

На правах рукописи

САУТКИНА МАРИНА ЮРЬЕВНА

**ВЛИЯНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА
ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО И
УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ЮГО-
ВОСТОКА ЦЧЗ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие,
растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Рамонь – 2017

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально – Черноземной полосы им. В.В. Докучаева» в 2012-2015 гг.

Научный руководитель

академик РАН, доктор
сельскохозяйственных наук

Турусов Виктор Иванович

Официальные оппоненты:

Гулидова Валентина Андреевна,

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры химии и экологии
ФГБОУ ВПО «Елецкий
государственный университет им.
И.А. Бунина»,
заслуженный работник сельского
хозяйства

Жуков Александр Михайлович,

кандидат сельскохозяйственных наук,
старший преподаватель кафедры
технологии переработки
растениеводческой продукции
ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный университет имени
императора Петра I»
ФГБНУ «Белгородский научно-
исследовательский институт
сельского хозяйства»

Ведущая организация:

Защита состоится «3» марта 2017 года в 13-30 часов на заседании диссертационного совета Д 006.065.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» по адресу: 396030, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, д. 86; телефон/факс (47340) 5-33-26; E-mail: dissovetsvniiss@mail.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» и на сайте www.gnuvniiss.narod.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2016 года, размещен на сайте www.gnuvniiss.narod.ru «21» декабря 2016 года, на сайте ВАК Минобрнауки РФ www.vak3.ed.gov.ru « » декабря 2016 года.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные и скрепленные гербовой печатью, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Учёный секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук

Минакова О.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Сложившиеся экономические условия в последние десятилетия в связи с достаточно высокой стоимостью минеральных удобрений активизируют необходимость поиска альтернативных источников питания растений. Еще В.В. Докучаев указывал на пять основных факторов почвообразования, и ключевое место он отводил деятельности почвенных микроорганизмов. От активной деятельности микробного пула зависит обеспеченность культурных растений элементами питания. Во многих научно – исследовательских учреждениях нашей страны и за рубежом ведутся работы по поиску активных штаммов микроорганизмов, способствующих оптимизации корневого питания (Tambukar G.S., Wange S.S.T., 2006; Алметов Н.С., Горячкин Н.В., Назмиев Х.З., 2011; Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П., 2011;).

Одной из перспективных сельскохозяйственных культур является озимое тритикале. Тритикале отличается повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот (лизин, триптофан), что определяет его пищевое и кормовое значение. Зерно тритикале используется как в хлебопекарном и кондитерском производстве, так и в производстве концентрированного корма для животных. Зеленую массу этой культуры также используют на корм для сельскохозяйственных животных (Горбунов В.Н., Швырев Ю. В., Шевченко В.Е. и др., 1993; Горбунов В.Н., Шевченко В.Е., 2015). В связи с этим в настоящее время необходим поиск путей улучшения условий корневого питания и повышения урожайности озимого тритикале.

В черноземных почвах, несмотря на их высокое естественное плодородие, в критические периоды роста и развития растений отмечается недостаток минеральных элементов (Чевердин Ю.И., 2013). Одним из основных макроэлементов, определяющих рост и развитие растений, является азот. Несмотря на то, что основным фактором регулирования почвенного плодородия до последнего времени являлось применение минеральных удобрений, но они не во всех условиях могут обеспечить полную потребность растений в азоте, фосфоре и калии.

Существенное снижение применения в сельском хозяйстве минеральных и органических удобрений, особенно в условиях слабой финансовой обеспеченности, на первое место выводит проблему поиска альтернативных источников питания растений. И в этом отношении основная роль принадлежит биологически связанному азоту, за счет широкой возможности фиксироваться в ризосфере злаковых культур на основе ассоциации с diaзотрофными микроорганизмами (Умаров М.М., 1986; Кожемяков А.П., Белимов А.А., 1994).

Практически неиссякаемым источником обогащения почв с целью улучшения питания растений служит молекулярный азот атмосферы. К большому сожалению, до последнего времени роль биологического азота, как фактора стабилизации почвенного плодородия, повышения урожайности

и снижения риска экологической безопасности возделывания сельскохозяйственных культур, недооценивается (Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская В.В. и др., 2011).

Поиск путей регулирования накопления элементов питания почвы на основе использования ассоциативных биопрепаратов как альтернативных источников азота для растений во многом остается еще малоизученным вопросом. В условиях Центрального Черноземья не выявлено влияние климатических особенностей на их взаимосвязь с обеспечением элементами азотного питания и активностью ассоциативных азотфиксаторов.

В связи с этим, исследования по изучению влияния биопрепаратов ассоциативных азотфиксаторов на урожайность озимого тритикале являются актуальными.

Цель исследований – оценка эффективности ассоциативных биопрепаратов в обеспечении почвенного плодородия и повышения продуктивности растений при возделывании озимого тритикале в условиях ЦЧЗ.

Задачи исследований:

- Изучить влияние ассоциативных биопрепаратов на параметры эффективного плодородия черноземов;
- Определить изменчивость микробиологической и ферментативной активности почв;
- Изучить особенности фотосинтетической активности растений озимого тритикале под влиянием ассоциативных биопрепаратов;
- Выявить наиболее эффективные штаммы ассоциативных азотфиксаторов в посевах озимого тритикале;
- Установить взаимосвязь изучаемых показателей почвенного плодородия с урожайностью озимого тритикале;
- Изучить роль почвенных и климатических условий в развитии и функционировании взаимодействия озимого тритикале и ассоциативных азотфиксаторов.

Объекты научных исследований: чернозем обыкновенный; штаммы ассоциативных азотфиксаторов различного эколого-географического происхождения; гексаплоидное озимое тритикале сорта Доктрина 110;.

Предмет исследований: оценка и отбор наиболее эффективных штаммов ассоциативных азотфиксаторов при возделывании озимого тритикале в условиях юго-востока ЦЧЗ.

Научная новизна. Для условий юго-востока Центрального Черноземья изучены процессы формирования эффективного плодородия черноземов в условиях активизации растительно-микробного взаимодействия. Показаны особенности данного взаимодействия в зависимости от уровня минерального питания. Комбинация минерального азота в дозе N_{30} с микробными препаратами оказывает негативное влияние на деятельность ассоциативных азотфиксаторов.

Выявлена направленность изменения микробиологической и ферментативной активности почв под влиянием ассоциативных биопрепаратов.

Определены размеры вовлечения в биологический круговорот дополнительного поступления биогенных элементов в растения озимого тритикале. Увеличение поступления азота в зерно достигало 13,4 кг/га, в солому – 23,0 кг/га.

Получены новые сведения о положительном влиянии применения ассоциативных биопрепаратов на изменение содержания хлорофиллов в растениях озимого тритикале: содержание хлорофилла *a* увеличилось на 25,4%.

Установлены величины возможной экономии азотных удобрений (до 30 кг/га), что окажет положительное влияние на стабилизацию экологической ситуации в агроценозах.

Экспериментально доказана прибавка урожая зерна озимого тритикале до 5,5 ц/га при применении ассоциативных биопрепаратов на фоне без удобрений.

Практическая значимость. Оптимизация плодородия черноземов на основе предпосевной инокуляции семян озимого тритикале диазотрофными препаратами позволит скорректировать технологию возделывания культуры с расширением использования факторов биологизации. Внедрение технологических приемов с использованием ассоциативных биопрепаратов позволит получать условный чистый доход 19 811 руб./га при рентабельности 237%. Все это существенным образом может снизить объем применяемых минеральных удобрений, пополнить азотный фонд почвы, целенаправленно развивать работы по биологизации земледелия в условиях недостаточного финансового обеспечения сельского хозяйства.

Основные защищаемые положения:

1. Предпосевная инокуляция семян озимого тритикале оптимизирует эффективное плодородие чернозема обыкновенного и позволяет экономить до 30 кг/га азотных удобрений.

2. Использование ассоциативных биопрепаратов приводит к заметному изменению микробиологической, ферментативной активности почвы и химического состава растений озимого тритикале.

3. Применение ассоциативных биопрепаратов на естественном фоне удобренности способствует росту зерновой продуктивности озимого тритикале на 1,5-5,5 ц/га.

4. Экономическая эффективность применения ассоциативных биопрепаратов на посевах озимого тритикале в условиях юго-востока ЦЧЗ.

Достоверность полученных результатов подтверждена проведением полевых исследований с использованием большого объема фактического материала, отбором проб и их анализом в соответствии с действующими методами и стандартами, с применением методов математической статистики.

Апробация результатов исследований проведена на международных и региональных конференциях: Региональной научно - практической конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса юга России» (Майкоп, 2013), Международной научно - практической конференции «Научно - обоснованные системы земледелия: теория и практика» (Ставрополь, 2013), Научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева» «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия (Курск, 2013), Международной научно-практической конференции «Образование и наука: Современное состояние и перспективы развития» (Тамбов, 2014), Международной научно-практической конференции «Наука и образование: проблемы и перспективы развития» (Тамбов, 2014), Региональной научно-практической конференции «АПК Юга России: состояние и перспективы» (Майкоп, 2014), Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука и производство: проблемы и перспективные направления сотрудничества» (Ульяновск, 2014), Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в образовании и науке» (Тамбов, 2014), Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы агропромышленного комплекса юга России» (Майкоп, 2015), I Международной научно-практической Интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» (с. Соленое Займище, 2016), V –ой Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия» (с. Соленое Займище, 2016).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ с общим объемом 4,24 печатных листа, в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 4 статей с объемом 1,84 печатных листа.

Личный вклад. Автор принимал участие в разработке программы и методики исследований, закладке и проведении полевых опытов, выполнении лабораторных исследований. На основе полученных экспериментальных данных подготовлена диссертация и даны предложения производству.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения (общей характеристики работы), 7 глав, выводов, рекомендаций производству, библиографического списка.

Работа изложена на 202 страницах печатного текста, иллюстрирована 27 таблицами и 46 рисунками. Список использованной литературы включает 216 наименования, из которых 27 источников на иностранных языках.

Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю академику РАН, доктору сельскохозяйственных наук Турусову В.И.; научным сотрудникам отдела агропочвоведения и агролесомелиорации Рябцеву А.Н., Рыбаковой Н.П., Шеншиной Н.А., Гармашовой Л.В. за помощь на разных этапах выполнения работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Глава первая диссертации посвящена анализу применения микробных препаратов в посевах сельскохозяйственных культур. Отмечена их роль в формировании плодородия почв, повышения продуктивности растений в различных почвенно – климатических условиях.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева в 2012-2015 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный (сегрегационный) среднемощный среднегумусовый тяжелосуглинистый на карбонатных лессовидных глинах. Содержание гумуса – 6,8%, рНвод – 7,2, Нг – 0,7 ммоль экв/100 г почвы. Обменные основания: Са – 24 – 26 ммоль экв/100 г; Mg – 4-5 ммоль экв/100 г. Степень насыщенности основаниями очень высокая – 96-98%. Содержание валовых: азота - 0,321%, фосфора - 1,86%, калия - 0,193%.

Культура – озимое тритикале. Сорт – Доктрина 110. Предшественник – пар черный. Повторность опыта 6 - ти кратная. Посевная площадь делянки 7,0 м², учетная – 5,0 м². Расположение вариантов – организованные блоки с рандомизацией внутри блока.

Учет урожая – сплошной поделяночный комбайном «Хеге».

Агротехника возделывания озимого тритикале общепринятая для Воронежской области.

При проведении наблюдений и анализов использованы следующие методики: фенологию и подсчет густоты стояния растений, проводили с использованием Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971); микробиологическую активность (структура микробного ценоза) по Теппер Е.З. (2004); ферментативная активность почвы – по Галстяну А.Ш.; содержание хлорофиллов определялось в верхних листьях методом экстракции 96% этанолом на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ (ЭКРОС); биометрический анализ растительных образцов (Посыпанов Г.С, 1991); мокрое озоление растительного материала по К. Гинзбург и определение азота, фосфора, калия из одной навески; содержание подвижных элементов минерального питания в почве: N-NO₃ – дисульфифеноловым методом; P₂O₅ и K₂O – по В.Ф. Чирикову из одной вытяжки (ГОСТ 26204-91).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием компьютерных прикладных программ Microsoft Excel и Statistika по Б.А. Доспехову (2011).

При оценке биоэнергетической эффективности использована методика Базарова Е.И.(1983).

Исследования проведены в двухфакторном опыте. Фактор первого порядка – уровни удобрённости: без удобрений и N₃₀. Варианты второго порядка – микробиологические штаммы препаратов: 1 – контроль (необработанные семена); 2 - мизорин (штамм 7); 3 – азоризин (штамм 8); 4 - штамм 17 – 1; 5 – штамм 18 – 5; 6 – флавобактерин (штамм 30); 7 – штамм ПГ – 5; 8 – ризоагрин (штамм 204); 9 - штамм 33-3; 10 – штамм 2П – 7. Семена обрабатывались активными штаммами бактерий в день посева. Норма расхода рабочей жидкости – 1 л раствора на 1 ц семян. Биопрепараты ассоциативных микроорганизмов получены из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.

Гидротермические условия в годы проведения исследований характеризовались значительной контрастностью и существенным отклонением в отдельные фазы развития растений. Отличительной особенностью является повышенный температурный фон в наиболее ответственные фазы развития растений. Так, в 2013 г. средняя температура воздуха равна 8,2⁰С, что выше среднегодовых значений на 2,5⁰С, а количество осадков выше на 135 мм. Для 2014 г. характерен повышенный температурный фон (на 1,7⁰С выше среднегодовых значений) и количеством осадков, близким к среднегодовым значениям. 2015 год также характеризовался повышенным температурным фоном (на 2,6⁰ С выше среднегодовых значений) и умеренным увлажнением. Несмотря на близкие к среднегодовым значениям условия увлажнения в наиболее ответственные фазы развития растений складывались повышенные критические температуры, негативно отразившиеся на росте и развитии растений.

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

3.1 Микробиологическая активность почвы

При использовании ассоциативных биопрепаратов для оптимизации условий питания культурных растений необходимо учитывать изменения структуры микробного ценоза почвы. Полевые исследования позволили установить определенное различие в активности почвенных микроорганизмов в зависимости от применяемых штаммов. Существенный вклад также был отмечен от применяемых азотных удобрений.

Минеральные удобрения существенным образом снижали активность микроорганизмов, использующих минеральные и органические формы азота – на 38,9 и 14,0% соответственно. Комбинация diaзотрофных препаратов с азотным удобрением стимулировала жизнедеятельность иммобилизаторов азота на 56,9 - 73,8% (табл.1) и оказывала менее заметное влияние на численность аммонификаторов.

Таблица 1. Влияние ассоциативных микроорганизмов на микробиологический состав почвы в слое 0-30 см, 2014-2015 гг.

Фон удобренности	Варианты опыта	МПА	КАА	Минерал изаторы гумуса	Актино мицеты	Микром ицеты	Нитриф икагоры	Целлюл озолити ческие	Азотоба ктер
Без удобрений	Контроль	11,4	21,3	6,6	2,63	25,00	0,34	60,16	169
	Штамм 7 мизорин	10,9	16,0	8,0	3,05	26,87	0,36	75,22	236
	Штамм 8 азоризин	12,3	20,6	9,2	2,94	26,55	0,41	81,9	124
	Штамм 17-1	12,1	22,4	9,3	2,97	25,78	0,32	65,68	207
	Штамм 18-5	13,7	17,5	10,4	3,40	28,17	0,37	78,54	174
	Штамм 30 флавобактерин	15,4	13,8	12,9	3,17	25,06	0,47	85,84	174
N ₃₀	Контроль	9,8	13,0	14,2	3,90	25,40	0,41	74,55	201
	Штамм 7 мизорин	9,7	21,0	12,5	3,88	25,27	0,40	104,42	167
	Штамм 8 азоризин	10,1	21,5	10,0	3,56	25,84	0,45	90,845	142
	Штамм 17-1	8,9	22,6	11,8	3,39	29,57	0,39	84,075	147
	Штамм 18-5	12,4	22,4	11,7	3,52	30,08	0,49	83,92	146
	Шт.30 флавобактерин	8,7	20,4	10,6	3,03	31,22	0,42	99,33	70
НСП ₀₅		1,1	2,4	1,5	0,26	0,95	0,12	12,6	20,5

На естественном фоне удобренности микробные препараты увеличивали активность микроорганизмов – аммонификаторов на 35,1% (МПА). По двум штаммам инокулянтов наблюдался рост численности иммобилизаторов азота (штаммы 8(азоризин) и 17-1), по остальным – снижение.

Диазотрофные препараты оказали положительную роль в активизации целлюлозоразлагающих микроорганизмов как на естественном фоне удобренности, так при внесении азотных удобрений. Применение микробных препаратов позволяет снизить минерализационные процессы гумусовых веществ, вызванные внесением минеральных удобрений. Вместе с тем, на неудобренном фоне отмечена положительная роль инокулянтов в увеличении численности минерализаторов гумуса. Предпосевная инокуляция оказала положительное влияние на количество нитрифицирующих бактерий независимо от фона удобренности. Причем более высокая фоновая активность свойственна вариантам с азотным удобрением.

Увеличение численности актиномицетов при дополнительном внесении минерального азота является подтверждением усиления деструкции органического вещества под его влиянием. Микробные препараты при этом в некоторой степени снижали активность актиномицетов на 0,5 – 22,3%.

Почвенные микроскопические грибы, являющиеся одними из основных деструкторов растительных остатков, повышали свою активность под влиянием ассоциативных микроорганизмов. Увеличение активности отмечено на обоих уровнях удобренности. Причем, по большинству штаммов, более высокое количество микроскопических грибов свойственно удобренным вариантам.

3.2 Ферментативная активность почвы

Проведенные исследования в прикорневой зоне озимого тритикале показали изменение активности каталазы. На естественном неудобренном фоне практически все используемые штаммы приводили к увеличению её активности на 1,4 – 15,1% (табл. 2). Дополнительное внесение минеральных азотных удобрений в почву ингибировало активность каталазы во всех вариантах с исследуемыми штаммами, за исключением варианта со шт. 17-1.

Применение биопрепаратов ассоциативных микроорганизмов без внесения минерального азота способствовало снижению активности уреазы и снижению возможных потерь азота в виде аммонийных соединений. Так, минимальная активность данного фермента отмечена в варианте со шт. 8(азоризин) и составляет 90 мг NH_3 на 100 г воздушно-сухой почвы, что на 43,75 % ниже контроля (контроль равен 160 мг NH_3 на 100 г воздушно-сухой почвы). Использование минерального азота в комбинации с инокулянтами, в общем, не оказало определенного заметного влияния на активность уреазы. Необходимо отметить в одних случаях (шт. 8(азоризин) и 17-1) увеличение активности, в других (шт. 7(мизорин); 18-5 и 30(флавобактерин)) – снижение. Все это свидетельствует о несбалансированности растительно-микробного взаимодействия под влиянием ассоциативных азотфиксаторов на удобренном фоне.

Предпосевная обработка семян ассоциативными биопрепаратами, по результатам наших исследований, оказывала разнонаправленное влияние на активность фосфатазы. На естественном неудобренном фоне по всем штаммам микроорганизмов отмечена положительная роль почвенных диазотрофов. Наибольшее увеличение активности фермента наблюдалось при инокуляции штаммами 7(мизорин) и 8(азоризин). Превышение по отношению к контролю составило 25,0 и 28,8% соответственно. Применение азотных удобрений в чистом виде способствовало активизации фосфатазы. Различия по сравнению с неудобренным фоном составили 24,5%. Применение минеральных азотных удобрений в комбинации с микробными препаратами ингибировало активность фосфатазы практически на всех исследуемых штаммах.

Таблица 2. Влияние ассоциативных биопрепаратов на активность почвенных ферментов, 2014-2015 гг.

Фон удобрения	Варианты опыта	Каталаза	Фосфатаза	Инвертаза	Уреаза
		O ₂ за 3 мин, мл/ 1 г почвы	Фенолфталеина, мг/100 г	Глюкоза, мг/100 г почвы	NH ₃ , мг/100 г почвы
Без удобрения	Контроль	14,6	66,0	6050	160
	Шт. 7 мизорин	16,4	82,5	4250	104
	шт. 8 азоризин	14,8	85,0	5780	90
	Шт. 17-1	16,4	67,5	4950	150
	Шт. 18-5	16,8	72,5	4850	152
	Шт.30 флавобактерин	15,4	76,0	5260	136
N ₃₀	Контроль	16,6	79,5	5040	124
	Шт. 7 мизорин	14,4	79,5	5285	104
	шт. 8 азоризин	16,0	66,0	5445	144
	Шт. 17-1	16,6	80,0	4810	172
	Шт. 18-5	15,8	70,0	4535	118
	Шт.30 флавобактерин	15,2	72,5	6470	110

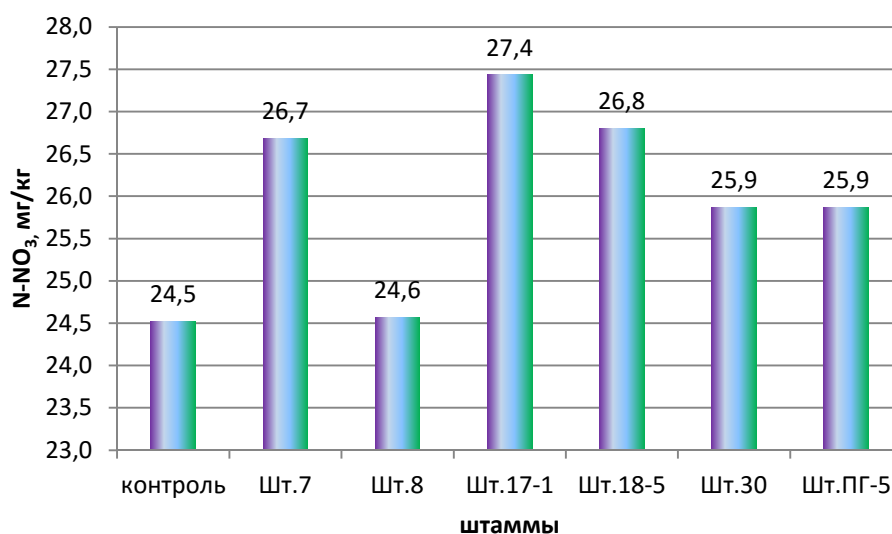
Нами было установлено, что активность инвертазы снижается на всех исследуемых штаммах на неудобренном фоне. Применение минерального азота также приводило к снижению активности инвертазы. Бактериальные препараты, как в чистом виде, так и в комбинации с азотным удобрением в большинстве случаев снижали активность фермента.

3.3 Влияние diaзотрофных препаратов на эффективное плодородие чернозема обыкновенного

Наиболее заметные изменения в содержании нитратного азота отмечаются в начальные фазы развития растений. При этом отмечается четкая закономерность положительного эффекта микробных препаратов в вариантах без применения минеральных удобрений (см. рис.). По имеющимся экспериментальным данным можно говорить об активизации деятельности diaзотрофных бактерий и улучшении обеспеченности нитратным азотом растений на 0,1 – 2,9 мг/кг.

Использование азотных удобрений в сочетании с инокулянтами по влиянию на обеспеченность растений нитратным азотом имело противоположный эффект. Микробные препараты в сочетании с дополнительным внесением азота приводили к заметному снижению нитратного азота в почве.

В результате проведенных исследований установлено, что при инокуляции семян зерновых культур на черноземе обыкновенном со средней обеспеченностью элементами минерального питания отмечается положительное влияние diaзотрофных препаратов, обеспечивающих сбалансированный уровень корневого питания азотом, фосфором и калием и существенный рост зерновой продуктивности.



НСР₀₅ – 0,6 мг/кг

Рисунок - Содержание нитратного азота в фазу всходов под посевами озимого тритикале на неудобренном фоне, 2012 -2015гг.

Проведенные исследования обеспеченности растений элементами питания показывают их существенное варьирование в течение вегетации. Причина этого явления, по всей видимости, связана с активизацией ризосферного эффекта на корнях растения и возрастанию их конкуренции. Это могло привести к снижению определяемого количества биогенных элементов и большему их потреблению культурными растениями, в конечном итоге обуславливающих активизацию ростовых процессов.

ГЛАВА 4. РОЛЬ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Содержание хлорофилла в растениях озимого тритикале

Инокуляция семян озимого тритикале повысила содержание хлорофиллов в листьях растений. Предпосевная обработка семян diaзотрофными препаратами сыграла положительную роль в активизации фотосинтетической деятельности растения и оказала прямое влияние на урожайность.

В среднем за годы исследований доля хлорофилла *a* возрастала на неудобренном фоне по всем штаммам. Наибольшее содержание хлорофилла *a* отмечено в варианте со шт. 7(мизорин) и равно 6,97 мг/г а.с.в., что на 25,4 % выше контроля (табл.3). Доля хлорофилла *a* на фоне N₃₀ возрастала по двум штаммам – 8(азоризин) и 17-1 и составила 7,46 и 7,34 мг/г а.с.в. соответственно. Но данное увеличение содержания доли хлорофилла *a* не является статистически доказуемым (НСР₀₅=1,04 мг/г а.с.в.).

Таблица 3. Содержание хлорофиллов в фазу колошения в 2012-2015 гг., мг/г а.с.в.

Фон удобренности	Варианты опыта	Содержание хлорофиллов, мг/г а.с.в.			
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a: b</i>
Без удобрений	Контроль	5,56	2,14	7,70	2,6
	Штамм 7 мизорин	6,97	2,63	9,60	2,6
	Штамм 8 азоризин	6,79	2,71	9,50	2,5
	Штамм 17-1	6,88	2,34	9,21	2,9
	Штамм 18-5	6,53	2,44	8,97	2,7
	Штамм 30 флавобактерин	6,77	2,65	9,42	2,6
	ПГ – 5	6,40	2,41	8,81	2,7
	N ₃₀	Контроль	6,86	2,59	9,45
Штамм 7 мизорин		6,45	2,57	9,02	2,5
Штамм 8 азоризин		7,46	2,62	10,08	2,8
Штамм 17-1		7,34	2,76	10,10	2,7
Штамм 18-5		7,00	2,65	9,65	2,6
Штамм 30 флавобактерин		6,79	2,64	9,44	2,6
ПГ – 5		6,97	2,73	9,70	2,6
НСР ₀₅ , мг/г		1,04	0,59		

Доля хлорофилла *b* в среднем за годы исследований на фоне без внесения удобрений возрастала по всем штаммам, максимально в варианте со шт. 8(азоризин) и равна 2,71 мг/г а.с.в., что на 26,6 % выше контроля. Однако увеличение доли хлорофилла *b* в варианте со шт. 8 не является статистически доказуемым (НСР₀₅=0,59 мг/г а.с.в.). На фоне с применением минеральных азотных удобрений значительного увеличения доли хлорофилла *b* нами не выявлено.

ГЛАВА 5. ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

5.1 Влияние биопрепаратов на поступление элементов питания в растения

Инокуляция семян озимого тритикале активными штаммами микробных препаратов оказывала стимулирующее влияние на поступление и накопление азота в вегетативной массе. Так, в фазу кущения на неудобренном фоне максимально высокое содержание азота отмечено в вариантах с инокуляцией штаммами 7(мизорин) и 17-1 (табл. 4). В относительном выражении различия равнялись 25,1 и 20,6%. По остальным штаммам также отмечается увеличение накопления азота, но несколько в меньшем числовом выражении. Использование азотных удобрений

увеличивало накопление азота в вегетативной массе растений. В варианте без инокуляции предпосевное внесение азота повышало его концентрацию с 3,15 до 3,62%.

Таблица 4. Динамика накопления азота растениями озимого тритикале в разные фазы развития, 2012 - 2014 гг.

Фон удобренности	Вариант	N, %		
		Кущение	Трубкавание	Колошение
Без удобрений	Контроль	3,15/47,9*	2,60/41,1	1,46/39,1
	Штамм 7	3,94/53,0	2,73/43,0	1,60/42,7
	Штамм 8	3,61/52,2	2,69/41,9	1,41/40,6
	Штамм 17-1	3,81/51,9	2,60/42,2	1,51/41,3
	Штамм 18-5	3,31/50,4	2,77/42,7	1,59/43,0
	Штамм 30	3,35/49,6	2,68/43,1	1,39/41,1
	Штамм ПГ-5	3,60/49,2	2,77/43,5	1,40/39,5
Среднее		3,54/50,7	2,69/42,5	1,48/40,6
N ₃₀	Контроль	3,62/51,3	2,70/41,7	1,82/46,3
	Штамм 7	3,64/51,1	2,52/41,1	1,63/44,4
	Штамм 8	3,76/51,3	2,75/42,2	1,66/43,5
	Штамм 17-1	3,81/52,2	2,75/40,7	1,72/44,6
	Штамм 18-5	3,96/52,4	2,78/42,2	1,67/44,5
	Штамм 30	3,57/49,0	2,85/41,7	1,67/43,0
	Штамм ПГ-5	3,82/50,7	2,97/43,0	1,72/43,8
Среднее		3,74/51,1	2,76/41,8	1,70/44,3

*В числителе содержание азота, %; в знаменателе – доля от общего содержания

Комбинация ассоциативных биопрепаратов с минеральным азотом способствовало увеличению содержания азота. Но, в абсолютном выражении, оно находилась на уровне неудобренных вариантов. Так, на естественном фоне удобрённости концентрация азота в растениях под влиянием биопрепаратов варьировала в пределах от 3,31 до 3,94%. На фоне N₃₀ от 3,57 до 3,96%, т.е. микробные препараты на удобренном фоне в отношении накопления азота в растениях были менее активными.

Посевы озимого тритикале в вариантах с инокуляцией микробными препаратами были лучше обеспечены фосфором, о чем свидетельствуют данные по содержанию фосфора в растениях. Это связано, по всей видимости, с фосфатмобилизирующей деятельностью микробных препаратов, особенно отчетливо заметную в фазу трубкавания на неудобренном фоне. В начале вегетации (фаза кущения) концентрация фосфора по обоим уровням удобрённости была близка и практически не зависела от применяемых штаммов биопрепаратов. На естественном фоне она изменялась в пределах 0,44-0,51%, на удобренном - от 0,44 до 0,50%. В фазу трубкавания отмечается существенное закономерное увеличение содержания фосфора. При этом diaзотрофные препараты проявили более высокую активность в этом отношении в вариантах без использования

азотных удобрений. Комбинация инокулянтов с минеральным азотом при общих более высоких фоновых значениях не оказало положительного влияния на увеличение содержания фосфора. Увеличение по отношению к контролю составило от 0,01 – 0,06% (в относительном выражении 1,2 – 7,7%). На удобренном фоне при этом концентрация фосфора под воздействием биопрепаратов повысилась от 0,03 до 0,11% (и относительном выражении от 5,0, до 18,3%).

5.2 Влияние ассоциативных препаратов на вынос элементов питания

Вынос питательных веществ с урожаем — важный показатель, который необходимо учитывать при определении потребности культур в удобрениях, расчете доз удобрений в конкретных условиях.

Результаты исследований показали различия в объемах накопления биогенных элементов в основной и побочной продукции озимого тритикале. Диазотрофные препараты оказывали активизирующее действие на увеличение выноса элементов питания в условиях естественного фона плодородия (табл. 5).

Таблица 5. Вынос элементов питания с урожаем зерна озимого тритикале в 2012 -2015 гг., кг/га

Фон удобренности	Вариант	N	P	K
Без удобрений	Контроль	69,4	15,4	9,9
	Штамм 7	70,4	16,4	10,4
	Штамм 8	76,7	17,5	11,1
	Штамм 17-1	77,6	17,2	11,2
	Штамм 18-5	81,7	17,5	11,3
	Штамм 30	82,8	18,6	11,8
	Штамм ПГ-5	76,8	17,7	11,3
Среднее		76,5	17,2	11,0
N ₃₀	Контроль	79,7	18,4	11,4
	Штамм 7	78,9	18,4	11,5
	Штамм 8	83,0	18,2	11,8
	Штамм 17-1	79,4	18,1	11,1
	Штамм 18-5	79,7	18,1	11,3
	Штамм 30	80,3	18,8	11,6
	Штамм ПГ-5	84,2	20,0	11,8
Среднее		80,7	18,6	11,5
НСР ₀₅ , кг/га		5,6	1,6	1,3

В абсолютном выражении увеличение выноса азота варьировало от 1,0 до 13,4 кг/га. Внесение азотных удобрений (в чистом виде) способствовало увеличению поступления азота в зерно озимого тритикале. Разница по сравнению с удобренным вариантом составила 7,1 кг/га. Комбинация минерального азота с биопрепаратами не оказала существенного

достоверного увеличения выноса азота. При значении 79,7 кг/га по вариантам этот показатель изменялся от 78,9 до 84,2 кг/га.

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что основное влияние на изменение выноса азота с урожаем зерна озимого тритикале оказали инокулянты. Их вклад в основной результирующий признак составляет 36,6 %. На долю минеральных удобрений приходится 20,9 % вклада.

ГЛАВА 6. УРОЖАЙ ЗЕРНА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ

6.1 Влияние микробных препаратов на элементы структуры урожая

В среднем за годы исследований, такой показатель структуры урожая, как длина колоса, на неудобренном фоне превысил контроль по всем вариантам с ассоциативными diaзотрофами. Максимальный результат показал шт. 18-5 – превышение составило 0,81 см ($НСР_{05}=0,36$ см), что выше контроля на 9,6 %. По остальным штаммам превышение длины колоса относительно контроля составило от 4,4 (шт.30) до 8% (шт. ПГ-5). На фоне с внесением минеральных азотных удобрений статистически достоверного повышения длины колоса не было нами отмечено.

На естественном фоне удобренности отмечена высокая корреляция между длиной колоса и урожайностью озимого тритикале. Коэффициент корреляции равен +0,81. На фоне N_{30} в среднем за 2013-2015 гг. исследований показана средняя корреляция между данными показателями ($r = + 0,57$).

Статистический анализ экспериментальных данных показал, что доля вклада ассоциативных азотфиксаторов в увеличение длины колоса равна 20,8%, в то время, как доля вклада минеральных азотных удобрений равна 11,4%. Это свидетельствует о том, что биопрепараты в большей степени сыграли роль в увеличении колоса озимого тритикале.

Все штаммы ассоциативных diaзотрофов на неудобренном фоне, за исключением шт. 17-1, в среднем за годы исследований способствовали повышению массы зерна с колоса. Максимальную прибавку дал шт. 18-5 - 0,6 г ($НСР_{05} = 0,24$ г), что выше контроля на 34,5 %. Остальные биопрепараты дали превышение массы зерна с колоса относительно контроля от 15,5 % (шт.7(мизорин)) до 24,1 % (шт.30(флавобактерин)). На фоне N_{30} достоверно положительного влияния ассоциативных diaзотрофов нами зафиксировано не было.

Оценка главных эффектов свидетельствует о том, что биопрепараты в большей степени повлияли на увеличение массы зерна с колоса, продуктивной кустистости. Их вклад в изменение данного показателя структуры урожая равен 27,0 и 24,7 % соответственно. Вклад от внесения минерального азота равен был намного ниже 18,0 и 0,33%.

В результате статистической обработки экспериментальных данных можно сделать вывод, что главным образом ассоциативные diaзотрофы повлияли на повышение продуктивной кустистости озимого тритикале. Доля их участия в общей изменчивости данного признака равна 24,7 %. Доля участия минеральных азотных удобрений равна 0,33 %.

Применение биопрепаратов снижало такой показатель как отношение зерна к соломе. Минимальное соотношение зерна к соломе отмечено в варианте со шт. 30 и равно 1,36, что ниже контроля на 11,7 %. Однако данные отклонения от контроля оказались статистически недостоверными ($НСР_{05}=0,23$). На фоне с минеральным азотом биопрепараты достоверно не изменяли соотношения зерна к соломе.

6.2 Влияние биопрепаратов на продуктивность озимого тритикале

Основным интегрирующим показателем, характеризующим уровень эффективного плодородия почв в разных условиях произрастания, а также эффективность использования различных приемов агротехники, является продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур.

В результате наших исследований в 2012 - 2015 гг., можно сделать вывод, что наиболее эффективно ассоциативные diaзотрофы повлияли на урожайность озимого тритикале на неудобренном фоне. Наиболее активным оказался шт.18-5 (табл.6).

Таблица 6. Урожайность озимого тритикале в зависимости от фона
удобренности в 2012 - 2015 гг., ц/га

Фон удобрен ности – фактор А	Фактор В										Сре днее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Без удобр.	29,7	31,6	33,8	34,4	35,2	34,5	34,1	33,3	31,2	32,8	33,1
N ₃₀	33,0	32,5	33,8	32,2	32,4	33,7	33,4	32,6	32,5	32,3	32,8
среднее	31,4	32,1	33,8	33,3	33,8	34,1	33,8	33,0	31,9	32,6	

*данные 2013-2015 гг.

** данные 2012-2014 гг.

1 – контроль; 2 - штамм 7 мизорин; 3 - штамм 8 азоризин; 4 - штамм 17-1; 5 - штамм 18-5; 6 – штамм 30 флавобактерин; 7 - ПГ – 5; 8 - штамм 204 ризоагрин; 9 – штамм 33-3

Частные различия
Делянки 1-го порядка
 $НСР_{05} = 1,50-3,0$ ц/га
Делянки 2-го порядка
 $НСР_{05} = 1,70-2,90$ ц/га

Оценка существенности главного
эффекта
Для главного эффекта фактора А
 $НСР_{05} = 0,48-2,05$ ц/га
Для главного эффекта фактора В и
взаимодействия АВ
 $НСР_{05} = 0,96-1,3$ ц/га

Средняя урожайность за годы исследований в варианте с данным штаммом составила 35,2 ц/га, что на 18,5 % выше контроля. В среднем за годы исследований на фоне N_{30} штаммы ассоциативных диазотрофов достоверно не оказали положительного воздействия на урожай зерна озимого тритикале. Однако в отдельные годы (2015 г.) под воздействием сложившихся благоприятных условий, минеральные азотные удобрения совместно с ассоциативными азотфиксаторами могут положительно влиять на продуктивность озимого тритикале.

ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

В современных условиях ведения сельского хозяйства остро стоят вопросы эффективного использования основных средств производства. Для этого необходимо измерять затраты энергии на производство продукции и энергии, накопленной в урожае.

Показано, что затраты энергии на фоне N_{30} выше в 1,9 раз, чем на естественном фоне удобренности. Так, внесение минерального азота в дозе N_{30} повышает затраты энергии на 6090 МДж/га.

Выход энергии с основной продукцией озимого тритикале на контроле естественного фона удобренности ниже на 4488 МДж/га, чем выход энергии на фоне N_{30} . Однако максимальное значение выхода энергии отмечено на естественном фоне удобренности в варианте со шт. 18-5 и равно 47872 МДж/га, что выше значения контрольного варианта на 7480 МДж/га или на 18,5 %.

Таким образом, на обоих фонах удобренности с точки зрения биоэнергетики процесс производства озимого тритикале является эффективным. Однако следует отметить, что показатели энергетической эффективности на естественном фоне удобренности практически в 2 раза выше показателей энергетической эффективности на фоне N_{30} . Это связано с тем, что энергетические затраты на производство, перевозку и внесение минеральных азотных удобрений в дозе N_{30} составляют около половины всех энергетических затрат на производство продукции озимого тритикале, а также с тем, что выход энергии с продукцией озимого тритикале выше на естественном фоне удобренности, чем на фоне с внесением минерального азота. Так, максимальное значение энергетической эффективности отмечено на естественном фоне удобренности в варианте со шт. 18-5 и равно 7,2 ед. Следовательно, энергетически эффективнее в условиях Центрально-Черноземной зоны возделывать озимое тритикале без внесения минеральных азотных удобрений, но с использованием биопрепаратов ассоциативных азотфиксаторов.

Нами проведен анализ экономической эффективности возделывания озимого тритикале на двух фонах удобренности при использовании биопрепаратов ассоциативных микроорганизмов. Показано, что общие затраты на 1 га на естественном фоне удобренности ниже затрат на 1 га на фоне N_{30} . Так, затраты на 1 га на контроле естественного фона удобренности

ниже на 1526 руб./га затрат на контроле фона N₃₀. Это объясняется высокой стоимостью минеральных азотных удобрений.

Однако следует отметить, что условный чистый доход на контроле фона N₃₀ на 1114 руб./га выше контроля естественного фона удобренности (табл.). Этот факт объясняется более высокой урожайностью на контроле удобренного фона. Но при этом уровень рентабельности на контроле естественного фона удобренности составляет 192 %, что выше рентабельности на контроле фона N₃₀ в 1,1 раза.

Максимальный чистый доход отмечен при возделывании озимого тритикале на естественном фоне удобренности в варианте со шт. 18-5 и составил 19811 руб./ га, что выше контроля в 1,3 раза. Рентабельность равна 237 %.

На фоне N₃₀ процесс производства озимого тритикале является рентабельным по всем вариантам. Однако рентабельность на данном фоне удобренности ниже рентабельности производства озимого тритикале на естественном фоне удобренности. Так, максимальный уровень рентабельности отмечен в варианте со шт. 8(азоризин) и равен 174 %, а чистый доход 17165 руб. /га.

Таким образом, наибольший чистый доход, максимальную рентабельность и наивысшую биоэнергетическую эффективность возделывания озимого тритикале обеспечивают биопрепараты ассоциативных диазотрофов на естественном фоне удобренности. Максимальный результат показал шт. 18-5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2012-2015 гг. научные исследования позволили изучить эффективность ассоциативных биопрепаратов, их взаимодействие с растениями озимого тритикале, с минеральным азотом и провести оценку их влияния на почвенное плодородие. Расширены научные знания изменения микробиологической и ферментативной активности чернозема при активизации растительно-микробного взаимодействия. Применение этих биопрепаратов для предпосевной обработки семян является низкозатратным, доступным и эффективным агроприемом, способствующим увеличению продуктивности посевов озимого тритикале.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований установлена достаточно высокая эффективность ассоциативных биопрепаратов, затрагивающих все факторы почвенно - бактериального и растительного взаимодействия, в конечном итоге определяющих рост и развитие растений озимого тритикале, и играющих существенную роль в формировании урожайности. Выявлены особенности изменения показателей плодородия чернозема обыкновенного под влиянием микробных препаратов в зависимости от фона минерального

питания. Более высокий эффект от применяемых микробных препаратов отмечен на фоне без удобрений.

2. Установлен ряд закономерностей, касающихся изменения микробиологической активности под влиянием ассоциативных биопрепаратов и минерального азота. Применение этих биопрепаратов позволяет снизить минерализационные процессы гумусовых веществ, вызванные внесением минеральных удобрений.

3. Доказано, что на фоне без удобрений под влиянием биопрепаратов ассоциативных азотфиксаторов увеличивалась численность аммонифицирующих бактерий на 35,1%; численность актиномицетов, осуществляющих роль первичной деструкции органических веществ, увеличивалась на 29,3%; численность иммобилизаторов легкодоступного азота снижалась на 64,8%.

4. Выявлена положительная роль ассоциативных азотфиксаторов в увеличении численности нитрификаторов (на 38,2%), отвечающих за азотный цикл почвы и способствующих оптимизации азотного питания растений.

5. Доказано, что обыкновенный чернозем в сочетании с ассоциативными биопрепаратами обеспечивал достаточный уровень минерального питания растений, способствующий получению высокой продуктивности и исключающий дополнительное внесение азотных удобрений. Применение ассоциативных азотфиксаторов способствовало увеличению обеспеченности нитратным азотом в начальные этапы развития на 11,8%, доступным фосфором на 15,6%.

6. Установлено, что ассоциативные азотфиксаторы активизировали процессы поступления биогенных элементов в растения озимого тритикале и накопления в урожае зерна и побочной продукции. Повышение накопления азота в зерне на естественном фоне удобренности составило 1,0-13,4 кг/га, в соломе – 8,8–23,0 кг/га.

7. Доказано, что предпосевная инокуляция семян озимого тритикале испытываемыми биопрепаратами стимулировала линейный рост растений (на 10,9-18,1%), увеличение вегетативной биомассы надземными органами. Наиболее отчетливо роль ассоциативных азотфиксаторов проявлялась на неудобренном фоне. Под их влиянием сформировались более высокорослые растения, предопределившие максимальный прирост сырой массы надземных органов (на 10,8-34,1%). Эффект ассоциативных азотфиксаторов в этом отношении был равен или превосходил роль дополнительного внесения минерального азота.

8. Выявлено, что ассоциативные биопрепараты стимулировали увеличение содержания хлорофилла *a* в листьях растений озимого тритикале на 25,4%. Отмечена средняя корреляционная связь зерновой продуктивности с содержанием хлорофиллов в листьях растений. Теснота связи возрастала на фоне без внесения удобрений.

9. Установлено, что применение ассоциативных биопрепаратов изменяет ферментативную активность чернозема. Под их влиянием повышалась фосфатазная активность почвы до 28,8%, благодаря этому ускоряются процессы накопления доступного для питания растений фосфора. Увеличение фосфатазной активности почв создало условия для улучшения гидролитических процессов, что привело к увеличению метаболизма фосфорных соединений. Применение этих биопрепаратов без внесения минерального азота способствовало снижению активности уреазы на 43,8% и снижению возможных потерь азота в виде аммонийных соединений. Ассоциативные биопрепараты стимулировали каталазную активность на 15,1%, что может способствовать увеличению синтеза гумусовых веществ.

10. Выявлено, что улучшение условий произрастания растений при использовании ассоциативных биопрепаратов способствовало изменению показателей структуры урожая: увеличению массы зерна с колоса до 34,5%, длины колоса до 9,6%, формированию более высокой продуктивной кустистости (увеличение на 38,1%) и повышения соотношения зерна к соломе.

11. По результатам четырех лет исследований при возделывании озимого тритикале установлена высокая эффективность применения ассоциативных биопрепаратов для предпосевной обработки семян в условиях юго-востока ЦЧЗ. Продуктивность озимого тритикале в среднем повышалась на 1,5 – 5,5 ц/га. Максимальный рост урожайности отмечен при использовании штамма 18-5.

Минеральные удобрения в виде внесения азота в дозе N_{30} в сочетании с предпосевной инокуляцией семян по своей эффективности равно по действию ассоциативным биопрепаратам. В связи с этим, в технологиях возделывания этих культур можно отказаться от применения дорогостоящих азотных удобрений и более широко применять экологически безопасные ассоциативные биопрепараты.

12. Выявлены довольно высокие показатели биоэнергетической и экономической эффективности, обусловленные ростом урожайности и дешевизной инокулянтов. Максимальные коэффициент биоэнергетической эффективности отмечен на естественном фоне удобренности. Предпосевная инокуляция семян ассоциативными биопрепаратами повышала его на 0,4 – 1,2 единицы. Минеральные удобрения в дозе N_{30} снижали коэффициент энергетической эффективности в 2,0 и более раза.

В соответствии с этим максимально высокий уровень рентабельности отмечен на неудобренном фоне. Ассоциативные биопрепараты, увеличивая урожайность, способствовали росту рентабельности от 7,0 до 45,0%. Внесение азотных удобрений в экономическом отношении было менее эффективным. Уровень рентабельности снижался на удобренном фоне на 51,0%, вследствие высоких затрат на покупку минеральных удобрений, их перевозку и хранение.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В Центрально-Черноземной зоне на высокоплодородных черноземных почвах для получения стабильных урожаев зерна, повышения эффективности производства озимого тритикале и экономии материальных ресурсов целесообразно применение ассоциативных биопрепаратов. Максимальный результат показал штамм 18-5, разработанный во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Это позволит выращивать озимое тритикале без использования азотных удобрений и повысить его урожайность на 5,5 ц/га. Предпосевная инокуляция семян ассоциативными биопрепаратами должна стать обязательным агрономически и экономически обоснованным приемом в технологии возделывания озимого тритикале.
2. Обработка семян должна производиться активными штаммами бактерий в день посева из расчета 300 г/га. Норма расхода рабочей жидкости – 1 л раствора на 1 ц семян.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Сауткина, М.Ю. Изменение фотосинтетической активности озимого тритикале под влиянием diaзотрофных препаратов [Текст] / М.Ю. Сауткина, Г.В. Чевердина, Ю.И. Чевердин, А.Н. Рябцев // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – часть 1. – №8 (27). – С. 38 – 40.
2. Турусов, В.И. Особенности изменения эффективного плодородия под влиянием diaзотрофных препаратов [Текст] / В.И. Турусов, М.Ю. Сауткина, А.Ю. Чевердин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – часть 3. – №9 (40). – С. 114– 115.
3. Турусов, В.И. Влияние биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов на урожайность зерновых культур в условиях юго-востока Центрального Черноземья [Текст] / В.И. Турусов, М.Ю. Сауткина, А.Ю. Чевердин, Ю.И. Чевердин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. – №5. – С. 38– 42.
4. Турусов, В.И. Влияние diaзотрофных препаратов на эффективное плодородие чернозема обыкновенного [Текст] / В.И. Турусов, М.Ю. Сауткина, А.Ю. Чевердин, Ю.И. Чевердин // Агрoхимия. – 2016. – №10. – С. 3 – 10.

Публикации в иных изданиях

5. Чевердин, Ю.И. Роль ассоциативных микроорганизмов в регулировании роста и развития озимого тритикале [Текст] / Ю.И. Чевердин, М.Ю. Сауткина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса юга России: Сборник докладов Региональной научно – практической конференции, 22 мая 2013 г, I часть. - Майкоп: изд – во «Магарин О.Г.», 2013. – С. 165 – 167.

6. Чевердин, Ю.И. Регулирование эффективного плодородия почвы ассоциативными азотфиксаторами [Текст] / Ю.И. Чевердин, **М.Ю. Сауткина**, А.Н. Рябцев // Научно - обоснованные системы земледелия: теория и практика: Матер. межд. научно – практ. конфер., Ставрополь, 25-26 сентября 2013 г. – Ставрополь: Ставропольское изд – во «Параграф», 2013. – С. 240 – 242.

7. Чевердин, Ю.И. Продукционные процессы в растениях озимого тритикале при использовании биологических стимуляторов [Текст] / Ю.И. Чевердин, **М.Ю. Сауткина**, Г.В. Чевердина // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: Сборник докладов научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 2013. – С.148 – 151.

8. **Сауткина, М.Ю.** Фотосинтетическая активность озимого тритикале под влиянием микробных препаратов [Текст] / **М.Ю. Сауткина**, Г.В. Чевердина, Ю.И. Чевердин, А.Н. Рябцев // Образование и наука: Современное состояние и перспективы развития. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 июля 2014 г. – Тамбов, 2014. – С.111 – 113.

8. **Сауткина, М.Ю.** Изменение фотосинтетической активности озимого тритикале под влиянием diaзотрофных препаратов [Текст] / **М.Ю. Сауткина**, Г.В. Чевердина, Ю.И. Чевердин, А.Н. Рябцев // Международный Научно-исследовательский журнал. – 2014. - №8-1 (27). - С. 38 – 40.

9. **Сауткина, М.Ю.** Влияние микробных препаратов на элементы структуры урожая озимого тритикале [Текст] / **М.Ю. Сауткина**, Г.В. Чевердина, Ю.И. Чевердин, А.Н. Рябцев // Наука и образование: проблемы и перспективы развития. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, 30 августа 2014 г. - Часть 3. – Тамбов, 2014. – С. 109 – 111.

10. **Сауткина, М.Ю.** Влияние биостимуляторов на поступление биофильных элементов в растения озимого тритикале [Текст] / **М.Ю. Сауткина**, Ю.И. Чевердин, Г.В. Чевердина, А.Н. Рябцев // АПК Юга России: состояние и перспективы. Сборник докладов Региональной научно-практической конференции, 15-17 октября 2014 года. – Майкоп, 2014. – С. 189 – 191.

11. Турусов, В. И. Влияние микробных препаратов на ростовые процессы озимого тритикале [Текст] / В.И. Турусов, **М.Ю. Сауткина**, Г.В. Чевердина // Аграрная наука и производство: проблемы и перспективные направления сотрудничества: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Ульяновск, 10-11 июля 2014г. – Ульяновск, 2014. – С.233 – 237.

12. Чевердин, А.Ю. Влияние нетрадиционных источников элементов питания растений на эффективное плодородие почв [Текст] / А.Ю. Чевердин, **М.Ю. Сауткина**, Г.В. Чевердина // Современные тенденции в образовании и науке. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-

практической конференции, 28 ноября 2014 г. – Тамбов, 2014. – Часть 4. – С.147– 150.

13. **Сауткина, М.Ю.** Особенности микробиологической активности чернозема обыкновенного при использовании diaзотрофных препаратов [Текст] / **М.Ю. Сауткина** // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы агропромышленного комплекса юга России», 14-16 октября 2015. – Майкоп, 2015. – С. 90-95.

14. Турусов, В.И. Применение ассоциативных бактериальных удобрений в посевах зерновых культур [Текст] / В.И. Турусов, **М.Ю. Сауткина**, А.Ю. Чевердин // I Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». Электронный сборник статей, 29 февраля 2016 . – с. Соленое Займище, 2016. – С. 1445 – 1448.

15. **Сауткина, М.Ю.** Экономическая эффективность возделывания озимого тритикале при совместном применении биопрепаратов и азотных удобрений в условиях Центрального Черноземья [Текст] / **М.Ю. Сауткина**, А.Ю. Чевердин // Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых аграриев: материалы V–ой международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», 11-13 мая 2016 г. – с. Соленое Займище, 2016 – С.961-963.