	2,7	2,5	2,6
Обработка семян				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	2,7	2,8	2,6	2,7
Бигус экстра	2,6	2,9	2,6	2,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,6	2,9	2,7	2,7
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,7	2,8	2,6	2,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,6	2,9	2,6	2,7
Обработка растений (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	2,6	2,9	2,5	2,7
Бигус экстра	2,5	2,8	2,6	2,6
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,6	2,9	2,7	2,7
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,6	2,9	2,7	2,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,6	2,8	2,7	2,7
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)				
Гумат +7 «Здоровый урожай»	2,7	2,9	2,6	2,7
Бигус экстра	2,8	2,8	2,7	2,8
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,8	2,9	2,7	2,8
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,8	2,7	2,7	2,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,8	2,8	2,7	2,8

Данные показатель позволяет оценить потенциальные возможности колоса в складывающихся агроклиматических условиях. Помимо этого,

коэффициент реализации колоса может быть использован в качестве морфофизиологического значения для определения соответствия мощности колоса возможностям фотосинтетического аппарата растения.

За весь период наблюдения, коэффициент реализации колоса (КРК) изменялся в диапазоне от 2,5 до 2,9. Сравнивая между собой полученные значения, как в отдельные годы, так и средние значения за период вегетации, не удалось выявить влияние изучаемых биопрепаратов и стимуляторов роста на коэффициент реализации колоса. Однако, в агроклиматических условиях 2022 года, когда урожайность по всем вариантам опыта была наибольшей за весь период наблюдения, удалось установить, что при предпосевной обработке семенного материала с последующим двукратным некорневым внесением изучаемых препаратов, КРК варьировал в диапазоне от 2,7 до 2,8. Внедрение в технологию возделывания культуры только предпосевной обработки ярового ячменя или некорневого внесения позволило получить коэффициент реализации колоса от 2,5 до 2,7. В остальные же годы проведения исследований, значения КРК по всем вне зависимости от применяемых биопрепаратов и стимуляторов роста не отличались более чем на 0,1.

В целом, внедрение в технологию возделывания ярового ячменя гуминовых препаратов и эндофитных бактерий позволяет увеличить значение коэффициента реализации колоса на 0,1-0,3, в сравнении с контрольным вариантом опыта.

Для оценки роли различных факторов формировании урожая ярового ячменя был использован корреляционно-регрессионный анализ (табл. 20). Расчеты соответствующих значений коэффициента и уравнения регрессии приведены в Приложениях 25-33.

Таблица 20 – Коэффициенты корреляции и уравнения регрессии между урожайностью ярового ячменя сорта Раушан и значениями различных показателей, 2022-2024 гг.

Показатель	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии
Показатели фотосинтетической деятельности		
Площадь листовой поверхности (в фазу колошения), тыс. ² /га	0,906	$y = 5,74 + 0,46 \cdot x \pm 0,06$
Содержание хлорофилла <i>a</i> (в фазу колошения), мг/г сырого веса листьев	0,897	$y = 5,74 + 4,49 \cdot x \pm 0,59$
Содержание хлорофилла <i>b</i> (в фазу колошения), мг/г сырого веса листьев	0,796	$y = 5,74 + 6,94 \cdot x \pm 1,40$
Показатели устойчивости к абиотическим стрессам		
Содержание пролина (в фазу колошения), мг/г сырого веса листьев	0,842	$y = 5,74 + 0,04 \cdot x \pm 0,01$
Коэффициент реализации колоса	0,630	$y = 5,74 + 3,06 \cdot x \pm 1,008$
Показатели развития болезней		
Развитие корневых гнилей (в среднем за вегетацию), %	-0,643	$y = 5,74 - 0,13 \cdot x \pm 0,04$
Развитие темно-бурой пятнистости (в среднем за вегетацию), %	-0,836	$y = 5,74 - 0,31 \cdot x \pm 0,04$
Развитие сетчатой пятнистости (в среднем за вегетацию), %	-0,643	$y = 5,74 - 0,12 \cdot x \pm 0,04$
Показатели структуры урожая		
Число продуктивных стеблей, шт./м ²	0,968	$y = 5,74 + 0,04 \cdot x \pm 0,003$
Масса 1000 зерен, г	0,777	$y = 5,74 + 0,13 \cdot x \pm 0,03$

Примечание: критический уровень значения коэффициента корреляции при N=16 при P=0,05 равен 0,497.

Анализ полученных результатов показал, что среди показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность растений, наибольшие

значения коэффициенты корреляции были для площади листовой поверхности ($r=0,906$).

При оценке показателей, характеризующих устойчивость к стрессам, наибольшая положительная зависимость урожайности отмечалась для содержания в листьях пролина ($r=0,842$).

Для всех болезней отмечалась отрицательная корреляция показателя их развития в фазу колошения с урожайностью ярового ячменя, но наиболее сильное отрицательная зависимость была в отношении темно-бурой пятнистости.

Среди всех изучаемых показателей структуры урожая и всех исследованных параметров, наибольшая положительная величина коэффициента корреляции была для значений числа продуктивных стеблей ($r=0,968$).

3.7 Содержание белка в зерне

Белок, содержащийся в зерне ярового ячменя, является легко усваиваемым, что делает его ценной кормовой культурой особенно для молодых животных, чья пищеварительная система еще не окончательно сформировалась. С повышением содержания белка в зерне, повышается и количество кормовых единиц корма, что делает его более питательным и ценным с точки зрения животноводства. Также имеется ряд научных работ, в которых доказывается влияние содержания белка на ростовые процессы на первых этапах вегетации и всхожесть самих семян различных сельскохозяйственных культур (Evans, Bhat, 1977). Данные по содержанию белка приведены в таблице 21.

В большинстве своем применение эндофитных бактерий и гуминовых биопрепаратов привело к некоторому снижению процента содержания белка в зерне (не более, чем на 0,6%). Однако в вариантах опыта с использованием

баковых смесей гуминовых веществ и эндофитных бактерий для некорневого внесения, как отдельно, так и с предварительной обработкой семенного материала, наблюдается сохранение содержания белка в зерне на уровне контроля или незначительное его увеличение (прибавка до 0,3%). При этом уствнолена слабая отрицательная корреляция между содержанием в зерне белка и урожайностью ярового ячменя (Приложение 34).

Таблица 21 – Содержание белка в зерне ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, 2022-2024 гг.

Вариант	Содержание белка в зерне, %	Выход белка с 1 гектара, т
Контроль	14,7	0,75
Обработка семян		
Гумат +7 «Здоровый урожай»	14,4*	0,79
Бигус экстра	14,2*	0,81
<i>B. mojavensis</i> PS 17	14,4*	0,78
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	14,1*	0,77
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	14,3*	0,79
Обработка растений (опрыскивание)		
Гумат +7 «Здоровый урожай»	14,5*	0,86
Бигус экстра	14,1*	0,80
<i>B. mojavensis</i> PS 17	14,5*	0,83
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	15,0*	0,86
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	14,8*	0,85
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)		
Гумат +7 «Здоровый урожай»	14,3*	0,89
Бигус экстра	14,2*	0,87
<i>B. mojavensis</i> PS 17	14,3*	0,86
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	14,8*	0,87
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	14,7*	0,87

Примечание: Примечание: * – показатели в опытном варианте достоверно (при $P=0,05$) не отличаются от значений в контроле по критерию t.

Однако, при пересчете процентного содержания белка в зерне на выход белка в тоннах с 1 гектара, можно заметить, что все варианты опыта с применением эндофитных бактерий и гуминовых препаратов превосходят контроль. Это достигается за счет большего выхода зерна с единицы площади. Так в варианте опыта с применением препарата Гумат +7 «Здоровый урожай» урожай выход белка с 1 гектара достигает 0,89 т., при контроле 0,75т. (прибавка 0,14 т или 12,6%).

3.8 Химический состав зерна, побочной продукции и вынос элементов минерального питания яровым ячменем

Гуминовые вещества, оказывая стимулирующее действие на ростовые процессы растений, также способны воздействовать на способность растений усваивать элементы минерального питания. При попадании в почву, они оказывают влияния на почвенную биоту, в частности на бактерии, участвующие в процессах переработки в доступную форму азота. Также рядом научных работ установлено, что гуминовые вещества способны стимулировать способность корневой системы к использовать труднорастворимые элементы питания из почвы. В связи с этим, в период полной спелости зерна, были отобраны снопы, для проведения анализов на определение содержания макроэлементов в зерне и соломе (таблицы 22 и 23).

По результатам оценки содержания основных макроэлементов в зерне, можно сделать выводы о том, что наименьшее содержание элементов наблюдалось в 2023 году, когда урожайность по вариантам опыта была наименьшей. Оценка содержания азота в зерне ярового ячменя позволяет выявить зависимость с показателем содержания белка. Так в вариантах опыта с наибольшим содержанием азота в зерне отмечалось наибольшее содержание и белка. Однако, в целом содержание азота в семенах ярового ячменя в большинстве вариантов оказалось ниже в сравнении с контролем.

При определении содержания фосфора в зерне, разница между контролем и вариантами с обработкой семенного материала невелика (не более 0,03%). Наибольшее содержание фосфора в зерне отмечалось в тех вариантах опыта, где использовались гуминовые препараты для обработки по вегетации отдельно от эндофитных бактерий (прибавка 0,06-0,08%).

Таблица 22 – Содержание макроэлементов в зерне ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, % в сухом веществе, среднее за 2022-2024 гг.

Вариант	Азот (ГОСТ 13496.4)	Фосфор (ГОСТ 26657)	Калий (ГОСТ30504)
Контроль	2,35±0,18	0,37±0,02	0,32±0,05
Обработка семян			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	2,30±0,38	0,39±0,02	0,34±0,05
Бигус экстра	2,27±0,31	0,40±0,02	0,35±0,03
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,30±0,27	0,39±0,04	0,32±0,02
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,26±0,27	0,40±0,02	0,35±0,03
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,29±0,22	0,40±0,03	0,34±0,03
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	2,32±0,29	0,44±0,02	0,43±0,03
Бигус экстра	2,26±0,26	0,45±0,04	0,42±0,02
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,32±0,26	0,39±0,04	0,37±0,03
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,40±0,29	0,40±0,03	0,37±0,03
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,37±0,23	0,40±0,02	0,37±0,02
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	2,29±0,37	0,43±0,02	0,40±0,03
Бигус экстра	2,27±0,25	0,43±0,03	0,38±0,03
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,29±0,18	0,41±0,03	0,37±0,02
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,37±0,27	0,41±0,03	0,38±0,04

Продолжение таблицы 22			
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	2,35±0,29	0,40±0,03	0,36±0,02

Предпосевная обработка ярового ячменя не оказала существенного влияния на содержание калия в зерне, так как разница с контролем не превышала в среднем за 3 года наблюдений 0,03%, а в отдельные годы и вовсе отсутствовала. При этом некорневое внесение оказало наибольшее влияние на накопление в зерне калия и повысило этот показатель до 0,11% в варианте с использованием препарата Гумат +7 «Здоровый урожай».

Не менее важным является определение содержания макроэлементов в соломе ярового ячменя. Учитывая содержание таких элементов, как азот, фосфор и калий в зерне и соломе, возможно рассчитать вынос этих элементов из почвы, что является важным показателем для сельскохозяйственных производителей и фермеров. Зная вынос элементов не только основной продукцией, но и побочной, становится возможным рассчитать потребности во внесении органических и минеральных удобрений.

Результаты оценки содержания макроэлементов в соломе представлены в таблице 23.

Полученные данные позволяют сделать выводы о том, что ни один из препаратов или способов обработки не оказывают существенного влияния на содержание фосфора в соломе ярового ячменя (прибавка не более 0,02%). В свою очередь, внедрение в технологию возделывания эндофитных бактерий и гуминовых препаратов увеличивало содержание азота и калия в побочной продукции. Наибольшее накопление этих элементов наблюдалось при обработке вегетирующих растений совместно с предпосевной обработкой семенного материала препаратами на основе гуминовых веществ.

Использование баковых смесей препарата Бигус экстра, производимого на основе сапропелей, совместно с эндофитными бактериями штамма *B. mojavensis* PS 17, в среднем за весь период наблюдения, не увеличивало накопление макроэлементов в соломе ячменя, в сравнении с теми вариантами,

где Бигус экстра использовался отдельно. Однако, добавление эндофитных бактерий к препарату Гумат +7 «Здоровый урожай», производимого на основе бурого угля, при обработке семенного материала с последующим двукратным некорневым внесением в период вегетации увеличивало накопление калия в соломе в среднем на 0,6%.

Таблица 23 – Содержание макроэлементов в соломе ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, % в сухом веществе, 2022-2024 гг.

Вариант	Азот (ГОСТ 13496.4)	Фосфор (ГОСТ 26657)	Калий (ГОСТ30504)
Контроль	0,45±0,03	0,16±0,02	0,80±0,04
Обработка семян			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	0,54±0,05	0,17±0,01	0,84±0,03
Бигус экстра	0,56±0,05	0,17±0,03	0,84±0,02
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,57±0,06	0,18±0,02	0,82±0,02
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,59±0,06	0,16±0,03	0,85±0,02
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,60±0,05	0,16±0,02	0,86±0,03
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	0,65±0,04	0,18±0,01	0,93±0,02
Бигус экстра	0,64±0,03	0,17±0,02	0,92±0,03
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,58±0,05	0,18±0,02	0,88±0,02
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,61±0,04	0,17±0,03	0,91±0,04
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,63±0,05	0,17±0,02	0,92±0,02
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	0,69±0,04	0,18±0,01	0,94±0,04
Бигус экстра	0,70±0,05	0,17±0,02	0,99±0,02
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,64±0,04	0,17±0,02	0,92±0,04
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,67±0,05	0,16±0,02	1,00±0,03

Продолжение таблицы 23			
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	0,66±0,05	0,16±0,03	0,98±0,02

Количественное содержание основных макроэлементов в зерне и побочной продукции ярового ячменя позволяет определить хозяйственный вынос этих элементов с единицы площади (табл. 24).

Таблица 24 – Средний хозяйственный вынос макроэлементов урожаем ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, кг/га, 2022-2024 гг.

Вариант	Азот (ГОСТ 13496.4)	Фосфор (ГОСТ 26657)	Калий (ГОСТ30504)
Контроль	157,7	32,2	82,8
Обработка семян			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	172,3	35,8	89,7
Бигус экстра	176,6	37,1	90,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	173,4	36,4	86,6
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	173,8	35,4	90,9
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	177,2	35,6	91,3
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	194,1	41,7	105,8
Бигус экстра	182,9	40,1	102,8
<i>B. mojavensis</i> PS 17	183,2	37,9	96,8
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	190,0	37,5	99,2
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	190,5	37,6	100,2
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	202,7	42,5	107,3
Бигус экстра	200,1	41,2	110,0
<i>B. mojavensis</i> PS 17	193,1	39,4	102,5
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	198,6	38,2	109,8

Продолжение таблицы 24			
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	197,1	37,7	107,1

Увеличение хозяйственного выноса макроэлементов относительно контроля отмечалось во всех вариантах опыта. Наибольшие показатели среди всех способов внесения изучаемых препаратов достигались при обработке семян совместно с некорневым внесением по большей мере за счет увеличения урожайности ярового ячменя в этих вариантах. Среди изучаемых препаратов, по выносу элементов можно выделить гуминовые вещества, которые как в отдельности, так и совместно с эндофитными бактериями оказывали наибольшее влияние на вынос макроэлементов с единицы площади. Полученные данные по выносу основных макроэлементов позволяют высчитать соотношение между выносом азота, фосфора и калия с урожаем основной и побочной продукции ярового ячменя. За единицу были взяты данные содержания азота (табл. 25).

Таблица 25– Соотношения между хозяйственным выносом макроэлементов с урожаем ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, 2022-2024 гг.

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	1,0	0,20	0,53
Обработка семян			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	1,0	0,21	0,52
Бигус экстра	1,0	0,21	0,51
<i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,21	0,50
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,20	0,52
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,20	0,52
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	1,0	0,21	0,55
Бигус экстра	1,0	0,22	0,56
<i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,21	0,53
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,20	0,52
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,20	0,53

Продолжение таблицы 25			
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	1,0	0,21	0,53
Бигус экстра	1,0	0,21	0,55
<i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,20	0,53
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,19	0,55
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	1,0	0,19	0,54

Соотношение выноса основных макроэлементов (NPK) в варианте опыта без применения каких-либо обработок составило: 1,00:0,20:0,53. В целом, на соотношение между азотом и фосфором, как и между соотношением азота и калия, обработки гуминовыми биопрепаратами и препаратами на основе эндофитных бактерий, существенного влияния не оказывали. Это объясняется тем, что отклонение по полученным данным во всех вариантах опыта не превышало 0,03 от аналогичных показателей в контроле.

Основываясь на данных по содержанию макроэлементов в основной продукции и полученной урожайности, становится возможным высчитать вынос элементов питания из почвы с 1-тонной урожая (табл. 26).

Таблица 26 – Вынос макроэлементов урожаем ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, кг/т, среднее за 2022-2024 гг.

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	30,8	6,3	16,2
Обработка семян			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	31,3	6,5	16,3
Бигус экстра	31,0	6,5	15,9
<i>B. mojavensis</i> PS 17	31,8	6,7	15,9
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	31,7	6,5	16,6
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	32,1	6,4	16,5
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	32,6	7,0	17,8
Бигус экстра	32,3	7,1	18,2
<i>B. mojavensis</i> PS 17	31,9	6,6	16,8
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	33,1	6,5	17,3

Продолжение таблицы 26			
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	33,1	6,5	17,4
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7 «Здоровый урожай»	32,6	6,8	17,3
Бигус экстра	32,7	6,7	18,0
<i>B. mojavensis</i> PS 17	32,2	6,6	17,1
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	33,6	6,5	18,6
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	33,2	6,4	18,1

В агроклиматических условиях Республики Татарстан с 1-тонной урожая ярового ячменя из почвы выносятся около 25 кг азота, 11 кг фосфора и 22 кг калия (Система земледелия..., 2014). В контрольном варианте опыта без обработки вынос элементов составил азота 30,8 кг, фосфора 6,3 кг, калия 16,2 кг. Максимальный вынос фосфора достигался в вариантах с применением гуминовых препаратов Гумата +7 «Здоровый урожай» и Бигус экстра для некорневого внесения в период вегетации в фазы выхода в трубку и колошения. Совместное применение гуминовых удобрений с препаратом на основе эндофитных бактерий *B. mojavensis* PS 17 для обработки вегетирующих растений с предварительной обработкой семенного материала, максимально повысило вынос калия и азота с 1-тонной урожая.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать выводы о том, что применение гуминовых биопрепаратов и эндофитных бактерий не только повышает урожайность ярового двурядного ячменя вне зависимости от складывающихся агроклиматических условий в период вегетации на территории РТ, но также и оказывает влияние на вынос основных макроэлементов и накопление их в основной и побочной продукции. При этом двукратное некорневое внесение изучаемых препаратов, как в отдельности, так и совместно с предпосевной обработкой семенного материала оказывает наиболее выраженное влияние на изменение содержания азота, фосфора и калия в растениях ярового ячменя.

3.9 Содержание эндофитных бактерий в семенах нового урожая

Под эндофитными бактериями принято понимать группу бактерий заселяющие ткани растений и не способные оказывать негативного воздействия на их морфологические и физиологические процессы. Также отдельные штаммы бактерий, входящих в данную группу микроорганизмов, способны оказывать ингибирующее воздействие на ряд фитопатогенных микроорганизмов, чей жизненный цикл связан с сельскохозяйственными культурами. Таким образом, одним из важных свойств для эндофитных бактерий будет являться не только их воздействие на сторонние микроорганизмы и само растение, но и способность заселять и сохранять свою активность в генеративных органах растений. В исследованиях изучались различные способы внесения бактерий штамма *Bacillus mojavenensis* PS17, которые также относятся к эндофитным бактериям. В связи с этим были проведены исследования по определению содержания этих микроорганизмов в зерне ярового ячменя полученных с растений, обработанных *B. mojavenensis* (табл. 27).

Таблица 27 – Присутствие штамма *Bacillus mojavenensis* PS17 в зерне ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки эндофитными бактериями, за 2022-2024 гг.

Вариант	Наличие штамма <i>B. mojavenensis</i> PS 17 в образце		
	2022	2023	2024
Контроль	-	-	-
Обработка семян			
<i>B. mojavenensis</i> PS 17	+	-	+
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	+	-	+
Бигус экстра + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	+	-	-
Обработка растений (опрыскивание)			
<i>B. mojavenensis</i> PS 17	+	+	+
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	+	+	+
Бигус экстра + <i>B. mojavenensis</i> PS 17	+	+	+

Продолжение таблицы 27			
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
<i>B. mojavensis</i> PS 17	+	+	+
Гумат +7 «Здоровый урожай» + <i>B. mojavensis</i> PS 17	+	+	+
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	+	+	+

Эндофитные бактерии штамма *Bacillus mojavensis* PS17 были обнаружены в большинстве вариантов опыта, что позволяет сделать выводы не только о их способности заселять ткани растений и мигрировать в колос, но и сохранении их активности даже в присутствии гуминовых веществ. Однако, при обработке семенного материала бактерии штамма *Bacillus mojavensis* PS17 только в 2х из 3х лет исследований были обнаружены в зернах нового урожая, а при совместном их использовании с гуминовыми препаратами и вовсе встречались только по 1 разу за весь период наблюдений. В 2023 году вегетационный период отличался более экстремальными агроклиматическими условиями, что выражалось меньшим количеством выпавших осадков, в сравнении с другими годами, в которые проводились наблюдения. При инокуляции семенного материала ярового ячменя эндофитными бактериями штамма *Bacillus mojavensis* PS17, без последующего их некорневого внесения, только на урожае 2023 года данная группа бактерий не была обнаружена ни в одном варианте опыта. Однако, в урожае 2022 года, где агроклиматические условия отличались большим количеством осадков, эндофитные бактерии присутствовали во всех вариантах опыта. Это позволяет сделать выводы о том, что процесс заселения бактериями растений мог быть нарушен на ранних этапах роста и развития или влиянии различных биотических и абиотических стрессовых факторов могло повлиять на этот процесс.

3.10 Экономическая эффективность

Экономическая эффективность производства сельскохозяйственной продукции, ключевой показатель для сельхозтоваропроизводителей, позволяющий оценить рентабельность и целесообразность производства той или иной культуры. Для определения затрат на возделывание ярового ячменя на площади 1 га использовали типовую технологическую карту, разработанную на основе стоимостей, взятых на 2024 год. Полученные данные по определению экономической эффективности приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, среднее за 2022-2024 гг.

Вариант	СВП*, тыс. руб/га	ПЗ*, тыс. руб/га	Себестои- мость, тыс. руб/т	ЧД*, тыс. руб/га	УР*, %
Контроль	48,6	28,17	5,50	20,5	72,7
Обработка семян					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	52,3	28,41	5,16	23,9	84,2
Бигус экстра	54,2	28,45	4,99	25,7	90,3
<i>B. mojavensis</i> PS 17	51,8	28,51	5,23	23,3	81,6
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	52,2	28,56	5,20	23,6	82,6
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	52,5	28,57	5,17	24,0	83,9
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	56,5	29,00	4,87	27,5	94,9
Бигус экстра	53,8	28,95	5,11	24,8	85,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	54,6	30,07	5,23	24,6	81,7
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	54,5	30,52	5,32	24,0	78,7
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	54,7	30,53	5,30	24,2	79,2

Продолжение таблицы 28					
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)					
Гумат +7 «Здоровый урожай»	59,0	29,20	4,70	29,8	102,0
Бигус экстра	58,0	29,18	4,78	28,9	98,9
<i>B. mojavensis</i> PS 17	56,9	30,39	5,07	26,5	87,2
Гумат +7 «Здоровый урожай»+ <i>B. mojavensis</i> PS 17	56,1	30,88	5,23	25,3	81,8
Бигус экстра + <i>B. mojavensis</i> PS 17	56,3	30,87	5,21	25,5	82,5

Примечание: СВП – стоимость валовой продукции; ПЗ – производственные затраты; ЧД – чистый доход; УР – уровень рентабельности; Цена реализации зерна ярового ячменя - 9500 тыс. руб/т. Цена – Гумат +7 «здоровый урожай» - 226 руб/л; Цена Бигус экстра – 230 руб/л; Цена биопрепарата на основе эндофитных бактерий - 780 руб/л.

Полученные данные по оценке экономической эффективности возделывания ярового ячменя с применением эндофитных бактерий и гуминовых веществ, показали, что внедрение в технологию возделывания всех изучаемых способов и вариантов обработки приводит к увеличению производственных затрат. Несмотря на это, полученная прибавка к урожаю позволяет компенсировать дополнительные затраты и повысить чистый доход и уровень рентабельности производства. Наибольший чистый доход с 1 гектара был получен в варианте опыта с предпосевной обработкой ярового ячменя совместно с некорневым внесением препарата Гумат +7 «Здоровый урожай» и достиг 29,8 тыс. руб./га. В этом же варианте опыта, был достигнут наибольший показатель рентабельности – 102% и наименьшая себестоимость 1 тонны продукции – 4,70 тыс. руб./т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обработка семян ярового ячменя гуминовыми препаратами Бигус экстра и Гумат +7 «Здоровый урожай» оказала наибольший эффект на увеличение длины проростка (1,0 см), длину (1,3-1,4 см) и количество (0,7-0,8 шт./растение) корней. Использование биопрепарата на основе *Bacillus mojavensis* PS17 снижает процент развития фитопатогенных микроорганизмов, находящихся на поверхности семени на 6-8%.

2. Обработка семян биопрепаратом и гуминовыми веществами отдельно друг от друга, повышала показатель полевой всхожести от 1,3% до 1,5%. К моменту уборки, наибольшая сохранность растений составила 89,2% от посеянных в варианте с предпосевной обработкой и двукратным некорневым внесением препарата Гумат +7 «Здоровый урожай». Этот же вариант обработки позволил получить наибольшую прибавку воздушно-сухой надземной биомассы 0,47 т/га или 5,7%.

3. Наибольший эффект на формирование фотосинтетического аппарата растений в опыте отмечалось при применении гуминовых биопрепаратов для обработки семенного материала с последующим двукратным некорневым внесением. При этом с увеличением площади листьев отмечается снижение чистой продуктивности фотосинтеза. Препарат Гумат +7 «Здоровый урожай» увеличил содержание в листьях хлорофилла *a* на 49%, а эндофитные бактерий штамма *Bacillus mojavensis* PS17 стимулируют накопление в листьях хлорофилла *b* и каротиноидов.

4. Обработка ярового ячменя всеми изучаемыми препаратами способствовала повышению содержания пролина в листьях, что позволяет сделать выводы об их способности повышать устойчивость ячменя к стрессам, в том числе и к засухе. Установлена тесная положительная корреляция между содержанием пролина в листьях и урожайностью ярового ячменя. При использовании обработки семян и последующих опрыскиваний биопрепаратом на основе *B. mojavensis* PS 17 содержание пролина в фазу колошения в листьях

достигает максимального значения в опыте 81,83 мг/г сырого веса, что выше контроля на 37,8%.

5. Применение биопрепарата на основе *Bacillus mojavenensis* PS17 оказывало наибольшее влияние на снижение поражения ячменя возбудителями корневых гнилей, темно-бурой пятнистости и сетчатой пятнистости листьев при обработке семян и последующем некорневом внесении. Наибольший эффект на показатель контроля развития микозов в посевах ярового ячменя достигается при применении биопрепаратов для предпосевной обработки семенного материала с последующим двукратным внесением в фазы выхода в трубку и колошения.

6. Наибольший рост урожайности наблюдается при обработке посевного материала отдельно гуминовыми или биопрепаратом на основе *Bacillus mojavenensis* PS-17 с использованием их для дальнейшего некорневого внесения. Наибольшая прибавка к урожаю в среднем за годы исследований (1,09 т/га) была в варианте с применением Гумата +7 «Здоровый урожай» при сочетании обработки семян и последующих обработок в период вегетации. Использование препаратов Бигус экстра, производимого на основе сапропелей, (0,99 т/га) и бактерии штамма *Bacillus mojavenensis* PS-17 (0,87 т/га) обеспечило несколько меньшее формирование урожая ярового ячменя, чем при использовании Гумата+7 «Здоровый урожай». При этом в большинстве вариантов опыта в семенах нового урожая эндофитные бактерии штамма *Bacillus mojavenensis* PS17 были обнаружены, что позволяет сделать выводы не только о их способности заселять ткани растений и мигрировать в колос, но и о сохранении их активности даже в присутствии гуминовых веществ.

7. В большинстве своем применение эндофитных бактерий и гуминовых биопрепаратов приводит к некоторому снижению процента содержания белка в зерне (не более, чем на 0,6%). Использование баковых смесей гуминовых веществ и эндофитных бактерий для некорневого внесения, как отдельно, так и с предварительной обработкой семенного материала, позволяет сохранить содержание белка в зерне на уровне контроля или незначительное его

увеличение (прибавка до 0,3%). По показателю выхода белка в тоннах с 1 гектара, можно заметить, что все варианты опыта с применением эндофитных бактерий и гуминовых препаратов превосходят контроль, что достигается за счет большего выхода зерна с единицы площади.

8. Некорневое внесение гуминовых препаратов увеличивает содержание фосфора в зерне в среднем на 0,06%-0,08%, а калия на 0,11%. На содержание фосфора в соломе изучаемые варианты обработки растений существенного влияния не оказывают. При этом наибольшее накопление азота и калия в побочной продукции ярового ячменя при обработке вегетирующих растений совместно с предпосевной обработкой семенного материала препаратами на основе гуминовых веществ.

9. Обработка растений биопрепаратом Гумат +7 «Здоровый урожай» по схеме: предпосевная обработка семенного материала с последующим опрыскиванием в фазу выхода в трубку и колошение оказалась наиболее экономически выгодной. Внедрение в агротехнологию ярового ячменя данного приема позволила снизить себестоимость продукции на 0,70 тыс. руб/т, а также повысить показатель рентабельности до 102%, тогда как рентабельность контрольного варианта составила 72,7%.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан для повышения урожайности и улучшения качества зерна ярового ячменя кормового назначения включить в агротехнологию ее возделывания следующие мероприятия:

1. Обработку семян (1 л/т) и двукратное опрыскивание в фазы выхода в трубку и колошение гуминовым удобрением на основе бурого угля Гумат +7 «Здоровый урожай» (с дозой 1 л/га и расходом рабочего раствора 200 л/га).

2. Для повышения устойчивости к болезням и абиотическим стрессам ярового ячменя использовать обработку семенного материала и последующую обработку в период вегетации биопрепаратом на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavenensis* PS 17.

3. Не рекомендуется использование баковых смесей гуминовых удобрений Гумат +7 «здоровый урожай» и Бигус экстра с биопрепаратом на основе *Bacillus mojavenensis* PS 17.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, А. А. Влияние применения биопрепаратов на основе различных эндофитных бактерий рода *Bacillus* на фитопатогенные микромицеты и продуктивность яровой пшеницы / А. А. Абрамова, Р. И. Сафин // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. – 2024. – № 3(11). – С. 6-13. – DOI 10.12737/2782-490X-2024-6-13. – EDN LPKOHK.
2. Алдашева, Н. Т. Получение гуминовых веществ из окисленных углей Узгенского месторождения с "активированной водой", полученной методом электролиза / Н. Т. Алдашева // Вестник науки и образования. – 2019. – № 24-1(78). – С. 26-31. – EDN JXOWAH.
3. Андрюков, Б. Г. Обучаясь у природы: бактериальные споры как мишень для современных технологий в медицине (обзор) / Б. Г. Андрюков, А. А. Карпенко, И. Н. Ляпун // Современные технологии в медицине. – 2020. – Т. 12, № 3. – С. 105-123. – DOI 10.17691/stm2020.12.3.13. – EDN LSFJLL.
4. Анкудович, Ю. Н. влияние климатических факторов и систем удобрения на урожайность зерновых культур / Ю. Н. Анкудович // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – № 1(41). – DOI 10.23649/JAE.2024.41.1. – EDN HJLYEB.
5. Арзиев, Ж. А. Исследования эффективности действия гумино - минеральных удобрений на хлопчатник при листовой подкормке / Ж. А. Арзиев, Б. С. Жолдошев, Д. Т. Алтыбаева // Вестник Кыргызского Национального Университета имени Жусупа Баласагына. – 2018. – № 4(96). – С. 77-82. – EDN GIQDCA.
6. Атабаева Х. Н., Массино И. В. Биология зерновых культур - Ташкент: Государственное научное издательство «Узбекистонмиллийэнциклопедияси», 2005. - 202 с.
7. Афанасьева, Д. С. Семенные качества различных генотипов ярового ячменя в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Д. С. Афанасьева,

Ф. З. Кадырова // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 2(2). – С. 12-18. – DOI 10.12737/2782-490X-2022-38-45. – EDN BLXUBA.

8. Бакаева, Н. П. Антистрессовое воздействие органоминеральных удобрений в агротехнологии озимой пшеницы / Н. П. Бакаева, О. Л. Салтыкова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4(52). – С. 65-72. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-65-72. – EDN YHTGLO.

9. Бакаева Наталья Павловна УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СЕВООБОРОТЕ // Аграрная наука на Севере – сельскому хозяйству. 2024. №I. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-yarovogo-yachmenya-i-otsenka-pokazateley-produktsionnogo-protssessa-v-sevooborote> (дата обращения: 01.08.2024).

10. Бамбалов, Н. Н. Выделение компонентов при групповом анализе органического вещества торфа (обзор) / Н. Н. Бамбалов // Химия твердого топлива. – 2020. – № 5. – С. 31-50. – DOI 10.31857/S0023117720050023. – EDN OAIMIA.

11. Бамбалов, Н. Н. Осаждение гуминовых веществ из водных и щелочных растворов под воздействием электролитов (обзор) / Н. Н. Бамбалов // Химия твердого топлива. – 2016. – № 1. – С. 53. – DOI 10.7868/S0023117716010035. – EDN VCPKAB.

12. Батищев, И. В. Почвенные влагозапасы и водный баланс посевов ячменя ярового на эрозионно опасном склоне / И. В. Батищев, И. Н. Ильинская // Мелиорация и гидротехника. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 161-181. – DOI 10.31774/2712-9357-2023-13-4-161-181. – EDN OBHCXF.

13. Башинская О.С. Методические указания для практических занятий по направлению 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2017.- 235 с.

14. Безгодов, А. В. Эффективное органоминеральное удобрение нового типа – торфо-сапропелевый концентрат гумиторф / А. В. Безгодов // Новое слово в науке: стратегии развития : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Чебоксары, 22 октября 2017 года / Редколлегия: О.Н. Широков [и др.]. Том 1. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2017. – С. 135-140. – EDN ZUQBVB.

15. Безуглова, О. С. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) / О. С. Безуглова, Е. А. Полиенко, А. В. Горовцов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4(60). – С. 11-14. – EDN WJUMLF.

16. Безуглова, О. С. О механизме влияния гуминовых веществ на ростовые процессы растений / О. С. Безуглова, В. В. Бесчетников // Рациональное землепользование: оптимизация земледелия и растениеводства : Сборник докладов V Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика РАСХН А.П. Щербакова, Курск, 28–30 сентября 2021 года / Курский федеральный аграрный научный центр. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2021. – С. 32-37. – EDN MONSQO.

17. Бесалиев, И. Н. Температурный режим межфазных периодов вегетации и урожайность ячменя / И. Н. Бесалиев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1(5). – С. 72-75. – EDN MTEOWN.

18. Биологическая активность гуминового комплекса различного происхождения и его влияние на рост и развитие растений / В. В. Борисенко, С. Б. Хусид, Ю. А. Лысенко, Б. В. Фолиянц // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 110. – С. 1167-1177. – EDN SGYEKF.

19. Боярко, Г. Ю. Торфяная промышленность России и мира. Анализ состояния и перспективы развития / Г. Ю. Боярко, П. В. Бернатонис, В. К. Бернатонис // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2014. – № 6. – С. 56-61. – EDN TBAADL.
20. Броварова, О. В. Физико-химические свойства и биологическая активность гуматов, выделенных из угольного шлама / О. В. Броварова, Д. В. Кузьмин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6(92). – С. 14-19. – DOI 10.37670/2073-0853-2021-92-6-14-19. – EDN AWEENR.
21. Вага, И. И. Органическое земледелие - как основа биологического контроля вредных организмов в посевах кабачка / И. И. Вага, Ф. А. Попов, Т. М. Серая // Актуальная биотехнология. – 2017. – № 2(21). – С. 274a-277. – EDN ZXFACJ.
22. ВЕРОЯТНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ГУМИНОВЫХ веществ на продукционный процесс зеленых РАСТЕНИЙ / А. И. Попов, В. Н. Зеленков, Т. В. Теплякова, М. В. Марков // Вестник РАЕН. – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 46-58. – DOI 10.52531/1682-1696-2023-23-3-46-58. – EDN BRSXTA.
23. Видовой состав эндофитных бактерий злаковых культур на примере пшеницы и овса в Якутии / Ф. А. Лукина, Ф. В. Николаева, В. В. Додохов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 5. – С. 34-39. – DOI 10.28983/asj.y2024i5pp34-39. – EDN AUHELZ.
24. Виды и разновидности зерновых и кормовых культур / А. С. Капустин, С. И. Капустин, А. Б. Володин [и др.]. – 2-е издание, дополненное. – Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2019. – 47 с. – EDN TIYPSG.
25. Влияние гумитона на поражаемость ячменя болезнями при выращивании растений на техногенно загрязненной почве / Н. Н. Лой, С. Н. Гулина, Д. Г. Свириденко, О. В. Суслова // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2021 : сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 20–23 сентября 2021 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2021. – С. 413-418. – EDN BHZKUM.

26. Габдрахманова, В. Ф. Транскрипционная активность генов системы РНК-интерференции *Solanum tuberosum* L. Под влиянием эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* 26Д в условиях инфицирования возбудителем фитофтороза *Phytophthora infestans* / В. Ф. Габдрахманова, А. В. Сорокань, И. В. Максимов // Биосистемы: организация, поведение, управление : Тезисы докладов 77-й Международной школы-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, 15–19 апреля 2024 года. – Нижний Новгород: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", 2024. – С. 75. – EDN JKOIAT.

27. Гарипова, С. Институт органического сельского хозяйства исследует эндофитные бактерии / С. Гарипова, Л. Анисимова // АгроСнабФорум. – 2017. – № 1(149). – С. 48-49. – EDN XYCJBF.

28. Глушкова, И. А. Изучение методов получения гуминовых веществ из органических отходов / И. А. Глушкова, Е. С. Ушакова // Химия и химическая технология: достижения и перспективы : Материалы IV Всероссийской конференции, Кемерово, 27–28 ноября 2018 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – С. 513.1-513.5. – EDN UFCQNJ.

29. Голова, Т. Г. Влияние длины светового дня на формирование продуктивности ярового ячменя / Т. Г. Голова, Л. А. Ершова, С. А. Кузьменко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4(36). – С. 130-135. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11215. – EDN PBPGDJ.

30. Гордиенко, А. Н. Влияние гуматов на плодородие дерново-подзолистой почвы и урожай картофеля при совместном применении с комплексным удобрением / А. Н. Гордиенко, Т. Ю. Амелина, Г. Н. Фадькин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им.

П.А. Костычева. – 2020. – № 3(47). – С. 126-132. – DOI 10.36508/RSATU.2020.61.86.022. – EDN TTUVFS.

31. Гостищева, М. В. Сравнительная характеристика методов выделения гуминовых кислот из торфов с целью получения гуминовых препаратов / М. В. Гостищева, И. В. Федько, Е. О. Писниченко // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2004. – № 1(9). – С. 66-68. – EDN PFSISZ.

32. Громова, Н. Ю. Экологические аспекты управления гумификацией почв Тверского региона / Н. Ю. Громова, Т. Ю. Салова, В. А. Тюлин // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 1. – С. 138-140. – EDN XVGTFE.

33. Гузева, А. В. Строение гуминовых кислот и условия гумификации в донных отложениях озер полярного урала и ямальской тундры / А. В. Гузева, Н. Э. Демидов, А. Е. Лапенков // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2023. – № 4(121). – С. 100-121. – DOI 10.26110/ARCTIC.2023.121.4.007. – EDN IPFTPM.

34. Гуминовые препараты и структурное состояние черноземных и каштановых почв Ростовской области / О. С. Безуглова, В. А. Лыхман, Е. А. Полиенко, А. В. Горюнов. – Рассвет : ООО "АзовПринт", 2020. – 188 с. – ISBN 978-5-6045262-5-5. – EDN HIWSLM.

35. Дергачева, М. И. Традиции и новаторство в учении о гумусе почв / М. И. Дергачева // Почвы и окружающая среда. – 2021. – Т. 4, № 4. – DOI 10.31251/pos.v4i4.172. – EDN TDURIO.

36. Джинджолия, Л. Б. Практика применения некорневых подкормок для плодовых деревьев на территории Республики Абхазия: на примере удобрения гумат калия / Л. Б. Джинджолия, К. Т. Чукбар // Наукосфера. – 2022. – № 2-2. – С. 75-78. – EDN ENIKMQ.

37. Диабанкана, Р. Ж. К. Оценка влияния применения биопрепаратов в период вегетации на микробиом семян яровой пшеницы / Р. Ж. К. Диабанкана,

Р. И. Сафин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2023. – № 1(5). – С. 22-26. – DOI 10.12737/2782-490X-2023-22-26. – EDN OAPBUW.

38. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ / Г. А. Филенко, Т. И. Фирсова, Ю. Г. Скворцова, Е. Г. Филиппов // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 5(53). – С. 20-25. – EDN YLHXSX.

39. Дудник, Д. Е. Изучение свойств новых штаммов *Bacillus* sp., перспективных для использования в сельском хозяйстве / Д. Е. Дудник // Актуальная биотехнология. – 2022. – № 1. – С. 177-178. – EDN DRWUQC.

40. Добровольская, О. Б. Соцветие злаков: особенности строения, развития и генетической регуляции морфогенеза / О. Б. Добровольская, А. Е. Дресвянникова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 7. – С. 766-775. – DOI 10.18699/VJ18.420. – EDN YMZLIL.

41. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

42. Драгунов, С. С. Химическая характеристика гуминовых кислот и их физиологическая активность / С. С. Драгунов // Гуминовые удобрения, теория и практика их применения – Киев: Урожай, 1980, т. VII. – С. 5-21.

43. Егорова, Н. И. Развитие корневой системы сортов ячменя в агрофитоценозах южной лесостепи Западной Сибири / Н. И. Егорова // Наука и современность. – 2012. – № 17. – С. 15-19. – EDN ROQOLR.

44. Ерегина, С. В. Потенциал использования микроорганизмов рода *Bacillus* в растениеводстве / С. В. Ерегина, М. М. Кузнецова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(77). – С. 19-35. – DOI 10.24411/2078-1318-2024-3-19-35. – EDN YLLERU.

45. Ерохин, А. И. Перспективы использования Гумата калия жидкого торфяного и фунгицида Титул ДУО, ККР для внекорневой обработки растений гороха / А. И. Ерохин, З. Р. Цуканова, Е. В. Латынцева // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3(35). – С. 32-36. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11182. – EDN KAWUAV.

46. Ершова, Л. А. Оценка нового сорта ярового ячменя Икорец по экологической устойчивости, продуктивности и качеству зерна / Л. А. Ершова, Т. Г. Голова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2(46). – С. 148-155. – DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-148-155. – EDN HDFECM.

47. Жолобова, И. С. Влияние биогуматов на почвенную биоту / И. С. Жолобова, Л. О. Пономарева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 975-984. – EDN VHFLXR.

48. Зайцева, И. Ю. Формирование корневой системы у сортов конкурсного сортоиспытания / И. Ю. Зайцева // Материалы V Международной научно-практической конференции "Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве", Киров, 01–05 апреля 2019 года. – Киров: Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, 2019. – С. 25-29. – EDN ROJKZX.

49. Защитно-стимулирующий состав для обработки семян яровой пшеницы и ячменя / Г. Е. Кожабаева, Г. И. Копирова, М. А. Байжанова, Б. К. Копжасаров // Наука и образование. – 2023. – № 2-2(71). – С. 202-213. – DOI 10.52578/2305-9397-2023-2-2-202-213. – EDN YVGOND.

50. Земцова, В. О. Биопрепараты на основе бактерии рода *Bacillus* - экологически безопасная альтернатива химическим пестицидам / В. О. Земцова, Е. Р. Грицкевич // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века : материалы 18-й международной научной конференции: в 3 частях, Минск, 17–18 мая 2018 года / под редакцией С.А. Маскевича, С.С. Позняка. Том часть 2. – Минск: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2018. – С. 48-50. – EDN XVHTYT.

51. Иванова, Ю. С. Агрометеорологическая характеристика сортов ярового ячменя в условиях Тюменской области / Ю. С. Иванова, М. Н. Фомина, А. А. Ярославцев // Эпоха науки. – 2023. – № 35. – С. 18-23. – DOI 10.24412/2409-3203-2023-35-18-23. – EDN MYUROO.

52. Игонин, М.Е. Природно-антропогенные ландшафты Республики Татарстан: картографирование, пространственный анализ и геоэкологическая оценка: дисс. ... канд. геогр. наук: 25. 00. 36 / Михаил Евгеньевич Игонин. – Казань, 2008. – 175 с.

53. Илькив, Н. Биологизация земледелия: преграды и перспективы / Н. Илькив // АгроФорум. – 2022. – № 1. – С. 24-30. – EDN JOLZKB.

54. Исследование гуминовых препаратов, полученных из бурого угля / А. В. Кошелев, В. Ф. Головков, И. Д. Деревягина [и др.] // Химия и технология органических веществ. – 2019. – № 3(11). – С. 28-40. – DOI 10.54468/25876724_2019_3_28. – EDN IHEQGC.

55. Исследование миколитических свойств аэробных спорообразующих бактерий продуцентов внеклеточных хитиназ / Г. Э. Актуганов, А. И. Мелентьев, Н. Ф. Галимзянова, А. В. Широков // Микробиология. – 2008. – Т. 77, № 6. – С. 788-797. – EDN JUJYUR.

56. Исследование минеральных компонентов горючих сланцев и их углеродминеральных остатков при термоллизе / О. И. Кривонос, Е. Н. Терехова, В. Д. Галдина, Г. В. Плаксин // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2015. – Т. 58, № 3. – С. 69-73. – EDN RRLFAF.

57. Ковригина, Л. Н. Корреляционный анализ структуры стебля *Hordeum vulgare* L / Л. Н. Ковригина, Г. Я. Степанюк // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2011. – № 10. – С. 60-63. – EDN YIZYBF.

58. Козаева, М. И. Фунгицидная активность эндофитной бактерии *Pseudomonas syringae* в отношении некоторых фитопатогенных грибов / М. И. Козаева // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 10-2(78). – С. 114-115. – EDN PFMMDZ.

59. Коношина, С. Н. Химический состав зерна ярового ячменя в зависимости от предшественников / С. Н. Коношина // Периодическая таблица химических элементов: теория и практика преподавания : Материалы

межвузовского научно-практического семинара, Орел, 25 апреля 2019 года. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2019. – С. 50-53. – EDN LTVKZT.

60. Краснобаева, И. Л. Влияние хитина на биологическую активность штаммов *Bacillus subtilis* / И. Л. Краснобаева, Н. М. Коваленко, Э. В. Попова // Вестник защиты растений. – 2020. – Т. 103, № 4. – С. 233-240. – DOI 10.31993/2308-6459-2020-103-4-13272. – EDN EUIQQL.

61. Кузьминых, А. Н. Система предпосевной обработки почвы и урожайность ярового ячменя / А. Н. Кузьминых // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2020. – Т. 6, № 1(21). – С. 32-39. – DOI 10.30914/2411-9687-2020-6-1-32-38. – EDN ZBYHQK.

62. Кулабухова, Д. Ю. Использование биопрепаратов на основе штаммов эндофитных бактерий в растениеводстве / Д. Ю. Кулабухова // Синергия Наук. – 2017. – № 7. – С. 381-386. – EDN XRNGWX.

63. Кулик, А. М. Обоснование рационального способа производства гуминовых удобрений из торфа / А. М. Кулик, П. Ю. Крупенин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 181-185. – EDN CAEVIH.

64. Культивируемые эндофитные бактерии стеблей и листьев гороха посевного (*Pisum sativum* L.) / Е. Н. Васильева, Г. А. Ахтемова, А. М. Афонин [и др.] // Экологическая генетика. – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 169-184. – DOI 10.17816/ecogen17915. – EDN AXAHYA.

65. Ламмас, М. Е. Действие удобрений на площадь листьев и фотосинтетическую активность ячменя / М. Е. Ламмас // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения : Материалы XI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Москва, 30 ноября – 01 2023 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2023. – С. 115-118. – EDN HZJAYW.

66. Лаптева, Е. М. Торф и отходы промышленных предприятий Республики Коми как источник востребованных инновационных продуктов - гуминовых препаратов / Е. М. Лаптева, Р. С. Василевич, Е. Д. Лодыгин // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. – 2020. – № 2(213). – С. 35-43. – DOI 10.31140/j.vestnikib.2020.2(213).6. – EDN WDFJXO.

67. Левакова, О. В. Влияние метеорологических условий на яровой ячмень сорт яромир и его урожайность в условиях Рязанской области / О. В. Левакова // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 77-82. – DOI 10.31367/2079-8725-2022-80-2-77-82. – EDN AHIOVZ.

68. Лепехов, С. Б. Результат отбора по количеству зародышевых корней у яровой мягкой пшеницы / С. Б. Лепехов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3(221). – С. 5-10. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-221-3-5-10. – EDN GMEQEB.

69. Лисицын, Е. М. Показатели развития корневых систем в эдафической селекции ячменя / Е. М. Лисицын // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2(26). – С. 66-71. – DOI 10.24411/2309-348X-2018-10019. – EDN XPIJGH.

70. Лукина, К. А. Голозерный ячмень: систематика, селекция и перспективы использования / К. А. Лукина, О. Н. Ковалева, И. Г. Лоскутов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – Т. 26, № 6. – С. 524-536. – DOI 10.18699/VJGB-22-64. – EDN KDBNLV.

71. Лыгина, Н. О. Вермикультивирование как биотехнология утилизации органических отходов / Н. О. Лыгина, М. Н. Мишина // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5, № 2. – EDN PBFPRТ.

72. Маевская, С. Н. Реакция антиоксидантной и осмопротекторной систем проростков пшеницы на засуху и регидратацию / С. Н. Маевская, М. К. Николаева // Физиология растений. – 2013. – Т. 60, № 3. – С. 351. – DOI 10.7868/S0015330313030081. – EDN PXLFQT.

73. Малосиева. Влияние полифункциональных кислот и гуматов натрия на укоренение древесных растений / Малосиева // Известия Национальной

Академии наук Кыргызской Республики. – 2018. – № 6. – С. 52-57. – EDN YUJDLN.

74. Малышев, П. А. Применение смесей из торфа и сапропеля в животноводстве и растениеводстве / П. А. Малышев // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 5. – С. 105-111. – DOI 10.28983/asj.y2024i5pp105-111. – EDN LCYEFV.

75. Маркова, О. В. Влияние эндофитных бактерий на морфометрические и физиолого-биохимические показатели растений разных сортов фасоли в норме и в условиях стресса / О. В. Маркова // X Съезд общества физиологов растений России "Биология растений в эпоху глобальных изменений климата" : Всероссийская научная конференция с международным участием : тезисы докладов, Уфа, 18–23 сентября 2023 года. – Уфа: Уфимский Федеральный исследовательский центр РАН, 2023. – С. 237. – EDN JFFZVB.

76. Марьина-Чермных, О. Г. Влияние биологических препаратов на посевные качества семян, распространенность и вредоносность корневой гнили на яровом ячмене / О. Г. Марьина-Чермных // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2020. – Т. 6, № 4(24). – С. 445-450. – DOI 10.30914/2411-9687-2020-6-4-445-449. – EDN PKLJEB.

77. Мельникова, О. В. Корреляционно-регрессионная зависимость интенсивности транспирации листьев и урожайности зерна ярового ячменя / О. В. Мельникова, И. А. Сальникова, Д. М. Мельников // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сборник статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Н. И. Протасова, Горки, 30–31 января 2024 года. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. – С. 159-163. – EDN EJGNCW.

78. Мельников, С. П. Влияние препаратов на основе гуминовых веществ и серебра на элементы структуры урожайности и устойчивость яровой мягкой пшеницы к болезням / С. П. Мельников, Л. Е. Колесников, А. Н. Базыкина //

Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 43. – С. 67-75. – EDN WYCZZL.

79. Методы выделения и идентификации гуминовых веществ / Д. В. Федяева, Л. В. Габидуллина, Э. И. Хизбуллина, М. А. Маликова // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2022. Передовые технологии и современные тенденции : Материалы Международной научно-методической конференции, Салават, 21–22 апреля 2022 года. – Салават: УНПЦ «Издательство УГНТУ», 2022. – С. 117-119. – EDN TWENHY.

80. Методы определения активных компонентов в составе гумуса почв. М.:ВНИИА, 2010. – 32 с.

81. Микробные ассоциации биогумуса и гуминовых веществ, полученных на основе отходов животноводства / А. И. Петенко, И. С. Жолобова, Н. Е. Горковенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 157. – С. 27-42. – DOI 10.21515/1990-4665-157-003. – EDN CHHUEG.

82. Молова, З. О. Особенности корневой системы ячменя / З. О. Молова // Современные тенденции развития науки и производства : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Кемерово, 05 декабря 2017 года. Том II. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью "Западно-Сибирский научный центр", 2017. – С. 243-245. – EDN YPEEEV.

83. Мукайлов, М. Д. Формирование корневой системы ячменя в связи с сортовыми особенностями / М. Д. Мукайлов, М. Б. Хоконова // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 115-118. – EDN YQXQCH.

84. Муромцев, Н. А. Особенности влагопотребления и влагообеспеченности растений различных экологических групп / Н. А. Муромцев, Н. А. Семенов, К. Б. Анисимов // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2016. – № 82. – С. 71-87. – DOI 10.19047/0136-1694-2016-82-71-87. – EDN VLOHKV.

85. Наими, О. И. Гуминовые препараты: свойства, источники и промышленное получение (обзор) / О. И. Наими // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 8(24). – С. 276-282. – EDN VKMDFY.

86. Наумович, Н. И. Влияние эндофитных бактерий на рост и развитие растений / Н. И. Наумович, И. В. Шавейко, З. М. Алещенкова // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты : Сборник научных трудов. Том 8. – Минск : Республиканское унитарное предприятие "Издательский дом "Белорусская наука", 2016. – С. 211-226. – EDN ZXKQTY.

87. Неверов, А. А. Влияние гуминовых препаратов на усвоение элементов минерального питания посевами ячменя / А. А. Неверов, А. С. Верещагина, Р. Ш. Ураскулов // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104, № 3. – С. 114-126. – DOI 10.33284/2658-3135-104-3-114. – EDN KAOOZZ.

88. Никитина, В. И. Определение холодо- и засухоустойчивости образцов яровой пшеницы, ячменя лабораторными методами / В. И. Никитина // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3(27). – С. 19-26. – EDN ZQSZMX.

89. Нургалиева, А. Т. Влияние посевных качеств и происхождения семян ярового ячменя на урожайность и их качество / А. Т. Нургалиева, Л. В. Пospelова // Молодежь и наука. – 2016. – № 5. – С. 75. – EDN WYJHUR.

90. Образцов, В. Н. Способы раннего прогнозирования полегания злаковых культур по признакам прочности главного стебля / В. Н. Образцов, С. В. Кадыров, В. А. Федотов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13, № 1(64). – С. 61-68. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.1.61. – EDN ZIOWZX.

91. О возможной природе биологической активности гуминовых веществ / Г. Н. Федотов, С. А. Шоба, М. Ф. Федотова, В. В. Демин // Почвоведение. – 2018. – № 9. – С. 1099-1107. – DOI 10.1134/S0032180X18090058. – EDN XWMXYD.

92. Особенности природной очаговости сибирской язвы и экологии *Bacillus anthracis* / А. П. Родионов, Е. А. Артемьева, Л. А. Мельникова [и др.] //

Ветеринария сегодня. – 2021. – № 2(37). – С. 151-158. – DOI 10.29326/7304-196X-7021-2-37-151-158. – EDN ZCRUTB.

93. Оценка влияния структурно-группового состава гуминовых кислот бурых углей на их биологическую активность в условиях техногенных ландшафтов / Д. А. Соколов, С. Л. Добрянская, В. А. Андроханов [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 5(129). – С. 90-100. – DOI 10.26730/1999-4125-2018-5-90-99. – EDN YUMSNF.

94. Павлович, Л. Б. Влияние свойств гуминовых препаратов из бурых углей на химический состав минеральных компонентов растений / Л. Б. Павлович, В. М. Страхов // Химия твердого топлива. – 2018. – № 3. – С. 66-70. – DOI 10.7868/S002311771803009X. – EDN XQODYL.

95. Панина, Е. В. Влияние обработок растений яровой пшеницы гуматом на содержание клейковины / Е. В. Панина, И. А. Сорокина, С. В. Бутова // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, Воронеж, 07–09 ноября 2018 года. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 132-135. – EDN МНОСМН.

96. Патент № 2673713 С2 Российская Федерация, МПК C05F 11/02, C05F 3/00, C05G 3/00. способ получения жидкой гуминовой органо-минеральной подкормки для растений : № 2015154307 : заявл. 17.12.2015 : опубл. 29.11.2018 / И. Н. Титов, Г. Н. Мулярчик ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "МФК Точка Опоры". – EDN MYENGQ.

97. Перспективы использования эндофитных и экстремофильных микроорганизмов в борьбе с фитопатогенами сельскохозяйственных культур (обзор) / Е. Р. Фасхутдинова, Ю. В. Голубцова, О. А. Неверова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24, № 5. – С. 720-738. – DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.5.720-738. – EDN QTXYNE.

98. Перспективы применения гуминовых веществ и их получение из окисленного бурого угля / Б. Т. Ермагамбет, Н. У. Нургалиев, А. А. Сыздыкова, Н. А. Маслов // Наука, техника и образование. – 2019. – № 2(55). – С. 20-25. – EDN LCYXIG.

99. Петрина, П. С. Влияние предпосевной обработки семян гуматами и кремнием в хелатной форме на рост и развитие овса посевного / П. С. Петрина, М. В. Бондарева, А. И. Сафиуллина // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 260-263. – EDN SKQGNO.

100. Побеленская, А. А. Влияние биопрепаратов для обработки семян на микробоценоз почвы / А. А. Побеленская, Л. Н. Коробова, О. И. Пищимко // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса : сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 20 октября 2021 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 182-186. – EDN JDRTWN.

101. Поволоцкая, Ю. С. Краткий обзор гуминовых препаратов / Ю. С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 5-1. – С. 37-40. – DOI 10.24411/2500-1000-2019-10854. – EDN CSNLRP.

102. Поляков, М. В. Увеличение производства продукции растениеводства за счет применения гуматов / М. В. Поляков, Е. А. Строкова, А. А. Козлов // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты : сборник научных статей 10-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 18–19 сентября 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 340-344. – EDN YKQDFZ.

103. Постовалов, А. А. Характеристика устойчивости к корневой гнили и экологическая пластичность сортов ярового ячменя в Курганской области / А.

А. Постовалов, М. Н. Ткаченко // Вестник Курганской ГСХА. – 2018. – № 3(27). – С. 59-61. – EDN YWPCPZ.

104. Починкова, А. А. Влияние торфяных полей на качество воды и хозяйственные объекты / А. А. Починкова // Водные ресурсы региона, их охрана и рациональное использование : сборник статей XVII региональной научно-практической экологической конференции школьников, студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 26 ноября 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2022. – С. 9-14. – EDN AYCWUC.

105. Предварительная оценка урожайности новых сортов ярового ячменя в условиях Тамбовской области / В. В. Чекмарев, Н. Н. Дубровская, О. И. Корабельская [и др.] // Colloquium-Journal. – 2019. – № 11-1(35). – С. 48-49. – EDN ZYXIDT.

106. Применение гуминовых кислот окисленного бурого угля месторождения Улаан - Овоо при выращивании картофеля / Л. Н. Новикова, Э. Рэнчинханд, Ю. А. Михеева [и др.] // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2011. – № 1. – С. 14-20. – EDN WZZWTB.

107. Применение природных гуматов для ремедиации загрязненных городских почв и стимулирования роста растений / А. А. Степанов, П. С. Шульга, Д. Д. Госс, М. Е. Смирнова // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2018. – № 2. – С. 30-34. – EDN YSEOIM.

108. Применение электротехнологий для предпосевной обработки семян ярового ячменя. Часть 2. Обработка семян стимулирует формирование корневой системы проростков* / А. С. Казакова, И. С. Татьянченко, В. Ю. Донцова [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – № 3(55). – С. 4-13. – EDN CXBEWH.

109. Проворов, Н. А. Соотношение мутуализма и антагонизма в микробно-растительных взаимодействиях: концепция плеiotропного симбиоза

/ Н. А. Проворов // Микология и фитопатология. – 2019. – Т. 53, № 2. – С. 67-79. – DOI 10.1134/S0026364819020089. – EDN VVDWJQ.

110. Производство ячменя в мире и России / А. А. Донцова, Е. Г. Филиппов, Д. П. Донцов, Е. А. Терновая // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 6. – С. 7-13. – EDN XVNHLT.

111. Промтов, М. А. Экстрагирование гуматов из природного сырья при гидродинамической и кавитационной обработке / М. А. Промтов, А. Ю. Степанов, А. В. Алешин // Повышение эффективности процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности : сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 105-летию со дня рождения А. Н. Плановского, Москва, 08–09 сентября 2016 года. Том 1. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет дизайна и технологии", 2016. – С. 353-357. – EDN XGLIFV.

112. Пузырева, В. М. Гуминовые вещества как природные сорбенты / В. М. Пузырева, Ю. Л. Демичева // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2010. – № 2. – С. 22-25. – EDN OCSRYT.

113. Пунанова, С. А. Экологические последствия разработки сланцевых формаций, содержащих токсичные элементы / С. А. Пунанова, М. Я. Шпирт // Химия твердого топлива. – 2018. – № 6. – С. 55-63. – DOI 10.1134/S0023117718060105. – EDN VLVPGU.

114. Развитие учения о гумусе и почвенном органическом веществе: от Тюрина и Ваксмана до наших дней / А. Л. Иванов, Б. М. Когут, В. М. Семенов [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2017. – № 90. – С. 3-38. – DOI 10.19047/0136-1694-2017-90-3-38. – EDN ZTBWRZ.

115. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова. -- М.: КолосС, 2006. -- 612 с: ил.

116. Рахимзода, Ш. Х. Биохимический состав зерна сортов озимого ячменя, выращенных в различных условиях почвенного питания / Ш. Х.

Рахимзода // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – 2020. – № 2(64). – С. 12-14. – EDN DEYRMJ.

117. Румянцев, С. Д. Влияние различных штаммов эндофитных бактерий рода *Bacillus* на устойчивость растений картофеля к колорадскому жуку / С. Д. Румянцев, А. В. Сорокань, Г. В. Беньковская // Доклады Башкирского университета. – 2018. – Т. 3, № 4. – С. 452-455. – EDN YABGST.

118. Рыбальский, Н.Г. Атлас Республики Татарстан / Под ред. Н.Г. Рыбальского. – М.: Изд-во ОАО "Иван Федоров", 2005. – 216с.

119. Рябуха, А. Ф. Содержание пролина в листьях *Quercus robur* L. и *Gleditsia triacanthos* L. в засушливых условиях / А. Ф. Рябуха, А. Р. Макарова, Е. Д. Иванова // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2023. – № 4(60). – С. 73-80. – DOI 10.25686/2306-2827.2023.4.73. – EDN ZLNXQM.

120. Сабиров, А. М. Эффективность предпосевной обработки семян ели европейской удобрительными препаратами "Биоплант Флора", "Гумат" и внесение азотных удобрений / А. М. Сабиров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10, № 3(37). – С. 144-147. – DOI 10.12737/14788. – EDN VJTLRH.

121. Савчик, А. В. Выделение штаммов эндофитных бактерий, перспективных для создания фитозащитного биопрепарата, и изучение их свойств / А. В. Савчик // Белорусский государственный университет. Научная конференция студентов и аспирантов : сборник работ 74-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета: в 3 частях, Минск, 15–24 мая 2017 года. Том Часть I. – Минск: Белорусский государственный университет, 2017. – С. 371-374. – EDN YPSKUJ.

122. Сазанов, А. В. Оценка содержания гуминовых веществ в сапропелях различного происхождения / А. В. Сазанов, М. Л. Сазанова, Л. В. Тугаринов // Экология родного края: проблемы и пути их решения : Материалы Международной научно-практической конференции, Киров, 23–25 апреля 2024

года. – Киров: Вятский государственный университет, 2024. – С. 76-80. – EDN PMRBOL.

123. Салимзянова, И. Н. Агрохимическая оценка почв Предкамья Республики Татарстан : специальность 06.01.04 "Агрохимия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Салимзянова Ильмира Наилевна. – Казань, 2004. – 16 с. – EDN NHSHVX.

124. Сверчкова Н.В. Пробиотические препараты на основе бактерий рода *Bacillus* для животноводства, птицеводства и промышленного рыбководства Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты, 2020. Т. 12. С. 252–264.

125. Сейтменбетова, А. Т. Влияние удобрений "биоэкогум" и "Тумат" на микрофлору светло-каштановой почвы при возделывании сои и сафлора / А. Т. Сейтменбетова, Б. У. Сулейменов, А. Э. Нысанбаева // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1. – С. 40-51. – DOI 10.51886/1999-740X_2022_1_40. – EDN UYTZUP.

126. Сергеева, А. А. Влияние препарата гуминовой природы на рост и развитие зерновых злаковых культур / А. А. Сергеева, Г. А. Гасимова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 252, № 4. – С. 228-232. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_4_252_228. – EDN LCCBIE.

127. Силаева, О. П. Эффективность удобрений при возделывании ярового ячменя в зависимости от фосфатного состояния почвы / О. П. Силаева, В. Н. Дышко, И. Я. Пигорев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 29-37. – EDN PWVGJU.

128. Сири́н, А. А. Болота и антропогенно-измененные торфяники: углерод, парниковые газы, изменение климата / А. А. Сири́н // Успехи современной биологии. – 2022. – Т. 142, № 6. – С. 560-577. – DOI 10.31857/S0042132422060096. – EDN UQLYTY.

129. Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. Часть 1. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2013. – 166 с.

130. Система земледелия Республики Татарстан: В 3-х частях. Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – 292 с.

131. Слепцова, Т. В. Оценка сапропелевого сырья озерных месторождений Кобяйского улуса Республики Саха (Якутия) и перспективы его использования в сельскохозяйственном производстве / Т. В. Слепцова, А. Ф. Абрамов // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 7(184). – С. 46-51. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-7-46-51. – EDN EDCTEK.

132. Слюсарев, В. Н. Агрономическое почвоведение : Учебник / В. Н. Слюсарев, С. А. Тешева, А. В. Осипов. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2023. – 316 с. – ISBN 978-5-907816-03-9. – EDN HTMVCP.

133. Смирнова, Ю. В. ВЛИЯНИЕ эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* НА СОДЕРЖАНИЕ фотосинтетических пигментов В растениях пшеницы при ВОЗДЕЙСТВИИ никеля / Ю. В. Смирнова, З. М. Курамшина, О. В. Гомоненко // Universum: химия и биология. – 2018. – № 12(54). – С. 26-28. – EDN YRIHZZ.

134. Соколова, А. В. Механизм влияния гуминовых веществ на растения и их рост, а также на рост животных / А. В. Соколова, Н. В. Баракова // Традиции и инновации : XIV научная конференция, посвященная 195-й годовщине образования Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), в рамках мероприятий по проведению в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий, Санкт-Петербург, 20–23 ноября 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), 2023. – С. 186. – EDN AVPMIV.

135. Способ получения вермикомпоста(Гумус) из органических отходов в лабораторных условиях / Ш. Джапарова, Г. Жолборс Кызы, С. Т. Сапарбаев [и др.] // Известия Ошского технологического университета. – 2024. – № 1. – С. 89-94. – EDN PGQZOF.

136. Сравнительная оценка корневых систем злаковых культур: озимой и яровой пшеницы, трититригии и вида пырея *Elyrigiaintermedia* / Л. П. Иванова,

Ф. И. Клименков, И. Н. Клименкова [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 6(100). – С. 23-29. – DOI 10.52691/2500-2651-2023-100-6-23-29. – EDN EEBFFY.

137. Статистические данные продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data> (Режим доступа: 30.07.2024)

138. Суров, В. А. Морфофизиологические особенности роста и развития ячменя в засушливых условиях юго-востока ЦЧР / В. А. Суров, Г. В. Чевердина // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», Солёное Займище, 29 февраля 2016 года. – Солёное Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. – С. 2717-2727. – EDN WCXRSR.

139. Сухарева, Л. В. Направления использования биопрепаратов в растениеводстве / Л. В. Сухарева, М. М. Кузнецова // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 3(19). – С. 55-63. – DOI 10.52671/26867591_2023_3_55. – EDN EQNBFC.

140. Сухинина, К. В. Ботаническая классификация ячменя и её использование в селекции новых сортов / К. В. Сухинина, Н. В. Репко, В. В. Ковалев // Современные научные исследования и разработки. – 2016. – № 6(6). – С. 105-108. – EDN XBHHQZ.

141. Сухорукова, М. В. Получение гуматов из леонардита, торфа и вторичных материальных ресурсов (обзор) / М. В. Сухорукова, Т. А. Василенко // Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология : Сборник докладов Международной научной конференции, Алушта-Белгород, 05–09 июня 2023 года. – Белгород:

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 320-323. – EDN TIVEOL.

142. Сырмолот, О. В. Действие биопрепаратов на продуктивность сои в условиях Приморского края / О. В. Сырмолот, А. М. Асатурова, А. И. Хомяк // Агрохимический вестник. – 2016. – № 6. – С. 52-54. – EDN YFMBVL.

143. Таланов, И. П. Продуктивность ячменя в зависимости от фонов питания и нормы высева / И. П. Таланов, Л. З. Каримова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 3(54). – С. 67-70. – DOI 10.12737/article_5db95a9da9c1c0.43759300. – EDN BYHLBO.

144. Тимшина, М. А. Особенности структуры и свойств гуминовых кислот Ханты-Мансийского автономного округа - Югры / М. А. Тимшина // Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири : Сборник тезисов V региональной молодёжной конференции им. В. И. Шпильмана, Ханты-Мансийск, 29–30 марта 2017 года. – Ханты-Мансийск: Общество с ограниченной ответственностью «Югорский формат», 2017. – С. 86-87. – EDN ZRIKPJ.

145. Типсина, Н. Н. Биологическая ценность продуктов переработки ячменя / Н. Н. Типсина, О. С. Пуляева // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 8(83). – С. 226-229. – EDN RYBWFF.

146. Титова, В. И. Особенности системы применения удобрений в современных условиях/ В. И. Титова // Агрохимический вестник, 2016, № 1. –С. 2-7.

147. Титов, И. Н. Биопрепараты на основе вермикомпостов: получение, применение и перспективы / И. Н. Титов // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2015. – № 8. – С. 247-254. – EDN VOLMGF.

148. Трекозова, А. В. Ростовый ответ и его регуляция у растений ячменя при дефиците питания / А. В. Трекозова, Л. Б. Высоцкая, Г. Р. Кудоярова // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2015. – № 4-1. – С. 168-170. – EDN UXPIVR.

149. Ториков, В. Е. Практикум по растениеводству : Учебное пособие для студентов обучающихся по специальностям: 100102-Агрономия, 110201-Агроэкология, 110305 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / В. Е. Ториков. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-88517-181-6. – EDN TVKALN.

150. Ториков, В. Е. Устойчивость ярового ячменя к стрессовым факторам среды : Научное издание / В. Е. Ториков, С. М. Пакшина, В. В. Ториков. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2014. – 71 с. – EDN TUEWBX.

151. Ультразвуковая технология получения гуматов / А. В. Андреев, А. В. Белов, Н. Н. Кинаев [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № S38. – С. 53-56. – EDN XDYFWH.

152. Федоренко, В. Ф. Современные технологии производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Л. Ю. Коноваленко. – Москва : ФГБНУ "Росинформагротех", 2018. – 124 с. – EDN XXPNML.

153. Фёдорова, В.М. Растениеводство : учебное пособие. В 3 ч. Ч.1. Зерновые и зерновые бобовые культуры / В.М. Фёдорова, Н.Н. Яркова, С.Л. Елисеев; под ред. С.Л. Елисеева; М-во с-х. РФ; федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ», 2016 – с. 112.

154. Филиппов, Е. Г. Анализ экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя в межстанционном сортоиспытании / Е. Г. Филиппов, А. А. Донцова, Р. Н. Брагин // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 1(61). – С. 3-5. – DOI 10.31367/2079-8725-2019-61-1-3-5. – EDN XGXMKS.

155. Хабибуллин, Г. Г. Влияние природно-климатических условий предкамской зоны Республики Татарстан и весеннего подсева ярового рапса на водный режим агрофитоценозов сорговых культур / Г. Г. Хабибуллин //

Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 1-4. – С. 134-138. – EDN VKNGPJ.

156. Харитонов, Д. Э. Изучение эндофитных бактерий и их влияния на рост проростков кукурузы / Д. Э. Харитонов, И. А. Русских // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование - рекомендации - практические результаты : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Минск, 03–08 июля 2018 года / Ответственный редактор Д.В. Маслак. – Минск: Белорусский государственный университет, 2018. – С. 207-208. – EDN XTRZIT.

157. Хоконова, М. Б. Биологические требования ярового ячменя в связи с особенностями воспроизводства / М. Б. Хоконова // Наука и практика в XXI веке : межвузовский сборник научных трудов, Астрахань, 15 ноября 2020 года. Том Выпуск VI. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2020. – С. 118-121. – EDN VMLUZW.

158. Хоконова, М. Б. Формирование корневой системы различных сортов ярового ячменя / М. Б. Хоконова, З. М. Карданова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2017. 138. – № 4(18). – С. 8-11. – EDN ZEAL SX.

159. Цэвэгсүрэн, Н. Исследование макро и микроэлементов ячменя / Н. Цэвэгсүрэн, Д. Ганчимэг // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов : Материалы XII международной научной конференции, Ховд, 18–21 сентября 2015 года / Редколлегия: Галажинский Э.В.(сопредседатель), Янжмаа Ж. (сопредседатель), Винокуров Ю.И., Лхагвасүрэн Ч.,Ревушкин А.С., Катунин Д.А. (ответственный секретарь), Цэрэнгомбо Ц (ученый секретарь). Том I. – Ховд: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2015. – С. 164-165. – EDN UJNTWL.

160. Чарков, С. М. Биопрепараты как основа биологических методов защиты растений / С. М. Чарков // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2019. – № 1(27). – С. 45-47. – EDN IKXFII.

161. Чепец, Е. С. Образование, налив и созревание зерна озимого ячменя / Е. С. Чепец // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 1. – С. 65-77. – EDN OUPGNV.

162. Чмелева, О. А. Сапропелевые ресурсы Омской области: генезис, добыча и воспроизводство / О. А. Чмелева // Актуальные проблемы науки и техники глазами молодых ученых : материалы Международной научно-практической конференции, Омск, 08–09 февраля 2016 года. – Омск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)", 2016. – С. 106-111. – EDN WAMBMR.

163. Чурзин, В. Н. Фотосинтетическая продуктивность озимой пшеницы в связи с применением препаратов Гумат+7 калия, Экосс-20 и разных способов основной обработки почвы / В. Н. Чурзин, Е. В. Кубраков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 4(48). – С. 65-71. – EDN YLTCDR.

164. Шатохин, К. А. Изучение биологической активности гуматов на проростках пшеницы / К. А. Шатохин // Научный журнал молодых ученых. – 2021. – № 3(24). – С. 9-14. – EDN OHVBOO.

165. Шоева, О. Ю. Гены, контролирующие синтез флавоноидных и меланиновых пигментов ячменя / О. Ю. Шоева, К. В. Стрыгина, Е. К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 3. – С. 333-342. – DOI 10.18699/VJ18.369. – EDN XMHVEL.

166. Щенникова, И. Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области / И. Н. Щенникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 4(41). – С. 9-12. – EDN SGWETZ.

167. Щенникова, И. Н. Оценка перспективных сортов ячменя по развитию корневой системы / И. Н. Щенникова, Л. П. Кокина // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : Материалы III международной научно-практической конференции, Киров, 04–05 апреля 2017 года. – Киров:

Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2017. – С. 211-214. – EDN YILBJL.

168. Щенникова, И. Н. Оценка сортов ярового ячменя на устойчивость к полосатой и сетчатой пятнистости листьев / И. Н. Щенникова, Е. А. Ковригина, О. И. Бутакова // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 32-34. – EDN MBCNLZ.

169. Эндوفитные микроорганизмы в фундаментальных исследованиях и сельском хозяйстве / Е. Н. Васильева, Г. А. Ахтемова, В. А. Жуков, И. А. Тихонович // Экологическая генетика. – 2019. – Т. 17, № 1. – С. 19-32. – DOI 10.17816/ecogen17119-32. – EDN KUMEWN.

170. Эндوفитные бактерии как агенты для биопестицидов нового поколения (обзор) / И. В. Максимов, Т. И. Максимова, Е. Р. Сарварова, Д. К. Благова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2018. – Т. 54, № 2. – С. 134-148. – DOI 10.7868/S0555109918020034. – EDN YTPPOJ.

171. Эндوفитные бактерии как перспективный биотехнологический ресурс и их разнообразие / В. К. Чеботарь, А. В. Щербаков, Е. Н. Щербакова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 648-654. – DOI 10.15389/agrobiology.2015.5.648rus. – EDN UXSRMT.

172. Эндوفитные рекомбинантные бактерии для защиты растений от патогенов и вредителей как альтернатива трансгенным растениям / Д. К. Благова, Т. И. Максимова, А. В. Сорокань [и др.] // Трансгенные растения: технологии создания, биологические свойства, применение, биобезопасность : Сборник статей по материалам VI Всероссийского симпозиума, Москва, 16–21 ноября 2016 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, 2016. – С. 117-120. – EDN XSEFPT.

173. Юдина Е. М., Авилова Е. Ю., Калитко С. А., Юдин М. О. Технологии в растениеводстве. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет аграрного университета Типография Кубанского государственного аграрного университета, 2015. – 119 с.

174. Юрина, Т. А. Обзор инновационных препаратов для биологизации сельскохозяйственного производства / Т. А. Юрина, А. Е. Ткаленко // АгроФорум. – 2020. – № 1. – С. 51-53. – EDN WLIKOC.

175. Яговкин, А. К. Развитие представлений о молекулярной организации сложных органических систем - гуминовых кислот / А. К. Яговкин, Ю. В. Миронова, А. А. Миронов // Вестник Югорского государственного университета. – 2009. – № 3(14). – С. 80-86. – EDN OQQOUT.

176. Якубышина, Л. И. Экологическая пластичность коллекционных сортов ярового ячменя в условиях Тюменской области / Л. И. Якубышина // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2016. – № 3(34). – С. 94-99. – EDN XCCIOR.

177. Яхин, О. И. Физиологическая активность биостимуляторов и эффективность их применения / О. И. Яхин, А. А. Лубянов, И. Ф. Яхин // Агрохимия. – 2016. – № 6. – С. 72-94. – EDN WHGKJP.

178. Яровой ячмень Растениеводство. URL: <https://universityagro.ru/%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE/%D1%8F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D1%8F%D1%87%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8C/?ysclid=lzr7zufo7j24012981> (Режим доступа: 12.08.2024).

179. Akobudu I.O. A method of evaluating herbicides combinations and determining herbicides synergism/ I.O. Akobudu, R.D. Sweet, W.B.Duke //Weed Science. – 1975. – Vol. 4. –P.20-25/

180. Among, K. Understanding the Role of Humic Acids on Crop Performance and Soil Health / K. Among, M. S. Thilakaranthna, L. Yu. Gorim // Frontiers in Agronomy. – 2022. – Vol. 4. – DOI 10.3389/fagro.2022.848621. – EDN WWEETY.

181. Antifungal Properties, Abiotic Stress Resistance, and Biocontrol Ability of *Bacillus mojavensis* PS17 / R.G.C. Diabankana et al. // Current Microbiology. 2021. №8(78). P.3124–3132.

182. Bacillus-based nano-bioformulations for phytopathogens and insect-pest management / P. Kumar, M. Kamle, S. Pandhi [et al.] // Egyptian Journal of Biological Pest Control. – 2021. – Vol. 31, No. 1. – DOI 10.1186/s41938-021-00475-6. – EDN SABXNF.

183. Bacillus subtilis: a universal cell factory for industry, agriculture, biomaterials and medicine / Yu. Su, Ch. Liu, H. Fang, D. Zhang // Microbial Cell Factories. – 2020. – Vol. 19, No. 1. – P. 1-12. – DOI 10.1186/s12934-020-01436-8. – EDN AKVFPS.

184. Canellas, L. P. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter / L. P. Canellas, F. L. Olivares // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. – 2014. – Vol. 1, No. 1. – P. 1-11. – DOI 10.1186/2196-5641-1-3. – EDN GKEZIN.

185. Carro L., Flores-Felix J.D., Cerda-Castillo E., Ramirez-Bahena M.-H., Igual J.M., Tejedor C., Velazquez E., Peix A. // Int. J. of Systematic and Evolutionary Microbiol. 2013. V. 63. № 12. P. 4433–44

186. Compant S, Clément C, Sessitsch A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. Soil Biol Biochem. 2010;42(5):669-678. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.11.024>.

187. Deryagina, M. S. Determination of Humic Acid Content in Sapropel / M. S. Deryagina, O. M. Konyukhova // BIO Web of Conferences. – 2023. – Vol. 57. – P. 06002. – DOI 10.1051/bioconf/20235706002. – EDN MJEGWN.

188. Design of Cereal Products Naturally Enriched in Folate from Barley Pearling By-Products / S. Ruggeri, E. De Arcangelis, A. Aguzzi [et al.] // Nutrients. – 2022. – Vol. 14, No. 18. – P. 3729. – DOI 10.3390/nu14183729. – EDN IYOHEK.

189. Drakopoulos D., Kägi A., Six J., Zorn A., Wettstein F. E., Bucheli T. D., Forrer H., Vogelgsang S. The agronomic and economic viability of innovative cropping systems to reduce Fusarium head blight and related mycotoxins in wheat. Agricultural Systems. 2021; 192:103198. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103198>

190. Editorial: Role of endophytic bacteria in improving plant stress resistance / Ya. Liu, M. Morelli, Ja. J. Koskimäki [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – Vol. 13. – DOI 10.3389/fpls.2022.1106701. – EDN VVRMKR.

191. Endophytic *Bacillus subtilis* antagonize soil-borne fungal pathogens and suppress wilt complex disease in chickpea plants (*Cicer arietinum* L.) / V. Mageshwaran, R. Gupta, Sh. Singh [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2022. – Vol. 13. – DOI 10.3389/fmicb.2022.994847. – EDN NZPETQ.

192. Endophytic bacteria in microbial preparations that improve plant development (review) / V. K. Chebotar, N. V. Malfanova, A. V. Shcherbakov [et al.] // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2015. – Vol. 51, No. 3. – P. 271-277. – DOI 10.1134/S0003683815030059. – EDN VAKFKX.

193. Enrichment of humic material with hydroxybenzene moieties intensifies its physiological effects on the nematode *Caenorhabditis elegans* / R. Menzel, S. Menzel, S. Tiedt [et al.] // *Environmental Science and Technology*. – 2011. – Vol. 45, No. 20. – P. 8707-8715. – DOI 10.1021/es2023237. – EDN PGSZGJ.

194. Evans, L.E., Bhat, G.M. Influence of seed size, protein content and cultivar on seedling vigor in wheat/ L.E.Evans, G.M. Bhat//*Can. J. Plant Sci.* – 1977. – Vol. 57. – P.929-935.

195. Fadiji, A. E. Elucidating Mechanisms of Endophytes Used in Plant Protection and Other Bioactivities With Multifunctional Prospects / A. E. Fadiji, O. O. Babalola // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2020. – Vol. 8, No. JUL. – P. 467. – DOI 10.3389/fbioe.2020.00467. – EDN QPIIGK.

196. Farag M. A., Xiao J., Abdallah H. M. Nutritional value of barley cereal and better opportunities for its processing as a value-added food: a comprehensive review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2022. – V. 62. – №. 4. –P. 1092-1104.

197. Fira D., Dimkić I., Berić T., Lozo J., Stanković S. //*J. Biotechnology*. 2018. V. 285. № 1. P. 44–55.

198. Flaig W. Effect of lignin degradation products on plant growth// Isotopes and radiation in soil plant nutrition studies. Intern. atomic energy agency. Vienna, 1965. P. 3 – 19

199. From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent / K. Jindo, C. Kempenaar, F. L. Olivares [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2020. – Vol. 11, No. FEB. – P. 426. – DOI 10.3389/fpls.2020.00426. – EDN RCFMLG.

200. Grady E.N., MacDonald J., Ho M.T., Weselowski B., McDowell T., Solomon O., Renaud J., Yuan Z.C. // *BMC microbiology*, 2019. V. 19. № 1. Art. 5. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1380-8>

201. Humic acid enhances heat stress tolerance via transcriptional activation of Heat-Shock Proteins in Arabidopsis / J. Y. Cha, I. Ali, S. C. Lee [et al.] // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10, No. 1. – P. 15042. – DOI 10.1038/s41598-020-71701-8. – EDN ZWSVDR.

202. Humic acids: properties, structure, and application / A. Dauletbay, D. Hanzheng, A. N. Ongalbek [et al.] // *Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences*. – 2024. – No. 3(15). – P. 321-340. – DOI 10.53360/2788-7995-2024-3(15)-41. – EDN KNEXOI.

203. Impact of Wine Grape Pomace on Humification Performance and Microbial Dynamics During Pig Manure Composting / Ya. Xu, Zh. Bi, Y. Zhang [et al.] // *Social Science Research Network*. – 2022. – DOI 10.2139/ssrn.4075610. – EDN ZCCRLV.

204. In vitro assessment of *Bacillus subtilis* FJ3 affirms its biocontrol and plant growth promoting potential / F. Jan, H. Arshad, M. Ahad [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – Vol. 14. – DOI 10.3389/fpls.2023.1205894. – EDN PVXZBX.

205. Interaction between bacterial endophytes and host plants / S. Mushtaq, M. Shafiq, M. R. Tariq [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – Vol. 13. – DOI 10.3389/fpls.2022.1092105. – EDN LIQHEO.

206. Inter-Genera Colonization of *Ocimum tenuiflorum* Endophytes in Tomato and Their Complementary Effects on Na⁺/K⁺ Balance, Oxidative Stress Regulation,

and Root Architecture Under Elevated Soil Salinity / P. K. Sahu, S. Singh, U. B. Singh [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2021. – Vol. 12, No. FEB. – P. 744733. – DOI 10.3389/fmicb.2021.744733. – EDN PERSRN.

207. Isolation, identification and characterization of nitrogen fixing endophytic bacteria and their effects on cassava production / X. Zhang, Ju. Tong, M. Dong [et al.] // *PeerJ*. – 2022. – Vol. 10. – P. e12677. – DOI 10.7717/peerj.12677. – EDN DPAPHY.

208. Isolation of a novel *Bacillus subtilis* HF1 strain that is rich in lipopeptide homologs and has strong effects on the resistance of plant fungi and growth improvement of broilers / Q. Li, Y. Wang, Ch. Chen [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2024. – Vol. 15. – DOI 10.3389/fmicb.2024.1433598. – EDN RVUGTW.

209. Isolation of *Burkholderia* sp. HQB-1, A Promising Biocontrol Bacteria to Protect Banana Against *Fusarium* Wilt Through Phenazine-1-Carboxylic Acid Secretion / Z. Xu, M. Wang, J. Du [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2020. – Vol. 11, No. JAN. – P. 605152. – DOI 10.3389/fmicb.2020.605152. – EDN ZVXZEG.

210. Lelie D. van der, Taghavi S., Monchy S., Schwender J., Miller L., Ferrieri R., Rogers A., Wu X., Zhu W., Weyens N., Vangronsveld J., Newman L. Poplar and its Bacterial Endophytes: Coexistence and Harmony // *Plant Science*. – 2009. – № 28. – P. 346–358.

211. Lipopeptide mediated biocontrol activity of endophytic *Bacillus subtilis* against fungal phytopathogens / D. J. Hazarika, G. Goswami, T. Gautom [et al.] // *BMC Microbiology*. – 2019. – Vol. 19, No. 1. – P. 71. – DOI 10.1186/s12866-019-1440-8. – EDN GXAIYN.

212. Lisitsyn, E. Development of barley's yield structure components under different weather conditions of growing season / E. Lisitsyn // *Sciences of Europe*. – 2020. – No. 52-1(52). – P. 6-8. – EDN TOYPOX.

213. Lotfi, R. Biochemical and physiological responses of *Brassica napus* plants to humic acid under water stress / R. Lotfi, P. Gharavi-Kouchebagh, H.

Khoshvaghti // Fiziologiya rastenij. – 2015. – Vol. 62, No. 4. – P. 514. – DOI 10.7868/S0015330315040120. – EDN TXUGHT.

214. Lumactud, R. A. Impacts of humic-based products on the microbial community structure and functions toward sustainable agriculture / R. A. Lumactud, L. Yu. Gorim, M. S. Thilakarathna // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2022. – Vol. 6. – DOI 10.3389/fsufs.2022.977121. – EDN WNQPEW.

215. Mihalache G., Balaes T., Gostin I., Stefan M., Coutte F., Krier F. // *Environ Sci. Pollut. Res. Int.* 2018. V. 25. № 30. P. 29784–29793

216. Myers D.F., Slobel G.A. // *Transactions of the British Mycol. Soc.* 1983. V. 80. P. 389–394.

217. Natural selection under conventional and organic cropping systems affect root architecture in spring barley / Md. N. Siddiqui, M. Schneider, M. B. Barbosa [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12, No. 1. – P. 1-15. – DOI 10.1038/s41598-022-23298-3. – EDN XNINCY.

218. Naser P T, N. Isolation and identification fungal endophytes from the leaves and fruits of two therapeutically important Ficus species / N. Naser P T, J. E. Thoppil // *Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation*. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 101-105. – DOI 10.17581/bp.2023.12112. – EDN QLQHHL.

219. Noskova, E. Assessment of barley collection's samples on drought resistance / E. Noskova, I. Shchennikova, E. Lisitsyn // *Sciences of Europe*. – 2020. – No. 53-3(53). – P. 6-9. – EDN DXUBBM.

220. Plant chemical priming by humic acids / L. P. Canellas, N. O. A. Canellas, L. E. S. Luiz Eduardo [et al.] // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. – 2020. – Vol. 7, No. 1. – P. 12. – DOI 10.1186/s40538-020-00178-4. – EDN FZXZUV.

221. Plant Endophytic Fungus Extract ZNC Improved Potato Immunity, Yield, and Quality / Ju. Cao, B. Liu, X. Xu [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2021. – Vol. 12. – DOI 10.3389/fpls.2021.707256. – EDN ZRWJYA.

222. Plourde, D. F. Studies on *Pseudomonas syringae* in relation to American elm, to *Ceratocystis ulmi*, and to Dutch elm disease (biological control, *Klebsiella ozaenae*, tree injection) / D. F. Plourde, 1986. – 1 p. – EDN GHDFDF.

223. Rahman, M. *Bacillus* spp.: A promising biocontrol agent of root, foliar, and postharvest diseases of plants / M. Rahman // *Bacilli and Agrobiotechnology*, 2017. – P. 113-141. – DOI 10.1007/978-3-319-44409-3_6. – EDN YFQKWB.

224. Seasonal Dynamics and Persistency of Endophyte Communities in *Kalidium schrenkianum* Shifts Under Radiation Stress / J. Zhu, Q. Y. Tang, Z. D. Zhang, X. Sun // *Frontiers in Microbiology*. – 2021. – Vol. 12, No. FEB. – P. 778327. – DOI 10.3389/fmicb.2021.778327. – EDN NGCXBM.

225. Shirokov, Yu. New technological process for improving natural fertilizers based on humates / Yu. Shirokov, V. Platonov // *International Independent Scientific Journal*. – 2021. – No. 30. – P. 15-18. – EDN RWGWGF.

226. Shoeva, O. Y. Effects of the BLP1 locus, which controls melanin accumulation in the barley ear, on the size and weight of seeds / O. Y. Shoeva, A. Y. Glagoleva, T. V. Kukoeva // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. – 2021. – Vol. 182, No. 2. – P. 89-95. – DOI 10.30901/2227-8834-2021-2-89-95. – EDN YPEYRW.

227. Sporulation conditions influence the surface and adhesion properties of *Bacillus subtilis* spores / A. Hamiot, Ch. Lemy, F. Krzewinski [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2023. – Vol. 14. – DOI 10.3389/fmicb.2023.1219581. – EDN ARZVWA.

228. Stankevica, K. Role of humic substances in agriculture and variability of their content in freshwater lake sapropel / K. Stankevica, Z. Vincevica-Gaile, M. Klavins // *Agronomy Research*. – 2019. – Vol. 17, No. 3. – P. 850-861. – DOI 10.15159/AR.19.094. – EDN WADNUC.

229. Synergism of endophytic *Bacillus subtilis* and *Klebsiella aerogenes* modulates plant growth and bacoside biosynthesis in *Bacopa monnieri* / N. Shukla, D. Singh, A. Tripathi [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – Vol. 13. – DOI 10.3389/fpls.2022.896856. – EDN PYARWA.

230. Tadych, M., White, J. F. Endophytic Microbes // Encyclopedia of Microbiology / editor-in-chief M. Schaechter. — Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: Elsevier, 2009. — Vol. 1. — P. 431—442.

231. Timokhin, A. Productivity of spring barley in the southern forest-steppe of Western Siberia / A. Timokhin, V. Boiko // International Independent Scientific Journal. — 2022. — No. 41. — P. 3-5. — DOI 10.5281/zenodo.6980240. — EDN AZFYZL.

232. Venugopalan, A., Srivastava, S., 2015. Enhanced camptothecin production by ethanol addition in the suspension culture of the endophyte, *Fusarium solani*. Bioresour. Technol. 188, 251–257.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	яровой ячмень		
Фактор А:	препараты		
Год исследований:	2022		
Градация фактора			16
Исследуемый показатель:	урожайность		т/га
Количество повторностей:			3
Руководитель			

Таблица

препараты	Повторность			Суммы V	Средние
	1	2	3		
1	5,09	5,56	5,61	16,26	5,42
2	5,89	6,45	6,50	18,84	6,28
3	5,68	6,21	6,26	18,15	6,05
4	5,58	6,10	6,15	17,82	5,94
5	5,69	6,22	6,27	18,18	6,06
6	5,77	6,31	6,36	18,45	6,15
7	6,13	6,70	6,76	19,59	6,53
8	6,42	6,68	6,43	19,53	6,51
9	6,31	6,57	6,32	19,20	6,40
10	6,30	6,56	6,31	19,17	6,39
11	6,28	6,54	6,29	19,11	6,37
12	6,60	6,87	6,60	20,07	6,69
13	6,72	6,99	6,72	20,43	6,81
14	6,51	6,77	6,51	19,80	6,60
15	6,38	6,64	6,39	19,41	6,47
16	6,40	6,66	6,41	19,47	6,49
суммы Р	97,76	103,84	101,88	303,48	6,32

303,48

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Гфакт	F05	Достоверность
Общая	7,047	47,000				достоверно
Повторностей	1,202	2,000				
Вариантов	5,178	15,000	0,345	15,527	3,590	
Остаток	0,667	30,000	0,022			

Обобщенная ошибка опыта 0,09 т/га
 Ошибка разности средних 0,12 т/га
 НСР05 0,25 т/га
 НСР05 4,0 %

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	яровой ячмень
Фактор А:	препараты
Год исследований:	2022
Градация фактора	16
Исследуемый показатель:	урожайность т/га
Количество повторностей:	3
Руководитель	

Таблица

препараты	Повторность			Суммы V	Средние
	1	2	3		
1	4,50	5,11	4,55	14,16	4,72
2	4,75	5,39	4,80	14,94	4,98
3	5,54	6,29	5,60	17,43	5,81
4	4,91	5,58	4,96	15,45	5,15
5	4,90	5,56	4,95	15,42	5,14
6	4,93	5,60	4,98	15,51	5,17
7	5,69	6,46	5,75	17,91	5,97
8	4,89	5,27	5,23	15,39	5,13
9	5,27	5,67	5,63	16,56	5,52
10	5,27	5,67	5,63	16,56	5,52
11	5,31	5,72	5,68	16,71	5,57
12	5,98	6,44	6,39	18,81	6,27
13	5,45	5,86	5,82	17,13	5,71
14	5,50	5,92	5,88	17,31	5,77
15	5,46	5,87	5,83	17,16	5,72
16	5,48	5,90	5,86	17,25	5,75
суммы Р	83,84	92,30	87,55	263,70	5,49

263,70

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Fфакт	F05	Достоверность
Общая	10,508	47,000				достоверно
Повторностей	2,247	2,000				
Вариантов	7,559	15,000	0,504	21,537	3,590	
Остаток	0,702	30,000	0,023			

Обобщенная ошибка опыта	0,09	т/га
Ошибка разности средних	0,12	т/га
НСР05	0,26	т/га
НСР05	4,7 %	

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	яровой ячмень		
Фактор А:	препараты		
Год исследований:	2022		
Градация фактора		16	
Исследуемый показатель:	урожайность		т/га
Количество повторностей:			3
Руководитель			

Таблица

препараты	Повторность			Суммы V	Средние
	1	2	3		
1	4,78	5,52	5,36	15,66	5,22
2	4,83	5,59	5,42	15,84	5,28
3	4,80	5,55	5,38	15,72	5,24
4	4,82	5,58	5,41	15,81	5,27
5	4,81	5,57	5,40	15,78	5,26
6	4,82	5,58	5,41	15,81	5,27
7	4,90	5,79	5,36	16,05	5,35
8	4,88	5,47	5,64	15,99	5,33
9	4,87	5,46	5,63	15,96	5,32
10	4,86	5,45	5,62	15,93	5,31
11	5,09	5,48	5,44	16,02	5,34
12	5,41	5,82	5,78	17,01	5,67
13	5,55	5,97	5,93	17,46	5,82
14	5,34	5,75	5,71	16,80	5,6
15	5,29	5,70	5,66	16,65	5,55
16	5,30	5,71	5,67	16,68	5,56
суммы Р	80,37	89,98	88,82	259,17	5,40

259,17

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Fфакт	F05	Достоверность
Общая	5,289	47,000				достоверно
Повторностей	3,439	2,000				
Вариантов	1,466	15,000	0,098	7,631	3,590	
Остаток	0,384	30,000	0,013			

Обобщенная ошибка опыта	0,07	т/га
Ошибка разности средних	0,09	т/га
НСР05	0,19	т/га
НСР05	3,5 %	

Приложение 5

Динамика содержания фотосинтетических пигментов в листьях ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, среднее за 2022-2024 гг.

Вариант	Конц хл а в мг на 1 г сырого веса					Конц хл b в мг на 1 г сырого веса					Конц саг в мг на 1 г сырого веса				
	Всходы	Кушение	Выход в трубку	Колошение	Мол. спелость	Всходы	Кушение	Выход в трубку	Колошение	Мол. спелость	Всходы	Кушение	Выход в трубку	Колошение	Мол. спелость
Контроль	0,268	0,350	0,427	0,703	0,221	0,149	0,190	0,241	0,382	0,119	0,042	0,061	0,064	0,121	0,043
Обработка семян															
Гумат +7	0,283	0,389	0,434	0,781	0,271	0,172	0,221	0,236	0,422	0,132	0,045	0,057	0,083	0,127	0,042
Бигус экстра	0,305	0,416	0,449	0,802	0,279	0,166	0,225	0,247	0,402	0,155	0,059	0,068	0,079	0,132	0,047
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,361	0,438	0,480	0,827	0,266	0,183	0,261	0,276	0,439	0,132	0,064	0,050	0,085	0,154	0,058
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,358	0,440	0,478	0,828	0,262	0,212	0,237	0,266	0,432	0,158	0,055	0,068	0,090	0,157	0,046
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,365	0,463	0,488	0,880	0,287	0,205	0,219	0,288	0,476	0,130	0,053	0,074	0,087	0,147	0,046
Обработка растений (опрыскивание)															
Гумат +7	0,282	0,342	0,492	1,265	0,250	0,140	0,186	0,283	0,639	0,153	0,052	0,065	0,077	0,168	0,027
Бигус экстра	0,263	0,355	0,486	1,150	0,244	0,145	0,199	0,270	0,597	0,170	0,044	0,054	0,072	0,162	0,020
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,275	0,348	0,495	1,167	0,256	0,142	0,201	0,267	0,587	0,141	0,046	0,058	0,075	0,178	0,036
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,262	0,347	0,482	1,045	0,248	0,153	0,189	0,252	0,474	0,127	0,044	0,064	0,078	0,162	0,038
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,289	0,355	0,503	1,178	0,264	0,166	0,205	0,302	0,567	0,154	0,029	0,055	0,075	0,189	0,041
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)															
Гумат +7	0,358	0,465	0,552	1,236	0,322	0,203	0,225	0,311	0,605	0,186	0,053	0,071	0,085	0,192	0,054
Бигус экстра	0,353	0,428	0,526	1,155	0,311	0,201	0,235	0,297	0,548	0,191	0,052	0,066	0,071	0,162	0,052
<i>B. m.</i> PS 17	0,345	0,442	0,524	1,162	0,327	0,193	0,238	0,294	0,590	0,185	0,064	0,064	0,070	0,189	0,055
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,374	0,441	0,559	1,201	0,308	0,248	0,251	0,362	0,602	0,166	0,056	0,069	0,079	0,178	0,064
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,365	0,447	0,531	1,247	0,318	0,213	0,248	0,344	0,629	0,201	0,066	0,066	0,078	0,199	0,060

Приложение 6

Развитие корневых гнилей на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2022 г.

	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	4	6,3	24,6	39	50
Обработка семян					
Гумат +7	2,7	3,9	22,5	31,5	48,6
Бигус экстра	3	3,6	22,2	31,5	48
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,3	3,3	20,3	29,7	46,8
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	2,6	3,6	22,8	30,6	47,1
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	2,4	3	21,6	30,9	47,4
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7	4,3	3,3	22,3	25,8	48,3
Бигус экстра	3	5	22,7	28,5	43,2
<i>B. mojavensis</i> PS 17	3,6	4,3	22,7	25,2	46,2
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	2,3	2,7	21,3	27,3	46,7
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	2,7	3,3	22,1	35	46,2
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)					
Гумат +7	2,7	3,9	22,2	28,2	42,3
Бигус экстра	2,7	3,6	22,6	26,4	42,6
<i>B. mojavensis</i> PS 17	2,3	3,9	22,5	26,7	41,1
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	2,7	3,3	21,9	31,7	41,8
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	2,4	3,6	20,9	24,6	39,6

Развитие корневых гнилей на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2023 г.

	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	3,3	14,5	27,4	35	36
Обработка семян					
Гумат +7	0,6	12,6	20,7	24	32,1
Бигус экстра	0,9	12	20,1	25,3	33
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,3	11,4	19,8	23,7	30,6
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,3	12,7	21	24	31,2
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	1,8	11,2	20,4	23,7	31,2
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7	3,3	14,5	20,8	24	34
Бигус экстра	3,3	16,2	22,8	25,2	30
<i>B. mojavensis</i> PS 17	4	15,7	21,1	23,4	30
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	3,6	16	21,7	27	29
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	3	15,4	21	26	30,6
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)					
Гумат +7	0,6	12,3	21	22,7	30
Бигус экстра	1,2	12	20,7	24,3	31,5
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,6	12,4	21,6	21,7	30
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	1,6	12	21	23,1	29,5
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,3	11,7	20,4	22,7	28,8

Приложение 8

Развитие корневых гнилей на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2024 г.

	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	3,33	14,5	26,8	29,7	36,3
Обработка семян					
Гумат +7	0,66	12,7	20,1	26,7	35,1
Бигус экстра	0,99	12	19,8	26,4	35,1
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,33	11,4	19,5	25,5	33,6
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,33	13	20,1	26,1	34,2
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	2	11,2	20,4	26,1	34,5
Обработка растений (опрыскивание)					
Гумат +7	3,33	14,5	23,7	26,7	33,9
Бигус экстра	3,33	16,2	24	27	33,6
<i>B. mojavensis</i> PS 17	4	15,7	22,8	26,1	32,7
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	3,66	16	23,4	26,7	33,3
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	3	15,4	23,1	27	33,6
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)					
Гумат +7	0,66	12,3	20,7	25,8	33
Бигус экстра	1,66	12	20,4	25,2	32,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,66	12,3	20,4	24,6	32,1
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	1,6	13,5	21	24,9	31,8
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,33	13	19,2	22,8	30,6

Приложение 9

Развитие бурой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2022 г.

	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	14	17	41
Обработка семян			
Гумат +7	11	15	37
Бигус экстра	11	16	38
<i>B. mojavensis</i> PS 17	12	15	39
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	12	15	36
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	12	15	37
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7	11	11	34
Бигус экстра	12	14	34
<i>B. mojavensis</i> PS 17	12	15	35
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	11	11	36
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	11	14	37
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7	11	13	32
Бигус экстра	12	14	33
<i>B. mojavensis</i> PS 17	12	13	32
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	12	14	33
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	12	14	32

Приложение 10

Развитие бурой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2023 г.

	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	12	14	27
Обработка семян			
Гумат +7	11	13	25
Бигус экстра	11	13	24
<i>B. mojavensis</i> PS 17	9	12	22
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	11	11	23
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	10	12	24
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7	13	11	22
Бигус экстра	13	12	24
<i>B. mojavensis</i> PS 17	12	13	23
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	12	11	23
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	13	12	23
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7	10	12	21
Бигус экстра	11	13	21
<i>B. mojavensis</i> PS 17	11	12	20
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	10	10	21
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	10	11	19

Приложение 11

Развитие бурой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2024 г.

	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	14	24	36
Обработка семян			
Гумат +7	11	21	35
Бигус экстра	11	21	35
<i>B. mojavensis</i> PS 17	11	20	33
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	12	21	34
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	12	22	34
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7	12	21	33
Бигус экстра	12	22	33
<i>B. mojavensis</i> PS 17	12	21	32
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	13	21	33
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	13	22	33
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7	12	20	33
Бигус экстра	11	20	32
<i>B. mojavensis</i> PS 17	12	19	32
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	12	19	31
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	11	17	30

Приложение 12

Развитие сетчатой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2022 г.

	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	12	22	34
Обработка семян			
Гумат +7	7	20	28
Бигус экстра	9	20	30
<i>B. mojavensis</i> PS 17	6	18	25
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	7	19	26
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	7	18	25
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7	12	16	24
Бигус экстра	12	15	22
<i>B. mojavensis</i> PS 17	11	12	18
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	13	14	20
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	12	14	22
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7	8	15	22
Бигус экстра	9	15	23
<i>B. mojavensis</i> PS 17	8	14	22
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	7	14	23
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	6	12	18

Приложение 13

Развитие сетчатой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2023 г.

	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	10	16	26
Обработка семян			
Гумат +7	6	14	23
Бигус экстра	6	14	24
<i>B. mojavensis</i> PS 17	5	12	21
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	6	12	22
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	7	13	22
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7	10	12	20
Бигус экстра	11	12	20
<i>B. mojavensis</i> PS 17	10	11	18
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	10	12	18
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	9	12	20
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7	7	13	20
Бигус экстра	6	14	21
<i>B. mojavensis</i> PS 17	7	14	17
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	7	12	18
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	4	11	16

Приложение 14

Развитие сетчатой пятнистости на яровом ячмене сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, %, 2024 г.

	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
контроль	13	19	30
Обработка семян			
Гумат +7	11	16	27
Бигус экстра	10	16	26
<i>B. mojavensis</i> PS 17	9	15	24
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	11	17	26
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	11	16	26
Обработка растений (опрыскивание)			
Гумат +7	12	16	25
Бигус экстра	13	15	24
<i>B. mojavensis</i> PS 17	13	16	22
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	14	17	24
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	13	16	23
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)			
Гумат +7	14	16	24
Бигус экстра	12	17	24
<i>B. mojavensis</i> PS 17	13	17	23
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	13	16	22
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	14	16	21

Приложение 15

Площадь листовой поверхности ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, м²/га, среднее за 2022-2024 гг. тыс.

	Кущение			Выход в трубку			Колошение			Спелость		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
контроль	9,9	9,0	9,3	21,4	20,9	21,2	17,6	15,2	17,2	11,5	10,6	11,0
Обработка семян												
Гумат +7	11,7	10,5	10,8	22,6	22,3	22,4	18,4	15,4	17,5	12,0	10,9	11,2
Бигус экстра	11,5	10,8	10,7	22,0	22,7	22,0	18,0	15,9	17,4	11,8	11,5	11,3
<i>B. mojavensis</i> PS 17	11,4	10,3	10,5	22,5	21,9	22,1	17,9	15,5	17,5	12,3	11,2	11,6
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	11,8	10,7	11,0	23,2	22,0	22,0	17,9	15,6	17,5	11,9	11,1	11,5
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	11,7	10,6	10,8	22,9	21,6	22,1	17,8	15,4	17,4	12,0	11,1	11,5
Обработка растений (опрыскивание)												
Гумат +7	10,3	9,4	9,4	21,6	21,4	21,4	18,3	16,1	17,8	12,4	11,8	11,8
Бигус экстра	10,1	9,0	9,1	21,5	21,0	21,3	18,5	16,2	18,1	12,5	11,6	11,7
<i>B. mojavensis</i> PS 17	10,0	8,9	9,3	21,4	20,9	21,2	18,6	15,9	18,4	12,9	11,5	11,9
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	10,1	9,1	9,2	21,6	20,8	21,2	18,8	16,0	18,6	12,8	11,8	11,7
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	10,2	9,1	9,3	21,5	21,1	21,4	18,8	15,9	18,6	12,7	11,7	11,7
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)												
Гумат +7	11,5	10,4	10,8	22,3	22,3	22,7	19,4	16,5	19,7	12,5	12,8	12,3
Бигус экстра	11,5	10,4	10,8	22,7	22,2	22,5	19,3	16,3	19,5	12,9	12,4	12,4
<i>B. mojavensis</i> PS 17	11,2	10,3	11,0	22,1	21,9	22,0	18,6	15,6	19,9	12,1	12,0	12,7
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	11,1	10,2	10,9	22,0	21,9	22,1	18,7	15,3	19,6	12,0	11,9	12,5
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	11,0	10,1	10,7	21,7	21,7	22,5	18,9	15,8	19,6	12,4	11,8	12,5

Приложение 16

Сухая надземная биомасса ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, т/га, среднее за 2022-2024 гг.

	Кущение			Выход в трубку			Колошение			Спелость		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
контроль	1,24	1,25	1,23	2,28	2,17	2,19	4,86	4,52	4,64	8,54	8,05	8,31
Обработка семян												
Гумат +7	1,38	1,40	1,34	2,48	2,26	2,33	4,97	4,65	4,78	8,67	8,25	8,41
Бигус экстра	1,32	1,44	1,33	2,41	2,29	2,31	4,92	4,69	4,79	8,61	8,28	8,39
<i>B. mojavensis</i> PS 17	1,36	1,41	1,34	2,44	2,20	2,33	4,91	4,60	4,81	8,63	8,25	8,42
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	1,33	1,39	1,33	2,45	2,21	2,35	4,92	4,64	4,79	8,64	8,23	8,42
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	1,34	1,39	1,33	2,45	2,20	2,36	4,94	4,66	4,78	8,65	8,24	8,41
Обработка растений (опрыскивание)												
Гумат +7	1,24	1,28	1,22	2,37	2,28	2,28	5,18	4,84	5,05	8,87	8,49	8,51
Бигус экстра	1,22	1,24	1,25	2,34	2,25	2,27	5,15	4,73	5,06	8,82	8,44	8,51
<i>B. mojavensis</i> PS 17	1,20	1,22	1,24	2,32	2,24	2,28	5,14	4,78	5,09	8,75	8,46	8,53
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	1,21	1,23	1,22	2,33	2,22	2,28	5,13	4,78	5,08	8,76	8,43	8,52
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	1,20	1,22	1,22	2,32	2,21	2,27	5,13	4,76	5,09	8,76	8,44	8,51
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)												
Гумат +7	1,35	1,45	1,33	2,45	2,49	2,36	5,20	4,99	5,26	8,94	8,65	8,72
Бигус экстра	1,33	1,41	1,32	2,48	2,46	2,38	5,25	4,96	5,24	8,98	8,59	8,73
<i>B. mojavensis</i> PS 17	1,30	1,40	1,33	2,43	2,47	2,37	5,13	4,95	5,27	8,85	8,62	8,73
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	1,30	1,39	1,33	2,42	2,47	2,36	5,14	4,94	5,27	8,86	8,61	8,73
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	1,31	1,42	1,34	2,44	2,47	2,38	5,16	4,95	5,28	8,87	8,62	8,75

Приложение 17

Чистая продуктивность фотосинтеза ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, тыс. м²/га *сутки, среднее за 2022-2024 гг.

	Кущение			Выход в трубку			Колошение		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
контроль	4,2	3,8	3,7	8,3	8,1	7,5	25,3	24,9	23,7
Обработка семян									
Гумат +7	4,0	3,3	3,5	7,6	7,9	7,2	24,3	24,9	23,0
Бигус экстра	4,1	3,2	3,5	7,8	7,8	7,4	24,8	23,8	22,8
<i>B. mojavensis</i> PS 17	4,0	3,1	3,6	7,6	8,0	7,4	24,6	24,9	22,6
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	4,0	3,1	3,6	7,5	8,1	7,3	25,0	24,4	22,8
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	4,0	3,1	3,7	7,6	8,3	7,2	24,9	24,6	22,8
Обработка растений (опрыскивание)									
Гумат +7	4,4	4,1	4,0	8,8	8,5	8,3	24,0	23,8	21,3
Бигус экстра	4,4	4,2	3,9	8,8	8,3	8,3	23,7	24,3	21,0
<i>B. mojavensis</i> PS 17	4,5	4,3	4,0	8,8	8,6	8,3	22,9	24,4	20,6
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	4,4	4,1	4,1	8,7	8,7	8,3	23,0	23,9	20,6
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	4,4	4,1	4,0	8,7	8,6	8,3	23,0	24,2	20,5
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)									
Гумат +7	4,1	4,0	3,6	8,2	8,1	8,0	23,4	22,7	19,7
Бигус экстра	4,2	4,0	3,7	8,2	8,1	8,0	23,2	23,0	19,9
<i>B. mojavensis</i> PS 17	4,2	4,2	3,7	8,3	8,3	8,1	24,2	24,2	19,3
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	4,2	4,2	3,7	8,4	8,3	8,2	24,2	24,5	19,6
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	4,3	4,1	3,7	8,4	8,3	8,1	23,7	24,2	19,7

Приложение 18

Содержание пролина в листьях ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, мг/г сырого веса, среднее за 2022-2024 гг.

	Всходы			Кущение			Выход в трубку			Колошение		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Контроль	21,08	18,69	27,14	24,39	31,72	30,63	38,44	41,32	42,17	54,28	59,58	64,25
Обработка семян												
Гумат +7	22,71	28,63	25,29	35,64	40,37	35,47	43,89	42,87	46,24	59,37	64,25	68,42
Бигус экстра	22,14	25,05	28,67	31,98	36,25	34,39	43,81	41,51	43,65	58,62	64,10	66,34
<i>B. mojavensis</i> PS 17	24,22	25,21	31,35	40,19	40,49	39,66	47,26	42,96	45,97	61,34	66,36	68,93
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	27,15	23,24	27,49	36,23	38,96	37,17	47,03	42,19	43,14	57,29	63,57	67,28
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	25,34	21,67	27,83	33,14	38,11	38,05	46,86	41,65	43,25	59,38	63,11	67,22
Обработка растений (опрыскивание)												
Гумат +7	22,14	17,85	26,38	29,17	39,27	40,36	47,17	47,85	50,13	67,19	70,28	71,35
Бигус экстра	21,03	19,08	27,06	25,37	42,63	40,02	47,63	46,34	50,03	66,30	68,95	70,88
<i>B. mojavensis</i> PS 17	20,04	20,21	25,22	38,93	39,99	43,25	49,25	47,97	53,48	69,31	73,84	76,39
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	20,31	20,09	30,01	36,57	40,17	43,17	49,11	47,51	53,24	67,29	71,39	72,43
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	20,01	19,73	27,67	35,43	42,57	42,19	49,33	47,22	52,79	67,34	72,00	71,96
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)												
Гумат +7	23,65	30,41	27,57	40,14	46,28	44,83	49,14	49,39	55,71	70,80	77,38	80,36
Бигус экстра	22,19	25,25	32,32	37,59	46,01	44,89	48,27	47,38	55,65	68,57	77,19	78,52
<i>B. mojavensis</i> PS 17	29,33	24,35	31,07	38,42	44,27	40,36	52,81	50,49	56,27	72,34	79,64	84,39
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	26,64	24,17	27,98	33,67	43,51	40,89	51,99	50,66	55,76	70,59	78,68	82,79
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	25,61	26,33	32,65	41,24	49,52	45,97	54,13	53,27	58,39	75,21	81,37	88,91

Приложение 19

Воздушно-сухая масса корневой системы ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами и эндофитными бактериями, т/га, среднее за 2022-2024 гг.

	Всходы			Кущение			Выход в трубку			Колошение		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
контроль	0,248	0,305	0,277	0,338	0,416	0,355	1,429	1,266	1,347	1,676	1,688	1,677
Обработка семян												
Гумат +7	0,355	0,393	0,347	0,412	0,451	0,419	1,537	1,304	1,456	1,719	1,739	1,727
Бигус экстра	0,351	0,416	0,349	0,402	0,456	0,425	1,505	1,314	1,444	1,709	1,735	1,724
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,368	0,406	0,352	0,417	0,462	0,441	1,547	1,391	1,459	1,713	1,740	1,733
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,363	0,408	0,350	0,413	0,461	0,435	1,540	1,365	1,453	1,714	1,741	1,742
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,358	0,404	0,349	0,411	0,460	0,435	1,544	1,364	1,459	1,711	1,739	1,736
Обработка растений (опрыскивание)												
Гумат +7	0,249	0,309	0,271	0,351	0,436	0,374	1,663	1,490	1,560	1,828	1,818	1,849
Бигус экстра	0,248	0,301	0,276	0,349	0,426	0,376	1,643	1,480	1,561	1,821	1,809	1,845
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,244	0,303	0,278	0,358	0,430	0,385	1,637	1,468	1,527	1,816	1,827	1,856
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,249	0,304	0,275	0,354	0,428	0,381	1,631	1,460	1,565	1,811	1,825	1,854
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,245	0,310	0,272	0,352	0,427	0,377	1,638	1,468	1,558	1,811	1,821	1,851
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)												
Гумат +7	0,350	0,399	0,348	0,418	0,469	0,435	1,740	1,586	1,653	1,912	1,932	1,926
Бигус экстра	0,358	0,397	0,346	0,412	0,464	0,434	1,746	1,573	1,655	1,911	1,932	1,924
<i>B. mojavensis</i> PS 17	0,341	0,386	0,350	0,412	0,452	0,447	1,731	1,577	1,684	1,903	1,934	1,932
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	0,339	0,385	0,350	0,410	0,451	0,447	1,722	1,576	1,684	1,901	1,931	1,935
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	0,338	0,387	0,353	0,415	0,458	0,451	1,726	1,578	1,692	1,906	1,939	1,937

Приложение 20

Элементы структуры урожая ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами
и эндофитными бактериями, 2022 г.

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Высота растений, см.	Длина колоса, см.	Вес колоса, гр.	В колосе		Масса 1000 зёрен, г
					число зёрен, шт.	масса зёрен, г	
контроль	696	74,2	16,8	1,07	17,4	0,81	46,55
Обработка семян							
Гумат +7	728	77,9	14,1	1,24	18,9	0,88	46,56
Бигус экстра	725	78,2	18,9	1,19	18,9	0,86	45,50
<i>B. mojavensis</i> PS 17	718	77,2	17,0	1,15	18,7	0,86	45,99
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	716	77,6	17,1	1,18	19,0	0,87	45,79
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	723	77,8	17,1	1,21	19,0	0,87	45,81
Обработка растений (опрыскивание)							
Гумат +7	718	78,1	17,6	1,29	19,6	0,95	48,47
Бигус экстра	725	80,3	13,1	1,25	19,1	0,93	48,69
<i>B. mojavensis</i> PS 17	729	78,2	17,4	1,21	19,1	0,91	47,64
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	725	78,4	17,4	1,20	19,0	0,91	47,89
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	733	79,0	17,3	1,20	18,9	0,90	47,62
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)							
Гумат +7	745	81,1	18,6	1,36	17,7	0,92	51,98
Бигус экстра	747	83,8	18,8	1,39	17,0	0,93	54,71
<i>B. mojavensis</i> PS 17	740	80,1	18,7	1,35	17,5	0,90	51,43
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	737	80,4	18,3	1,33	17,8	0,91	51,12
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	739	80,9	18,7	1,34	17,4	0,92	52,87

Приложение 21

Элементы структуры урожая ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами
и эндофитными бактериями, 2023 г.

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Высота растений, см.	Длина колоса, см.	Вес колоса, гр.	В колосе		Масса 1000 зёрен, г
					число зёрен, шт.	масса зёрен, г	
Контроль	702	71,6	13,8	1,07	17,0	0,71	41,76
Обработка семян							
Гумат +7	713	74,9	12,1	1,14	16,8	0,73	43,45
Бигус экстра	721	74,8	14,6	1,27	19,5	0,84	43,08
<i>B. mojavensis</i> PS 17	717	74,5	14,6	1,15	18,0	0,75	41,67
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	715	74,4	14,2	1,17	17,8	0,74	42,13
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	718	74,7	14,0	1,16	18,1	0,75	41,44
Обработка растений (опрыскивание)							
Гумат +7	738	75,3	15,5	1,26	16,5	0,82	49,70
Бигус экстра	717	74,5	13,5	1,19	18,9	0,76	40,21
<i>B. mojavensis</i> PS 17	725	74,6	14,8	1,19	16,8	0,79	47,02
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	723	74,6	14,8	1,19	16,6	0,79	47,59
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	718	74,8	15,0	1,15	17,3	0,81	46,82
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)							
Гумат +7	739	78,1	17,8	1,28	21,1	0,87	41,23
Бигус экстра	726	81,4	17,2	1,21	16,8	0,81	48,21
<i>B. mojavensis</i> PS 17	721	77,1	17,1	1,24	19,5	0,83	42,56
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	718	77,8	17,2	1,26	20,2	0,84	41,58
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	727	78,0	17,4	1,25	18,5	0,83	44,86

Приложение 22

Элементы структуры урожая ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от обработки гуминовыми препаратами
и эндофитными бактериями, 2024 г.

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Высота растений, см.	Длина колоса, см.	Вес колоса, гр.	В колосе		Масса 1000 зёрен, г
					число зёрен, шт.	масса зёрен, г	
контроль	707	69,2	15,8	0,97	17,2	0,76	44,18
Обработка семян							
Гумат +7	712	71,6	16,1	1,10	17,8	0,77	43,26
Бигус экстра	710	71,9	16,3	1,09	17,4	0,77	44,25
<i>B. mojavensis</i> PS 17	712	72,8	16,3	1,11	17,5	0,78	44,57
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	713	72,2	16,4	1,11	17,7	0,77	43,50
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	710	72,1	16,3	1,12	17,6	0,78	44,32
Обработка растений (опрыскивание)							
Гумат +7	713	73,2	16,6	1,11	17,8	0,79	44,38
Бигус экстра	711	73,1	16,7	1,16	17,9	0,80	44,69
<i>B. mojavensis</i> PS 17	714	73,5	16,6	1,15	17,9	0,79	44,13
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	715	73,3	16,8	1,16	17,6	0,79	44,89
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	713	73,3	16,8	1,17	17,8	0,80	44,94
Обработка семян + обработка посевов (опрыскивание)							
Гумат +7	716	75,0	17,3	1,21	17,7	0,80	45,20
Бигус экстра	714	74,8	17,3	1,19	17,7	0,81	45,76
<i>B. mojavensis</i> PS 17	714	75,5	17,4	1,20	18,0	0,82	45,56
Гумат +7 + <i>B. m.</i> PS 17	717	75,4	17,5	1,22	18,2	0,82	45,05
Бигус экстра + <i>B. m.</i> PS 17	712	74,9	17,6	1,22	18,5	0,83	44,86

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновациям ФГБОУ ВО Казанский

М.Н. Калимуллин

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Агрофирма «Кырлай»
Арского района
Республики Татарстан

28.08.2025 г.



М. Г. Каримов

АКТ о внедрении

результатов научно-исследовательской работы в производство

Мы, нижеподписавшиеся представители ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» профессор Сафин Радик Ильясович, аспирант Медведев Никита Андреевич с одной стороны и представитель ООО «Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан – руководитель Каримов Марат Габделхаевич с другой стороны, составили настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы «Оценка влияния гуминовых удобрений и биопрепарата на основе эндофитной бактерии на формирование урожая и устойчивость к болезням ярового ячменя», испытаны и внедрены в ООО «Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан на площади 70 гектаров.

В процессе внедрения выполнены следующие работы:

1. Применение гуминового удобрения Гумат +7 «здоровый урожай» и биопрепарата на основе эндофитной бактерии *Bacillus mojavensis* PS 17 оказали положительное влияние на продуктивность ярового ячменя.
2. Наилучший результат получен при применении Гумата +7 «здоровый урожай». Урожайность ярового ячменя составила 4,65 т/га (прибавка по сравнению с контролем – 0,52 т/га).
3. Использование гуминового удобрения и некорневых подкормок увеличила урожай зерна ярового ячменя на 0,52 т/га, экономический эффект от внедрения составила 5,72 тыс. руб. с 1 гектара.

Считаем, что результаты данной научно-исследовательской работы могут быть рекомендованы к внедрению в агропредприятиях Предкамья Республики Татарстан.

Акт составлен в 5 экземплярах.

Представители Казанского ГАУ

Сафин Р.И.
Медведев Н.А.

Представитель предприятия