

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

На правах рукописи

ВАФИН ИЛЬШАТ ХАФИЗОВИЧ

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ
КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ
С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ И СТИМУЛЯТОРА РОСТА
НА СЕМЕННЫХ ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Особенности минерального питания озимой пшеницы	10
1.2. Эффективность некорневой подкормки комплексными удоб- рениями.....	20
1.3. Влияние удобрений на формирование качественных характе- ристик семян озимой пшеницы.....	24
Глава II. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВА- НИЙ.....	31
2.1. Почвенно-климатические особенности Предкамья Республики Татарстан.....	31
2.2. Агрометеорологические условия в годы проведения исследо- ваний.....	32
2.3. Методика проведения полевых опытов.....	38
2.4. Методы учетов, наблюдений и лабораторных исследований...	41
Глава III ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСЕННЕГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧ- НЫХ ДОЗ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО УДОБРЕНИЯ МЕ- ТАЛЛОЦЕН Д.....	43
3.1. Особенности роста и развития растений.....	43
3.2. Показатели фотосинтетической деятельности растений	46
3.3. Развитие болезней колоса.....	48
3.4. Урожайность и структура урожая.....	50
3.5. Содержание белка в семенах.....	52
3.6. Химический состав и вынос элементов минерального питания озимой пшеницей.....	53
3.7. Показатели качества семян нового урожая	59
3.8. Оценка экономической эффективности	61

Глава IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ МАРКИ	
МЕТАЛЛОЦЕН И СТИМУЛЯТОРА РОСТА МЕЛАФЕН	62
4.1. Рост и развитие растений.....	62
4.2. Показатели фотосинтетической деятельности растений	65
4.3. Развитие болезней колоса.....	67
4.4. Урожайность и структура урожая.....	69
4.5. Содержание белка в семенах	76
4.6. Химический состав и вынос элементов минерального питания озимой пшеницей.....	79
4.7. Показатели качества семян нового урожая.....	90
4.8. Оценка экономической эффективности	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	103
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	107
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Для Российской Федерации и Республики Татарстан ведущую роль в растениеводстве играет производство зерна, значительный вклад в которое вносит озимая мягкая пшеница (Кузенко, 2021; Сандухадзе и др. п., 2021; Вошедский и др., 2022). Среди основных элементов технологии возделывания озимой пшеницы, особое значение отводится использованию для посева высококачественных и здоровых семян, применение которых не только повышает урожайность, но и улучшает качество зерна (Фадеева, 2007).

При возделывании озимой пшеницы, большое внимание уделяется вопросам оптимизации минерального питания, которое оказывает сильное влияние на все стороны развития культурных растений, в том числе и на их устойчивость к стрессовым факторам (Прокина, Пугаев, 2022; Велиева, 2022). В системе удобрения культуры, все большее распространение получают некорневые подкормки в период вегетации с использованием различных комплексных жидких минеральных или органоминеральных удобрений (Федотова, Гаврилов, 2022; Вознесенская, 2022). При их применении не только растет урожайность, но и значительно улучшаются качественные характеристики зерна озимой пшеницы (Камилов и др., 2022), что связано как с положительным влиянием их на фотосинтетическую деятельность растений (Вознесенская, Можарова, 2021), так и с повышением устойчивости к инфекционным болезням (Пигорев и др., 2021). В состав таких удобрений входят и хелатные формы микроэлементов. Высокая эффективность применения хелатных форм удобрений при некорневой подкормке на различных сельскохозяйственных культурах в условиях Республики Татарстан была показана в исследованиях под руководством И.А. Гайсина (Гайсин, Хисамеева, 2008; Гайсин, Пахомова, 2014).

В Республике Татарстан были разработаны и промышленно выпускаются жидкие комплексные минеральные удобрения с хелатными формами микроэлементов серии «Металлоцен». Высокая эффективность использования

данных удобрений при некорневой подкормке показана на озимой пшенице (Кузнецов и др., 2021). Однако, на семенных посевах культуры, оценка эффективности использования таких удобрений не проводилась.

В связи с этим, изучение эффективности и разработка технологии применения различных жидких комплексных минеральных удобрений серии «Металлоцен» при некорневой подкормке на семенных участках озимой пшеницы является актуальной научно-производственной задачей.

Степень изученности темы. Оценке эффективности применения различных минеральных удобрений с макро- и микроэлементами при некорневом внесении на зерновых культурах посвящено большое количество исследований как отечественных, так и зарубежных ученых (Анспок, 1990; Камбулов и др., 2012; Safyan et al., 2012; Хапова, 2014; Михайлова, 2015; Szczepaniak et al., 2022). Высокая отдача от данного приема на озимой мягкой пшенице наблюдалась в различных регионах России. По результатам полевых опытов, отмечался не только рост урожайности, но и положительное влияние подкормок на улучшение качественных характеристик зерна культуры (Афанасьев и др., 2010; Сорока и др., 2012; Ксенз и др., 2016; Вафоева, Абдуазимов, 2021). Аналогичные результаты были получены и в Республике Татарстан (Амиров, Цветков, 2022). Для наиболее эффективного использования некорневой подкормки комплексными минеральными удобрениями необходимо учитывать обеспеченность почвы доступными для растений формами макро- и микроэлементов, а также особенности химического состава удобрений и форму микроэлементов в них (неорганическая, хелатная). Существенную роль играют сроки и технология внесения таких удобрений, а также сортовые особенности (Анспок, 1990; Пироговская и др., 2018).

Значительный рост урожайности сельскохозяйственных культур отмечается и при использовании регулятора роста Мелафен (Зюзина, 2007; Агапкин, 2008; Карпова, 2008).

В ряде работ, было показано, что применение удобрений приводит к снижению развития болезней и улучшает качество семян зерновых культур

(Бабаева, 2009; Казак и др., 2019; Сержанов и др., 2019). При оценке эффективности некорневой подкормки различными комплексными удобрениями на семенных посевах зерновых культур, также установлено их положительное влияние на качество семян нового урожая (Карпова, Строгонова, 2019; Фокин, 2022). Аналогичные результаты были показаны и на озимой пшенице (Волощук и др., 2020). Вместе с тем, в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан изучение влияния применения некорневого внесения комплексных удобрений на продуктивность, фитосанитарное состояние и качество семян озимой пшеницы изучено в недостаточной степени.

Цель и задачи исследований: оценить влияние доз, схем и сроков некорневого внесения комплексных минеральных удобрений серии «Металлоцен» и регулятора роста Мелафен на минеральное питание, формирование урожая и качественные характеристики семян озимой пшеницы на серых лесных почвах Республики Татарстан.

Для достижения поставленной цели исследований были поставлены следующие задачи:

- оценить особенности влияния некорневой подкормки различными комплексными минеральными удобрениями серии «Металлоцен» и применения стимулятора роста Мелафен на рост и развитие растений пшеницы;
- установить характер действия обработок посевов жидкими комплексными удобрениями и применения стимулятора роста на фитосанитарное состояние растений и семян озимой пшеницы;
- определить характер воздействия изучаемых приемов на урожайность и элементы структуры урожая;
- изучить влияние применения изучаемых удобрений на качественные характеристики семян озимой пшеницы нового урожая;
- дать оценку влияния некорневой подкормки комплексными минеральными удобрениями серии «Металлоцен» и применения стимулятора роста на содержание в семенах белка и вынос макроэлементов растениями озимой пшеницы

– дать экономическую оценку различных схем обработок посевов озимой пшеницы.

Научная новизна исследований.

Впервые на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан установлены особенности влияния различных схем применения жидких комплексных удобрений с хелатными формами микроэлементов серии «Металлоцен» и стимулятора роста Мелафен на фотосинтетическую деятельность, фитосанитарное состояние, формирование урожая и качественных характеристики семян, а также на содержание и вынос элементов минерального питания растениями озимой пшеницы.

Установлен синергетический положительный эффект в повышении урожайности и качества семян от сочетания осенней обработки марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д или стимулятором роста Мелафен, с весенне-летней двукратной подкормкой растений семенных посевов озимой пшеницы удобрениями серии «Металлоцен».

Теоретическая и практическая значимость исследования состоит в том, что в ходе исследований подтверждено положительно влияние некорневого внесения комплексных минеральных удобрений с микроэлементами и стимулятора роста на продуктивность, устойчивость к инфекционным болезням и качественные характеристики семян нового урожая озимой пшеницы. Были предложены практические рекомендации по использованию удобрений серии «Металлоцен» на семенных посевах озимой пшеницы. Данные приемы могут быть использованы в семеноводстве Республики Татарстан, а также в регионах России со схожими природно-экономическими условиями.

Методология и методы исследований. В качестве основного метода исследований выступал полевой сельскохозяйственный опыт. Для комплексной оценки изучаемых приемов использовались рекомендованные в отечественной и зарубежной научной литературе учеты, наблюдения и анализы. Оценка качественных характеристик семян, агрохимических показателей почвы и растений, а также содержания белка в семенах проводилась с использо-

ванием стандартных лабораторных методов. Обработка экспериментальных данных осуществлялась по стандартным методикам с использованием компьютерных программ математической статистики.

Положения, выносимые на защиту:

1. Положительное влияние некорневой подкормки жидкими удобрениями серии «Металлоцен» и осенней обработки стимулятором роста Мелафен на биометрические показатели и фотосинтетическую деятельность растений озимой пшеницы.
2. Снижение распространенности септориоза колоса при использовании некорневых подкормок удобрениями серии «Металлоцен».
3. Рост урожайности озимой пшеницы при использовании некорневого внесения удобрений серии «Металлоцен» при разных схемах и сроках их применения, а также на фоне осенней обработки посевов регулятором роста Мелафен.
4. Изменения в накоплении белка в семенах нового урожая, а также в содержании и выносе элементов минерального питания урожаем под влиянием некорневой подкормки удобрениями и применения стимулятора роста Мелафен.
5. Повышение посевных качеств и улучшение фитосанитарных свойств семян нового урожая озимой пшеницы от применения различных схем обработок посевов жидкими комплексными удобрениями серии «Металлоцен».

Степень достоверности результатов определяется достаточным объемом полученных экспериментальных данных и соответствующей их статистической обработкой. Полученные выводы не противоречат основным положениям и достижениям в данной области современной мировой и отечественной агрономической науки. Материалы диссертации были опубликованы в научной литературе и апробированы на научных конференциях различного уровня (региональный, федеральный, международный).

Апробация результатов была проведена на Международной научно-практической конференции посвященной 100-летию агрономического фа-

культета КГАУ «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства» (Казань, 2019); Международной конференции «Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях» (Казань, 2021); Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы истории и философии науки на современном этапе развития АПК» (Казань, 2018); Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80-летию академика Н.К. Мазитова (2020), а также ежегодных научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава Института агробиотехнологии и землепользования Казанского ГАУ (2019-2024 гг.).

Внедрение результатов исследований. Результаты исследований внедрены в ООО «Макс Ойл» Пестречинского муниципального района РТ и используются при подготовке студентов по агрономическим специальностям в ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

Публикации результатов исследований. Результаты исследований опубликованы в 7 печатных работах, в том числе в 2 в изданиях из перечня ВАК Российской Федерации.

Личный вклад соискателя. Работа выполнена согласно тематике научно-исследовательских работ, проводимых в 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 75%, в том числе в статьях из перечня ВАК - 70%.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов и приложений. Изложена на 136 страницах, включает 39 таблиц, 16 рисунков. Список литературы состоит из 246 источников, в том числе 70 на иностранном языке

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Особенности минерального питания озимой пшеницы

Зерно пшеницы – важнейший продукт питания человека, который обеспечивает почти пятую часть его потребности в белке и калориях. Причем ведущая роль пшеницы в обеспечении человечества в энергии сохранится и в будущем (Wageningen FSC, 2016; Савенкова, Матвеева, 2021). Среди видов пшеницы доминирующее положение занимает вид *Triticum aestivum* L., отличающийся полиморфизмом и высокой экологической пластичностью (Губанов, Иванов, 1988; Стрижова и др., 2006). В производственных условиях используются озимые и яровые формы *Triticum aestivum* L., различие между которыми обусловлены генами образа жизни (*Vrn1*) – у озимых форм все аллели генов *Vrn1*–*Vrn4* являются рецессивными гомозиготами (Пыльнев и др., 2021).

Озимая мягкая пшеница относится к числу наиболее важных и распространенных зерновых культур, как в России, так и в Республике Татарстан. Она отличается высокой продуктивностью, а также способностью обеспечивать получение зерна с хорошими качественными характеристиками, причем часто значительно превосходя по урожайности и качеству яровую пшеницу (Шаганов, 2008; Макаров, 2015), что связано с агробиологическими особенностями культуры (более длинный вегетационный период, способность использовать осенне-зимние запасы влаги, что позволяет озимой пшенице лучше противостоять засухе) (Фадеева, Ионов, 2007; Ахметов и др., 2008).

Для Республики Татарстан озимая пшеница одна из главных полевых культур, площади которой превышают 250 тыс. га, при средней урожайности на 9-10 % выше, чем у яровой пшеницы (Фадеева, Г.Н. Валиуллина, 2016; Фадеева и др., 2019). Вместе с тем, существующий потенциал продуктивности современных генотипов (сортов) озимой пшеницы реализуется не в полной мере (Сандухадзе и др., 2012; Фадеева и др., 2015; Фадеева и др., 2019). Среди наиболее важных причин оказывающих отрицательное влияние

на продуктивность озимой пшеницы особое место занимают проблемы, связанные с перезимовкой растений (Ахметов и др., 2008; Лебедовский и др., 2012; Исмагилов, Хасанова, 2020); оптимизацией минерального питания (Бугаевский, 2005; Михайлова и др., 2014; Болохонцева, Овчинникова, 2024) и защитой растений от вредных организмов (Павлюшин и др., 2015; Спиридонов и др., 2019; Макарова, Григорович, 2022).

Особую актуальность и практическую значимость приобретают вопросы адаптации технологий возделывания озимой мягкой пшеницы в условиях нарастающих глобальных климатических изменений, что ведет к росту частоты проявления опасных агрометеорологических явлений, приводящих к гибели растений (Квасов, Галушко, 2010; Быстров, Охлопков, 2022).

Для нормального роста и развития растений требуется порядка 20 химических элементов. Три минеральных элемента – азот, фосфор и калий (N, P, K) требуется для растений в сравнительно больших количествах (Ягодин и др., 2016), поэтому они относятся к группе макроэлементов. Такие элементы как – сера, кальций и магний (S, Ca, Mg) поглощаются в меньших объемах, чем макроэлементы, но и они необходимы в достаточно больших количествах. Их часто называют мезоэлементами (Epstein, Bloom, 2005). Большое значение в формировании урожая играют и микроэлементы, используемые растениями в сравнительно небольших количествах (Лебедовский и др., 2012; Шеуджен и др., 2013).

Озимая мягкая пшеница относится к числу полевых культур, отличающихся требовательностью к уровню обеспеченности различными элементами минерального питания (Шаганов, 2008; Хапова, 2014; Михайлова, 2015; Ожередова и др., 2020; Ложкин, Солина, 2023).

Для формирования высоких урожаев зерна (с высокими технологическими свойствами) ей необходимо достаточно большое количество макро- и мезоэлементов. По данным Д. Шпаара (2008) вынос на 1 т зерна азота составляет в среднем 26 кг, фосфора 10,4 кг и калия 17,2 кг. В Республике Беларусь (Шаганов, 2009) вынос азота на 1 т зерна составил 28,2 кг, фосфора – 10,8 кг,

калия – 12,8 кг, серы – 5 кг и кальция – 4,7 кг. В условиях Западной Сибири, вынос на 1 т зерна озимой пшеницы азота был равен 35 кг, P_2O_5 – 19 кг, K_2O – 20 кг, Zn – 24 г, Cu – 3,3 г и Mn – 100 г (Попова, 2018).

В Республике Татарстан для расчета норм удобрений под озимую пшеницу были рекомендованы следующие параметры выноса с урожаем – N-30 кг, P_2O_5 – 13 кг и K_2O – 25 кг (Давлятшин и др., 2013). В «Справочнике агрохимика Республики Татарстан» (2024) аналогичные показатели составили – 37 кг N, 13 кг P_2O_5 и 23 кг K_2O . Как видно из представленных материалов, показатели выноса элементов питания могут различаться, причиной чего могут быть различия в показателях плодородия почвы; фоне минерального питания; используемых агротехнологий возделывания культуры и сортовых особенностей (Рехбух и др., 2019; Бочарникова, Беспалова, 2021).

Физиологическая роль макроэлементов для культурных растений достаточно хорошо изучена. В частности, азот имеет важнейшее значение для синтеза белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, физиологически активных веществ и т.д. (Юрин и др., 2014; Ступина, 2018; Битюцкий, 2020).

Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, целого ряда важных веществ для нормального функционирования растений (АТФ, АДФ, НАДФ, НАДФН и др.), фосфолипидов клеточных мембран и т.д. (Алимкулов, Мурадова, 2015; Вильдфлуш и др., 2023). Для озимой пшеницы, высокое значение фосфорного питания обусловлено и его положительным влиянием на перезимовку растений (Губанов, 1988; Долгополова, 2018). В тоже время, почвенный фосфор отличается сравнительно низкой доступностью для растений, что приводит к тому, что даже из внесенных фосфорных удобрений, коэффициент использования данного макроэлемента достигает лишь 15-20% (Муравин, 2003; Хайдуков, Трутаева, 2022).

Калий играет существенную роль в водном режиме растений, является активатором и кофактором многих ферментов (Белоусова, 2021). Также как и фосфор, играет важную роль в сохранение растений озимой пшеницы в период перезимовки (Белоус и др., 2010).

Микроэлементы необходимы для нормального развития растений в сравнительно небольших количествах. Основные микроэлементы – цинк (Zn), железо (Fe), марганец (Mn), бор (B), медь (Cu), молибден (Mo), кобальт (Co), ванадий (V), натрий (Na) и кремний (Si) (Битюцкий, 2011).

Натрий, вероятно, необходим только для некоторых растений – галофитов. Кремний играет большую роль в устойчивости растений к стрессам, но как правило, острого дефицита его не отмечается (Mengel, 1990).

Функции и значение различных микроэлементов для роста и развития озимой пшеницы может быть различными.

Цинк выступает либо в качестве одного компонента, либо в качестве кофактора большого количества различных ферментов (Marschner, 2011). В научной литературе приводятся сведения о более чем 80 цинксодержащих белках. У растений с дефицитом цинка отмечается снижение скорости синтеза и содержание белка в тканях, что демонстрирует важность данного микроэлемента для синтеза белка (Иванищев, 2022). Цинк – является важным компонентом фермента РНК-полимеразы (Castillo-González et al., 2016). Кроме того, он входит в состав рибосом и играет важную роль в их функционировании. Важная роль данного микроэлемента и в синтезе триптофана, который необходим для синтеза ауксинов (Brennan, 2005)

За счет положительного влияния на синтез хлорофилла и снижения перекисного окисления липидов, цинк играет важную роль в повышении устойчивости пшеницы к засухе (Robson, 2012). Кроме того, цинковые удобрения могут регулировать несколько систем антиоксидантной защиты на уровне транскрипции в ответ на засуху (Ma et al., 2017). В научной литературе имеются сведения о положительном влиянии цинка на увеличение количества зерен пшеницы в колосе и число семян в початках кукурузы (Soleimani, 2006; Tabatabai et al., 2015).

Применение цинковых удобрений является одним из приемов для повышения качества продуктов питания человека. В частности, было обнаружено, что внесение цинковых удобрений в почву не только увеличивает урожай зер-

на пшеницы, но повышает биодоступность цинка для человека (Hussain et al., 2012). Роль же цинка для нормального роста и развития человека и животных также велика (Дубовец и др., 2021).

Растения поглощают данный элемент в виде катиона Zn^{2+} или в виде его хелатов с разными органическими лигандами, причем в ткани растений он поступает обычно через ксилему (Broadley, 2007), но также обнаруживается и во флоэме, что подтверждает сведения о его высокой подвижности в растительном организме (Haslett et al., 2001).

Железо один из важнейших для растений микроэлементов, роль которого особенно важна в образовании хлорофилла в растительных клетках (Хелдт, 2011; Иванищев, 2019). Оно служит в качестве активатора целого ряда биохимических процессов, таких как дыхание, фотосинтез (Rout, Sahoo, 2016). Значительная роль железа в нормальном функционировании важнейших органелл растительной клетки – митохондрий (Vigani, Maffi, 2009), являющихся своеобразными «энергетическими станциями». Значительная роль данного микроэлемента в белковом обмене (Иванищев, 2019), в повышении устойчивости клеток к действию окислительного стресса (Rout, Sahoo, 2016) и др.

Железо усваивается растениями в виде ионов железа (Fe^{2+}) или (Fe^{3+}). Функция железа в растении зависит от его переходов в растворе между двумя этими степенями окисления (Briat et al., 2007). Растения сохраняют железо в виде ферритина, белка, инкапсулирующего трехвалентное железо. В аэробных почвенных условиях железо в значительной степени нерастворимо в составе оксидов и гидроксидов. Трехвалентное железо связано с органическими хелатами. Следовательно, концентрация свободного железа в почвенном растворе во многих почвах чрезвычайно мала, особенно при высоком содержании в них известковых компонентов (Mori, 1999). У растений имеются специфические механизмы повышения доступности железа, в частности, корни могут выделять в почву органические кислоты, которые понижают pH раствора в зоне ризосферы, что приводит к повышению растворимости и доступности данного микроэлемента. Кроме того, выделяемые корнями органические кис-

лоты могут образовывать растворимые хелатные комплексы с Fe, причем данный механизм особенно характерен для злаковых растений (Zhang et al., 1991).

Марганец служит активатором целого ряда ферментов, в том числе участвующих в процессах роста культурных растений. Он помогает железу в образовании хлорофилла и участвует в процессах фотолиза воды и выделения газообразного кислорода (Nakala et al., 2006). Другой белок, в котором марганец является неотъемлемой частью, является марганецсодержащим супероксиддисмутазой (СОД), преимущественно локализованной в митохондриях и пероксисомах (Бараненко, 2005). Этот фермент широко распространен в аэробных организмах. Функция этого фермента заключается в том, чтобы обеспечивать защиту от свободных радикалов кислорода, образующихся, когда O_2 получает единственный электрон. Супероксиддисмутаза превращают этот высокотоксичный свободный радикал в перекись водорода (H_2O_2), который впоследствии разлагается на воду. Данный механизм имеет существенное значение с точки зрения реакции растений на стрессы. Высокая концентрация марганца может вызвать дефицит железа (Narender et al., 2018). Поглощение марганца в основном происходит в форме Mn^{2+} .

Бор действует в растениях при дифференцировке клеток меристемы. По общему мнению, его основная функция связана со структурой клеточной стенки и веществами связанными с ним (Muhammad et al., 2009). Бор присутствует в почвенных растворах с pH менее 8. Дефицит бора - широко распространенное нарушение питания. Доступность бора уменьшается с увеличением pH почвы, особенно в известковых почвах и почвах с высоким содержанием глины. Доступность тоже резко уменьшается в условиях засухи, вероятно, из-за уменьшения подвижности бора на массовый приток к корням и полимеризации борной кислоты (Brdar-Jokanović, 2020).

Медь присутствует в растениях в сложной форме. Как и другие потенциально токсичные тяжелые металлы, избыточная медь связана с фитохелатинами и серосодержащими пептидами. В растворе она присутствует в виде

одно- (Cu^+) и двухвалентных (Cu^{++}) ионов. Одновалентная медь легко окисляется до двухвалентной, поэтому данный элемент содержится только в сложной (комплексной) форме. Комплексы одновалентной меди обычно бесцветны, а комплексы двухвалентной – часто синие или коричневые. Медь является активатором нескольких ферментных систем растений и участвует в переносе электронов, захвате энергии окислительными белками и ферментами. На клеточном уровне Cu играет важную роль в метаболизме клеточной стенки, передаче сигналов к аппарату транскрипции и транспорта белков, окислительного фосфорилирование, мобилизации железа и биогенеза кофактора молибдена (Yruela, 2009). Она играет роль в образовании витамина A. Дефицит меди препятствует синтезу растительного белка (Grundon, 1991).

Молибден встречается в водном растворе в основном в виде молибдат-анион, MoO_4^- . Молибдат относительно подвижен в растениях и выше. Когда запасы ограничены, концентрация молибдена может быть больше в корнях, чем в листьях. Функции молибдена как элемента питания для растений связаны с изменениями его валентности, которым они подвергаются как металлический компонент ферментов (Kaiser et al., 2005). Было обнаружено, что только несколько ферментов содержат молибден в растениях. У высших растений два молибденсодержащих ферментов – нитрогеназа и нитратредуктаза, которые имеют жизненно важное значение в растениеводстве. Молибден служит кофактором фермента нитратредуктазы. Дефицит молибдена снижает активность нитратредуктазы, которая подавляет способность растений синтезировать белки (Tejada-Jimenez et al., 2018).

Установлено, что микроэлементы играют ключевую роль в повышении урожайности пшеницы (Rehm, Sims, 2006), что связано с их положительным влиянием на образование хлорофилла, синтез нуклеиновых кислот, а также с их активной ролью в фотосинтезе, а также дыхание (Reddy, 2004). Применение микроудобрений оказывает положительное влияние на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы (Гоман и др., 2016).

Среди основных факторов недополучения потенциального уровня урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, особое место занимают инфекционные болезни, ущерб от которых может достигать значительного уровня (Orke al., 1994).

Семена озимой пшеницы в России и в Республике Татарстан являются источником первичной инфекции для таких болезней как корневые и прикорневые гнили, снежная плесень, твердая и пыльная головни, спорынья, септориоза, черни колоса и др. Осенью посевы могут поражаться листовыми инфекциями – септориозом листьев, настоящей мучнистой росой, бурой ржавчиной, ринхоспориозом. В весенне-летний период развитие листовых микозов продолжается, а в период колошение- формирование зерна, отмечается поражение колоса септориозом, фузариозом, чернью колоса (Чурина и др., 1998; Гуляева и др., 2007; Говоров и др., 2016; Харьковский и др., 2019; Березин и др., 2019).

Вместе с тем, достаточно давно известно, что минеральные элементы, в том числе и микроэлементы, могут оказывать выраженное положительное влияние на снижение поражения растений болезнями, что связано как с повышением устойчивости, так и выносливости (толерантности) растений (Страхов, 1959; Маленев, 1961; Редина, 2017).

Влияние микроэлементов на снижение развития инфекционных заболеваний связано с их ролью в физиологии и биохимии растений. Применение таких микроэлементов как Mn, Cu и B, может высвобождать из клеточных стенок посредством катионного обмена ионы Ca, которые взаимодействуют с салициловой кислотой и активируют механизмы системной приобретенной устойчивости (Reuveni and Reuveni, 1998). Микроэлементы играют важную роль в метаболизме растений, влияя на содержание фенолов и лигнина, а также на стабильность мембран, влияя на синтеза фитоалексинов и запуск генов, связанных с системной приобретенной резистентностью (Graham and Webb, 1991).

Марганец подавляет индукцию аминопептидазы, фермента, который поставляет незаменимые аминокислоты для роста грибов и пектинметилэстераза, ферментов, разрушающий стенки клеток-хозяев. Mn контролирует биосинтез лигнина и суберина (Vidhyasekaran, 1997). В работе Г. А. Аветисян, Т. В. Аветисян (2021) установлено, что применение марганцевых удобрений при опрыскивании пшеницы повышает устойчивость растений к мучнистой росе. Аналогичные результаты были получены и в работах других ученых (Simoglou, Dordas, 2006).

Цинк снижает тяжесть заболевания, что может быть связано с прямым токсическим действием ионов Zn на патоген. Как активатор Cu/Zn-супероксиддисмутаза (SOD), он участвует в защите мембраны от окислительного повреждения через детоксикацию супероксидных радикалов (Cakmak, 2000), что имеет существенное значение с точки зрения иммунитета растений. Цинк играет важную роль в синтезе белка и крахмала, поэтому низкая его концентрация вызывает накопление аминокислот и растворимых сахаров в тканях растений, что стимулируют рост и образование спор у грибов (Marschner, 1995).

Борное питание опосредовано влияя на физиологическую и метаболическую активность, снижает восприимчивость растений к болезням что объясняется укреплением структуры клеточной стенки за счет образования углеводно-боратных комплексов, которые контролируют транспорт углеводов и метаболизм белков клеточной стенки; контроля проницаемости, стабильности или функции клеточной мембраны и роли в метаболизме фенольных соединений или лигнина (Brown, 2002).

Применение **цинковых удобрений** снижает поражение пшеницы офиоболезом и фузариозом колоса (Ghosh et al., 2017).

Значение **меди** в контроле патогенов известно давно и нашло свое отражение в широком использовании медьсодержащих фунгицидов, однако наряду с прямым фунгицидным эффектом, данный микроэлемент обладает способно-

стью индуцировать реакции активного иммунитета и повышать активность окислительно-восстановительных ферментов растений (Evans et al., 2007).

Отдача от применения микроэлементов может быть значительной. Средний пророст продуктивности сельскохозяйственных культур от использования микроудобрений оценивается в 10-15% (Технология возделывания озимой пшеницы..., 2020). По обобщенным данным, представленным в работе И.Р. Вильдфлуша (2011), прибавка урожая от использования медных удобрений оценивалась в 3-4 ц/га, марганцевых – 2,1 ц/га.

Наибольший эффект от их применения достигается в условиях дефицита данных микроэлементов в почве (Анспок, 1990; Панасин, Рымаренко, 2017; Амиров, 2018). Вместе с тем, в результате крупномасштабных агрохимических обследований почв России, низкая и средняя обеспеченность молибденом была на 85,5%, медью – на 64, 9%, цинком – на 94% от обследованной площади (Технология возделывания озимой пшеницы..., 2020). В Республике Татарстан проблема обеспеченности почв подвижными формами микроэлементов также актуальна. Так, из общего объема обследованной пашни, почвы с низким содержанием молибдена занимали 41,4%, марганца – 17,3%, меди – 45,5%, цинка – 95,1%, кобальта – 54,2% (Справочник агрохимика Республики Татарстан, 2024).

Вместе с тем, применение микроудобрений должно учитывать и особенности взаимоотношения между различными микроэлементами, которые могут носить как синергетический, так и антагонистический характер (Дзюин, Дзюин, 2013; Сорокина, 2018). В частности, указывается на антагонистические отношения между катионами Cu, Fe, Mg, Mn и Zn (René et al., 2016). На антагонизм оказывает влияние и содержание в почве микроэлементов, в частности указывается «...антагонизм между ионами и уменьшение содержания элементов в растениях наблюдается при валовом содержании элементов-конкурентов в почве: марганца > 1000 мг/кг; цинка > 80; меди > 35 мг/кг» (Спицына и др., 2014).

Таким образом, оптимизация минерального питания растений за счет оптимального сочетания использования макро и микроэлементов является одним из необходимых условий повышения продуктивности озимой пшеницы, в том числе и за счет снижения развития инфекционных болезней.

1.2. Эффективность некорневой подкормки комплексными удобрениями

Улучшение использования элементов минерального питания растениями пшеницы может быть достигнуто за счет двух основных стратегий:

а) селекция генотипов, обладающих способностью более эффективного использования питательных веществ;

б) за счет использования более эффективных методов управления минеральным питанием растений (например, оптимальный выбор вида удобрения, способов, сроков и место их применения) (Ortiz-Monasterio, 2001).

Для внесения макро- и микроэлементов используются разные методы, такие как обработка семян, внесение в почву и внекорневое внесение. Во многих случаях некорневое внесение удобрений оказывается более выгодным, чем другие способы. Так некорневое внесение железа на пшенице по своей эффективности оказалось лучше, чем внесение в почву (Rehm, Albert, 2006). Применение в листовую подкормку удобрений с макро- и микроэлементами обеспечивает значительное увеличение производства пшеницы (Arif et al., 2012). При таком способе стимулируется рост корней пшеницы, что привело к увеличению усвоения макро- и микроэлементов из почвы (Bameri et al., 2012). Более того, при внекорневой подкормке увеличивается процентное содержание белка в семенах и компонентах урожая (Boorboori et al., 2012).

Именно в связи с этим, все большее распространение в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и пшеницы, получило использование некорневого внесения (опрыскивания) удобрениями, содержащими макро- и микроэлементы (Zain et al., 2017).

У числу несомненных достоинств некорневой подкормки можно отнести – возможность оперативного применения для снятия дефицита элементов питания и сравнительно низкие нормы расхода и потери удобрений при такой обработке (Inal et al., 2009). Такие особенности ценны в технологиях управления формированием урожая сельскохозяйственных культур, что с учетом низких затрат на такую обработку, делает некорневые подкормки важным элементом агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур (Вильдфлуш и др., 2002; Кадыров, 2008; Фурсова, 2013). Так в Китае отмечается высокая эффективность некорневого внесения удобрений на пшенице (Zheng et al., 2010). В Египте при применении подкормки смесью (1%) мочевины с добавлением микроэлементов (Mn, Fe, Zn,) у пшеницы увеличилась урожайность, масса 1000 семян и качество зерна (Yassen et al., 2010). Высокая эффективность подкормок удобрениями показана в многочисленных опытах в разных регионах мира и России (Макаров, 1998; Войтович и др., 2002; Михайлов и др., 2005; Khan et al., 2010; Nadim et al., 2011).

Листовая подкормка цинкосодержащим удобрением значительно увеличивало концентрацию Zn в зерно, и увеличение было выражено, когда Zn опрыскивается на поздней стадии роста (например, молочная и восковая спелость) (Sakmak et al., 2010).

Среди удобрений для некорневого внесения, все большее распространение получают формы на основе хелатов микроэлементов в сочетании с макроэлементами, выпускаемые в жидкой или сухой форме (Минеев, 2006; Гайсин, Хисамеева, 2007), которые подразделяются на хелатные удобрения с одним микроэлементом с лигандами на основе аминокислот или других хелатирующих агентов; сложными удобрениями с макроэлементами и микроэлементами в хелатной форме; смесей макроэлементов, хелатов микроэлементов, а также различных физиологически-активных веществ (гуматов, экстрактов водорослей, аминокислот и др.).

Исследования, проведенные в различных регионах нашей страны подтверждают высокую эффективность применения удобрений с хелатными формами микроэлементов на озимой пшенице при некорневом внесении.

В условиях Северо-Западного Предкавказья, на выщелоченном черноземе, применение на озимой пшенице сорта Краснодарская 99 некорневой подкормки хелатными удобрениями с макро- и микроэлементами в фазу весеннего кущения и в фазу выхода в трубку привело к росту урожайности на 0,61-1,17 т/га при улучшении качественных характеристик получаемого зерна (Лебедевский и др., 2012).

На дерново-слабоподзолистой почве Псковской области при применении для некорневой подкормки озимой пшеницы сорта Московская 39 удобрения на основе хелатов микроэлементов «Аквадон-Микро», урожайность выросла на 0,7 т/га (на 10,4%), при окупаемости 1 рубля затрат в 2,1- 3,6 раза (Рысев и др., 2018).

В условиях Ставрополя применение хелатных удобрений для обработки семян (удобрений Микромак) и двукратное опрыскивания в фазу выхода в трубку и колошения (комплексное удобрение с микроэлементами Микроэл) привело к росту урожайности на 6-20% при увеличении содержания клейковины на 0,4-1,4% (Есаулко и др., 2014).

На дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь применение на озимой пшенице сорта Тонация комплексных микроудобрений марки ЭлеГум трижды за вегетацию способствовало увеличению урожайности на 0,37-0,64 т/га, а наибольшую прибавку дал препарат ЭлеГум Медь-Марганец (Рак и др., 2013).

При обобщении результатов большого числа полевых опытов на озимой пшенице было установлено, что по положительному действию на содержание в зерне белка можно выделить следующий ряд микроэлементов –Zn>Co>Cu (Аристархов и др., 2010).

Высокие результаты при применении такого приема получены на Украине (Худолий, 2017), Китае (Niyigaba et al., 2019; Wang et al., 2020).

Формирование урожая сельскохозяйственных культур – сложный динамический процесс, управление которым предполагает активное воздействие на биохимические и физиологические реакции растений с помощью различных приемов. Одним из основных приемов управления посевами является использование физиологически активных веществ (регуляторов роста, адаптогенов и т.д.), Применение таких препаратов для обработки семян и для опрыскивания в период вегетации (некорневого внесения) позволяет значительно расширить возможности регулирования продукционных процессов в посевах и обеспечить получения стабильных урожаев с хорошими качественными характеристиками.

Среди наиболее эффективных регуляторов роста и адаптогенов растений особое место занимает меламинавая соль бис(оксиметил)фосфиновой кислоты (препарат Мелафен), которая нашло широкое применение в растениеводстве Республики Татарстан и Российской Федерации.

Изучение биологической активности меламинавой соли бис(оксиметил)фосфиновой кислоты (препарат Мелафен) в отношении сельскохозяйственных культур имеет многолетнюю традицию. Высокая эффективность обработки семян и некорневого внесения данного препарата показана для зерновых культур (Агапкин, 2005; Зюзина, 2007; Карпова, 2008; Карпова, Миронова, 2009), гороха (Исайчев, Андреев, 2004), сахарной свеклы (Жигачева и др., 2007). Достаточно подробно описаны механизмы положительного действия данного вещества в сверхмалых концентрациях на физиологические процессы растений (Фаттахов и др., 2004), в том числе и на устойчивость к различным стрессам (Жигачева и др., 2007). В целом, улучшение энергетического обмена клеток растений под влиянием данного соединения позволяет значительно повысить адаптивную способность растений, увеличить урожайность и качественные характеристик продукции (Фаттахов, 2011).

В Республике Татарстан разработаны жидкие комплексные удобрения группы «Металлоцен», которые представляют собой составы с мезо- и микроэлементами в форме хелатов (магний, цинк, медь, марганец, железо, ко-

балът, молибден) и в форме органических и неорганических солей (бор). В частности выпускаются такие виды удобрений группы «Металлоцен» как Универсал (комплекс макро- и микроэлементов), Марка А (с Медью), Марка В (с Цинком), Марка С (с Бором и Молибденом), Марка Д (с Марганцем). В настоящее время показана высокая эффективность применения данных удобрений при некорневом внесении на сое (Шарипова и др., 2020). В исследованиях на озимой пшенице в условиях Республики Башкортостан было установлено, что эффективность применения удобрений марки Металлоцен определяется сортовыми особенностями (Кузнецов и др., 2020). В частности, было установлено, что отзывчивостью на подкормку хелатного удобрения Металлоцен Универсал характеризовались три сорта из девяти, при опрыскивании Металлоценом А – шесть сортов, а при совместном их применении пять сортов. Высокой отзывчивостью отличались сорта Аэлита, Московская 39, Новоеершовская. Максимальный эффект был сорте Сарра при применении удобрения Металлоцен А (Кузнецов и др., 2021).

Таким образом, некорневая подкормка комплексными удобрениями, относится к числу перспективных агротехнологических приемов возделывания озимой пшеницы.

1.3. Влияние удобрений на формирование качественных характеристик семян озимой пшеницы

Высококачественные семена являются одним из обязательных условий для формирования урожая сельскохозяйственных культур (Хадеев и др., 2010). Под качеством семян обычно понимают генетическую чистоту (принадлежность к определенному генотипу); физическую чистоту (отсутствие различных посторонних примесей); посевные свойства (лабораторная всхожесть, энергия прорастания, сила роста и др.); зараженность болезнями (фитопатологические

свойства); оптимальные параметры по форме, размеру и весу; наличие травм и повреждений и т.д.

Посевные свойства семян определяют возможность быстрого и равномерного появления всходов растений (Rajjou et al., 2012). В сельскохозяйственном производстве такие свойства семян напрямую связаны с возможностью увеличения роста продуктивности растений (Han et al., 2014). Семена зерновых культур формируют свои свойства во время стадии созревания и последующего высушивания, которое включает в себя не только процессы потери воды, но и экспрессию генов и метаболические сигнатуры, во многом аналогичны тем, которые отмечаются при прорастании семян (Angelovici et al., 2010). В связи с этим, исследования по посевным свойствам и жизнеспособности семян включают множество аспектов, в том числе изучение данных процессов на уровне физиологии, биохимии, экспрессии и репрессии генов (Wang et al., 2015; Wei et al., 2015; Zhou et al., 2018; He et al., 2018). В настоящее время поиск физиологических и молекулярных оценки качества семян – основная цель фундаментальных и прикладных исследований (Ventura et al., 2012). При этом необходимо понимать, что прорастание и дальнейшее развитие ростка семени имеет существенное значение для дальнейшего развития растений и данный процесс требует наличие в семенном материале резерва для снабжения роста питательными веществами (Eastmond et al., 2012). Семена пшеницы в качестве запасных веществ содержат крахмалы, липиды и белки. При прорастании нерастворимые запасные вещества требуют превращения в растворимые метаболиты, которые могут транспортироваться в развивающиеся органы (Dyson et al., 2012).

Влияние генотипа, условий окружающей среды во время развития семян и условий хранения определяют качественные характеристики семян. Так наличие свободных радикалов, а также перекисное окисление липидов считаются основной причиной пониженной всхожести семян (Zhang et al., 2015).

На формирование качественных характеристик семян существенное значение оказывают условия минерального питания растений. При этом возмож-

но влияние как на формирование семени (массу, запас питательных веществ и т.д.), так и на течение физиологических процессов в нем. В частности, в исследованиях D. Wen et al. (2015) было установлено, что внесение азотных удобрений способствует улучшению всхожести семян пшеницы за счет экспрессии генов, связанных с активностью диоксигеназы и α -амилазы, что говорит о связи уровня обеспеченности азотом и качеством семян культуры.

В научной литературе имеется целый ряд исследований, показывающих положительное влияние применения удобрений на улучшение качества семян пшеницы ((Бабаева, 2009; Казак и др., 2019; Сержанов и др., 2019). В последние годы, ведутся научные работы по изучению влияния некорневого внесения удобрений на формирования посевных и урожайных свойств семян.

В исследованиях Л.В. Карпова, А.В. Строгонова (2019) при некорневом внесении хелатного удобрения Мегамикс-Профи на яровой пшенице оказало положительное влияние на величину массы 1000 семян, лабораторной всхожести, энергии прорастания и силе роста у семян нового урожая.

Аналогичный эффект при выращивании озимой пшеницы на семенные цели был получен в опытах в Пензенской области при применении хелатного удобрения Силиплант совместно со средствами защиты растений (Кошеляев, Карпова, 2014).

Одним из важнейших показателей качества семян озимой пшеницы выступает их фитосанитарное состояние (Хилевский, 2017; Моисеева, Моисеева, 2017; Москалева и др., 2022). Комплекс фитопатогенных микромицетов на семенах озимой пшеницы достаточно разнообразен и может меняться в зависимости от региона, сортовых особенностей, условий вегетации и агротехнологии возделывания культуры (Потапова, Белошапкина, 2021; Кот, 2023; Москалева и др., 2023). В большинстве случаев семена озимых культур в качестве одного из основных источников первичной инфекции имеют – фузариозные грибы (Полунина и др., 2017; Андросова, 2019; Гончаров и др., 2020; Бучнева, 2020), головневые грибы (Фирсова и др., 2019), гельминтоспоризная (Желтова, Долженко, 2016; Моисеева и др., 2017) и альтернариозная (Чекма-

рев, Левин, 2012; Дмитриенко и др., 2019; Чекмарев и др., 2018) инфекция. Меняется и соотношение между патогенами, сохраняющимися на семенах. Так в условиях Республики Беларусь отмечается снижение зараженности семян фузариозной инфекцией и рост альтернариозной (Жуковский и др., 2018). Аналогичная тенденция наблюдается и в Республике Татарстан (Прогноз фитосанитарной обстановке в Республике Татарстан на 2024 год).

Развитие семенных инфекций тесно связано с болезнями колоса, важнейшими из которых являются – фузариоз (комплекс грибов рода *Fusarium* spp.) (Соколова, 2017; Чекмарев, 2019; Волкова и др., 2023), септориоз колоса (*Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous (анаморфа *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. = *Depazea nodorum* Berk.) (Санин и др., 2022; Прилепин, 2022; Зеленева и др., 2023) и «чернь колоса» (грибы из рода *Alternaria*, *Bipolaris* и др) (Маркелова и др., 2010; Макарова, Григорович, 2022).

Влияние зараженности колоса септориозом (рис. 1) на посевные свойства семян обусловлены тем, что данное заболевание ведет к последующему заражению семенного материала септориозной инфекцией. В исследованиях Е.Ю. Торопова и др. (2016) была установлена положительная корреляция между зараженностью колоса и семян нового урожая септориозом. Зараженность семян же септориозом оказывает негативное влияние на их посевные свойства, в частности на всхожесть (Торопова, 2005; Торопова и др., 2018).



Рис. 1 – Септориоз колоса (*Parastagonospora nodorum* Berk, анаморфа *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. in Berk. & Broome)

Высокая вредоносность фузариоза колоса (рис. 2), с точки зрения его влияния на инфицированность семян фузариозной инфекцией, описана во многих исследованиях (Аблова, 2008; Чекмарев и др., 2012).

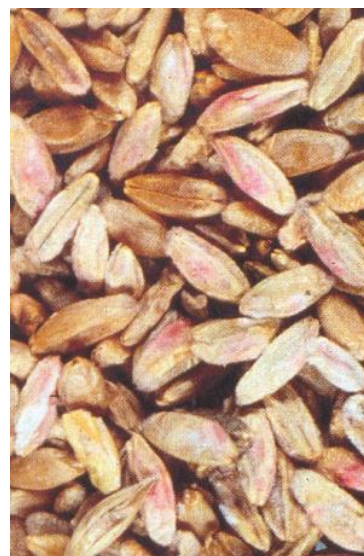


Рис. 2 – Симптомы поражения колоса и семян фузариозной инфекцией (*Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, *G. avenacea* R.J. Cook и др.)

«Чернь» колоса (рис. 3) тесно связана с развитием опасного микоза семян пшеницы – «черноты» зародыша.



Рис. 3 – Симптомы поражения колосьев «чернью» и семян «черным зародышем»

«Черный зародыш» семян может вызываться различными микромицетами (Пересыпкин и др., 1991), важнейшими из которых являются фитопатогенные грибы, относящиеся к *Cochliobolus spp.*, *Alternaria spp.* и *Fusarium spp.*

Среди патогенов, вызывающих «черного зародыша», ведущую роль играют микромицет *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) Drechs. Ex Dastur с анаморфой *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok.), который, в свою очередь, является причиной развития наиболее распространенного вида корневых гнилей зерновых культур – гельминтоспориозной (Гусев, Чекмарев, 2021). Мицелий данного микромицета не только способен заражать зародыш, но и может развиваться в перикарпе и эндосперме, что ведет к значительному снижению как лабораторной, так и полевой всхожести (Семенина, 2012), причиной чего является и выделение патогеном специфических микотоксинов (Briquet et al., 1998). Так, показано снижение почти в 6 раз величины лабораторной всхожести по развитию «черного зародыша», вызываемого *Cochliobolus sativus* (Кириченко, 2006).

Очень часто из пораженных «черным зародышем» семян выделяются грибы *Alternaria spp.*, преимущественно вид *A. tenuissima*, несколько реже *A. infectoria* (Ганнибал, 2007; Кириченко, 2008; Ганнибал, 2011). При этом было отмечено, что данные грибы участвуют наиболее часто в развитии «черного зародыша» на более крупных семенах, особенно с поврежденными покровными тканями (Семизельникова, 2004), что приводит к нарушению развития у злаков корневой системы (Ганнибал, 2007), а также к значительному ухудшению посевных качеств (лабораторной всхожести, энергии прорастания) (Кириченко, Торопова, 2006). Причиной этого являются неспецифические токсины, выделяемые альтернариевыми грибами (Xu et al., 2016).

В профилактике как болезней колоса, так и инфекций семян, значительную роль играют удобрения (Судникова и др., 2011; Санин и др., 2020).

В ряде исследований было показано, что применение некорневой подкормки удобрениями с микроэлементами способствует существенному сни-

жению поражения растений болезнями и уменьшает инфицированность семян нового урожая (Пигорев и др., 2021; Власова, Попова, 2023).

Таким образом, проведенный анализ литературного материала показал, что данных по оценке влияния некорневого внесения хелатных удобрений и стимуляторов роста на продуктивность, качественные характеристики и фитопатологическое состояние семян озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья и Республики Татарстан не достаточно.

Глава II. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические особенности Предкамья Республики Татарстан

Место проведения полевых опытов находится в Предкамской агропроизводственной зоне Республики Татарстан (Предкамье) (Система земледелия..., 2013).

По своим термическим ресурсам данная зона относится к умеренно-прохладным (сумма температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ – от 2020 до 2115 $^{\circ}\text{C}$) с достаточно хорошими условиями увлажнения по сравнению с другими зонами Республики Татарстан ($\text{ГТК} \geq 1,0$, сумма осадков за вегетацию – 245-265 мм) (Игонин, 2008).

Рельеф зоны отличается высокой расчлененностью и сильным развитием эрозионных процессов.

Доминирующими (70,8% территории) почвообразующими породами в Предкамье Республики Татарстан являются делювиальные и лессовидные тяжелые суглинки. Кроме того распространены (15,3%) верхнепермские, аллювиальные (6,7%) и аллювиальные (6,9%) отложения. По гранулометрическому составу преобладают тяжелые и средние суглинки (Игонин, 2008).

Почвенный покров зоны достаточно разнообразен. В частности, здесь описаны дерново-подзолистые, дерново-карбонатные; серые лесные; коричнево-серые; черноземные и прочие почвы. Преобладающими типами выступают – светло-серые лесные (29%), дерново-подзолистые (21%), а также серые и темно-серые лесные (18,3%) (Рыбальский, 2005).

Агрохимические свойства почвы Предкамья характеризуются сравнительно более низкими показателями, в сравнении с другими агропроизводственными зонами Республики Татарстан (Игнатьева, Фасхутдинов, 2020). С точки зрения обеспеченности почв микроэлементами, почвы Предкамья име-

ют низкую обеспеченность молибденом, среднюю – бором, марганцем и цинком, высокую – медью (Справочник агрохимика ..., 2024).

2.2. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований

Полевые опыты проводились в 2017-2020 году на опытных полях кафедры «Общего земледелия, защиты растений и селекции» Казанского ГАУ. Агрометеорологические условия вегетационного периода озимой пшеницы в годы исследований складывались следующим образом.

Вегетационный период 2017-2018 гг.

Условия осени 2017 года (год посева) были сравнительно благоприятными для перезимовки растений озимой пшеницы, количество осадков на уровне нормы (52,8 мм против 50 мм), а температура воздуха превышала норму на 1,5 °С. Погодные условия в весенне-летний период вегетации озимой пшеницы в 2018 году (рис.4) отличались значительными изменчивостью. Так, в мае и июне, при температурах близких к многолетним значениям, количество осадков было существенно ниже нормы. Отмечались острозасушливые явления, оказавшие выраженное отрицательное влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы. В июле, температурный фон был выше нормы и выпало на 23,1 мм осадков больше среднемноголетних значений. В целом условия вегетационного периода были недостаточно благоприятными для формирования урожая и качественных характеристик семян озимой пшеницы.

Вегетационный период 2018-2019 гг.

Осень (сентябрь) 2018 года была теплой и с количеством осадков меньшим многолетних значений, но в целом условия были благоприятными для прорастания и развития растений озимой пшеницы.

Агрометеорологические условия весны и лета вегетационного периода 2019 года (рис. 5) складывались следующим образом. В мае погода была устойчиво теплой. Среднесуточная температура воздуха за месяц составила 14,4°С или на 9,9 % выше среднемноголетних значений. Сумма осадков за ме-

сяц составила 23 мм (62,1 % от нормы). Сравнительно большее количество осадков выпало во второй декаде мая. В июне среднесуточная температура воздуха была 16,9°C, что примерно на уровне средне многолетних показателей. За месяц выпало 36,0 мм осадков или 49,3 % от нормы, что отразилось на росте и развитии растений. Температура воздуха в июле была немного выше средне многолетней температуры и составила в среднем 22,3°C, но осадков в течение месяца было на 33 % больше средне многолетних значений. В августе среднесуточная температура воздуха была выше средне многолетней и составила в среднем 15,5°C, а сумма осадков за месяц составила лишь 149 мм, что на 50 мм больше многолетних значений. Таким образом, погодные условия вегетации 2019 года отличались периодически засушливыми условиями, но в целом были благоприятными для формирования урожая озимой пшеницы.

Вегетационный период 2019-2020 гг.

Сентябрь 2019 года был с умеренными температурами воздуха и чуть более низким, чем обычно количеством осадков, что способствовало хорошему развитию всходов озимой пшеницы.

Агрометеорологические условия весенне-летней вегетации в 2020 году (рис. 6), в целом были благоприятными для озимой пшеницы. В мае выпало около 50 мм осадков при норме 37 мм, а температура воздуха была вблизи нормальных значений. В июне отмечался некоторый дефицит осадков, но температура была ниже средне многолетних значений, что в какой-то степени компенсировало недостаток влаги. В июле отмечалась теплая сухая погода, что способствовало наливу зерна и формированию качественных характеристик семян. В августе (во второй половине) отмечались большое количество осадков, но они не мешали проведению уборки.

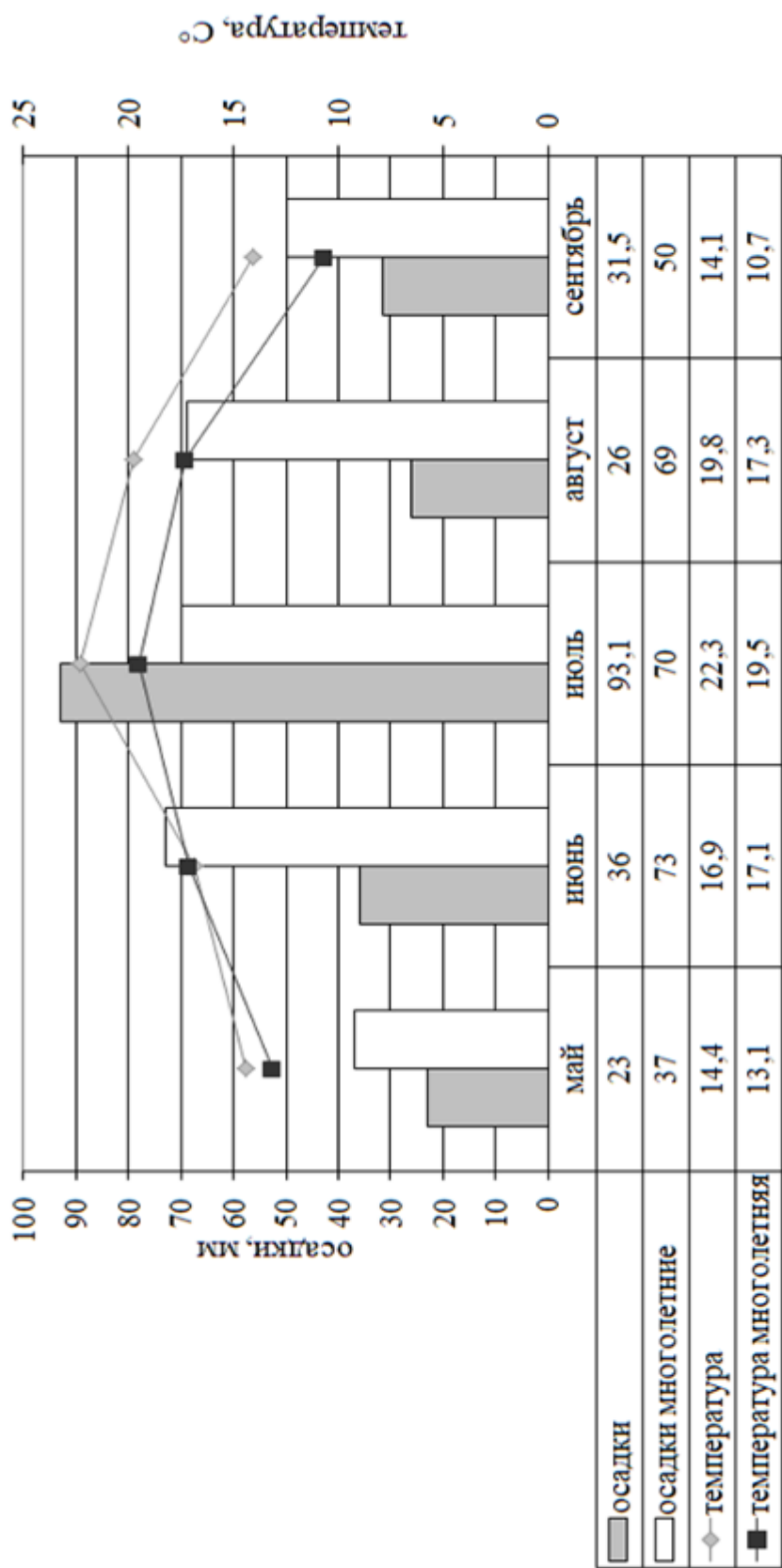


Рис. 4. – Агрометеорологические условия вегетационного периода 2018 года

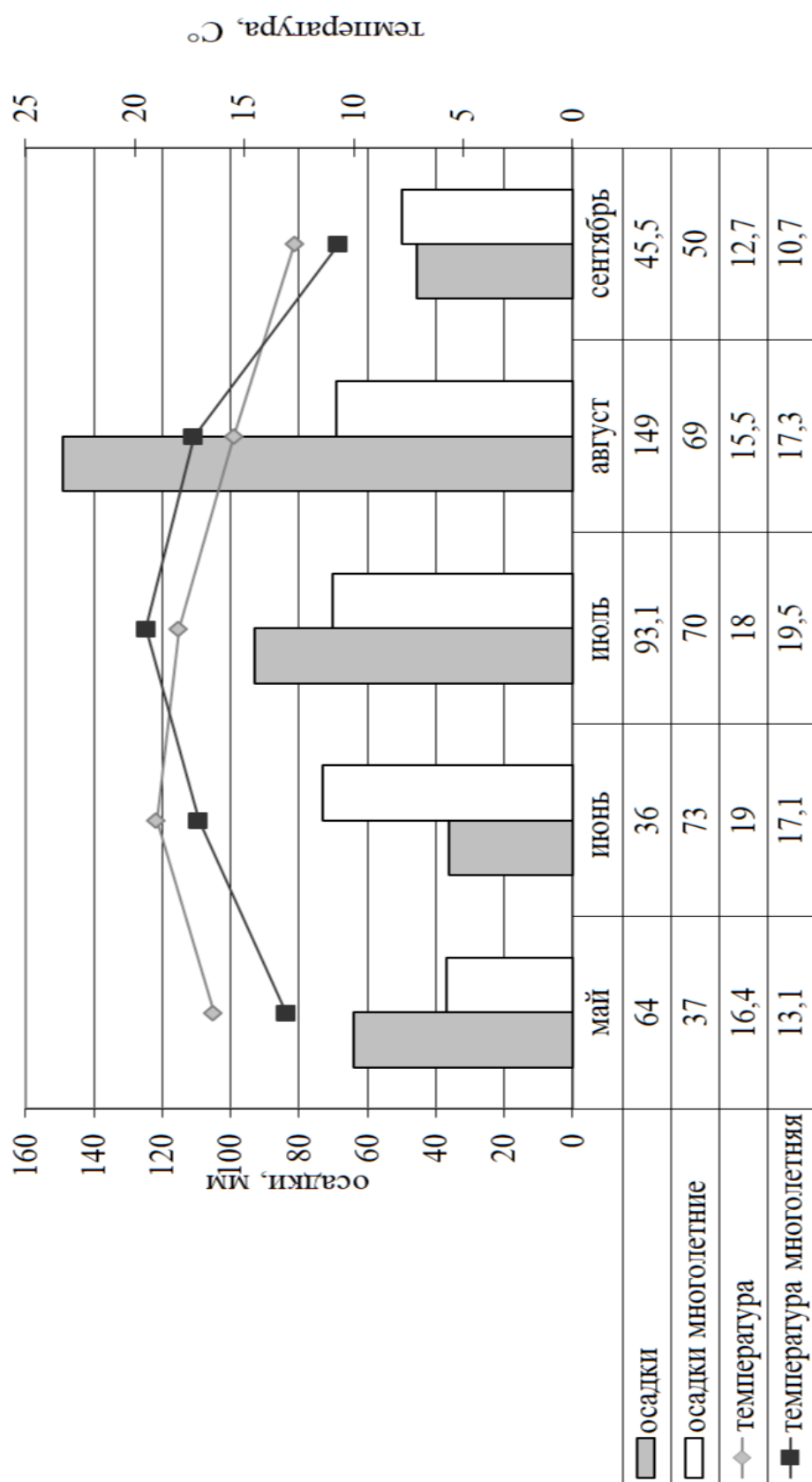


Рис. 5. – Агрометеорологические условия вегетационного периода 2019 года

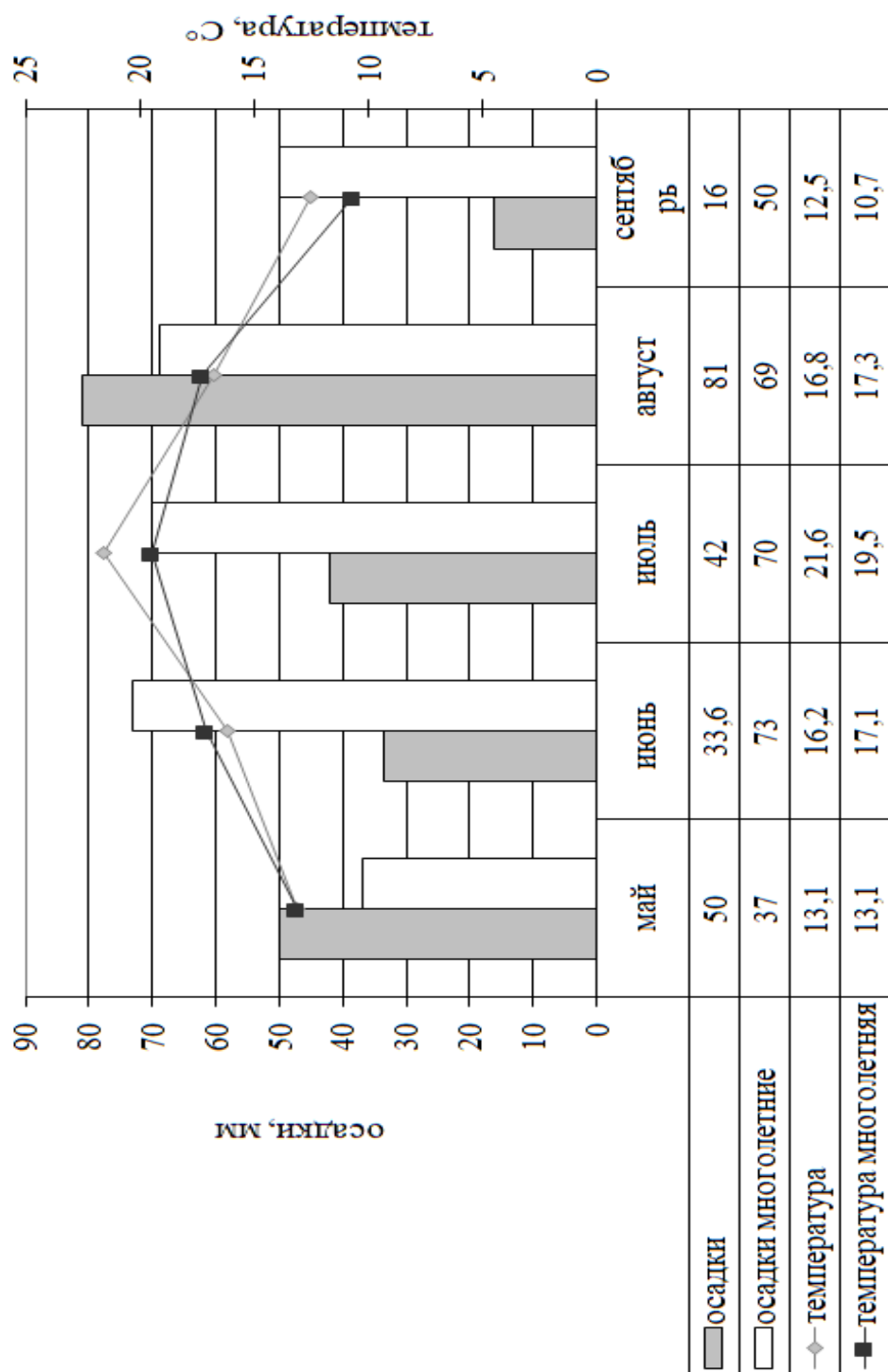


Рис. 6 – Агрометеорологические условия вегетационного периода 2020 года

Для комплексной оценки условий увлажнения рассчитывались показатели величины гидротермического коэффициента (ГТК) (табл. 1).

Таблица 1 – Комплексная оценка агроклиматических условий вегетации (величина ГТК) озимой пшеницы в годы исследований

Период	2017-2018 гг.	2018-2019 гг.	2019-2020 гг.
Осенняя вегетация			
Сентябрь	2,44	1,15	1,96
Весенне-летняя вегетация			
Май	0,82	1,87	2,01
Июнь	1,01	0,86	1,00
Июль	1,79	2,39	0,84
Август	0,59	4,75	2,29
Май-август	1,11	2,33	1,44

Как видно из полученных результатов, в целом во все годы исследований условия для осенней вегетации растений озимой пшеницы были благоприятными (величина ГТК более 1,0). В весенний период вегетации (май) в 2018 году отмечались острозасушливые условия, тогда как в 2019 году и, особенно, в 2020 году погодные условия были благоприятными для развития растений после перезимовки. Во все годы исследований, в июне, величина ГТК была близка к 1, что отразилось на прохождении этапов вегетативного роста растений. В июле 2018 и 2019 года величина ГТК была значительно выше 1,0, что свидетельствует о благоприятных условиях увлажнения в период генеративного развития и формирования семян озимой пшеницы. Большое количество осадков в августе 2019 года и 2020 года отразилось на условиях уборки урожая, тогда как в 2018 году отмечался значительный дефицит осадков.

В целом, в 2018 году весенне-летний период вегетации можно охарактеризовать как наименее благоприятный для озимой пшеницы, среди других лет исследований.

2.3. Методика проведения полевых опытов

Исследования проводились в вегетационные периоды 2017-2018, 2018-2019 и 2019-2020 годов на опытных полях кафедры Общее земледелия, защита растений и селекция ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. Полевые опыты закладывались на семенных посевах озимой пшеницы сорта Казанская 560 (репродукция ЭС). Закладывались два полевых опыта (один однофакторный и один двухфакторный):

Опыт 1. Оценка влияния осеннего применения различных доз марганецсодержащего микроудобрения Металлоцен Д на формирование урожая и качество семян озимой пшеницы.

Схема опыта:

1. Контроль – без обработки;
2. Металлоцен Д, 1 л/га;
3. Металлоцен Д, 2 л/га;
4. Металлоцен Д, 3 л/га;
5. Металлоцен Д, 4 л/га;

Опрыскивание удобрениями проводилось осенью в фазу кущения.

Опыт 2. Оценка эффективности применения различных видов удобрений марки Металлоцен на фоне осенней обработки Металлоценом Д и стимулятором роста Мелафен.

Схема опыта:

Фактор А: Опрыскивание осенью (фаза кущения)

1. Контроль – без обработки;
2. Металлоцен Д, 1 л/га;
3. Мелафен, 0,1 л/га.

Фактор В: Опрыскивание в весенне-летний период (фаза кущения и фаза выхода в трубку)

1. Контроль – без обработки;
2. Металлоцен Универсал, 1 л/га;

3. Металлоцен А, 1 л/га;

4. Металлоцен В, 1 л/га;

5. Металлоцен С, 1 л/га.

Общая площадь делянки – 26 м², учетная – 20 м². Повторность в опыте – четырехкратная. Норма высева – 5,0 млн. шт./га. Предшественник – чистый пар.

Опрыскивание растений проводилось с нормой расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

Сорт озимой пшеницы Казанская 560 был создан в Татарском НИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. Разновидность эритроспермум. Среднеспелый. Вегетационный период – 311-336 дней. Зимостойкость выше средней. Хороший филлер. Восприимчив к бурой ржавчине, сильновосприимчив к снежной плесени.

Почва опытных участков – серая лесная среднесуглинистая. Характеристики агрохимических показателей почвы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почв опытных участков

Показатель	2017-2018 гг.	2018-2019 гг.	2019-2020 гг.
Содержание гумуса (по И.В. Тюрину)	3,1 (I)	3,8 (I)	4,0 (I)
pH солевой вытяжки	5,4 (IV)	6,0 (VI)	6,3 (VI)
Подвижные формы фосфора (по Кирсанову)	172 (V группа)	220 (V группа)	277 (VI группа)
Подвижных форм калия (по Кирсанову)	124 (IV группа)	162 (IV группа)	170 (IV группа)
Содержание подвижных форм микроэлементов (по Пейве-Ринькису)			
Цинк	0,70 (среднее)	0,79 (среднее)	0,81 (среднее)
Медь	5,06 (высокое)	5,48 (высокое)	5,93 (высокое)
Марганца	25,6 (низкое)	28,6 (низкое)	30,4 (низкое)
Бор	1,26 (высокое)	1,40 (высокое)	1,42 (высокое)
Молибден	0,08 (низкое)	0,06 (низкое)	0,06 (низкое)

Во все годы исследований использовался один фон минерального питания. Норма внесения минеральных удобрений (фон) составила – N_{58,4}P₂₄K₂₄

(1,5 ц/га азотоски под предпосевную культивацию и 1,0 ц/га аммиачной селитры в ранневесеннюю подкормку).

Агротехнология возделывания озимой пшеницы – согласно рекомендациям для Предкамской агропроизводственной зоны в «Системе земледелия Республики Татарстан».

Характеристика удобрений

Продукты «Металлоцен» производимые ООО «НПО «БИОХИМСЕРВИС», представляет собой минеральное удобрение с мезо- и микроэлементами в форме хелатов (магний, цинк, медь, марганец, железо, кобальт, молибден) и в форме органических и неорганических солей (бор). Состав их в зависимости от марки представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав удобрений группы «Металлоцен»

Наименование показателя	Универсал	А	В	С	Д
Азот общий (N), %, не менее	6,20	3,00	3,00	7,80	5,36
Фосфор растворимый (P ₂ O ₅), % не менее	0,57	0,68	4,26	-	-
Калий водорастворимый (K ₂ O), %, не менее	1,71	1,71	5,30	-	-
Сера (SO ₂), %, не менее	0,15	-	-	-	-
Магний*(Mg), %, не менее	0,12	-	-	-	-
Цинк*(Zn), %, не менее	0,18	-	4,5	-	-
Медь*(Cu), %, не менее	0,28	0,83	-	-	-
Железо*(Fe), %, не менее	0,26	-	-	-	-
Марганец*(Mn), %, не менее	0,12	-	-	-	2,0
Молибден*(Mo), %, не менее	0,12	-	-	1,15	-
Кобальт*(Co), %, не менее	0,035	-	-	-	-
Бор (водорастворимый комплекс), %, не менее	0,15	-	-	3,4	-

*в хелатной форме

Характеристика стимулятора роста

Мелафен – стимулятор роста растений с широким спектром действия (в малых и сверхмалых дозах) на основе водного раствора меламиновой соли бис (оксиметил) фосфиновой кислоты в концентрации 10^{-4} г/л относится к препаратам 4 класса опасности для человека.



Рис. 7 – Опытные посевы озимой пшеницы перед уборкой (2018 год)

2.4. Методы учетов, наблюдений и лабораторных исследований

На заложенных опытах проводились следующие наблюдения, учеты и анализы:

1. Фенологические наблюдения, учет густоты стояния растений, биометрические наблюдения проводились согласно методике государственного испытания (ГОСТ 10842-64).

2. Площадь листовой поверхности определялась методом промеров (измерялись длина и ширина листа в широком месте).

3. Диагностика и учет болезней проводили по общепринятым в фитопатологии методикам (Болезни зерновых колосовых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга), 2010). При этом рассчитывались показатели развития и распространенности болезней.

4. Урожайность определяли методом сплошного обмолота зерна с каждой делянки комбайном «Сампо» в фазу полной спелости и с последующим взвешиванием. Урожайность пересчитывали на 14%-ную влажность и 100%-ную чистоту.

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 (1968, 1971 гг.).

6. Анализ содержания белка в зерне проводилось по ГОСТ 10846- 91.

7. Посевные качество семян нового урожая определяли по соответствующим ГОСТ (ГОСТ 12037-81; ГОСТ 12042-80; ГОСТ 12038-84; ГОСТ 12041-82).

8. Фитопатологический анализ семян озимой пшеницы нового урожая осуществлялся с использованием ГОСТ 12044-93.

9. Определение в растениях азота проводилось согласно ГОСТ 13496.4-2019; фосфора – ГОСТ 26657-97; калия – ГОСТ 30504-97.

10. Определение влажности зерна проводилось по ГОСТ 13586.5-2015

11. Статистическая обработка данных по общепринятым методикам (Доспехов, 1985).

12. Расчет экономической эффективности по методике СибНИИСХ по соответствующим технологическим картам на производство семян озимой пшеницы.

Глава 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСЕННЕГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО УДОБРЕНИЯ МЕТАЛЛОЦЕН Д

3.1. Особенности роста и развития растений

Формирование урожаев зерновых культур, во многом определяется густотой стояния растений к уборке (Губанов, 1988). Данный показатель у озимой пшеницы складывается как из показателей густоты всходов, так и от сохранности растений в период их перезимовки (Фадеева, Ионов, 2007). В отдельные годы, отмечается значительная гибель растений в данный период, что оказывает значительное отрицательное влияние на урожайность культуры. Для оценки влияния осенней подкормки на перезимовку озимой пшеницы проводилась оценка густоты растений в фазу осеннего кущения и после перезимовки (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели густоты растений озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д,

2017-2020 гг.

Вариант (доза препарата)	Густота растений осенью перед зимовкой, шт./м ²	Доля растений от посеянных, %	Густота растений весной, шт./м ²	Доля от посеянных, %	Густота растений к уборке, шт./м ²	Доля от посеянных, %
Контроль	351,1±16,3	70,2	335,6±17,3	67,1	318,8±14,9	63,8
1 л/га	388,9±18,5	77,8	373,3±19,1	74,7	345,3±16,9	69,1
2 л/га	435,6±19,9	87,1	426,7±21,3	85,3	384,0±19,3	76,8
3 л/га	435,5±20,3	87,1	424,5±19,8	84,9	377,8±20,3	75,6
4 л/га	397,8±18,1	79,6	386,7±20,3	77,3	348,0±17,3*	69,6

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при Р=5%; ** – норма высева семян – 5,0 млн. шт. га.

Погодные условия осени и зимы во все годы исследований были сравнительно благоприятными для перезимовки растений озимой пшеницы. Во все годы исследований, не отмечалось массового поражения растений озимой пшеницы снежной плесенью и другими болезнями выпревания, поэтому показатель сохранности растений при перезимовки как в контроле, так и в опытных вариантах были достаточно высокими. Однако и в таких условиях, положительный эффект от подкормки марганецсодержащим Металлоценом Д на густоту стояния растений был значительным.

При некорневом внесении марганецсодержащего удобрения Металлоцена Д отмечалось увеличение густоты стояния растений как перед зимовкой (учет проводился в первой декаде октября), так и в период начала весенней вегетации. В осенний период под влиянием применения подкормки марганецсодержащим удобрением густота стояния растений была на 10,7-24,0% выше показателей в контроле. Наиболее существенный прирост данного показателя отмечался в условиях осени 2019 года, которая характеризовалась недостатком влаги. По всей видимости, применение подкормки удобрением, за счет антистрессового действия способствовала лучшему выживанию растений. Наибольшие показатели прироста густоты стояния растений в данный период показали варианты с подкормкой удобрением Металлоцен Д при применении нормы 2 и 3 л/га.

Весной, после перезимовки сохранилась аналогичная тенденция. Под влиянием осенней подкормки густота стояния растений была на 11,2-27,1% выше, чем в контроле. При этом сохранилась тенденция. Максимальный прирост показателя к контролю был при использовании дозы удобрения – 2 л/га (прирост 27,1%) и 3 л/га (прирост на 26,5%).

К уборке, в вариантах с подкормкой Металлоцен Д густота стояния растений была на 8,3-20,4% больше, чем в контроле, что, в конечном итоге отразилось на величине урожайности семян.

При анализе показателя выживаемости (сохранности растений) от нормы посева, можно отметить следующее. Если осенью в контроле к моменту

ухода на перезимовку густота стояния растений была лишь на уровне 70,2% от нормы высева, то при использовании подкормки – 77,8-87,1 % (прирост густоты к контролю на 7,6-16,9%). Весной аналогичные показатели в контроле составили – 67,1%, а в опытных вариантах 74,7-85,3% (разница 7,6-17,8%). К уборке, разница между показателями сохранности растений от высеянных в контроле и в опытных вариантах составила 5,3-13,0%.

Таким образом, осенняя некорневая подкормка удобрениями Металлоцен Д способствует повышению густоты стояния растений, как в осенней период, так и после перезимовки и к уборке, что позволяет наиболее эффективно реализовать потенциал, заложенный в соответствующей норме высева семян. Наилучшие показатели по густоте к уборке были при применении дозы расхода удобрения в 2,0 л/га

Для характеристики ростовых процессов в растениях, широко используются биометрические показатели. Результаты биометрической оценки представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Биометрические показатели растений перед уборкой озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, 2017-2020 гг.

Вариант	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Воздушно-сухая масса колоса, г
Контроль	74,6 ±3,51	8,6±0,38	1,703±0,074
Металлоцен Д, 1 л/га	75,4±3,64*	9,2±0,32*	1,763±0,079*
Металлоцен Д, 2 л/га	77,7±3,91*	9,3±0,34*	1,843±0,081*
Металлоцен Д, 3 л/га	69,7±2,95*	9,4±0,41	1,780±0,074*
Металлоцен Д, 4 л/га	72,7±3,11*	9,6±0,42	1,693±0,801*

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при P=5%.

При сравнении биометрических показателей по годам исследований, можно отметить, что минимальные значения всех изучаемых признаков от-

мечались в более засушливом 2018 году, а максимальные, в благоприятный по условиям увлажнения 2020 год.

Результаты биометрических исследований показали, что некоторое увеличение длины стебля происходило только при применении дозы 2 л/га Металлоцена Д, тогда как в других вариантах такой эффект не отмечался, причем при высоких дозах данного удобрения данный показатель даже несколько снижался к контрольному уровню. На снижение длины стебля при применении препаратов Металлоцен указывали и И.Ю. Кузнецов с сотр. (2020).

Незначительное увеличение длины колоса, при использовании осенней обработки посевов озимой пшеницы марганецсодержащим удобрением, происходило только при его применении в дозах 3 и 4 л/га, а в остальных вариантах данный эффект не отмечался.

Максимальная масса колоса перед уборкой была в варианте с нормой 2 л/га, причем с увеличением нормы расхода данные показатели снижались, а при применении дозы 4 л/га показатели были даже ниже контрольных значений.

В целом, полученные результаты показали, что применение только осенней подкормки растений озимой пшеницы марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д не приводит к значительным изменениям в биометрических показателях растений к уборке.

3.2. Показатели фотосинтетической деятельности растений

Результаты оценки фотосинтетической деятельности растений озимой пшеницы по вариантам опыта представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, 2017-2020 гг.

Вариант	Средний за вегетацию листовой индекс. $\text{м}^2/\text{м}^2$	Урожай сухой биомассы, т/га	Коэффициент использования ФАР, %
Контроль	$1,52 \pm 0,04$	4,51	1,25
Металлоцен Д, 1 л/га	$1,64 \pm 0,06$	5,43	1,51
Металлоцен Д, 2 л/га	$1,58 \pm 0,08^*$	4,75	1,32
Металлоцен Д, 3 л/га	$1,61 \pm 0,09^*$	4,58*	1,27
Металлоцен Д, 4 л/га	$1,62 \pm 0,08^*$	4,94	1,37

Примечание: – разница недостоверна к контролю при $P=5\%$.

Формирование урожая сельскохозяйственных культур происходит в результате фотосинтетической деятельности листового аппарата, поэтому характеристика изменений в площади листовой поверхности позволяет оценить влияние изучаемых приемов на продукционные процессы растений. Показатели площади листовой поверхности значительно изменялись по годам. В условиях более засушливого 2018 года она была минимальной, тогда как в годы с достаточным количеством осадков в период вегетации озимой пшеницы, отмечались более высокие показатели.

Во всех вариантах опыта с осенней подкормкой отмечался некоторый рост (на 3,95-7,89%) величины листового индекса по сравнению с контролем. Максимальная величина листового индекса – $1,64 \text{ м}^2/\text{м}^2$, была достигнута при применении варианта с Металлоценом Д с нормой 1 л/га (прирост к контролю на 7,89%). С дальнейшим увеличением дозы удобрения положительный эффект от обработки снижался.

В результате фотосинтетической деятельности, формируется сухая биомасса растений. Как показывают данные таблицы 6, осенняя подкормка

Металлоценом Д, способствовала росту данного показателя, но положительный эффект различался в зависимости от дозы удобрения. Так, максимальные показатели накопления сухой биомассы растениями были при использовании подкормки марганецсодержащим удобрением в дозе 1 л/га (прирост показателя к контролю на 20%), тогда как при использовании дозы 3 л/га прирост показателя был минимальным. Основные изменения в величине сухой массы растений были связаны с различием массы соломы в опытах в опытных вариантах, что привело к изменениям соотношения зерно : солома.

Важнейшим показателем, характеризующим фотосинтетическую деятельность растений, является – коэффициент использования ФАР (КИ ФАР). В результате осенней обработки изучаемым удобрением величина КИ ФАР в опытных вариантах была на 0,02-2,6% выше, чем в контроле. Наибольшее значение КИ ФАР – 1,51% было при подкормке удобрением Металлоцен Д в дозе 1,0 л/га. Минимальный прирост был получен при применении дозы удобрения – 3 л/га.

Таким образом, осенняя обработка марганецсодержащим удобрением оказывает положительное влияние на фотосинтетическую деятельность растений озимой пшеницы, но степень такого положительного влияния определяется дозой Металлоцена Д. Максимальные значения показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность растений были получены при использовании дозы Металлоцена Д – 1,0 л/га.

3.3. Развитие болезней колоса

Для формирования качества семян особое значение имеют болезни колоса. Поражение колоса септориозом, фузариозом колоса и «чернью» не только ухудшает фитосанитарные свойства семян, но и оказывает отрицательное влияние на их посевные и урожайные свойства (Торопова и др., 2018).

Результаты определения распространенности заболеваний колоса представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели распространенности болезней колоса к уборке озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, %, 2017-2020 гг.

Вариант	Септориоз колоса	«Чернь колоса»
Контроль	11,2	4,6
Металлоцен Д, 1 л/га	9,6	5,0*
Металлоцен Д, 2 л/га	10,3*	4,9*
Металлоцен Д, 3 л/га	11,2*	4,7*
Металлоцен Д, 4 л/га	10,3*	4,9*

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при $P=5\%$.

В годы исследований, погодные условия в период формирования колоса складывались таким образом, что фузариоз на озимой пшенице не развивался.

Из болезней, во все годы исследований, преобладал септориоз колоса. При сравнении вариантов опыта можно сделать вывод о том, что применение варианта с Металлоцен Д с дозой 1 л/га в 1,17 раза снижало распространенность данного заболевания на колосьях озимой пшеницы, по сравнению с контролем. Для других вариантов с данным удобрением аналогичный эффект не проявлялся.

Результаты оценки также показали, что осенняя обработка растений, практически не оказала положительного влияния на снижение поражения колосов «чернью».

Таким образом, осенняя обработка марганецсодержащим удобрением оказывает слабое влияние на снижение поражения колоса болезнями, вызывающими ухудшение качественных характеристик семян.

3.4. Урожайность и структура урожая

Конечным итогом воздействия такого или иного приема является изменения в урожайности. Данные по урожайности озимой пшеницы в зависимости от использования некорневой подкормки представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Урожайность озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, т/га, 2017-2020 гг.

Вариант	Год исследований			Средняя, т/га	Отклонение от контроля, т/га	V*, %
	2018 г	2019 г	2020 г			
Контроль	1,66	2,05	3,34	2,35		37,4
Металлоцен Д, 1 л/га	2,02	2,87	4,16	3,02	0,67	35,7
Металлоцен Д, 2 л/га	1,18	2,66	4,07	2,64	0,29	54,8
Металлоцен Д, 3 л/га	1,19	2,57	3,89	2,55	0,20	52,9
Металлоцен Д, 4 л/га	1,47	2,70	4,08	2,75	0,40	47,5
НСР ₀₅	0,07	0,10	0,16			

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

Результаты оценки урожайности показали, что в опытах отмечается высокая вариабельность данного показателя. Так, в контроле коэффициент вариации показателя урожайности составил 37,4%, причем значения урожайности изменялись от 1,66 т/га (в 2018 году) до 3,34 т/га (в 2020 году), т.е. в 2,01 раза. Такие значительные изменения в уровне урожайности, во многом связаны с различиями в погодных условиях в годы проведения опытов. Так если в 2018 году величина ГТК в мае-июне составила 0,82-1,01, в 2019 год – 1,87-0,86, а в 2020 году – 2,01-1,01. Как видно из полученных данных, наибольшее отрицательное влияние на урожайность оказали острозасушливые условия в мае 2018 года.

Анализ урожайности по опытным вариантам также показал, что эффективность применения осенней обработки Металлоценом Д колебалась в за-

висимости от условий года. В более засушливом 2018 году, только вариант с применением осенней подкормки марганецсодержащим удобрением с нормой расхода 1,0 л/га дал положительный эффект (прирост урожайности к контролю составил 21,6% или 0,36 т/га), тогда как в других вариантах с некорневой подкормкой отмечалось даже некоторое падение урожайности в сравнении с контролем, что может быть связано с избыточной густотой растений и увеличением непродуктивной кустистости.

В 2019 году и в 2020 году, которые были более благоприятными по увлажнению, во всех опытных вариантах отмечался существенный рост урожайности. В 2019 году прирост урожайности по вариантам опыта к контролю составил 25,3-40,0 %, что связано со значительными выпадками растений в контроле после перезимовки. В 2020 году рост урожайности по вариантам с подкормкой составлял – 16,5-24,6%. В оба года исследований, наибольшая урожайность была получена при использовании варианта с применением дозы удобрения 1,0 л/га.

В целом, по величине урожайности, преимуществом в среднем за годы исследований обладал вариант с осенней подкормкой посевов озимой пшеницы удобрением Металлоцен Д с дозой 1,0 л/га, применение данного приема привело к росту урожайности на 0,67 т/га или на 28,5% к контролю. Кроме того, было установлено, что использование данного приема позволяет снизить величину коэффициента вариации урожайности по сравнению с показателями в контроле, что имеет существенное значение для повышения устойчивости растениеводства.

Анализ структуры урожая (табл. 9) показал, что прирост урожайности в опытных вариантах происходил, в первую очередь за счет роста величины количества продуктивных стеблей к уборке и увеличения массы 1000 семян. Однако для разных вариантов с разными дозами, характер влияния на элементы структуры урожая менялся. Так, для доз 2,0 и 3,0 л/га, основной прирост был в величине числа продуктивных стеблей на 1 м², тогда как для вари-

анта с дозой 1,0 л/га отмечалось более значительное увеличение, не только данного показателя, но и числа зерен в колосе и масса 1000 семян.

Таблица 9 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, 2017-2020 гг.

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 семян, г
Контроль	341,1	39,7	1,18	29,6
Металлоцен Д, 1 л/га	383,3	41,1	1,34	32,6
Металлоцен Д, 2 л/га	399,4	37,8	1,19	31,5
Металлоцен Д, 3 л/га	385,4	37,7	1,19	31,6
Металлоцен Д, 4 л/га	382,8	40,3	1,26	31,2

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при Р=5%.

С точки зрения крупности семян (массы 1000 семян), наиболее сильно выделялся вариант с нормой расхода в 1,0 л/га (прирост к показателям в контроле – на 10,1%). Необходимо отметить, что минимальные показатели массы 1000 семян были в 2018 году, когда отмечались более засушливые условия.

3.5. Содержание белка в семенах

В научной литературе имеются указания (Ries, Everson, 1973; Evans, Bhat, 1977), что повышение содержания в семенах пшеницы и других злаковых культур содержание белка оказывает положительное влияние на их посевные свойства, особенно силу роста. Кроме того, содержание белка в зерне – один из важнейших показателей оценки при использовании озимой пшеницы на продовольственные цели. В связи с этим, по вариантам опыта проводилось определение данного показателя (рис. 8).

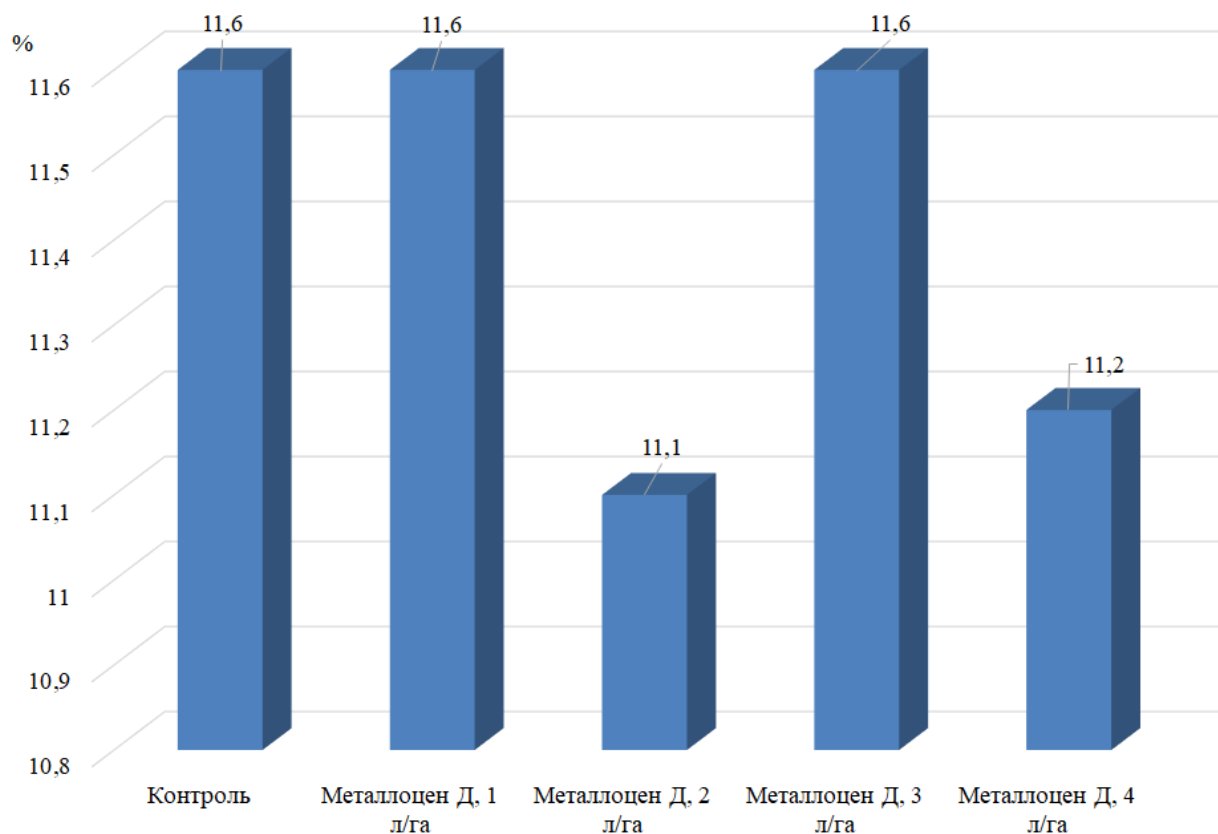


Рис. 8 – Содержание белка в семенах озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, %, 2017-2020 гг.

Результаты оценки показали, что содержание белка в семенах озимой пшеницы при применении Металлоцена Д с дозами 1 и 3 л/га не изменялось в сравнении с показателями в контроле, тогда как для доз 2 и 4 л/га, происходит даже некоторое снижение данного показателя.

3.6. Химический состав семян и вынос элементов минерального питания озимой пшеницей

Использование удобрений влияет на химический состав растений, поэтому после уборки был проведен анализ семян озимой пшеницы на содержание макроэлементов. Результаты оценки (в среднем за 3 года исследований) представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Содержание макроэлементов в семенах озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, % в сухом веществе, 2017-2020 гг.

Вариант	Азот (ГОСТ 13496.4)	Фосфор (ГОСТ 26657)	Калий (ГОСТ 30504)
Контроль	2,26 ± 0,23	0,46 ± 0,04	0,36 ± 0,04
Металлоцен Д, 1 л/га	2,29 ± 0,16*	0,47 ± 0,03*	0,35 ± 0,05*
Металлоцен Д, 2 л/га	2,10 ± 0,27*	0,56 ± 0,03	0,41 ± 0,08*
Металлоцен Д, 3 л/га	2,18 ± 0,24*	0,47 ± 0,07*	0,39 ± 0,04*
Металлоцен Д, 4 л/га	2,05 ± 0,21*	0,57 ± 0,06	0,42 ± 0,05*

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при P=5%.

Результаты анализов показали, что содержание азота в зерне сильно варьировалось по годам, а минимальные показатели были в условиях в засушливых условиях 2018 года, когда сформировалось щуплое зерно. При оценке содержания в зерне азота было установлено, что при использовании осенней подкормки, наибольшее содержание его была в семенах, полученных при использовании Металлоцен Д с нормой расхода 1 л/га. Однако с увеличением нормы расхода препарата отмечается некоторое снижение содержания азота в зерне, что коррелирует и с показателями содержания белка. При этом, значения в опытных вариантах достоверно не отличались от показателей в контроле. При рассмотрении влияния изучаемых приемов на содержание в семенах фосфора, можно сделать вывод о том, что при использовании удобрения Металлоцен Д с нормами расхода 2 и 4 л/га отмечался некоторый рост содержания данного элемента в сравнении с показателями в контроле, тогда как при применении норм 1 и 3 л/га данный эффект не проявлялся. Показатели содержания фосфора по годам колебались в меньшей степени, чем азота.

При применении некорневой подкормки марганецсодержащим удобрением отмечалось увеличение содержания в семенах калия, но достоверных отличий от показателей в контроле не отмечалось.

Данные по содержанию макроэлементов в соломе озимой пшеницы в среднем за три года исследований приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Содержание макроэлементов в соломе озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, % в сухом веществе, 2017-2020 гг.

Вариант	Азот (ГОСТ 13496.4)	Фосфор (ГОСТ 26657)	Калий (ГОСТ 30504)
Контроль	0,62 ± 0,04	0,24 ± 0,03	1,24 ± 0,09
Металлоцен Д, 1 л/га	0,64 ± 0,05*	0,21 ± 0,04*	1,27± 0,07*
Металлоцен Д, 2 л/га	0,59 ± 0,06*	0,19 ± 0,06*	1,18± 0,07*
Металлоцен Д, 3 л/га	0,62 ± 0,04*	0,17 ± 0,03*	1,19± 0,06*
Металлоцен Д, 4 л/га	0,55 ± 0,07*	0,20 ± 0,05*	1,20± 0,08*

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при P=5%.

Результаты оценки показали, что при применении удобрения Металлоцен Д в дозе 1 л/га, отмечается некоторое увеличение содержания в соломе азота и калия. В тоже время, дальнейшее увеличение дозы применения данного удобрения приводит к некоторому снижению содержания в соломе макроэлементов. Однако, достоверных отличий от показателей в контроле не отмечалось.

Для расчета хозяйственного выноса макроэлементов, существенное значение имеет соотношение между урожаем зерна и выходом соломы с 1 га (табл. 12).

Результаты оценки показали, что в более засушливых условиях вегетации 2018 года выход соломы был меньше, чем в более благоприятные по увлажнению года, что отразилось на соотношении зерно : солома. Применение некорневого внесения марганецсодержащего удобрения приводило к росту массы соломы, что привело к увеличению её доли в системе зерно : солома.

Таблица 12 – Соотношение урожая зерна и выхода соломы с 1 га,
2017-2020 гг.

Вариант	2017- 2018 гг.	2018- 2019 гг.	2019- 2020 гг.	В сред- нем
Контроль	1 : 1,21	1 : 1,34	1 : 1,40	1,32
Металлоцен Д, 1 л/га	1 : 1,25	1 : 1,36	1 : 1,42	1,34
Металлоцен Д, 2 л/га	1 : 1,28	1 : 1,35	1 : 1,44	1,36
Металлоцен Д, 3 л/га	1 : 1,32	1 : 1,38	1 : 1,46	1,39
Металлоцен Д, 4 л/га	1 : 1,34	1 : 1,36	1 : 1,48	1,32

На основании полученных данных был определен хозяйственный вынос макроэлементов с урожаем семян озимой пшеницы (табл. 13).

Таблица 13 – Средний хозяйственный вынос макроэлементов урожаем озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки
Металлоценом Д, кг/га, 2017-2020 гг.

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	77,1	18,6	40,2
Металлоцен Д, 1 л/га	102,7	23,9	56,8
Металлоцен Д, 2 л/га	82,4	23,0	48,6
Металлоцен Д, 3 л/га	82,9	18,9	46,7
Металлоцен Д, 4 л/га	83,1	24,5	51,7

Полученные результаты показали, что применение осенней подкормки удобрением Металлоцен Д способствует росту величины хозяйственного выноса с урожаем озимой пшеницы, причем наиболее существенный прирост был при использовании варианта с дозой 1 л/га. Так, в данном варианте, хозяйственный вынос азота с урожаем вырос в сравнении с контролем на 33%, фосфора – на 28%, калия – 41%. В тоже время, максимальный хозяйственный

вынос фосфора был в варианте с использованием дозы 4 л/га, что связано преимущественно с увеличением выноса данного макроэлемента с соломой.

С учетом полученных результатов были проведены расчеты соотношения выноса макроэлементов с урожаем озимой пшеницы (табл. 14). В качестве единицы были взяты показатели по азоту.

Таблица 14 – Соотношения между хозяйственным выносом макроэлементов с урожаем озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, 2017-2020 гг.

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	1,00	0,24	0,52
Металлоцен Д, 1 л/га	1,00	0,23	0,55
Металлоцен Д, 2 л/га	1,00	0,28	0,59
Металлоцен Д, 3 л/га	1,00	0,23	0,56
Металлоцен Д, 4 л/га	1,00	0,29	0,62

В контроле соотношения между макроэлементами, выносимыми с урожаем зерна и соломы озимой пшеницы составил 1 : 0,24 : 0,52. Использование некорневой подкормки марганецсодержащим удобрением, в первую очередь, оказало выраженное влияние на соотношение между выносом азота и калия. Увеличение доз удобрений, особенно до 4 л/га приводило к изменению такого соотношения в сторону калия (в контроле соотношение азот : калий – 1 : 0,52, в данном варианте – 1 : 0,62).

Рост соотношения в сторону фосфора был при применении вариантов с дозами 2 и 4 л/га.

На основании содержания элементов питания в зерне и соломе, а также урожайности озимой пшеницы были рассчитаны показатели выноса макроэлементов с 1 га (табл. 15).

Результаты оценки выноса по годам показали, что минимальные показатели по выносу с урожаем были в более засушливых условиях, а максимальные в годы с хорошим увлажнением в весенне-летний период.

В контроле средний вынос на 1 т семян и соответствующее количество соломы N составил 32,8 кг, фосфора – 7,9 кг, калия – 17,1 кг. Для условий Республики Татарстан (Справочник агрохимика..., 2024) средний вынос с урожаем озимой пшеницы указан на уровне N - 37 кг, фосфора – 13 кг, калия – 23 кг. В тоже время, в исследованиях Н.Я. Ребух с сотр. (2019) установлено, что на дерново-подзолистой почве для различных сортов озимой пшеницы и фонов удобрений, вынос N на 1 т зерна изменялся в пределах 20,9-31,2 кг, фосфора – 7,6-11,8 кг, калия – 18,4-29,3 кг. Полученные результаты в целом совпадают с показателями, полученными в опытах.

Таблица 15 –Вынос макроэлементов урожаем озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, кг/т, 2017-2020 гг.

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	32,8	7,9	17,1
Металлоцен Д, 1 л/га	34,0	7,9	18,8
Металлоцен Д, 2 л/га	31,2	8,7	18,4
Металлоцен Д, 3 л/га	32,5	7,4	18,3
Металлоцен Д, 4 л/га	30,2	8,9	18,8

Оценка влияния применения марганецсодержащего удобрения на вынос макроэлементов на 1 зерна и побочной продукции показала, что характер того влияния зависел от доз удобрения. Так, при применении доза 1 л/га вынос азота на 1 т урожая озимой пшеницы вырос на 1,2 кг/т, тогда как в других вариантах данный показатель был ниже значений в контроле. Максимальные значения выноса на 1 т фосфора были при использовании удобрения с дозами

4 и 2 л/га. Во всех вариантах с применением некорневой подкормки отмечался рост выноса калия в сравнении с показателями в контроле.

Таким образом, проведенные исследования показали, что применение некорневой подкормки осенью удобрением Металлоцен Д в разных нормах оказывает влияние на химический состав продукции и вынос макроэлементов с урожаем озимой пшеницы.

3.7. Посевные свойства семян нового урожая

С учетом того, что семена в опыте были элитной репродукции, то полученный урожай предназначался на семенные цели. В связи с этим, проводилось определение посевных свойств семян нового урожая после периода хранения, средние показатели за три года приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели качества семян озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, т/га, 2017-2020 гг.

Вариант	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Количество первичных корешков, шт./семя	Максимальная длина первичного корня, см
Контроль	89,0	94,0	3,5	15,4
Металлоцен Д, 1 л/га	92,0	98,0	3,7	15,8*
Металлоцен Д, 2 л/га	90,0	96,0	3,2	15,6*
Металлоцен Д, 3 л/га	92,0	98,1	3,8	15,0*
Металлоцен Д, 4 л/га	91,0	96,0	3,6*	16,9

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при $P=5\%$.

Применение осенней обработки привело к увеличению энергии прорастания и лабораторной всхожести семян озимой пшеницы, причем наиболее выраженным данный эффект был при использовании дозы 1 и 3 л/га, в данных же варианте отмечалось и максимальное количество первичных корешков. Достоверное увеличение длины первичного корешка было при применении варианта с обработкой дозой равной 4 л/га.

Одним из основных показателей качества семян зерновых культур является их фитопатологическое состояние (табл. 17). В ходе фитоэкспертизы семян были выделены фитопатогенные грибы, относящиеся к родам Биполярис, Фузариум и Альтернария. Причем на семенах во все годы исследований наиболее сильно была распространена альтернариозная инфекция.

Таблица 17 – Фитопатологическое состояние (зараженность патогенами) семян озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от осенней обработки Металлоценом Д, %, 2017-2020 гг.

Вариант	Фузариозная инфекция (<i>Fusarium</i> spp.)	Гельминтоспориозная инфекция (<i>Cochliobolus sativus</i>)	Альтернариозная инфекция (<i>Alternaria</i> spp.)
Контроль	2	12	47
Металлоцен Д, 1 л/га	2*	6	39*
Металлоцен Д, 2 л/га	0	2	41*
Металлоцен Д, 3 л/га	0	2	48*
Металлоцен Д, 4 л/га	4	4	46*

Примечание: * – разница недостоверна к контролю при $P=5\%$.

Результаты фитоэкспертизы показали, что осенняя обработка посевов озимой пшеницы удобрением Металлоцен Д привела к некоторому снижению зараженности семян гельминтоспориозом (причем в некоторых вариантах в 4 раза). Значительного влияния на зараженность семян альтернариозной инфекцией не отмечалось, а в отношении фузариозной инфекции выделялись варианты с дозами 2 и 3 л/га.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что применение осенней обработки растений озимой пшеницы марганецсодержащим удобрением оказывает пролонгированное действие на зараженность семян нового урожая различными фитопатогенными грибами.

3.8. Оценка экономической эффективности

Расчет экономической эффективности производства семян проводились с использованием типовой технологической карты для озимой пшеницы, по прямым затратам и ценам, сложившимся на конец 2020 года. Результаты экономической оценки приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Оценка экономической эффективности возделывания озимой пшеницы, 2017-2019 гг.

Вариант	СВП*, тыс. руб/га	ПЗ*, тыс. руб/га	Себесто- имость, тыс. руб/т	ЧД*, тыс. руб/га	УР*, %
Контроль	35,25	25,41	10,81	9,84	39
Металлоцен Д, 1 л/га	45,30	26,58	8,80	18,72	70
Металлоцен Д, 2 л/га	39,60	26,45	10,02	13,15	50
Металлоцен Д, 3 л/га	38,25	26,61	10,44	11,64	44
Металлоцен Д, 4 л/га	41,25	27,06	9,84	14,19	52

Примечания: 1. СВП – стоимость валовой продукции; ПЗ – производственные затраты; ЧД – чистый доход; УР – уровень рентабельности. Цена реализации семян озимой пшеницы (на конец 2020 года) – 15,0 тыс. руб/т. Цена Металлоцен Д – 250 руб/л.

Проведенные расчеты экономической эффективности показали, что применение некорневой подкормки марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д ведет к некоторому росту производственных затрат, но из-за повышения урожайности, себестоимость продукции существенно снижается. При этом отмечается рост чистого дохода и рентабельности производства семян культуры. Максимальный чистый доход (18,72 тыс. руб./га или на 8,8 тыс. руб больше, чем в контроле) был получен при применении подкормки Металлоценом Д с дозой 1 л/га. В данном же варианте отмечалась и наибольший уровень рентабельности производства семян озимой пшеницы – 70%, против 39% в контроле, а себестоимость 1 т семян снизилась на 22%.

Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ МАРКИ МЕТАЛЛОЦЕН И СТИМУЛЯТОРА РОСТА МЕЛАФЕН

4.1. Рост и развитие растений

Ряд биометрических показателей, характеризующих рост и развитие растений, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Биометрические показатели растений озимой пшеницы
сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок (перед уборкой),
2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне- летний период	Длина стебля, см	Длина коло- са, см	Воздушно- сухая масса колоса, г
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	74,6	8,6	1,703
Металлоцен Универсал	76,7*	9,2*	1,757*
Металлоцен А	76,3*	9,0*	1,767*
Металлоцен В	78,6	9,6	1,825*
Металлоцен С	77,3*	9,4	2,305
В среднем по фону	76,7	9,2	1,871
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	75,4	9,2	1,763
Металлоцен Универсал	76,3*	9,8	1,795*
Металлоцен А	77,3*	9,4*	1,827*
Металлоцен В	80,3	9,6	1,860*
Металлоцен С	80,4	9,3*	2,303
В среднем по фону	77,9	9,5	1,910
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	74,0	8,9	1,780
Металлоцен Универсал	78,0*	9,6	1,960
Металлоцен А	74,1*	9,2*	1,743*
Металлоцен В	78,3*	9,3*	2,017
Металлоцен С	80,6	9,7	2,530
В среднем по фону	77,0	9,3	2,006

Примечание: * – разница недостоверна к контролю для фона при Р=5%.

При сравнении фонов с разными вариантами осенней обработки (без обработки, Металлоцен Д и Мелафен), было установлено, что осеннее применение удобрения и регулятора роста, в большей степени, оказывает положительное влияние на воздушно-сухую массу колоса, чем на длину стебля и колоса. Особенно заметным, рост величины воздушно сухой массы колоса был на фоне осенней обработки растений Мелафеном.

На фоне без осенней обработки, максимальная длина стебля озимой пшеницы к уборке была в варианте с Металлоцен В (прирост к контролю на 5,3%), тогда как в других вариантах данный эффект не проявился. Достоверный рост длины был достигнут при использовании вариантов с подкормкой Металлоцен В и Металлоцен С. Увеличение сухой массы колоса отмечалась только при применении подкормки борно-молибденовым составом Металлоцен С.

На фоне с осенней обработкой марганцевым удобрением (Металлоцен Д), влияние весенне-летних подкормок различными видами Металлоцена было разным. Так, в отношении длины колоса положительное влияние оказало применение Металлоцена Универсал и Металлоцен В. Металлоцен В и С несколько стимулировали рост стебля, а положительное влияние на массу колоса оказала обработка посевов борно-молибденовым составом Металлоцен С.

На фоне осеннего применения стимулятора роста Мелафен, достоверные изменения всех биометрических параметров отмечалась только при применении удобрения Металлоцен С. Подкормка цинковым удобрением Металлоцен В оказало положительное влияние на величину массы колоса, а использование Металлоцена Универсала вело к росту длины колоса.

В целом, на всех фонах с осенней обработкой посевов, положительное влияние на формирование массы колоса оказало применение весной и летом подкормки с молибден-борным удобрением Металлоцен С и Металлоценом Универсал.

Для оценки вклада каждого из этих приемов, был проведен дисперсионный анализ с оценкой вклада каждого из изучаемых факторов (табл. 20).

Таблица 20 – Вклад различных факторов в варьирование биометрических показателей, %

Фактор	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Сухая масса колоса, г
Осенняя подкормка	6	16	6
Весенне-летняя подкормка	75	59	90
Остаток	19	25	4

Результаты оценки показали, что для всех изучаемых биометрических показателей наибольший вклад внесло применение изучаемых удобрений в весенне-летний период. Вклад осенней обработки был на уровне 6-16 %.

С целью оценки влияния изучаемых биометрических показателей на урожайность озимой пшеницы также был использован регрессионный и корреляционный анализ (табл. 21).

Таблица 21 – Коэффициенты корреляции и уравнения регрессии биометрических показателей с урожайностью озимой пшеницы

Показатель	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии
Длина стебля, см	+0,415*	$y = 2,89 + 0,06x \pm 0,03$
Длина колоса, см	+0,614	$y = 2,89 + 0,58x \pm 0,21$
Сухая масса колоса, г	+0,288*	$y = 2,89 + 0,35x \pm 0,32$

Примечание: * – показатели недостоверны при $P = 5\%$

Результаты оценки показали, что изучаемые биометрические показатели положительно коррелировали с изучаемыми биометрическими показателями. Достоверная положительная связь отмечалась между урожайностью и показателем длины колоса.

4.2. Показатели фотосинтетической деятельности растений

Известно, что подкормки удобрениями оказывают положительное влияние на фотосинтетическую деятельность растений, поэтому была проведена соответствующая оценка по вариантам опыта (табл. 22).

Таблица 22 – Показатели фотосинтетической деятельности озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработки посевов, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Средний за вегетацию листовой индекс. m^2/m^2	Урожай сухой биомассы, т/га	Коэффициент использования ФАР, %
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	1,52	4,51	1,25
Металлоцен Универсал	1,69	5,01	1,39
Металлоцен А	1,61	4,37	1,21
Металлоцен В	1,65	4,55	1,26
Металлоцен С	1,70	4,51	1,25
В среднем по фону	1,63	4,59	1,27
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	1,58	5,43	1,51
Металлоцен Универсал	1,71	5,79	1,61
Металлоцен А	1,69	5,39	1,50
Металлоцен В	1,72	5,59	1,55
Металлоцен С	1,74	5,70	1,58
В среднем по фону	1,69	5,58	1,55
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	1,55	5,18	1,44
Металлоцен Универсал	1,75	5,84	1,62
Металлоцен А	1,72	5,25	1,46
Металлоцен В	1,74	5,52	1,53
Металлоцен С	1,76	5,66	1,57
В среднем по фону	1,70	5,49	1,52

При сравнении полученных значений по фонам с осенней обработкой удобрением или стимулятором роста были установлены следующие закономерности. Максимальная величина значений листового индекса за вегетацию, была на фоне при использовании регулятора роста Мелафен, тогда как урожай сухой биомассы и, соответственно, максимальная величина коэффициента использования ФАР были при применении осенней обработки посевов озимой пшеницы удобрением Металлоцен Д.

На фоне без осенних обработок, по величине листового индекса выделялись варианты с подкормками Металлоцен С и Металлоцен Универсал. В вариантах с Металлоцен В и Металлоцен Универсал отмечалось максимальное накопление сухой биомассы и величины коэффициента использования ФАР. Так, при применении двух подкормок Металлоценом Универсал величина коэффициента использования (КИ) ФАР к показателям в контроле была в 1,11 раза выше.

При использовании осенью марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д, преимуществами по сравнению с другими вариантами, по всем изучаемым показателям фотосинтезирующей деятельности растений, имели весенне-летние подкормки удобрениями Металлоцен Универсал и Металлоцен С. Максимальная величина КИ ФАР в варианте с Металлоценом Универсал.

На фоне с осенним применением стимулятора роста Мелафен, сохранилась аналогичная тенденция. Максимальные параметры листового индекса, накопления сухой биомассы и величины КИ ФАР были при применении варианта с обработками посевов удобрением Металлоцен Универсал. Именно в схеме с осенней обработкой Мелафеном и подкормками в весенне-летний период удобрением Металлоцен Универсал была получена максимальная величина (1,62%) КИ ФАР.

С учетом полученных результатов, можно сделать вывод о том, что наибольшее положительное влияние на повышение эффективности фотосинтетической деятельности озимой пшеницы оказывает подкормка удобрением

Металлоцен Универсал, причем на фоне с осенней обработкой стимулятором роста или марганецсодержащим удобрением данный положительный эффект усиливается.

Для оценки вклада различных факторов в формирование площади листовой поверхности был проведен дисперсионный анализ, который позволяли оценить вклад изучаемых факторов и их взаимодействия, результаты которого показали, что наибольший вклад в дисперсию показателя листового индекса оказывает обработка в весенне-летний период (вклад 80%), тогда как на долю осенней обработки приходится порядка 16%.

Таким образом, применение удобрений маркиMetalлоцен в весенне-летний период (двукратная подкормка) в сочетании с осенними обработками оказывает выраженное положительное влияние на показатели, характеризующие фотосинтетическую деятельность растений.

4.3. Развитие болезней колоса

Выше отмечалось отрицательное влияние болезней колоса на качество семян нового урожая. Данные учетов развития болезней колоса по вариантам опыта показаны в таблице 23.

При анализе влияния осенних обработок на зараженность колосьев озимой пшеницы микозами, можно отметить следующее. Использование марганецсодержащего удобрения для осенней подкормки способствовало снижению распространенности на колосьях септориоза, тогда как применение осенью стимулятора роста привело к некоторому увеличению зараженности микозами в сравнении с контролем. В годы проведения исследований фузариоз колоса не отмечался. По отношению к «черни» колоса, использование осенних обработок даже несколько увеличило распространенность данного комплексного микоза.

Таблица 23 – Распространенность болезней колоса
озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработки
посевов, %, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Септориоз колоса	«Чернь колоса»
Контроль – без осенней обработки		
Контроль	11,2	4,6
Металлоцен Универсал	6,3	4,9*
Металлоцен А	5,4	4,5*
Металлоцен В	6,8	4,8*
Металлоцен С	7,3	5,0*
В среднем по фону	7,40	4,76
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га		
Контроль	9,6	5,0
Металлоцен Универсал	6,5	5,1*
Металлоцен А	5,0	4,9*
Металлоцен В	5,9	5,2*
Металлоцен С	6,9	5,0*
В среднем по фону	6,78	5,04
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га		
Контроль	11,9	5,8
Металлоцен Универсал	6,9	5,5*
Металлоцен А	6,1	6,1*
Металлоцен В	7,2	6,0*
Металлоцен С	7,6	5,4*
В среднем по фону	7,94	5,76

Примечание: * – разница недостоверна к контролю для фона при Р=5%.

На фоне без осенних обработок, применение Металлоцен А (медьсодержащего) привело к снижению зараженности септориозом колоса в 2,1 раза

в сравнении с контролем. В других вариантах с подкормками также происходило уменьшение зараженности, но в меньшей степени. В отношении «черни» колоса ни в одном из вариантов опыта не отмечалось достоверного уменьшения распространенности данного комплексного микоза.

При использовании двукратной весенне-летней подкормки на фоне с осенним применением Металлоцена Д или Мелафена, сохранилась выше отмечаемая тенденция – минимальное заражение колосьев септориозом было при использовании медьсодержащего Металлоцена А, хотя и в других вариантах также отмечалось снижение значений. В тоже время, в отношении «черни» колоса эффект от обработки не проявлялся.

Положительное влияние меди на снижение развития болезни известно достаточно давно, поэтому снижение распространенности септориоза колоса при использовании варианта с Металлоценом А может быть связано как с фунгицидным, так и иммунизирующим действием данного микроэлемента. В тоже время, отсутствие фунгицидного эффекта в отношении «черни» колоса при использовании всех изучаемых удобрений марки Металлоцен, требует дополнительного изучения. Возможной причиной такого эффекта является различие между септориозом и «чернью» с точки зрения их специализации. Если септориоз колоса является гемибiotрофом и достаточно тесно взаимодействует с растениями, то возбудители «черни» во многом являются сапротрофными организмами и их взаимодействие с растениями менее выражено.

4.4. Урожайность и структура урожая

Данные по урожайности озимой пшеницы представлены в таблице 24.

Урожайность озимой пшеницы изменялась по годам, фонам осенней обработки и видам удобрений марки Металлоцен, применяемым в весенне-летний период.

Таблица 24 – Урожайность озимой пшеницы сорта Казанская 560
в зависимости от схемы обработок посевов, т/га, 2017-2020 гг.

Вариант Весенне-летней обработки	Год исследований			Сред- няя, т/га	Отклонение от абс. кон- троля, т/га	V,%
	2018 г	2019 г	2020 г			
Контроль – без осенней обработки						
Контроль (абс.контроль)	1,66	2,05	3,34	2,35		37,4
Металлоцен Универсал	2,38	2,47	3,53	2,79	0,44	22,9
Металлоцен А	1,75	2,11	3,42	2,43	0,08	36,2
Металлоцен В	1,84	2,09	3,65	2,53	0,18	38,8
Металлоцен С	1,81	2,12	3,60	2,51	0,16	38,1
По фону	1,89	2,17	3,51	2,52		34,3
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га						
Контроль	2,02	2,87	4,16	3,02	0,67	35,7
Металлоцен Универсал	2,34	2,94	4,38	3,22	0,87	32,6
Металлоцен А	2,12	2,84	4,05	3,00	0,65	32,5
Металлоцен В	2,11	2,95	4,28	3,11	0,76	35,2
Металлоцен С	2,20	3,01	4,31	3,17	0,82	33,6
По фону	2,16	2,92	4,24	3,10		33,9
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га						
Контроль	2,38	2,47	3,63	2,83	0,48	24,6
Металлоцен Универсал	2,84	2,92	3,98	3,25	0,90	19,6
Металлоцен А	2,72	2,39	3,65	2,92	0,57	22,4
Металлоцен В	2,64	2,67	3,91	3,07	0,72	23,6
Металлоцен С	2,75	2,75	3,95	3,15	0,80	22,0
По фону	2,67	2,64	3,82	3,04		22,2
НСР ₀₅ А	0,10	0,19	0,22			
НСР ₀₅ В	0,06	0,07	0,07			

Влияние погодных условий в период вегетации на урожайность озимой пшеницы особенно заметным было в варианте с абсолютным контролем. Так, в условиях засушливого 2018 года урожайность в данном варианте составила 1,66 т/га, тогда как в благоприятный по увлажнению 2020 год – 3,34 т/га. Коэффициент вариации показателя урожайности, за годы исследований, в контроле составил 37,4%.

При сравнении фонов с осенней обработкой Металлоценом Д или Мелафеном, можно сделать вывод о том, что отдача от применения зависела от условий вегетации. В условиях недостатка влаги (2018 год), фон с Мелафеном обеспечил более высокий уровень продуктивности, тогда как в более благоприятные по увлажнению 2019 и 2020 годах, преимущество показал фон с Металлоценом Д. Несомненным достоинством фона с Мелафеном, является значительное снижение величины коэффициента вариации (22,2% против 37,4% в контроле на фоне без осенней обработки). В целом за годы исследований, показатели урожайности озимой пшеницы по фонам с осенними обработками Металлоценом Д или Мелафеном были примерно на одном уровне.

В условиях засушливого 2018 года при применении только весенне-летней обработки значительным преимуществом по урожайности обладал вариант – Металлоцен Универсал (прибавка к контролю 0,72 т/га), тогда как в других вариантах с подкормками другими марками удобрений прирост был лишь значительно ниже. В 2019 году, также максимальная урожайность была получена при применении удобрения Универсал. В 2020 году, некоторое преимущество по урожайности имел вариант Металлоцен В (с цинком). В среднем за годы исследований, при применении только весенне-летней подкормки, наибольшая урожайность (2,79 т/га) и наименьшая величина вариативности урожайности (22,9%) были при использовании варианта с комплексным удобрением Металлоцен Универсал.

При использовании осенней обработки посевов Металлоценом Д, в условиях засухи 2018 года, преимущество по урожайности также имел вариант с Металлоцен Универсалом (прирост за счет подкормки к показателям

контроля по фону +0,32 т/га). В других вариантах рост урожайности был менее выраженным (рост к показателям контроля по фону – 0,09-0,18 т/га). В 2019 году достоверный рост урожайности за счет применения весенне-летней подкормки был получен только в варианте с Металлоцен С (прирост на 0,18 т/га). В 2020 году, рост урожайности на данном фоне был получен при применении варианта Металлоцен Универсал и Металлоцен С. В целом за три годы исследований на данном фоне, наибольшая средняя урожайность (3,22 т/га) была получена при использовании удобрения Металлоцен марки Универсал, несколько меньше (3,17 т/га) – при применении Металлоцен С. Применение удобрения Металлоцен А не оказало положительного влияния на рост урожайности озимой пшеницы при использовании его на фоне с применением марганецсодержащим удобрением. По всей видимости, данный эффект обусловлен как высоким содержанием меди в почвах опытных участков, так и возможным проявлением антагонизма между марганцем и медью.

На фоне с использованием осенней обработки растений стимулятором Мелафен, в условиях засушливых условий 2018 года, все варианты с последующими подкормками удобрениями марки Металлоцен дали достоверное увеличение урожайности, но наиболее заметным данный эффект был при использовании удобрений Металлоцен марки Универсал и марки С (бор-молибденовый состав). В 2019 году, за исключением варианта с применением медьсодержащего Металлоцен А, во всех других вариантах отмечался рост урожайности, причем наиболее существенным он был при применении удобрения Металлоцен Универсал и Металлоцен С. Аналогичная картина была и в 2020 году.

С точки зрения максимального урожая семян озимой пшеницы, наиболее сильно за годы исследований выделялся вариант с двукратной подкормкой Металлоцен марки Универсал на фоне с осенней обработкой стимулятором роста Мелафен (в засушливых условиях вегетации) или марганецсодержащим Металлоцен Д (в условиях хорошего увлажнения в период вегетации). Несколько менее эффективно было использование для весенне-летней

некорневой подкормки молибден-борного удобрения – Металлоцен С. Высокая отдача от данного удобрения, может быть связана с низкой обеспеченностью молибденом почв опытных участков.

Для оценки вклада различных факторов в дисперсию показателя урожайности по годам были использованы данные дисперсионного анализа урожайных данных (Приложение 4-6). Результаты приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Вклад различных факторов в варьирование показателя урожайности, %

Фактор	2018 г	2019 г	2020 г
Осенняя обработка (фактор А)	66,2	71,0	66,6
Весенне-летняя подкормка (фактор В)	16,6	10,6	10,9
Взаимодействие факторов А и В	4,7	4,9	1,5
Ошибки	12,5	13,4	21,0

Результаты оценки вклада различных факторов показали следующее. Независимо от года исследований, наибольший вклад в варьирование показателя урожайности озимой пшеницы вносила осенняя обработка (вклад 66,2-71,0%), тогда как вклад весенне-летней подкормки был на уровне 10,6-10,9 %. Наибольший вклад от весенне-летней подкормки был получен в условиях острозасушливого 2018 года. Во все годы исследований, очень низким в варьирование урожайности был вклад от взаимодействия факторов.

Данные по структуре урожая озимой пшеницы приведены в таблице 26.

Применение осенней подкормки Металлоцен Д, по сравнению с контрольным фоном, способствовало увеличению числа продуктивных стеблей к уборке, а также несколько повысило массу 1000 семян. Для фона с осенним применением стимулятора роста Мелафен, в первую очередь отмечается значительное (на 14%) увеличение густоты стояния растений и величины продуктивной кустистости (на контрольном фоне коэффициент – 1,11, на

фоне с Мелафеном – 1,15). Кроме того, на данном фоне также происходило увеличение массы 1000 семян.

Таблица 26 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схемы обработок посевов, 2017-2020 гг.

Вариант	Число растений, шт./м ²	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 семян, г
Контроль – без осенней обработки					
Контроль	318,8	341,1	39,7	1,18	29,6
Металлоцен Универсал	321,5	369,7	42,3	1,40	33,1
Металлоцен А	319,1	354,2	42,0	1,26	30,1
Металлоцен В	328,1	360,9	44,0	1,40	31,9
Металлоцен С	316,9	356,5	44,7	1,43	32,0
В среднем по фону	320,9	356,5	42,5	1,34	31,3
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га					
Контроль	345,3	383,3	41,1	1,34	32,6
Металлоцен Универсал	349,7	398,7	45,0	1,50	33,4
Металлоцен А	340,1	385,8	40,7	1,31	32,1
Металлоцен В	350,3	386,7	42,3	1,38	32,7
Металлоцен С	351,1	400,3	44,0	1,46	33,1
В среднем по фону	347,3	391,0	42,6	1,40	32,8
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га					
Контроль	361,2	415,4	41,0	1,35	32,9
Металлоцен Универсал	368,1	430,7	41,0	1,37	33,5
Металлоцен А	364,0	433,2	40,3	1,31	32,4
Металлоцен В	366,1	432,0	41,3	1,35	32,7
Металлоцен С	370,9	411,7	44,7	1,43	31,9
В среднем по фону	366,1	424,6	41,7	1,36	32,7

На фоне без осенней обработки, наибольшая масса 1000 семян была получена при использовании весенне-летней некорневой подкормки удобр-

нием марки Универсал (прирост на 11,8%). В данном варианте отмечалась и максимальное значение густоты колосьев к уборке. При использовании осенней подкормки марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д, максимальная густота колосьев к уборке была при применении молибден-борного удобрения Металлоцен С. В тоже время, наиболее крупные семена (масса 1000 семян 33,4 г) были получены при применении удобрения Металлоцен Универсал. На фоне осенней обработки Мелафеном, значительно увеличилась густота стояния растений, причем существенных различий в показателях для удобрений Металлоцен марок Универсал, А и В не отмечалось. Также как и на других фонах с осенней обработкой, при использовании Мелафена в сочетании с весенне-летней обработкой удобрением Металлоцен Универсал способствовало увеличению массы 1000 семян.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод о том, что осенняя обработка в первую очередь влияет на густоту стояния растений, тогда как весенне-летняя обработка приводит к росту показателей озерненности колоса и массы 1000 семян.

Для оценки зависимости урожайности озимой пшеницы от разных элементов структуры урожая использовался корреляционно-регрессионный анализ (табл. 27).

Таблица 27 – Коэффициенты корреляции и уравнения регрессии между урожайностью озимой пшеницы и показателями структуры урожая

Показатель	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии
Число растений, шт./м ²	+0,813	$y = 2,89 + 0,01x \pm 0,008$
Число продуктивных стеблей, шт./м ²	+0,778	$y = 2,89 + 0,01x \pm 0,01$
Число зерен в колосе, шт.	+0,139*	$y = 2,89 + 0,02x \pm 0,05$
Масса зерна с 1 колоса, г	+0,550	$y = 2,89 + 2,07x \pm 0,87$
Масса 1000 семян, г	+0,787	$y = 2,89 + 0,21x \pm 0,05$

Примечание: * – показатели недостоверны при $P = 5\%$.

В результате была установлена тесная связь урожайности озимой пшеницы с показателями густоты стояния растений к уборке и массой 1000 семян.

4.5. Содержание белка в семенах

Выше уже отмечалось, что содержание белка может оказывать влияние на посевные свойства семян. В связи с этим, по вариантам опыта проводилось определение данного показателя. Результаты оценки содержания белка в семенах представлены на рисунках 9,10,11.

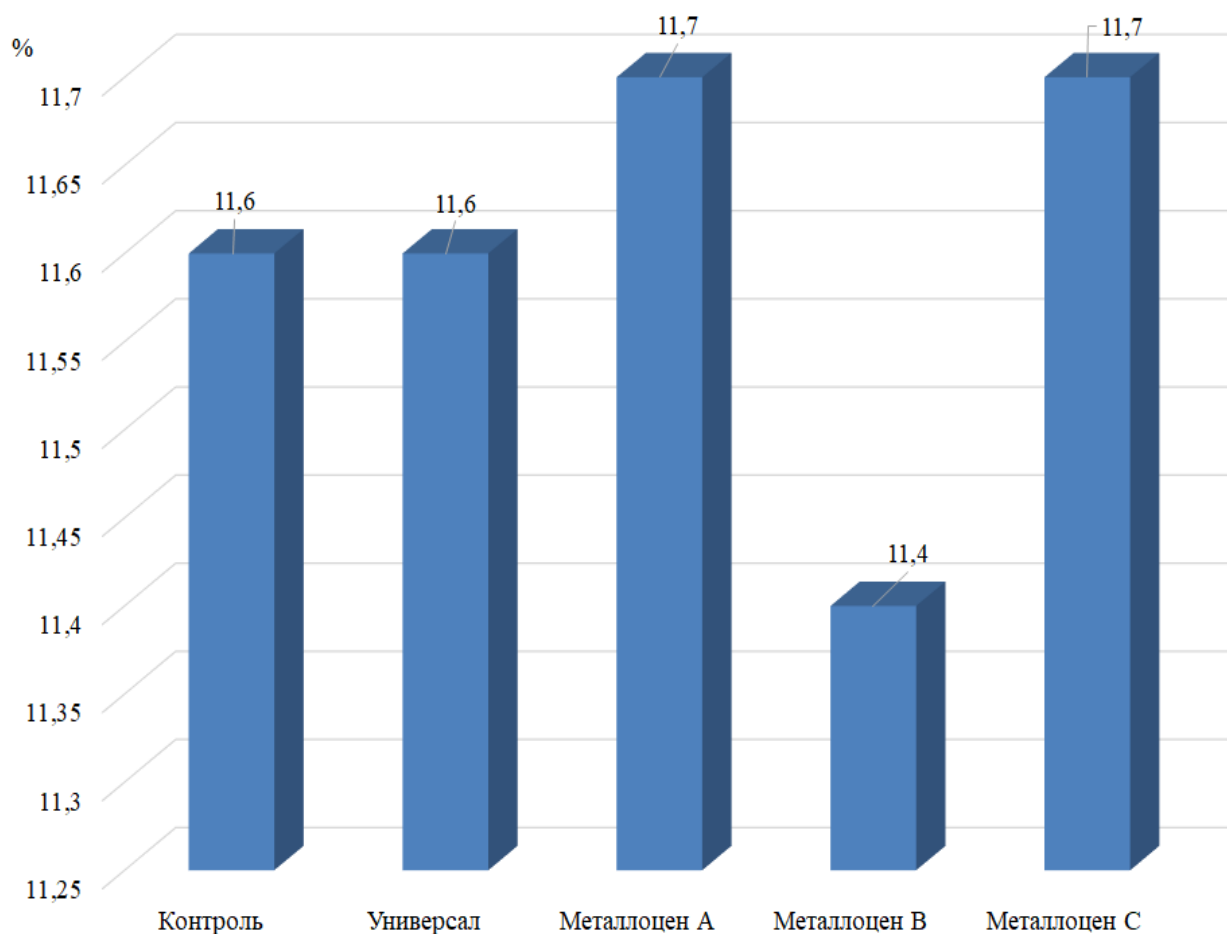


Рис. 9 – Содержание белка в семенах озимой пшеницы при применении удобрений марки Металлоцен на фоне без осенней обработки, %, 2017-2020 гг.

Результаты определения содержания белка в семенах озимой пшеницы на фоне без осенней обработки показали следующее. В вариантах с применением весенне-летней подкормки удобрениями марки А и С, отмечалось некоторое (на 0,1%) увеличение содержания белка в семенах озимой пшеницы. При подкормках Металлоцен Универсал, содержание белка в зерне не изменилось, а при применении Металлоцена В, отмечалось даже некоторое снижение содержания белка в зерне.

Результаты статистической обработки данных показали, что достоверных различий между вариантами на данном фоне не было.

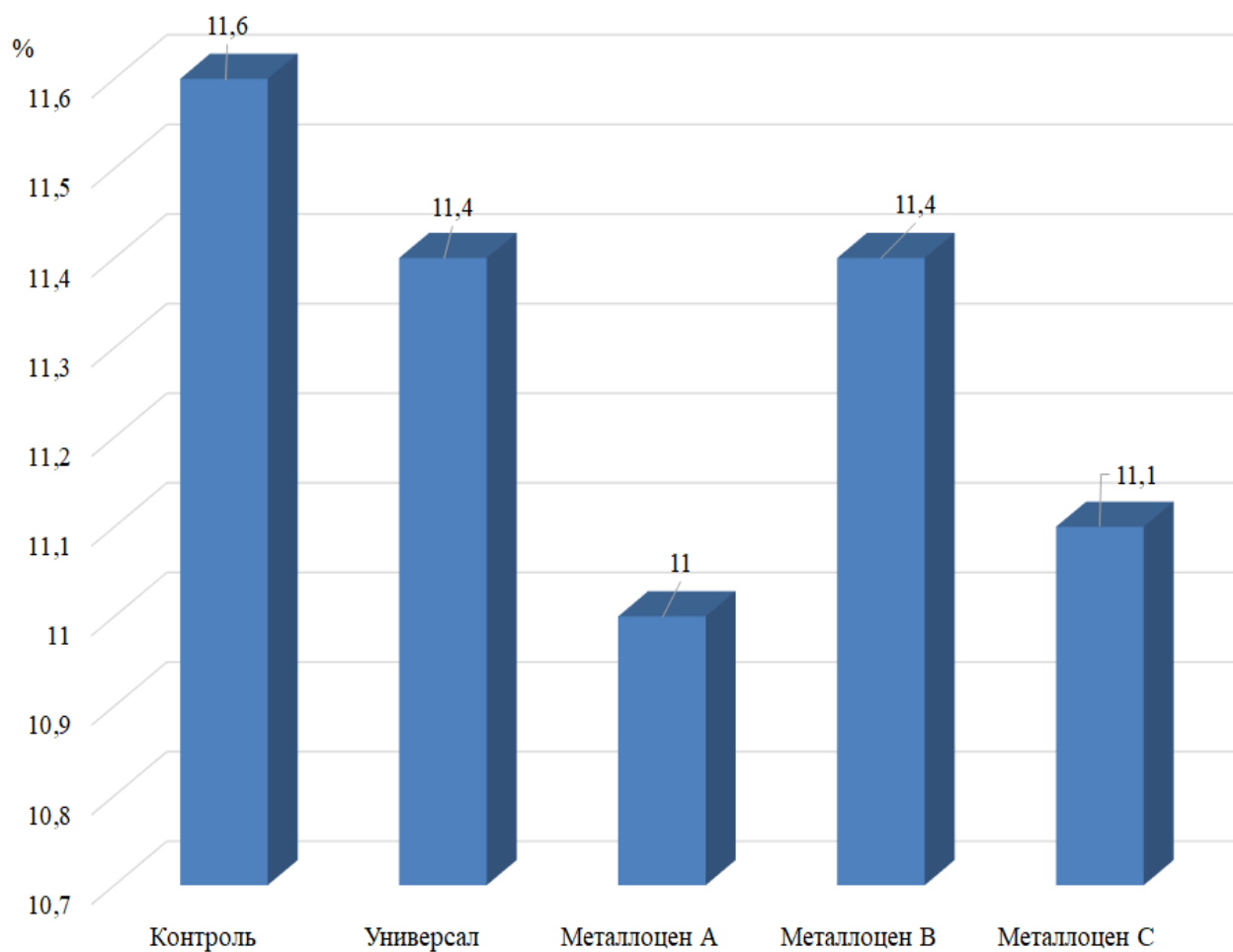


Рис. 10 – Содержание белка в семенах озимой пшеницы при применении удобрений марки Металлоцен на фоне осенней обработки Металлоцен Д, %, 2017-2020 гг.

На фоне с осенней обработкой марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д влияние последующих обработок на накопление в семенах белков было негативным. Так, при применении удобрения марки А (медьсодержащего) падение содержания белка составило 0,6%, в остальных вариантах такое падение было на уровне 0,2-0,5% к показателям в контроле. В вариантах с удобрениями марки Металлоцен Универсал и Металлоцен В разница показателей со значениями в контроле была недостоверной.

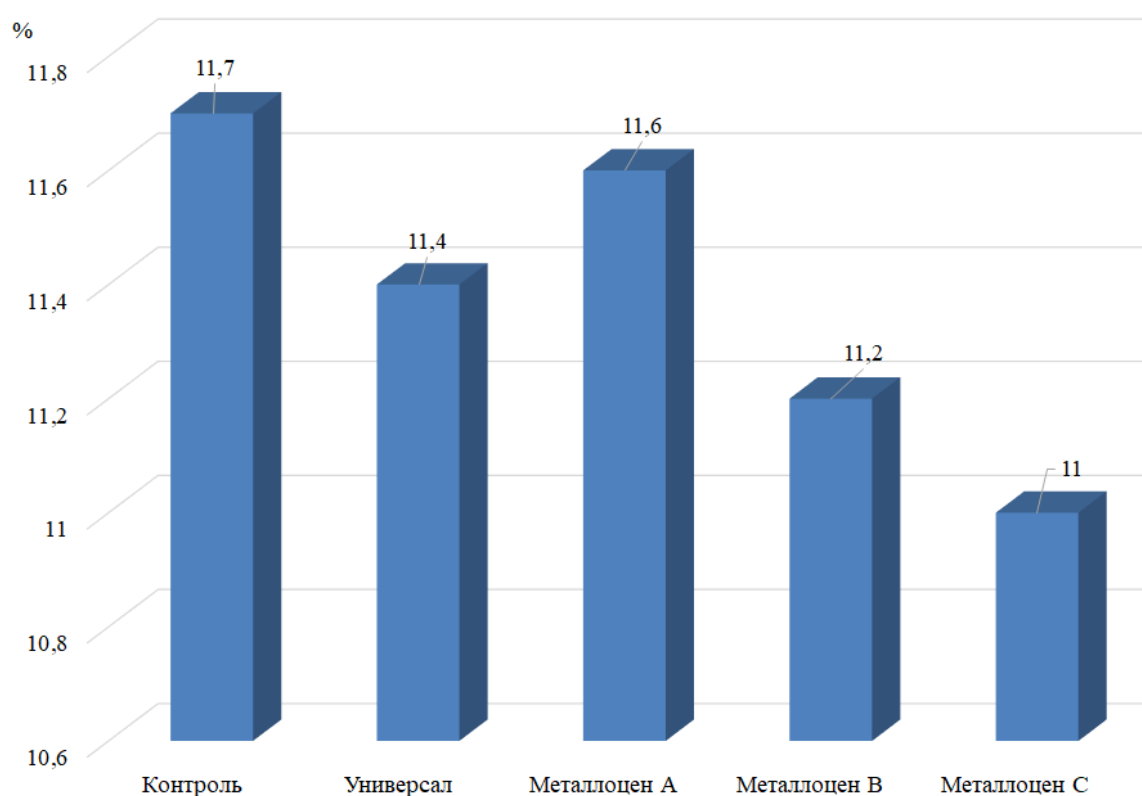


Рис. 11 – Содержание белка в семенах озимой пшеницы при применении удобрений марки Металлоцен на фоне осенней обработки Мелафеном, %, 2017-2020 гг.

На фоне с осенней обработкой стимулятором роста Мелафен, проявились различия между вариантами опыта. При применении Металлоцен С содержание белков в семенах упало на 0,7%, а в остальных вариантах – на 0,1-0,5%.

По всей видимости, падение содержания белков в семенах озимой пшеницы на фонах с осенней обработкой марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д и стимулятором роста Мелафен, может происходить за счет уве-

личения накопления биомассы и роста урожайности, что несколько снизило интенсивность процессов накопления белков в семенах культуры.

4.6. Химический состав семян и вынос элементов минерального питания озимой пшеницей

Применение удобрения оказывает влияние на потребление растениями элементов минерального питания. В наших опытах, использование обработок также повлияло на химический состав семян (табл. 28).

При сравнении влияния фонов с осенней обработкой посевов озимой пшеницы, можно сделать вывод о том, что накопление азота в семенах на фоне с осенней обработкой марганецсодержащим удобрением несколько выросло, но при использовании осенью стимулятора роста, отмечается некоторое падение данного показателя. Аналогичная картина была и для показателя содержания в зерне фосфора. В тоже время, использование осенней обработки (особенно стимулятором роста Мелафен) привело к росту содержания в семенах калия по сравнению с показателями фона без осенней обработки.

При использовании только осенне-летних подкормок, незначительный рост содержания азота в семенах был при использовании удобрения марки Универсал. Все варианты с подкормками способствовали росту накопления в зерне пшеницы фосфора и калия. Особенно заметным данный эффект был при применении удобрения марки Металлоцен Универсал.

На фоне с применением осенью марганецсодержащего удобрения Металлоцен Д, весенне-летние подкормки различными удобрениями снижали содержание в семенах азота. Несколько слабее данный эффект был при применении удобрения Металлоцен марки Универсал. В тоже время, подкормки обеспечили увеличение содержание в зерне фосфора, максимальное содержание которого было при применении подкормки удобрениями марки В (цинксодержащее) и Металлоцен Универсал. Аналогичный эффект был и по

накоплению в семенах калия. В вариантах с весенне-летними подкормками его содержание (особенно в вариантах с марками С и В) в семенах было выше, чем в контроле.

Таблица 28 – Содержание макроэлементов в семенах озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок посевов, %, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Азот (ГОСТ 13496.4)	Фосфор (ГОСТ 26657)	Калий (ГОСТ 30504)
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	2,26 ± 0,23	0,46 ± 0,04	0,36 ± 0,04
Металлоцен Универсал	2,30 ± 0,12	0,54 ± 0,07	0,41 ± 0,03
Металлоцен А	1,99 ± 0,26	0,54 ± 0,09	0,37 ± 0,06
Металлоцен В	2,19 ± 0,18	0,52 ± 0,08	0,38 ± 0,03
Металлоцен С	2,21 ± 0,24	0,50 ± 0,05	0,37 ± 0,06
В среднем по фону	2,19	0,51	0,38
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	2,29 ± 0,16	0,47 ± 0,03	0,35 ± 0,05
Металлоцен Универсал	2,26 ± 0,20	0,54 ± 0,02	0,42 ± 0,08
Металлоцен А	2,09 ± 0,21	0,52 ± 0,05	0,39 ± 0,06
Металлоцен В	2,17 ± 0,22	0,56 ± 0,05	0,43 ± 0,08
Металлоцен С	2,11 ± 0,19	0,52 ± 0,03	0,46 ± 0,07
В среднем по фону	2,18	0,52	0,41
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	2,11 ± 0,22	0,43 ± 0,06	0,51 ± 0,07
Металлоцен Универсал	2,06 ± 0,18	0,52 ± 0,04	0,49 ± 0,06
Металлоцен А	2,09 ± 0,25	0,50 ± 0,08	0,46 ± 0,09
Металлоцен В	2,08 ± 0,21	0,51 ± 0,06	0,44 ± 0,05
Металлоцен С	2,04 ± 0,26	0,49 ± 0,05	0,47 ± 0,07
В среднем по фону	2,08	0,49	0,47

При применении осенью стимулятора роста Мелафен, также отмечалось уменьшение накопления в зерне азота в вариантах с последующими подкормками, но содержание фосфора, и особенно, калия значительно увеличилось. По содержанию в зерне фосфора и калия выделялся вариант с удобрением марки Универсал.

Таким образом, применение некорневых подкормок удобрениями серии Металлоцен приводит к некоторому снижению содержания в зерне азота, но увеличивается накопление фосфора и калия (особенно для марки Универсал).

Данные по содержанию макроэлементов в соломе озимой пшеницы приведены в таблице 29.

Применение осенней обработки марганецсодержащим удобрением и, особенно, стимулятором роста Мелафеном, привело к росту содержания азота, фосфора и калия в соломе озимой пшеницы в сравнении с фоном где осенняя обработка не проводилась. Особенно выделяется положительное влияние применения осенью стимулятора роста Мелафен, что привело к значительному увеличению накопления калия в соломе.

При сравнении влияния различных удобрений серии Металлоцен на фоне без осенней обработки, можно сделать вывод о том, что максимальное содержание азота и фосфора отмечалось при применении удобрения Металлоцен марки Универсал, а калия – при использовании молибденового состава Металлоцен С. В целом, некорневые подкормки весной и осенью, в первую очередь положительно влияли на накопление в соломе фосфора и несколько слабее – калия.

На фоне с осенней подкормкой марганецсодержащим удобрением, проявилась аналогичная тенденция, что и на фоне без осенних обработок. Применение всех вариантов с подкормками весной и летом, привело к более высоким показателям содержания в соломе фосфора (в меньшей степени калия), в сравнении с контролем (без весенне-летней подкормки), тогда как содержание азота в надземной части растения практически не изменялось. По содер-

жанию азота и фосфора в соломе выделялся вариант Металлоцен Универсал, а калия – Металлоцен С.

Таблица 29 – Содержание макроэлементов в соломе озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок посевов, %, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Азот (ГОСТ 13496.4)	Фосфор (ГОСТ 26657)	Калий (ГОСТ 30504)
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	0,62 ± 0,04	0,24 ± 0,03	1,24 ± 0,09
Металлоцен Универсал	0,64 ± 0,03	0,34 ± 0,05	1,26 ± 0,08
Металлоцен А	0,59± 0,06	0,28 ± 0,04	1,25 ± 0,08
Металлоцен В	0,63± 0,06	0,30± 0,05	1,26± 0,11
Металлоцен С	0,61± 0,05	0,30± 0,03	1,27± 0,09
В среднем по фону	0,62	0,29	1,26
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	0,64 ± 0,05	0,21 ± 0,04	1,27± 0,07
Металлоцен Универсал	0,67± 0,04	0,34 ± 0,03	1,29 ± 0,08
Металлоцен А	0,64 ± 0,07	0,32 ± 0,03	1,25± 0,06
Металлоцен В	0,65± 0,04	0,30± 0,05	1,29± 0,09
Металлоцен С	0,66± 0,07	0,32± 0,07	1,31± 0,12
В среднем по фону	0,65	0,30	1,28
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	0,67± 0,08	0,24 ± 0,05	1,32 ± 0,11
Металлоцен Универсал	0,68± 0,07	0,35± 0,03	1,36± 0,09
Металлоцен А	0,65± 0,09	0,34± 0,06	1,32± 0,07
Металлоцен В	0,68± 0,07	0,32 ± 0,04	1,37± 0,09
Металлоцен С	0,71± 0,09	0,34± 0,08	1,39± 0,10
В среднем по фону	0,68	0,32	1,35

При использовании осенью стимулятора роста Мелафен и последующей двукратной подкормки удобрением серии Металлоцен, отмечался более высокий уровень накопления в соломе фосфора, в меньшей степени азота и калия. Максимальное содержание азота и калия в соломе было при применении двукратной подкормки удобрением Металлоцена С; фосфора – при использовании удобрения Металлоцен Универсал.

Проведенные исследования, показали, что осенняя обработка посевов озимой пшеницы как удобрением, так и стимулятором роста, а также последующие подкормки, в первую очередь, ведут к повышению содержания в соломе фосфора.

На основании показателей урожайности семян и выхода соломы, а также с учетом содержания в них элементов питания, был рассчитан показатель хозяйственного выноса макроэлементов (табл. 30).

За счет роста урожайности, а также изменений в химическом составе зерна и соломы, применение осенних обработок как удобрением, так и стимулятором роста приводило к увеличению хозяйственного выноса NPK с 1 га посевов озимой пшеницы. Особенно заметным для азота и фосфора данный эффект был на фоне с осенней подкормкой посевов марганецсодержащим удобрением, тогда как по калию – максимальные показатели были при осенней обработке стимулятором роста Мелафен.

Применение только весенне-летней подкормки приводило к увеличению значений хозяйственного выноса в сравнении с показателями абсолютного контроля. Максимальный хозяйственный вынос азота (на 19,4% выше значений в контроле), фосфора (рост выноса на 33,3%) и калия (рост на 28,4%) был получен на варианте с использованием удобрения Металлоцен Универсал.

При использовании осенью удобрения Металлоцен Д и последующей подкормки удобрениями Металлоцен, рост выноса азота отмечался при использовании марки Универсал, тогда в других вариантах данный показатель даже снижался к значениям в контроле по данному фону. В тоже время, сочетании осенней подкормки с весенне-летними обработками способствовало

увеличению хозяйственного выноса фосфора и калия, причем максимальные значения по фосфору были при применении Металлоцен Универсал, а по калию – Металлоцен С и Металлоцен Универсал.

Таблица 30 – Хозяйственный вынос макроэлементов
озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок
посевов, кг/га, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне- летний период	Азот	Фосфор	Калий
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	77,1	18,6	40,2
Металлоцен Универсал	92,1	24,8	51,6
Металлоцен А	71,2	22,4	42,3
Металлоцен В	81,0	23,3	44,5
Металлоцен С	80,6	22,3	44,2
В среднем по фону	80,4	22,3	44,6
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	102,7	23,9	56,8
Металлоцен Универсал	107,2	31,6	59,2
Металлоцен А	93,0	28,2	52,8
Металлоцен В	99,5	30,8	57,5
Металлоцен С	99,5	29,8	60,2
В среднем по фону	100,4	28,9	57,3
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	89,1	21,2	55,8
Металлоцен Универсал	101,1	31,5	64,7
Металлоцен А	90,8	27,4	55,8
Металлоцен В	96,1	28,6	59,6
Металлоцен С	98,0	29,0	63,0
В среднем по фону	95,0	27,5	59,8

При использовании осенью стимулятора роста Мелафен наблюдался рост хозяйственного выноса всех макроэлементов. По всем изучаемым элементам питания наибольший вынос с урожаем был при использовании варианта с подкормкой весной и летом удобрением марки Металлоцен Универсал.

В целом полученные результаты показали, что наиболее заметное влияние изучаемые схемы оказали на хозяйственный вынос фосфора, слабее калия и азота. Максимальные показатели хозяйственного выноса были при применении удобрения марки Металлоцен Универсал.

На основании хозяйственного выноса, были рассчитаны показатели соотношения между макроэлементами (за 1 был взят вынос азота) (табл. 31).

Осенняя обработка посевов практически не оказало влияние на соотношение выноса в системе азот : фосфор, но (особенно на фоне с Мелафеном) способствовала увеличению доли калия в системе N : K. Так если на фоне без осенней обработки данное отношение было 1 : 0,55, то при применении осенью Мелафена – 1 : 0,63.

На первом фоне (без осенних обработок) во всех опытных вариантах соотношение N : P изменялось в сторону фосфора, особенно заметным данный эффект был при применении Металлоцен А. Аналогичный эффект был и по калию, причем здесь также выделялся вариант с медьсодержащим удобрением марки А.

При использовании осенью марганецсодержащего удобрения с последующей двукратной весенне-летней подкормкой, происходит увеличение доли фосфора, причем для всех вариантов примерно в одинаковой степени. Изменения в сторону калия, в большей степени отмечались для удобрения Металлоцен марок В и С.

Таблица 31 – Соотношение между макроэлементами в их выносе с урожаем озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости схем обработок посевов, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Азот	Фосфор	Калий
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	1	0,24	0,52
Металлоцен Универсал	1	0,27	0,56
Металлоцен А	1	0,31	0,59
Металлоцен В	1	0,29	0,55
Металлоцен С	1	0,28	0,55
В среднем по фону	1	0,28	0,55
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	1	0,23	0,55
Металлоцен Универсал	1	0,29	0,55
Металлоцен А	1	0,30	0,57
Металлоцен В	1	0,31	0,58
Металлоцен С	1	0,30	0,61
В среднем по фону	1	0,29	0,57
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	1	0,24	0,63
Металлоцен Универсал	1	0,31	0,64
Металлоцен А	1	0,30	0,61
Металлоцен В	1	0,30	0,62
Металлоцен С	1	0,30	0,64
В среднем по фону	1	0,29	0,63

На фоне с осенней обработкой посевов озимой пшеницы Мелафеном, отмечались изменения в сторону фосфора в соотношении N : P при применении двукратных подкормок, причем различий между марками удобрений не

отмечалось. В тоже время в системе N : K, на данном фоне при применении двукратных весенне-летних подкормок значительных изменений не отмечалось.

На основании полученных данных по хозяйственному выносу, был рассчитан нормативный вынос макроэлементов на 1 т урожая и соответствующего количества соломы (табл. 32).

Осеннее применение марганецсодержащего удобрения Металлоцен Д и стимулятора роста Мелафен, оказало слабое влияние на величину выноса на единицу продукции азота. В тоже время, по калию, и, в меньшей степени по фосфору, влияние осенней обработки было положительным, т.е. вынос данных элементов вырос в сравнении с фоном, где осенней обработки не было увеличивался.

При применении только двукратных подкормок различными удобрениями, было установлено, что только вариант с удобрением Металлоцен Универсал обеспечил некоторый рост выноса азота, тогда как в остальных вариантах, напротив, вынос данного элемента падал. В тоже время, вынос фосфора (особенно в вариантах Металлоцен марок А и В) при применении всех весенне-летних подкормок вырос. Аналогичный эффект был и для калия (максимальный вынос на 1 т урожая в варианте с удобрением Металлоцен Универсал).

На фоне с осенней обработкой Металлоценом Д, вынос азота на 1 т зерна и побочной продукции снижался, тогда как по фосфору, вынос увеличивался (особенно заметным рост был в вариантах с Металлоценом марок В и Универсал). По выносу калия, отличались варианты с марками удобрения Металлоцен – В и С.

Практически аналогичная ситуация отмечалось и на фоне с осенней обработкой стимулятором роста Мелафеном. Вынос азота в вариантах с подкормкой разными марками удобрения Металлоцен падал, тогда как вынос фосфора, и в меньшей степени, калия увеличивался. По выносу фосфора на

данном фоне, выделялся вариант с удобрением маркиMetalлоцен Универсал, а по калию – удобрения Metalлоцен марки С и Универсал.

Таблица 32 – Вынос макроэлементов урожаем озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок посевов, кг/т, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Азот	Фосфор	Калий
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	32,8	7,9	17,1
Металлоцен Универсал	33,0	8,9	18,5
Металлоцен А	29,3	9,2	17,4
Металлоцен В	32,0	9,2	17,6
Металлоцен С	32,1	8,9	17,6
В среднем по фону	31,8	8,8	17,6
Осенняя обработка Metalлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	34,0	7,9	18,8
Металлоцен Универсал	33,3	9,8	18,4
Металлоцен А	31,0	9,4	17,6
Металлоцен В	32,0	9,9	18,5
Металлоцен С	31,4	9,4	19,0
В среднем по фону	32,3	9,3	18,5
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	31,5	7,5	19,7
Металлоцен Универсал	31,1	9,7	19,9
Металлоцен А	31,1	9,4	19,1
Металлоцен В	31,3	9,3	19,4
Металлоцен С	31,1	9,2	20,0
В среднем по фону	31,2	9,0	19,6

В целом, полученные результаты показали, что применение подкормки удобрениями серии Металлоцен, в первую очередь способствовало увеличению нормативного выноса фосфора, в меньшей степени калия и азота. При этом удобрение марки Металлоцен Универсал приводит к более высокому выносу фосфора в сочетании с осенними обработками, а удобрение марки С – калия.

Таким образом, применение осенних обработок и последующих весенне-летних подкормок оказывают более выраженное влияние на потребление растениями озимой пшеницы фосфора, в меньшей степени калия и азота.

Для оценки зависимости урожайности озимой пшеницы от содержания в семенах и соломе макроэлементов применялся корреляционно-регрессионный анализ (табл. 33)

Таблица 33 – Коэффициенты корреляции и уравнения регрессии между урожайностью озимой пшеницы и содержанием макроэлементов

Показатель	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии
Семена		
Содержание азота, %	-0,169*	$y = 2,89 - 0,53x \pm 0,085$
Содержания фосфора, %	+0,225*	$y = 2,89 + 1,98x \pm 2,38$
Содержания калия, %	+0,603	$y = 2,89 + 3,64x \pm 1,34$
Солома		
Содержание азота, %	+0,808	$y = 2,89 + 8,0x \pm 1,62$
Содержания фосфора, %	+0,460*	$y = 2,89 + 3,26x \pm 1,74$
Содержания калия, %	+0,605	$y = 2,89 + 4,18x \pm 1,35$

Примечание: * – показатели недостоверны при $P = 5\%$

Результаты анализа показали слабую отрицательную зависимость между урожайностью и содержанием в семенах азота, но тесную связь ($r = 0,808$) с содержанием данного элемента в соломе. Установлена достоверная положительная связь между урожайностью и содержанием калия в семенах и соломе. Для фосфора связь была также положительной.

4.7. Показатели качества семян нового урожая

Результаты оценки посевных свойств семян нового урожая представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Показатели качества семян озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок посевов, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Количество первичных корешков, шт./семя	Длина первичного корня, см
Контроль – без осенней обработки				
Контроль	89,0	94,0	3,5	15,4
Металлоцен Универсал	90,0*	94,0*	3,3	17,2
Металлоцен А	92,0	98,0	3,5*	18,7
Металлоцен В	94,0	98,0	4,1	16,8
Металлоцен С	94,0	98,0	3,9	15,8*
В среднем по фону	91,8	96,4	3,66	16,8
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га				
Контроль	92,0	98,0*	3,7	15,8
Металлоцен Универсал	94,0	99,0	3,7*	17,4
Металлоцен А	92,0	98,0*	3,7*	16,7
Металлоцен В	92,0	97,0	3,4	16,3
Металлоцен С	92,0	96,0	3,9	16,7
В среднем по фону	92,4	97,6	3,7	16,6
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га				
Контроль	90,0	94,0	3,4	14,5
Металлоцен Универсал	91,0*	98,0	3,7	15,8
Металлоцен А	92,0	98,0	4,5	16,5
Металлоцен В	91,0*	98,0	3,7	16,1
Металлоцен С	91,0*	98,0	4,1	14,4*
В среднем по фону	91,0	97,2	3,9	15,5

Примечание: * – разница не достоверна к показателям в контроле по фону при Р=5%.

При рассмотрении показателей энергии прорастания и лабораторной всхожести семян нового урожая в зависимости от осенней обработки посевов озимой пшеницы можно сделать вывод о том, что максимальные их значения были при использовании осенью некорневой подкормки удобрением Металлоцен Д.

При применении осенью Металлоцен Д и последующих весенне-летних подкормок, наилучшие показатели по лабораторной всхожести были получены в варианте с использованием удобрения Металлоцен Универсал. Во всех вариантах с применением осенью стимулятора роста Мелафен и с последующими подкормками в весенне-летний период всеми марками удобрения Металлоцен отмечается рост лабораторной всхожести на 4%

Увеличение количества первичных корешков при прорастании семян озимой пшеницы наиболее заметно проявлялось на фоне, где осенью применяли стимулятор роста Мелафен. Влияние весенне-летних подкормок на данный показатель менялся в зависимости от используемой марки удобрения Металлоцен. Так, увеличение количества первичных корешков происходило при применении молибден-борного удобрения Металлоцен С на всех фонах с осенней обработкой. В других вариантах данный эффект не проявлялся или проявлялся в слабой степени.

Осенняя обработка посевов озимой пшеницы как удобрением Металлоцен Д, так и препаратом Мелафен не оказала положительного влияния на величину максимальной длины первичных корней. При сочетании осенней и весенне-летних подкормок удобрениями отмечался рост данного показателя к значениям в контроле. Аналогичный эффект (за исключением Металлоцена марки С) был получен и на фоне с применением осенью стимулятора роста Мелафен.

В целом, по показателям лабораторной всхожести и энергии прорастания, все изучаемые варианты превосходили показатели абсолютного контроля, что имеет важное значение при производстве качественных семян озимой пшеницы.

Результаты фитоэкспертизы семян нового урожая приведены в таблице 35.

Таблица 35 – Фитопатологическое состояние (зараженность патогенами) семян озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок посевов, %, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Фузариозная инфекция (<i>Fusarium</i> spp.)	Гельминтоспориозная инфекция (<i>Cochliobolus sativus</i>)	Альтернариозная инфекция (<i>Alternaria</i> spp.)
Контроль – без осенней обработки			
Контроль	2,3	12,4	47,1
Металлоцен Универсал	1,7	8,7	42,3*
Металлоцен А	1,5	7,5	38,9
Металлоцен В	1,8	9,1	45,8*
Металлоцен С	2,0*	10,4	46,5*
В среднем по фону	1,9	9,6	44,1
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га			
Контроль	0,7	6,2	40,1
Металлоцен Универсал	0,4	4,9	35,9
Металлоцен А	0,1	4,1	36,1
Металлоцен В	0,3	9,3	37,2*
Металлоцен С	0,4	9,1	42,1*
В среднем по фону	0,4	6,7	38,3
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га			
Контроль	1,7	12,1	41,9
Металлоцен Универсал	1,2	6,2	40,2*
Металлоцен А	0,8	6,0	39,2*
Металлоцен В	1,5	9,8	42,9*
Металлоцен С	0,9	10,9	41,1*
В среднем по фону	1,2	9,0	41,1

Примечание: * – разница не достоверна к показателям в контроле по фону при Р=5%.

При сравнении показателей зараженности семян фитопатогенными микроорганизмами в зависимости от осенней обработки посевов озимой пшеницы было обнаружено, что минимальные показатели, по всем трем изучаемым микозам, были при применении удобрения Металлоцен Д.

При использовании только весенне-летних подкормок, минимальные показатели по зараженности семян нового урожая всеми фитопатогенными грибами были в варианте с медьсодержащим удобрением марки А (снижение зараженности гельминтоспориозной инфекции в 1,65 раза, фузариозной – в 1,53 раза в сравнении с абсолютным контролем), несколько хуже результаты были при использовании удобрения Металлоцен Универсал (снижение зараженности гельминтоспориозной инфекцией в 1,42 раза, а фузариозной – в 1,35 раза).

Использование осенней обработки марганецсодержащим удобрением и последующей двукратной подкормки разными марками Металлоцена, обеспечило значительное снижение зараженности семян фузариозной (показатели снизились к значениям в абсолютном контроле в 5-23 раза) и гельминтоспориозной инфекцией (снижение в 1,33-3,02 раза). Минимальные показатели зараженности семян возбудителями корневых гнилей (гельминтоспориоз + фузариоз) были получены при применении удобрения Металлоцен марки А (4,2%, что оценивается как слабая степень заражения) и марки Универсал (5,3%, что оценивается как средняя степень заражения).

При применении осенью Мелафена и последующих подкормок озимой пшеницы удобрениями весной и летом, характер влияния на фитопатологическое состояние семян практически не изменился. Минимальная зараженность возбудителями корневых гнилей (6,8%) был при использовании удобрения Металлоцен марки А, несколько хуже результаты были получены при применении удобрения марки Универсал (зараженность патогенами, вызывающими корневые гнили 7,4%).

Проведенные исследования показали, что применение медьсодержащего удобрения Металлоцен А и комплексного состава Металлоцен Универсал,

особенно в сочетании с использованием осенью марганецсодержащего удобрения Металлоцен Д, приводит к снижению зараженности семян нового урожая возбудителями корневых гнилей. Вместе с тем, влияние изучаемых обработок на альтернариозную инфекцию семян озимой пшеницы было слабым.

Для оценки вклада различных изучаемых факторов в варьирование показателей зараженности семян были проведены соответствующие расчеты (рис. 12,13,14)

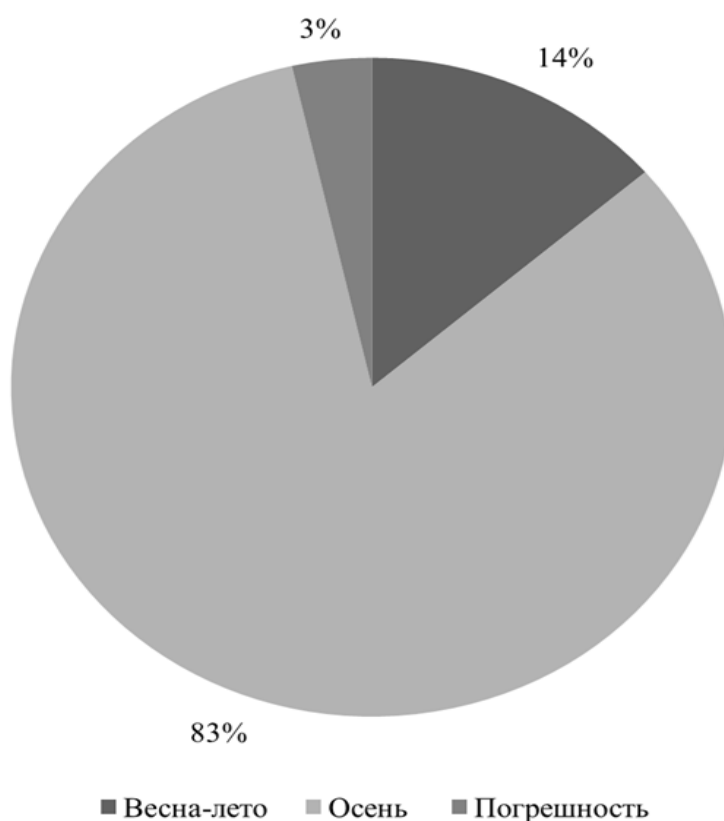


Рис.12 - Вклад различных факторов в варьирование показателя зараженности семян фузариозной инфекцией, %, 2017-2020 гг.

Результаты оценки показали, что изменения зараженности семян озимой пшеницы нового урожая фузариозной инфекцией в большей степени связаны с осенними обработками (вклад 83%), нежели с применением весенне-летних некорневых подкормок (вклад 14%).

Для гельминтоспориозной инфекции (рис. 13), в отличие от фузариозной, наибольший вклад в общую сумму квадратов отклонений показателя зара-

женности семян внесли обработки в весенне-летний период (56%), а на долю осенних обработок приходилось лишь 26%.

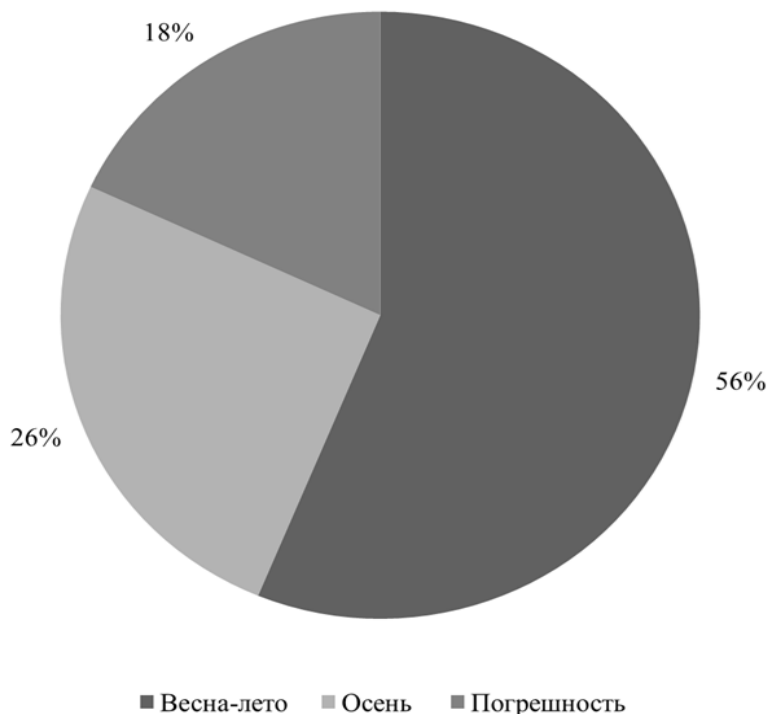


Рис.13 - Вклад различных факторов в варьирование показателя зараженности семян гельминтоспориозной инфекцией, %, 2017-2020 гг.

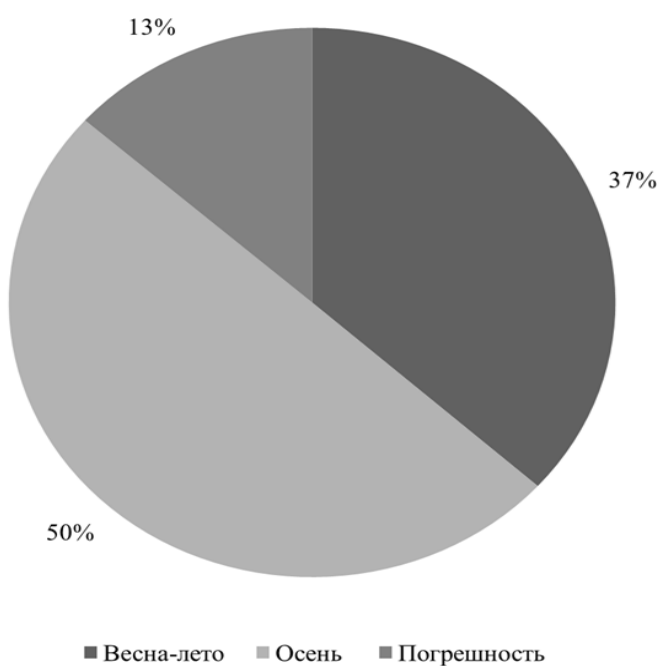


Рис. 14 - Вклад различных факторов в общую сумму квадратов отклонений показателя зараженности семян альтернариозной инфекцией, %, 2017-2020 гг.

Для альтернариозной инфекции (рис. 14), максимальный вклад был для осенней обработки (50%).

Таким образом, осенние обработки оказали большее влияние на фузариозную и альтернариозную инфекции, а весенне-летние – на гельминтоспориозную.

Выше отмечалось, что одним из серьезных микозов семян зерновых культур выступает «черный зародыш». Результаты оценки влияния изучаемых схем обработок посевов озимой пшеницы на данный показатель приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Зараженность семян озимой пшеницы «черным зародышем» в зависимости от схем обработок посевов озимой пшеницы, %, 2017-2020 гг.

Вариант обработки в весенне-летний период	Вариант осенней обработки		
	контроль	Металлоцен Д, 1 л/га	Мелафен, 0,1 л/га
Контроль	4,3	2,7	3,2
Универсал	3,6	2,2	2,6
Металлоцен А	3,1	1,9	2,1
Металлоцен В	4,1*	2,8*	3,0*
Металлоцен С	3,6	2,6*	2,9*
В среднем по фону	3,7	2,4	2,8

Примечание: * – разница не достоверна к показателям в контроле по фону при Р=5%.

Результаты оценки показали, что применение осенью марганецсодержащего удобрения Металлоцен Д приводит к снижению зараженности семян «черным зародышем».

Минимальные показатели зараженности семян «черным зародышем» были при использовании на всех фонах с осенней обработкой удобрения Металлоцен марки А (медьсодержащего) и марки Универсал.

Оценка вклада различных изучаемых факторов в варьирование показателя зараженности семян «черным зародышем» представлены на рисунке 15.

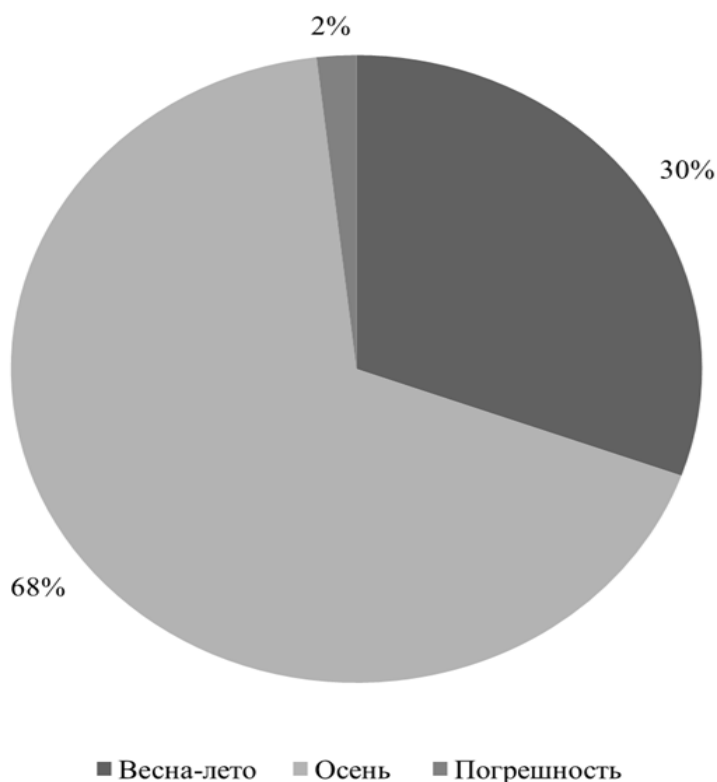


Рис. 15 - Вклад различных факторов в варьирование показателя зараженности семян «черным зародышем», %, 2017-2020 гг.

Результаты оценки показали, что наибольшее влияние на изменения показателя зараженности семян «черным зародышем» отмечались при применении осенней обработки (68%), в меньшей степени (30%) весенне-летней обработки.

При изучении видового состава патогенов, вызывающих «черный зародыш» по всем вариантам опыта и во все годы исследований были получены следующие результаты (рис. 16). Доминирующими видами грибов, вызывающих «черный зародыш» в годы исследований были альтернариозные (преимущественно *A. tenuissima*). Значительно реже выделялись грибок *Cochliobolus sativus*, а также плесневые грибы. Из пораженных семян не были выделены грибы рода Фузариум. Значительного влияния различных обработок на

структуру популяции грибов, вызывающих «черный зародыш» не обнаружено.



Рис. 16 – Доля различных групп микромицетов, выделенных из семян озимой пшеницы, зараженных «черным зародышем», 2017-2020 гг.

Значительный интерес представляет оценка зависимости между зараженностью семян различными болезнями и содержанием в них основных макроэлементов (табл. 37).

Таблица 37 – Коэффициенты корреляции между зараженностью семян микозами и содержанием в них макроэлементов

	Азот	Фосфор	Калий
Фузариозная инфекция	0,168*	-0,398*	-0,212*
Гельминтоспориозная инфекция	0,044*	-0,473*	0,128*
Альтернариозная инфекция	0,254*	-0,439*	-0,216*
«Черный зародыш»	0,356*	-0,255*	-0,363*

Примечание: 1. критические значения коэффициента корреляции на 5% уровне значимости – 0,482. 2. * – показатели меньше критического значения.

Установлено слабая положительная связь между зараженностью семян микозами и содержанием в них азота, тогда как для фосфора, напротив, связь была отрицательной. Однако, в целом, показатели коэффициента корреляции были ниже порогового уровня.

Для оценки влияния различных факторов на формирование посевных качеств семян озимой пшеницы был проведен корреляционно-регрессионный анализ, результаты которого приведены в таблице 38.

Таблица 38 – Коэффициенты корреляции показателей посевных качеств семян озимой пшеницы и различных факторов

Фактор	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Содержание в семенах, %:		
белка	-0,057*	-0,306*
азота	0,069*	-0,304*
фосфора	0,435*	0,402*
калия	-0,285*	-0,134*
Зараженность семян, %:		
фузариозная инфекция	-0,299*	-0,445*
гельминтоспориозная инфекция	-0,436*	-0,610
альтернариозная инфекция	-0,177*	-0,413*
«черный зародыш»	-0,226*	-0,509
Зараженность колоса, %:		
септориоз	-0,504	-0,575
«чернь колоса»	-0,155*	0,114*
Масса 1000 семян, г	0,206*	0,144*

Примечание: 1. критические значения коэффициента корреляции на 5% уровне значимости равен 0,482. 2. * – показатели меньше критического значения.

Между показателями, характеризующими посевные свойства (энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян) и содержанием в семенах белка, азота и калия не обнаружено достоверной зависимости. Слабая положи-

тельная корреляция была с содержанием в семенах фосфора и лабораторной всхожестью, но значения коэффициента корреляции были ниже критического уровня. Аналогичные результаты были получены и для показателя массы 1000 семян.

Зараженность семян патогенами оказало слабое отрицательное влияние на энергию прорастания, но значение коэффициента корреляции было недостоверным. Достоверное отрицательное влияние на лабораторную всхожесть семян оказали – зараженность их гельминтоспориозом ($r = 0,610$) и «черным зародышем» ($r = 0,509$). Среди болезней колоса, достоверное отрицательное влияние оказало заражение их септориозом ($r = 0,575$).

С учетом полученных результатов, был проведен множественный корреляционно-регрессионный анализ, в результате которого были получены следующие результаты.

Для зараженности семян гельминтоспориозом и «черным зародышем» коэффициент множественной корреляции был равен $R = 0,615$, а уравнение множественно регрессии имело вид:

$$y = -0,35 \cdot X_1 - 0,30 \cdot X_2 + 97,07 \pm 1,35, \quad (1)$$

где y – лабораторная всхожесть, %;

X_1 – зараженность семян гельминтоспориозной инфекцией, %;

X_2 – зараженность семян «черным зародышем», %.

Для зараженности семян гельминтоспориозом, «черным зародышем», а также зараженности колоса септориозом коэффициент множественной корреляции составил $R = 0,665$, а уравнение множественно регрессии имело вид:

$$y = -0,211 \cdot X_1 - 0,316 \cdot X_2 - 0,276 \cdot X_3 + 101,823 \pm 1,277, \quad (2)$$

где y – лабораторная всхожесть, %;

X_1 – зараженность семян гельминтоспориозной инфекцией, %;

X_2 – зараженность семян «черным зародышем», %;

X_3 – зараженность колоса септориозом, %.

4.8. Оценка экономической эффективности

Результаты экономической оценки приведены в таблице 39.

Таблица 39 – Оценка экономической эффективности возделывания озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от схем обработок посевов, 2017-2020 гг.

Вариант	СВП, тыс. руб/га	ПЗ, тыс. руб/га	Себесто- имость, тыс. руб/т	ЧД, тыс. руб/га	УР, %
Контроль – без осенней обработки					
Контроль	35,25	25,41	10,81	9,84	39
Металлоцен Универсал	41,85	26,85	9,62	15,00	56
Металлоцен А	36,45	26,49	10,90	9,96	38
Металлоцен В	37,95	26,59	10,51	11,36	43
Металлоцен С	37,65	26,57	10,59	11,08	42
Осенняя обработка Металлоцен Д, 1 л/га					
Контроль	45,30	26,58	8,80	18,72	70
Металлоцен Универсал	48,30	27,78	8,63	20,52	74
Металлоцен А	45,00	27,56	9,19	17,44	63
Металлоцен В	46,65	27,67	8,90	18,98	69
Металлоцен С	47,55	27,73	8,75	19,82	71
Осенняя обработка Мелафен, 0,1 л/га					
Контроль	42,45	27,14	9,59	15,31	56
Металлоцен Универсал	48,75	28,56	8,79	20,19	71
Металлоцен А	43,80	28,23	9,67	15,57	55
Металлоцен В	46,05	28,38	9,24	17,67	62
Металлоцен С	47,25	28,46	9,03	18,79	66

Примечания: 1. СВП – стоимость валовой продукции; ПЗ – производственные затраты; ЧД – чистый доход; УР – уровень рентабельности. Цена реализации семян озимой пшеницы (на конец 2020 года) – 15,0 тыс. руб/т. Цена Металлоцен Д – 250 руб/л, Мелафена – 10000 руб/л.

Применение осенней обработки как Металлоценом Д, так и Мелафеном способствует росту чистого дохода, а также повышает рентабельность производства семян озимой пшеницы. Однако более выгодным осенью было опрыскивание растений озимой пшеницы Металлоценом В.

На фоне без осенней обработки, наилучшие экономические результаты были получены при использовании удобрения Металлоцен Универсал (рентабельность 56%, против 39% в контроле). Аналогичные результаты были получены и на фоне осенней обработки удобрением Металлоценом Д и стимулятором роста Мелафеном.

В целом, среди изучаемых схем обработок посевов озимой пшеницы наилучшие экономические результаты были получены при использовании схемы – осенью обработка Металлоценом Д с нормой 1,0 л/га, весной двукратная подкормка удобрением Универсал. Применение данного приема позволяет повысить чистый доход на 10,68 тыс. руб./га, снизить на 25,6% себестоимость производимых семян, а также обеспечить рост рентабельности до уровня 74%, против 39% в варианте с абсолютным контролем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Осеннее некорневое внесение марганецсодержащего удобрения Металлоцен Д привело к значительному (на 10,7-24,0%) увеличению густоты стояния растений перед уходом растений на зимовку, причем данный эффект сохранился и в начале весенней вегетации и к уборке урожая. В результате, к моменту уборки густота растений была на 8,3-20,4% выше, чем в контроле, что подтверждает положительное действие марганецсодержащего удобрения в реализации потенциала, заложенного в соответствующей норме высева семян.

2. Наилучшие показатели фотосинтетической деятельности посевов, накопления сухой биомассы растений, а также урожайности семян (рост на 0,67 т/га к контролю) были получены при использовании осенней обработки Металлоценом Д с нормой 1,0 л/га. Однако, подкормка данным удобрением, практически не оказала значительного влияния на снижение поражения колосов основными болезнями (септориозом, фузариозом и «чернью колоса»). Использование осенью марганецсодержащего удобрения Металлоценом Д способствовало росту выноса калия с урожаем семян и соответствующего количества соломы.

3. Применение осенней подкормки Металлоценом Д привело к увеличению энергии прорастания и лабораторной всхожести семян озимой пшеницы нового урожая, а также способствовала снижению их зараженности гельминтоспориозом. Значительного влияния данного приема на уменьшение зараженности семян альтернариозной инфекцией не отмечалось.

4. Сочетание осеннего внесения марганецсодержащего удобрения Металлоцен Д или обработки стимулятором роста Мелафен с последующими двукратными (в фазу кущения и выход в трубку) подкормками микроудобрениями серии Металлоцен обеспечивает, в большинстве случаев, рост длины стебля и увеличивает число зерен в колосе. Среди испытанных марок удобрений, по накоплению сухой массы и величине коэффициента использо-

вания ФАР преимуществом обладал вариант с двукратной обработкой растений удобрением марки Универсал на фоне осенней обработки как удобрением, так и стимулятором роста.

5. Двукратное некорневое внесение всех марок удобрения Металлоцен оказало выраженное положительное влияние на снижение зараженности колоса септориозом и практически не повлияло на распространенность «черни» колоса.

6. На всех фонах с осенней обработкой, наилучшие показатели по урожайности были при применении двукратной некорневой подкормкой удобрением Металлоцен Универсал. В условиях более засушливого вегетационного периода лучшие результаты были получены при его использовании на фоне с осенней обработкой растений стимулятором роста Мелафен (прибавка урожая к контролю на 0,72 т/га), а в условиях нормального увлажнения – на фоне осенней подкормки марганецсодержащим Металлоцен Д (прибавка на 0,89-1,04 т/га).

7. Применение некорневых подкормок удобрениями серии Металлоцен приводило к некоторому снижению содержания в зерне белка и азота, но увеличивало накопление фосфора и калия (особенно значительным данный эффект был для марки Универсал). Использование осенних обработок и последующих весенне-летних подкормок оказывают более выраженное влияние на потребление растениями озимой пшеницы фосфора, в меньшей степени калия и азота.

8. Наилучшие посевные качества семян озимой пшеницы нового урожая были получены при использовании осенью удобрения Металлоцен Д и подкормки в весенне-летний период удобрением Металлоцен Универсал. Применение данной схемы обработки семенных посевов приводит к снижению зараженности семян возбудителями корневых гнилей и «черным зародышем». Обнаружено достоверное отрицательное влияние на лабораторную всхожесть семян зараженности их гельминтоспориозом ($r = -0,610$) и «черным зародышем» ($r = -0,509$). Среди болезней колоса, достоверное отрица-

тельное влияние ($r = -0,575$) на всхожесть оказало заражение колосьев септориозом.

9. При осенней обработке озимой пшеницы различными дозами удобрения Металлоцен Д наиболее экономически выгодной была доза в 1,0 л/га. При сочетании осенних обработок и весенне-летних подкормок, наилучшие экономические результаты были получены при использовании схемы: осенью – опрыскивание посевов Металлоценом Д, весной и летом – двукратная подкормка удобрением Металлоцен Универсал. Применение данного приема позволило снизить на 25,6% себестоимость производимых семян и обеспечить рост рентабельности до уровня 74%, против 39% в варианте с абсолютным контролем.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан, включить в агротехнологию возделывания озимой пшеницы на семенные цели, следующие приемы:

1. Некорневую подкормку в фазу осеннего кущения марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д с дозой 1,0 л/га и нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

2. Двукратную подкормку (в фазы кущения и выход в трубку) удобрением Металлоцен Универсал (1,0 л/га) с расходом рабочей жидкости 200 л/га, при благоприятных условиях – на фоне осенней подкормки марганецсодержащим удобрением Металлоцен Д (1,0 л/га), а при угрозе развития засухи – на фоне осенней обработки посевов регулятором роста Мелафен (0,1 л/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблова, И. Б. Принципы и методы создания сортов пшеницы, устойчивых к болезням (на примере фузариоза колоса), и их роль в становлении агроэкосистем: специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений" : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Аблова Ирина Борисовна. – Краснодар, 2008. – 566 с.
2. Аветисян Г. А., Аветисян Т. В. Влияние микроэлемента марганца на устойчивость растений мягкой пшеницы к возбудителю мучнистой росы/ Г.А. Аветисян, Т. В. Аветисян //Бюллетень ГНБС. 2021. №138. – С.134-138.
3. Агапкин, Н. Д. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от применения регулятора роста мелафена / Н. Д. Агапкин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. - 2008. – № 6. – С. 5-6.
4. Алимкулов, С. О. Биологическая роль фосфора в жизни растений /С. О. Алимкулов, Д. К. Мурадова. // Молодой ученый. – 2015. – № 10 (90). – С. 44-47.
5. Амиров М. Ф. Влияние микроэлементов и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы/ М.Ф. Амиров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – №. 4. – С. 5-8.
6. Амиров М. Ф., Цветков Т. С. Отзывчивость озимой пшеницы на подкормки комплексным концентрированным удобрением в условиях Предкамья Республики Татарстан/ М.Ф. Амиров, Т.С. Цветков// Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – №. 4. – С. 12-18.
7. Андросова, В. М. Интегрированное обеззараживание семян озимой пшеницы от фузариозной инфекции / В. М. Андросова // Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: Материалы Международной научно-практической конференции с элементами школы

молодых ученых, Краснодар, 03–05 июля 2019 года. – Краснодар: Издательство "ЭДВИ", 2019. – С. 154-155.

8. Анспок, П.И. Микроудобрения. – Л.:Агропромиздат, 1990-272 с.

9. Аристархов, А.Н. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка качество продукции зерновых и зернобобовых культур/Аристархов А.Н., Толстоусов В.П., Харитонов А.Ф., Ефимова Н.К., Бушуев Н.Н.// Агрохимия. – 2010. – №9. – С.36-49.

10. Артемьев, А. А. Технология семеноводства озимой пшеницы. Научно-практические рекомендации : методические рекомендации /А. А. Артемьев, А. М. Гурьянов. – Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2023. – 76 с.

11. Афанасьев, Р.А. Эффективность некорневых подкормок озимой пшеницы микроэлементами в условиях ЦЧЗ/ Р.А. Афанасьев, А.С. Самогенов, В.В. Галицкий // Плодородие, № 4, 2010. – С. 13 – 15.

12. Ахметов М.Г. Возделывание озимой мягкой пшеницы в РТ/ М.Г. Ахметов, И.Д. Фадеева, Р.С. Шакиров, Р.С. Тагиров– Казань: Фолиантъ, 2008. – 40 с.

13. Бабаева, Н.Ю. Посевные качества и урожайные свойства семян яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий минерального питания материнских растений в лесостепи Поволжья: Дис... канд. с.-х. наук. – Пенза, 2009. – 148 с

14. Бараненко, А.А. Супероксиддисмутаза клеток растений //Цитология. – 2005. – Т.48 (6). – С.465-474.

15. Белоус, Н.М. Озимые зерновые культуры: биология и технологии возделывания / Н. М. Белоус, В. Е. Ториков, Н. С. Шпилев [и др.]. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2010. – 137 с.

16. Белоусова, Е. Г. Роль и значение калия в системе удобрения полевых культур / Е. Г. Белоусова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № S2(30). – С. 33-38.

17. Березин, К. К. Осенняя обработка посевов озимой пшеницы различными препаратами/ Березин К. К., Колесар В. А., Сафин Р. И. // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – №10. – С.31-33.
18. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы высших растений / Н. П. Битюцкий; Н.П. Битюцкий; С.-Петерб. гос. ун-т. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2011. – 367 с.
19. Битюцкий, Н. П. Минеральное питание растений: учебник. 2 изд. / Н. П. Битюцкий – СПб. : С.-Петерб. гос. ун-т , 2020. - 540 с.
20. Болезни зерновых колосовых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга) / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации; [С. С. Санин др.]. – Москва : Минсельхоз России, 2010. – 138 с.
21. Болохонцева, Ю. И. Влияние минерального питания на урожайность озимой пшеницы в условиях Курской области / Ю. И. Болохонцева, Р. И. Овчинникова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 33-40.
22. Бочарникова, Е. Г. Вынос элементов питания урожаем различных сортов озимой пшеницы / Е. Г. Бочарникова, Н. С. Беспалова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 2(100). – С. 30-38.
23. Бугаевский, В.К. Применение мочевины для питания и защиты озимых колосовых культур/В.К. Бугаевский//Земледелие. – 2005. – №6. – С.31-32.
24. Бучнева, Г. Н. Фузариоз озимой пшеницы в Центральном Черноземье / Г. Н. Бучнева // Colloquium-Journal. – 2020. – № 2-3(54). – С. 43-44.
25. Быстров, А. А. Оценка влияния агрометеорологических условий на перезимовку озимых зерновых культур в Центральном Нечерноземье / А. А. Быстров, И. А. Охлопков // Сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 04 апреля 2022 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 254-258.

26. Вафоева, М.Б. Влияние листовой подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в различных условиях минерального питания / М.Б. Вафоева, А.М. Абдуазимов // Инновацион. технология. – 2021. – № 2. – С.68-71.
27. Велиева, С. Р. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна / С. Р. Велиева // Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8, № 9. – С. 200-204.
28. Видовой состав и степень заражения семян озимой пшеницы по результатам фитоэкспертизы в Краснодарском крае / Н. А. Москалева, Н. Н. Дмитренко, Н. А. Сасова, Ф. И. Дмитренко // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 11-3(86). – С. 255-261.
29. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 293 с.
30. Вильдфлуш, И.Р. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш, В. Б. Воробьев, В. В. Лапа [и др.]. – Минск : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – 600 с.
31. Вильдфлуш, И.Р. Рациональное применение удобрений: пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под общ. ред. И.Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2002. – 324 с.
32. Власова, Л. М. Баковые смеси пестицидов и микроудобрений для эффективной защиты озимой пшеницы от вредителей и болезней / Л. М. Власова, О. В. Попова // Актуальные тенденции в развитии агрономической науки : Сборник международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора, академика РАН, Заслуженного деятеля науки России Г.П. Гамзикова, Новосибирск, 30 января 2023 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2023. – С. 74-77.

33. Влияние категории семян на качество зерна озимой пшеницы / С. А. Моисеев, Е. А. Рябкин, В. И. Каргин, В. Е. Камалихин // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 74-2. – С. 28-31.

34. Влияние протравителей на фитосанитарные качества семян озимой пшеницы / К. В. Моисеева, Л. А. Сафонова, И. П. Володина, А. А. Моисеева // Сельскохозяйственные науки - агропромышленному комплексу России : Материалы международной научно-практической конференции, Миасское, 20–22 февраля 2017 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Департамент научно-технологической политики и образования; ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". – Миасское: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2017. – С. 93-98.

35. Влияние удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы / Р. В. Мимонов, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 8. – С. 6-12.

36. Влияние фузариоза на изменение элементов продуктивности колоса озимой пшеницы в условиях Краснодарского края / А. Д. Воропаева, Л. М. Мохова, В. С. Миняйлова, Н. М. Смоляная // Защита растений от вредных организмов, Краснодар, 21–25 июня 2021 года / Материалы X международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 83-86.

37. Вознесенская, Т.Ю. Влияние инновационных удобрительных комплексов на фотосинтез и продуктивность листового аппарата пшеницы озимой/ Т.Ю. Вознесенская, И.П. Можарова// Плодородие. – 2021. – №6 (123). – С.52-55.

38. Вознесенская, Т.Ю. Эффективность удобрений с включением аминокислот на пшенице озимой/ Т.Ю. Вознесенская// АгроФорум.– 2022. №4. – С.60-63.

39. Войтович, Н.И. Плодородие, удобрение, сорт и качество продукции зерновых культур /Н.И. Войтович, Б.И. Сандухадзе, И.А. Чумаченко, В.Н. Капранов - М.: ЦИНАО, 2002. – 196 с.
40. Волкова, Г. В. Эффективность фунгицидов для защиты озимой пшеницы от фузариоза колоса / Г. В. Волкова, Я. В. Яхник, А. А. Гончаров // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 10. – С. 28-33.
41. Волощук, А.П. Биологические факторы влияния на производство семян пшеницы озимой в условиях западной лесостепи Украины / А. П. Волощук, И. С. Волощук, В. В. Глива [и др.] //Вестник НГАУ. – 2020. – № 1(54). – С. 7-15.
42. Вошедский, Н. Н. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области / Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин, О. А. Целуйко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 3(67). – С. 125-134. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-03-15.
43. Ганнибал, Ф.Б. Токсигенность и патогенность грибов рода *Alternaria* для злаков/Ф.Б. Ганнибал // Лаборатория микологии и фитопатологии им. А.А.Ячевского ВИЗР. История и современность. Под ред. А.П.Дмитриева. – СПб:ВНИИЗР, 2007. – С. 82-93.
44. Ганнибал, Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие/ Ганнибал Ф.Б. – СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. – 70 с.
45. Гайсин, И.А. Хелатные микроудобрения/И.А. Гайсин, Ф.А. Хисамеева. – Казань: Изд. дом «Медок», 2007. – 230 с.
46. Гайсин, И.А. Хелатные микроудобрения: практика применения и механизмы действия/И.А. Гайсин, В.М. Пахомова. –Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2014. – 344 с.
47. Говоров, Д.Н. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской федерации в 2015 году и прогноз разви-

тия вредных объектов в 2016 году/Под ред. Д.Н. Говорова. – М.: ФГУ «Рос-сельхозцентр», 2016. – 1037 с.

48. Гоман, Н.В. Влияние микроудобрений на структуру урожая озимой пшеницы/ Н.В. Гоман, В.И. Попова, И.А. Бобренко // Вестник КрасГАУ. – 2016. – №1. – С.

49. Губанов, Я.В. Озимая пшеница/ Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов. – М.:Агропромиздат, 1988. – 303 с.

50. Гулятьева, Е.И. Болезни зерновых культур в северо-западном регионе России / Е.И. Гулятьева, М.М. Левитин, Н.Ф. Семенякина и др. // Защита и карантин растений. – 2007 – №6. – С. 15–16.

51. Гусев, И. В. Влияние протравителей семян на возбудителя обыкновенной корневой гнили пшеницы / И. В. Гусев, В. В. Чекмарев // Научный журнал. – 2021. – № 2(57). – С. 59-60. – DOI 10.24411/2413-7081-2021-10204.

52. Давлятшин, И.Д. Справочник агрохимика/ И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев и др. – Казань: ИД «МеДДоК», 2013. – 300 с.

53. Дзюин, Г. П. Эффективность совместного и отдельного применения микроудобрений, серы и магния в севообороте / Г. П. Дзюин, А. Г. Дзюин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 3(34). – С. 44-48.

54. Диагностика возбудителей листовых пятнистостей и черни колоса пшеницы и особенности их развития в Поволжье / Т. С. Маркелова, Т. В. Кириллова, Н. В. Аникеева, О. В. Иванова // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010. – № 1(4). – С. 38-39.

55. Дмитренко, Н. Н. Эффективность применения протравителей против альтернариозной инфекции на озимой пшенице сорта Курс в условиях Центральной зоны Краснодарского края / Н. Н. Дмитренко, А. А. Карпенко, В. А. Куриленко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 77. – С. 84-89.

56. Долгополова, Н. В. Влияние минеральных удобрений на зимостойкость озимой пшеницы в зависимости от способов подкормки и сроков

внесения / Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 23-26.

57. Дубовец, Н.И. Проблема дефицита цинка в рационе питания населения и биотехнологические подходы к ее решению / Н. И. Дубовец, Н. М. Казнина, О. А. Орловская, Е. А. Сычева // Молекулярная и прикладная генетика. – 2021. – Т. 31. – С. 147-158.

58. Есаулко, А.Н. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном/ Есаулко А.Н., Гречишкина Ю.И., Олейников А.Ю. // Агрохимический вестник. – 2011. – №4. – С.10-12.

59. Желтова, К. В. Современные средства защиты озимой пшеницы от корневых гнилей / К. В. Желтова, В. И. Долженко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4(20). – С. 71-79.

60. Жигачева, И. В. Антистрессовые свойства препарата мелафен / И. В. Жигачева [и др.] // Доклады Академии наук. – 2007. – Т. 414, № 2. - С. . 263-265.

61. Жигачева, И. В. Функциональное состояние мембран митохондриального корнеплода сахарной свеклы при действии препарата Мелафен / И. В. Жигачева [и др.] // Физиология растений. – 2007. – Т. 54, № 5. – С. 672-677.

62. Защита пшеницы от эпифитотий септориоза листьев и колоса / С. С. Санин, А. А. Санина, Е. В. Пахолкова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2022. – № 11. – С. 4-13.

63. Зюзина Е. Н. Стимулирующее действие бактериальных препаратов и регуляторов роста на формирование вегетативной сферы растений яровой пшеницы как фактор повышения урожайности //Известия ПГПУ. Естественные науки. – 2007. – №5 (9). – С.33-35.

64. Иванищев, В. В. Роль железа в биохимии растений / В. В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2019. – № 3. – С. 149-159.

65. Иванищев, В. В. Цинк в природе и его значение для растений / В. В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2022. – № 2. – С. 35-49.
66. Иванищев, В.В. Проблемы проникновения железа в растения /В.В. Иванищев//Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2019. – Т. 3. – С. 139-148.
67. Игнатьева, И. Ю. Агрохимическая характеристика пахотных почв Предкамья Республики Татарстан / И. Ю. Игнатьева, Ф. Ш. Фасхутдинов // Современные достижения аграрной науки : научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции/ Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 367-371.
68. 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.
69. Интенсификация производства зерна пшеницы, фитосанитария и защита растений в Центральном районе России / С. С. Санин, Б. И. Сандухадзе, Р. З. Мамедов [и др.] // Агрохимия. – 2020. – № 10. – С. 36-44.
70. Исайчев, В. А. Действие пектина, мелафена и микроэлементов на прорастание гороха / В. А. Исайчев, Н. Н. Андреев // Аграрная наука. – 2004. – № 2. – С. 22-23.
71. Исмагилов, К. Р. Агроклиматические риски возделывания озимых зерновых культур / К. Р. Исмагилов, Л. М. Хасанова // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Башкирского государственного аграрного университета. Том Часть 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 137-141.

72. Кадыров, С.В. Влияние некорневой подкормки на продуктивность ячменя / С.В. Кадыров, В.А. Задорожная, А.А. Корнов //Аграрная наука. – 2008. – № 5. – С. 22-23.

73. Казак, А.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области/ А.А. Казак, Ю.П.Логинов, Д.И. Ерёмин //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – №20(3). – С. 219-229.

74. Камбулов, С.И. Эффективность листовой подкормки зерновых, зернобобовых с.-х. культур и подсолнечника различными видами удобрений / С.И. Камбулов, А.Я. Ксенз, В.И. Вялков, В.М. Мажара // Сб. научных трудов 7-й Международной научно-практ. конф.«Агроинженерная наука в повышении энергоэффективности АПК». – ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2012. – С. 44–50.

75. Камилов Б. С. Влияние листовой подкормки на качество зерна озимой пшеницы в типичных сероземах с орошаемыми условиями/ Б. С. Камилов, Ш.Р. Джабборов, Д.Н. Бекназаров // Бюллетень науки и практики. – 2022. – №4. – С. 207-211.

76. Карпова Г. А. Оптимизация продукционного процесса агроценозов яровой пшеницы и ячменя при использовании регуляторов роста/ Г. А.Карпова, М. Е. Миронова // Нива Поволжья. – 2009. – №1 (10). – С.8-13.

77. Карпова, Г. А. Влияние мелафена, пирофена и пектина на систему физиолого-биохимических процессов в семенах яровой мягкой пшеницы при их прорастании / Г. А. Карпова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2008. – N 3. – С. 23-25.

78. Карпова, Л.В., Строгонова А.В. Влияние удобрений на формирование плотности агроценоза, посевные качества и биохимический состав семян яровой пшеницы/ Л.В. Карпова, А.В. Строгонова // Нива Поволжья. – 2019. – №4 (53). –С.3-7.

79. Квасов, Н. А. Совершенствование отдельных элементов технологии возделывания озимой пшеницы и озимого ячменя в связи с изменением

климата на Северном Кавказе (предшественники, удобрения, сорта, сроки и нормы высева): методическое пособие/ Н. А. Квасов, Н. А. Галушко. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – 80 с.

80. Кириченко А.А. Чернота зародыша яровой пшеницы и ограничение ее развития в условиях лесостепи Приобья: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук:06.01.11/А.А. Кириченко. – Курган:Курганская ГСХА, 2008. – 21 с.

81. Кириченко А.А. Экологическое обоснование мониторинга и контроля черноты зародыша яровой пшеницы в Новосибирской области/ Кириченко А.А., Торопова Е.Ю.//Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2008. – №7. – С. 29-31

82. Корневая гниль зерновых культур и роль инфицированности семян в ее развитии / А. Г. Жуковский, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга [и др.] // Защита растений. – 2018. – № 42. – С. 84-95.

83. Кот, В. В. Сортотипичность инфицированности семян озимой пшеницы в зависимости от фракционного состава и срока сева / В. В. Кот// Достижения и перспективы селекции и технологий возделывания сельскохозяйственных культур : Материалы Международной научной конференции, посвященной 140-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии, Героя Социалистического Труда Виктора Евграфовича Писарева, Москва, 29–30 марта 2023 года. Том 1. – Москва: ФИЦ «Немчиновка», 2023. – С. 233-238.

84. Кошеляев, В. В. Влияние элементов технологии на урожай и посевные качества семян озимой пшеницы/ В. В. Кошеляев, Л.В. Карпова // Нива Поволжья. –2014. – №4 (33). – С.60-65.

85. Ксенз, А.Я. Влияние микроэлементных удобрений на продуктивность озимой пшеницы /А.Я. Ксенз, С.И. Камбулов, Е.Б. Дёмина//Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – №4(36). – С.69-78.

86. Кузенко, М. В. Некоторые аспекты продуктивности озимой пшеницы / М. В. Кузенко // Новые технологии. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 71-76. – DOI 10.47370/2072-0920-2021-17-2-71-76.

87. Кузнецов, И.Ю. Эффективность применения хелатного удобрения Металлоцен на озимой пшенице/ И.Ю. Кузнецов, А.Р. Нафикова, Р.Р. Алимгафаров, О.В. Валиуллина, А.Г. Ягудин// Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (57). – С.17-27.

88. Кузнецов, И.Ю., Поварницына, А.В. Формирование урожайности различных сортов озимой пшеницы в зависимости от густоты стояния и удобрения Металлоцен/ II Международная научная конференция «Инновационная деятельность как фактор развития агропромышленного комплекса в современных условиях», посвященная 75-летию ФГБНУ «Чеченский НИИСХ». – 2020. – С. 51-55.

89. Лебедовский, И. А. Влияние микроэлементов на продуктивность и качество озимой пшеницы, возделываемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья/ И. А. Лебедовский, И.В. Шабанова, Е.А. Яковлева // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №82(08). – С.1-10.

90. Лебедовский, И.А. Влияние микроэлементов на продуктивность и качество озимой пшеницы, возделываемой на черноземе выщелоченном западного Предкавказья/И.А. Лебедовский, И.В. Шабанова, Е.А. Яковлева // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №82(08). – С.1-11.

91. Ложкин, А. Г. Влияние фона минерального питания на урожайность озимой пшеницы / А. Г. Ложкин, Л. Ю. Солина // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 15 ноября 2023 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 94-97.

92. Макаров В.К. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при детальном внесении азотных удобрений // Зерновые культуры. – 1998. – № 5. – 18–19 с.

93. Макаров, В.И. Оценка перспективных отечественных сортов зерновых культур в современных условиях/В.И. Макаров//Зерновое хозяйство России. – 2015. – 4. – С.145-151.

94. Макарова, А. Н. Мониторинговые исследования развития инфекционных болезней растений в агроценозе озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)/ А.Н. Макарова, Л.М. Григорович/ Вестник молодежной науки. – 2022. – №2 (34). – С. 5.
95. Макарова, А. Н. Мониторинговые исследования развития инфекционных болезней растений в агроценозе озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) / А. Н. Макарова, Л. М. Григорович // Вестник молодежной науки. – 2022. – № 2(34).
96. Маленев, Ф.Е. Микроэлементы в фитопатологии/ Ф.Е.Маленев. – Л.-М., Сельхозиздат, 1961. – 120 с.
97. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник. / В.Г. Минеев. – М.:Из-во Моск. Ун- та; Наука, 3-е изд., 2006. – 720 с
98. Михайлова Л.А. Агрохимия: курс лекций. В 3 ч. Ч 1.Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. – 426 с.
99. Михайлова, Л.А. Особенности питания и удобрение основных сельскохозяйственных культур на почвах Предуралья: учебное пособие / Л.А. Михайлова, Т.А. Кротких; под общ. ред. Л.А. Михайловой. Изд. 2-е – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. – 223 с.
100. Михайлова, Л.А. Особенности питания и удобрение основных сельскохозяйственных культур на почвах Предуралья: учебное пособие / Л.А. Михайлова, Т.А. Кротких; под общ. ред. Л.А. Михайловой; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего проф. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Изд. 2-е – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. – 223 с.
101. Моисеева, К. В. Посевные и фитосанитарные качества семян озимой пшеницы / К. В. Моисеева, А. А. Моисеева // Новая наука: новые вызовы : сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конферен-

ции, Краснодар, 23 октября 2017 года. Том Выпуск 4. – Краснодар: Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования "Институт стандартизации, сертификации и метрологии", 2017. – С. 10-13.

102. Молекулярная идентификация, гены-эффекторы и вирулентность изолятов гриба *Parastagonospora nodorum* из Алтайского края (Россия) / Ю. В. Зеленева, Ф. Б. Ганнибал, И. А. Казарцев, В. П. Судникова // Микология и фитопатология. – 2023. – Т. 57, № 5. – С. 362-371.

103. Москалева, Н. А. Видовой состав и степень заражения семян озимой пшеницы по результатам фитоэкспертизы в Краснодарском крае / Н. А. Москалева, Н. Н. Дмитренко, Н. А. Сасова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 99. – С. 144-147. – DOI 10.21515/1999-1703-99-144-147.

104. Муравин, Э.А. Агрохимия. – М.: КолосС, 2003. – 384 с.

105. Мухина М.Т., Можарова И.П., Коршунов А.А. Эффективность применения удобрений на основе комплексов хелатов микроэлементов и аминокислот на озимой пшенице в нижегородской области // Плодородие. 2020. №6 (117). С.14-17.

106. Ожередова, А.Ю. Агрохимические принципы программирования урожайности озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / А. Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко, С. А. Коростылев, Е. В. Голосной; под общ. ред. А. Н. Есаулко ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : АГРУС, 2020. – 204 с.

107. Оценка сортов озимой пшеницы по качеству зерна и устойчивости к грибным болезням/И.Д. Фадеева, Г.Н. Валиулина// Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. №4 (20). С.79-84.

108. Павлюшин, В.А. Интегрированная защита озимой пшеницы /В.А. Павлюшин, В.И. Долженко и др. //Защита и карантин растений. – 2015. – № 5. – С. 38-71.

109. Панасин, В.И. Обеспеченность почв микроэлементами и эффективность применения микроудобрений в Калининградской области/ В.И. Панасин, Д.А. Рымаренко//Известия КГТУ. – 2017. – №44. – С.183-191.

110. Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания/ В.Ф. Пересыпкин, С.Л. Тютюрев, Т.С. Баталова. – М.:Агропромиздат, 1991. – 272 с.

111. Пигорев, И. Я. Влияние макро и микроудобрений на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы / И. Я. Пигорев, В. А. Кудинов, Г. А. Бирюков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 8. – С. 80-89.

112. Пироговская, Г.В. Разработка, производство и применение комплексных удобрений в сельском хозяйстве Республики Беларусь / Г. В. Пироговская, В. В. Лапа, Д. В. Черняков, Н. Н. Ермакович // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1(60). – С. 87-107.

113. Полунина, Т. С. Статус заражения грибами из рода *Fusarium* семян и корней в центрально-черноземном регионе / Т. С. Полунина, В. А. Лавринова, М. П. Леонтьева // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22, № 5-1. – С. 804-808. – DOI 10.20310/1810-0198-2017-22-5-804-808.

114. Попова, В. И. Оптимизация применения микроудобрений при возделывании озимой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири : специальность 06.01.04 "Агрохимия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Попова Валентина Ивановна. – Воронеж, 2018. – 22 с.

115. Потапова, Е. С. Патокомплекс семян озимой пшеницы на примере мировой коллекции ВИР / Е. С. Потапова, О. О. Белошапкина // Сборник трудов приуроченных к 74-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения П.А.Ильенкова, Москва, 01 января – 31 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021.

116. Прилепин, М. А. Защита озимой пшеницы от фузариоза и септориоза колоса в условиях ООО "Медведовские сады" Краснодарского края / М. А. Прилепин // Новое слово в науке. Молодежные чтения - 2022 : Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 21–23 сентября 2022 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2022. – С. 133-136.

117. Прогноз фитосанитарной обстановке в Республике Татарстан на 2024 год/ Г. Х. Хусаинова, Р.К. Хайрова, Л.Н. Кабаева и др. ответственный В.Л. Новичков.

118. Прокина, Л. Н. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, удобрений и известкования / Л. Н. Прокина, С. В. Пугаев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 3. – С. 318-326.

119. Пыльнев, В.В. Частная селекция полевых культур : учебник / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария, О. А. Буко. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 544 с.

120. Рак, М.В. Эффективность микроудобрений Элегум при возделывании озимой пшеницы и ячменя на дерново-подзолистых почвах / М.В. Рак, В.В. Лапа, Г.А. Соколов и др. //Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1(50). – С. 236-242.

121. Ребух, Н.Я. Вынос элементов питания и окупаемость минеральных удобрений урожаем сортов озимой пшеницы в технологиях разного уровня интенсивности/ Н.Я. Ребух, П.М. Политыко, В.Н. Капранов, Е.Ф. Киселев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. - 2019. - Т. 14. - №2. - С. 142-153.

122. Редина, Н. Е. Применение микроэлементов для повышения устойчивости сельскохозяйственных растений к фитопатогенам / Н. Е. Редина // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : Материалы VIII международной научно-практической конференции, посвящается 95-летию Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, 19–23 июня 2017 года / ответственный редактор Замотайлов А.С.. – Краснодар:

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 353-355.

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

124. Рысев, М. Н. Эффективность комплексного применения удобрений под озимую пшеницу на дерново-подзолистой почве //М. Н. Рысев, М. В. Дятлова, Е. Н. Федотова// Известия Великолукской ГСХА. – 2018. – №3. – С.19-27.

125. Савенкова, И. В. Реализация экспортного потенциала Российской Федерации на мировом рынке пшеницы / И. В. Савенкова, О. П. Матвеева // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2021. – № 5(90). – С. 47-57.

126. Сандухадзе, Б.И. Сортимент озимой мягкой пшеницы для Центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества / Б. И. Сандухадзе, Г. В. Кочетыгов, М. И. Рыбакова и др. // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – №3 (36). – С. 4–8.

127. Сержанов, И.М. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан/ Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанова А.Р., Гараев Р.И. // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – № 2(53). – С.52-56.

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

129. Соколова, Т. К. Типы фузариоза колоса и основные симптомы его проявления на озимой пшенице / Т. К. Соколова // Аграрная наука, творчество, рост, Ставрополь, 09–12 февраля 2017 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2017. – С. 226-229.

130. Сорока, Т.А. Влияние микроэлементов, удобрения на основе гуминовых кислот и регуляторов роста на продуктивность посева и качество зерна озимой пшеницы/ Т.А. Сорока, В.Б. Щукин, В.В. Каракулев//Известия

Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3 (33). – С. 51–53.

131. Сорокина, О. Ю. Влияние совместного внесения микроэлементов на проявление синергизма и антагонизма при поступлении их в растения льна-долгунца и многолетние травы / О. Ю. Сорокина // Плодородие. – 2018. – № 4(103). – С. 21-23.

132. Спиридонов, Ю.Я. Интегрированная защита озимой пшеницы от комплекса вредных объектов в условиях Европейского Нечерноземья РФ./ Спиридонов Ю.Я., Калимуллин А.Т., Протасова Л.Д., Абубикеров В.А., Спиридонова И.Ю.// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – №49(6). – С.34-43.

133. Спицына, С. Ф. (2014). Проявление синергизма и антагонизма между ионами меди, цинка и марганца при поступлении их в растения/С. Ф. Спицына, А.А.Томаровский, Г.В. Оствальд // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – №10 (120) – С. 29-32.

134. Справочник агрохимика Республики Татарстан / М. Ю. Гилязов, А. А. Лукманов, А. В. Ивойлов [и др.]. – Казань : Издательский дом "Логос Пресс", 2024. – 372 с.

135. Страхов, Т. Д. О механизме физиологического иммунитета растений к инфекционным заболеваниям / Т. Д. Страхов. – Харьков: изд-во ХСХИ и ХГУ, 1959. – 79 с.

136. Стрижова, Ф.М. Биологические особенности и технология возделывания основных полевых культур в Алтайском крае: учебное пособие / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Н.И. Шевчук, Э.В. Путилин, Л.В. Ожогина – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 124 с.

137. Ступина, Л. А. Физиология водного обмена и минерального питания растений : Учебно-методическое пособие / Л. А. Ступина. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – 46 с.

138. Судникова, В. П. Влияние агротехнических приемов на развитие септориоза в Тамбовской области / В. П. Судникова, Ю. В. Зеленева, Е. Н. Во-

ротникова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – Т. 16, № 2. – С. 681-683.

139. Семынина Т.В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами / Т.В. Семынина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 20–23.

140. Тагиров, М.Ш. Эффективность применения удобрений при возделывании озимой пшеницы на серых лесных почвах республики Татарстан/ М.Ш. Тагиров, Р.С. Шакиров, Р.М. Сабирова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. № 10. – С. 35-38.

141. Технология возделывания озимой пшеницы в условиях Центрально-Черноземной зоны с использованием листовой диагностики: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 44 с.

142. Торопова, Е.Ю. Мониторинг и контроль септориоза пшеницы в Сибири / Е. Ю. Торопова, О. А. Казакова, М. П. Селюк, Е. А. Орлова // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 5. – С. 961-968.

143. Торопова, Е.Ю. Инфицированность семян пшеницы возбудителем септориоза *Parastagonospora nodorum* Berk / Е. Ю. Торопова, О. А. Казакова, М. П. Селюк [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 12. – С. 15-19.

144. Торопова, Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. – Новосибирск: ИПЦ «Юпитер», 2005. – 272 с.

145. Фадеева И.Д. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность новых сортов озимой пшеницы/ И. Д. Фадеева, М.Ш. Тагиров, И.Н. Газизов // Земледелие. – 2019. – №3. – С.21-24.

146. Фадеева, И.Д. Новые сорта озимой пшеницы селекции Татарского НИИ сельского хозяйства / И. Д. Фадеева, М. Ш. Тагиров, Г. Н. Валиуллина и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3. – С. 152–155.

147. Фадеева, И.Д. Озимая мягкая пшеница/ И.Д. Фадеева, Э.Ф. Ионов //Настольная книга земледельца. – Казань: МСХ и П РТ, 2007. –С.55-66.

148. Фадеева, И.Д. Универсиада – новый сорт озимой мягкой пшеницы для Среднего Поволжья / И.Д. Фадеева, М.Ш. Тагиров, И.Н. Газизов // Вестник КазГАУ. – 2018. – 1(48). – С. 74 – 77.

149. Факторы погоды и развитие грибов рода *Alternaria* на зерне пшеницы / В. В. Чекмарев, И. В. Гусев, Г. Н. Бучнева [и др.] // Российская наука в современном мире : Сборник статей XVII международной научно-практической конференции, Москва, 30 сентября 2018 года. Том Часть I. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Актуальность.РФ", 2018. – С. 13-14.

150. Факторы урожайности озимой пшеницы в условиях Нечерноземья/ Б.И. Сандухадзе, Р.З. Мамедов, Р.А. Афанасьев, А.А. Коваленко, А.Ю. Шатохин // Плодородие. – 2021. – №3 (120). – С. 66-70.

151. Фаттахов С.Г. Мелафен – регулятор роста растений нового поколения //Защита и карантин растений. – 2011. – №11. – С.50.

152. Фаттахов, С.Г. Влияние мелафена на рост и энергетические процессы растительной клетки [Текст] / С. Г. Фаттахов, Н. Л. Лосева, А. И. Коновалов и др. // Доклады Академии наук. – 2004. – Т. 394, N 1. – С. 127-129.

153. Федотова, Е.Н. Оценка влияния жидкого комплексного удобрения «зеленит» на урожайность озимой пшеницы сорта «скипетр» и экономическая эффективность его применения/ Е Н. Федотова, В.А. Гаврилов// Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – №3 (40). – С. 74.

154. Фирсова, Е. В. Скрининг фитосанитарного состояния семян и растений озимой мягкой пшеницы / Е. В. Фирсова, В. Б. Хронюк, А. С. Ерешко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 12(182). – С. 11-17.

155. Фокин, С.А. Продуктивность и качество семян яровой пшеницы сорта ДальГАУ 1 в зависимости от применения жидких удобрений/С.А. Фокина //Вестник Курганской ГСХА. – 2022. – № 3 (43). – С. 32-38.

156. Фузариозная инфекция на семенах зерновых культур в Централь-
но-Черноземном регионе РФ / С. В. Гончаров, А. В. Горобец, Е. С. Мазурин [и
др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. –
№ 84. – С. 116-120.
157. Фурсова, А.К. Растениеводство. Зерновые культуры / А.К. Фурсо-
ва, Д.И. Фурсов, В.Н. Наумкин, Н.Д. Никулина. – Санкт-Петербург- Москва-
Краснодар, 2013. – С. 114 – 119.
158. Хадеев, Т.Г. Здоровые семена – основа высокого урожая / Т.Г.
Хадеев, Д.Н. Говоров, А.Г. Гинятуллин, А.В. Живых //Защита и карантин рас-
тений. – 2010. – № 3. – С. 22-24.
159. Хайдуков, К. П. Проблемы фосфорного питания в современном
земледелии / К. П. Хайдуков, Н. Н. Трутаева // Вестник Курской государ-
ственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 9. – С. 50-52.
160. Хапова, С.А. Система удобрения сельскохозяйственных культур /
С.А. Хапова. – Ярославль : ИПК Индиго, 2014. – 198 с.
161. Харьковский, А.А. Рекомендации по выращиванию озимой пше-
ницы в хозяйствах Воронежской области/ А.А. Харьковский, А.В. Горбачева,
В.И. Турусов и др.. – Каменная Степь, 2019. – 36 с.
162. Хелдт, Г.-В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ. Лаборатория зна-
ний. – 2011. – 471 с
163. Хилевский, В. А. Фитоэкспертиза и протравливание семян озимой
пшеницы в Ростовской области / В. А. Хилевский // Наука и образование : Ма-
териалы IV Международной научно-практической конференции, Таганрог, 31
июля 2015 года / Научно-образовательное учреждение «Вектор науки». – Та-
ганрог: Издательство "Перо", 2015. – С. 102-107.
164. Худолий, Л.В. Эффективность внекорневых подкормок пшеницы
озимой // Plant Varieties Studying and Protection. – 2017. –№2. – С.178-182.
165. Чекмарев, В. В. Оценка сортов озимой пшеницы на устойчивость к
возбудителю фузариоза колоса - грибу *Fusarium poae* / В. В. Чекмарев //
Colloquium-Journal. – 2019. – № 26-2(50). – С. 25-26.

166. Чекмарев, В.В. Прогноз зараженности семян озимой пшеницы альтернариозной инфекцией / В. В. Чекмарев, В. А. Левин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1-1. – С. 64-67.
167. Чекмарев, В.В. Прогноз зараженности семян озимой пшеницы фузариозной инфекцией / В. В. Чекмарев, Г. В. Кобыльская, Г. Н. Бучнева, О. И. Корабельская // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 41.
168. Чуприна, В. П. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы на юге России/ В. П. Чуприна, М. С. Соколов, Л. К. Анпилогова // Защита и карантин растений. – 1998. – № 4. – С. 13.
169. Шаганов, И. А. Практические рекомендации по освоению интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур / И.А. Шаганов. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: Равноденствие, 2008. – 180 с.
170. Шарипова Г.Ф. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои/ Г.Ф. Шарипова, В.А. Колесар, Р.И. Сафин // Плодородие. –2020. –№3 (114). – С. 9-12.
171. Шеуджен, А. Х. Агрохимические основы применения удобрений/А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек. – Майкоп: «Полиграф-Юг», 2013.- 572 с
172. Шпаар, Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование)/ Под общ. ред. Д. Шпаара. – Москва: Издательство ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008 – 656 с.
173. Юрин, В.М. Минеральное питание, физиология стресса и адаптации растений: учебно-методическое пособие / В. М. Юрин, В. В. Демидчик, Г. Г. Филиппова [и др.]. – Минск : Белорусский государственный университет, 2014. – 103 с.
174. Ягодин, Б. А. Агрохимия : учебник / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 584 с.
175. Angelovici, R.; Galili, G.; Fernie, A.R.; Fait, A. Seed desiccation: A bridge between maturation and germination. Trends Plant Sci. 2010, 15, 211–218.

176. Arif, M. Response of Wheat to Foliar Application of Nutrients/ Arif, M., Chohan, M.A., Ali, S., Gul, R. and Khan, S. //Journal of Agricultural and Biological Science, 2006, №1. – P. 30-34.
177. Bameri, M., Effect of Different Microelement Treatment on Wheat (*Triticum aestivum*) Growth and Yield/ Bameri, M., Abdolshahi, R., Mohammadi-Nejad, G., Yousefi, K. and Tabatabaie, S.M. //International Research Journal of Basic and Applied Science. – 2012. – Vol. 3. – P. 219-223.
178. Boorboori, M.R. The Effect of Dose and Different Methods of Iron, Zinc, Manganese and Copper Application on Yield Components, Morphological Traits and Grain Protein Percentage of Barley Plant (*Hordeum vulgare* L.) in Greenhouse Conditions/ Boorboori, M.R., Eradatmand Asli, D. and Tehrani, M. //Journal of Advances in Environmental Biology, 2012. – Vol. 6. – P. 740-746.
179. Brdar-Jokanović M. Boron Toxicity and Deficiency in Agricultural Plants. //Int. J. Mol. Sci. – 2020. – Volume 21(4). – P. 1424.
180. Brennan, R.F. Zinc Application and Its Availability to Plants. Ph. D. dissertation. School of Environmental Science, Division of Science and Engineering, Murdoch University. 2005.
181. Briat J.F. Iron utilization and metabolism in plants/ JF. Briat and C. Curie, F. Gaymard // Curr. Opin. Plant Biol. – 2007. – Volume 10. – P. 276-282.
182. Broadley, M. R. Zinc in plants / M. R. Broadley et al. // New Phytol. 2007. – V. 173. – P. 677–702.
183. Brown, P.H. Boron in plant biology/Brown, P.H., Bellaloui, N.,Wimmer, M.A., Bassil, E.S., Ruiz, J., Hu, H., Pfeffer, H., Dannel, F. and Römheld,V.// Plant Biology. – 2002. – Vol.4. – P.205–223.
184. Briquet M. Plant cell membranes as biochemical targets of the phyto-toxin helminthosporol/ M.Briquet, D.Vilret , P.Goblet, M.Mesa and M.-C. Eloy // J. Bioenerg. Biomembr. 1998. – Vol. 30. – P. 285–295.
185. Cakmak, I. Biofortification and localization of zinc in wheat grain/ Cakmak, I., Kalayci, M., Kaya, Y., Torun, A., Aydin, N., Wang, Y., et al. // J. Agric. Food Chem. – 2010. – Vol.58. – P.9092–9102.

186. Cakmak, I.M. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species //NewPhytopathology. – 2000. – Vol. 146. – P. 185–205.
187. Castillo-González, J. Zinc Metalloenzymes in Plants / J. Castillo-González [and others] // Interciencia. – 2018. – Vol. 43. – P. 242–248
188. Dyson, B.C.; Webster, R.E.; Johnson, G.N. GPT2: A glucose 6-phosphate/phosphate translocator with a novel role in the regulation of sugar signaling during seedling development// Ann. Bot. 2014, 113, 643–652.
189. Eastmond, P.J.; Astley, H.M.; Parsley, K.; Aubry, S.; Williams, B.P.; Menard, G.N.; Craddock, C.P.; Nunes-Nesi, A.; Fernie, A.R.; Hibberd, J.M. Arabidopsis uses two gluconeogenic gateways for organic acids to fuel seedling establishment//Nat. Commun. 2015, 6, 6659.
190. Epstein, E. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. Second Edition/ E. Epstein and Bloom A.J. – Sinauer Associates. Sunderland, MA. 2005. – 400 p.
191. Evans, I. Copper and plant disease/ I.Evans, E.Solberg, D.M. Huber, //Mineral Nutrition and Plant Disease. – 2007. – P. 177-188.
192. 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.
193. Ghosh, S. Micronutrients and Plant Disease Suppression//Fertilizers and Environment News/ S.Ghosh, P.P, Ghorai, M.DE. Roy,. S. Das . – 2017. – Vol. 3. – P. 4-8.
194. Graham, D.R. andWebb, M.J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: Mortvedt, J.J., Cox, F.R., Shuman, L.M. andWelch R.M. (Eds.), Micronutrients inAgriculture, 2nd ed. Soil Science Society ofAmerica Inc., Madison,Wisconsin, USA, 1991. – pp. 329–370.
195. Grundon N.J. Copper deficiency of wheat: effects of soil water content and fertilizer placement on plant growth //Journal of Plant Nutrition – 1991. – №14. – P. 499-509.

196. Hakala, M. Photoinhibition of manganese enzymes: insights into the mechanism of photosystem II photoinhibition/ M Hakala, Rantamaki S, Puputti EM, Tyystjarvi T, Tyystjarvi E //J Exp Bot. – 2006. – Vol. 57. – P. 1809-1816.
197. Han, Z. QTLs for seed Vigor-Related traits identified in maize seeds germinated under artificial aging conditions/ Z. Han; L. Ku ; Z. Zhang et al.. PLoS ONE 2014, 9, e92535.
198. Haslett, B. S. Zinc mobility in wheat: uptake and distribution of zinc applied to leaves or roots/ B.S. Haslett, R.J. Reid, Z. Rengel //Ann. Bot. – 2001. – Vol. 87. – P. 379–386.
199. He, Y.; Cheng, J.; He, Y.; Yang, B.; Cheng, Y.; Yang, C.; Zhang, H.; Wang, Z. Influence of isopropylmalate synthase OsIPMS1 on seed vigour associated with amino acid and energy metabolism in rice//Plant Biotechnol. J. 2018.
200. Hussain, S. Biofortification and estimated human bioavailability of zinc in wheat grains as influenced by methods of zinc application/ S. Hussain, M. A. Maqsood, Z. Rengel and T. Aziz//Plant Soil. – 2012. – Vol.361. – p. 279–290.
201. Inal, A. Silicon Increases Tolerance to Boron Toxicity and Reduces Oxidative Damage in Barley / Inal A. Pilbeam D.J., Gunes A. // Journal of Plant Nutrition. – 2009. – Vol. 32, № 1. – P. 112-128. Bibliogr.:p. 125-128.
202. Kaiser, B. N. The role of molybdenum in agricultural plant production/ B. N. Kaiser, K. L. Gridley, J. N. Brady, T. Phillips, S. D. Tyerman// Annals of botany. – 2005. – Volume 96(5), 745–754.
203. Khan BM, Farooq M, Hussain M, Shahnawaz, Shabirg. Foliar Application of Micronutrients Improves the Wheat Yield and Net Economic Return. Int J Agric Biol. 2010;12:953–956.
204. Ma, D. Physiological responses and yield of wheat plants in zinc-mediated alleviation of drought stress/ Ma, D., Sun, D., Wang, C., Ding, H., Qin, H., Hou, J., Huang, X., Xie, Y., & Guo, T. //Frontiers in plant science. – 2017. – №8, 860. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00860>.

205. Mahfoozi, S., Developmental Regulation of Low-Temperature Tolerance in Winter Wheat./ Mahfoozi, S., A. E. Limin, and D.B. Fowler. // Ann. Bot. – 2001. – Vol.87. – P.751-757.
206. Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed.Academic Press, London, 1995. – p. 889.
207. Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Edn. – New York, NY: Academic Press., 2011. – 672 p.
208. Mengel, D. B. Role of Micronutrients in Efficient Crop Production//Purdue University Cooperative Extension Service. Bulletin AY-239. – 1990.
209. Mori, S. Iron acquisition by plants/ S. Mori// Curr. Opin. Plant Biol. – 1999. – Vol. 2. – P. 250-253.
210. Muhammad, T. Yield Response of Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Boron Application at Different Growth Stages/ T. Muhammad, T. Asif, H. Tajamal, F. Naeem, W. Allah //Pakistan Journal of Life and Social Sciences. – 2009. – Volume 7. – P. 39-42.
211. Nadim AM, Awan UI, Baloch SM, Khan AE, NaveedK, Khan AM, Zubair M, Hussain N. Effect of Micronutrients on Growth and Yield of Wheat. Pak J Agri Sci. 2011;48(3):191-196.
212. Narender, Y. Significance of manganese fertilization in wheat-based cropping systems of Indo-Gangetic Plain (IGP)/ Y. Narender, R.S. Malik, A. Dey, M. Meena //Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2018. – Volume 88. – P. 1340-48.
213. Niyigaba, E. Winter Wheat Grain Quality, Zinc and Iron Concentration Affected by a Combined Foliar Spray of Zinc and Iron Fertilizers/ Niyigaba E, Twizerimana A, Mugenzi I, Ngnadong WA, Ye YP, Wu BM, Hai JB.// Agronomy. – 2019. – Vol. 9(5). – P.250.
214. Orke, E. C.. Crop production and crop protection: Estimated losses in major food and cash crops/ Orke, E. C., H. W. Dehne, F. Schonbeck, and A. Weber. – Amsterdam: Elsevier. 1994. – 155 p.

215. Ortiz-Monasterio J.I. Nitrogen and phosphorus use efficiency/J.I. Ortiz-Monasterio, G.G.B. Manske, M. van Ginkel//In «Application of Physiology in Wheat Breeding» – Mexico, D.F.: CIMMYT., 2001. – P. 200-208.
216. Rajjou, L.; Duval, M.; Gallardo, K.; Catusse, J.; Bally, J.; Job, C.; Job, D. Seed germination and vigor. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2012, 63, 507–533
217. Reddy, S.R. Principles of Crop Production - Growth Regulators and Growth Analysis, 2nd Ed. – Kalyani Publishers, Ludhiana, India, 2006. – 200 p.
218. Rehm, G. Micronutrients and production of hard red spring wheat/ G. Rehm and A. Sims. //Minnesota Crop News, Univ. Minnesota. – 2006. – p.31-35.
219. Rehm, G. Micronutrients and Production of Hard Red Spring Wheat/ Rehm, G. and Albert, S//Minnesota Crop e News. – 7 March 2006. – 1-3.
220. René, P. J. Effects of Nutrient Antagonism and Synergism on Yield and Fertilizer Use Efficiency / René P. J. J. Rietra, Marius Heinen, Chistian O. Dimkpa & Prem S. Bindraban //Communications in Soil Science and Plant Analysis, (2017) 48:16, 1895-1920, DOI: 10.1080/00103624.2017.1407429
221. Reuveni, R. Foliar-fertilizer therapy – a concept in integrated pest management/ R. Reuveni and M. Reuveni, // Crop Protection. – 1998. – Vol. 17. – P. 111–118.
222. Ries, S.K. Protein content and seed size relationship with seedling vigour of wheat cultures/ S.K. Ries, E.H. Everson//Agronomy Journal. – 1973. – Vol. 65. – P. 884-886.
223. Robson, A.D. Zinc in Soils and Plants // Proceedings of the International Symposium on ‘Zinc in Soils and Plants’, held at the University of Western Australia, Perth, Australia, 27–28 September 1993; Springer Science & Business Media: Berlin, Germany, 2012. Volume 55.
224. Rout G. R. Role of iron in plant growth and metabolism/ G. R. Rout, S. Sahoo//Reviews in Agricultural Science – 2015. – Volume 3. – P. 1-24.
225. Safyan, N. The effect of microelements spraying on growth, qualitative and quantitative grain corn in Iran/ N. Safyan, M. R. Naderidarbaghshahi, B. Bahari

// International Research Journal of Applied and Basic Sciences. – 2012. – Vol., 3 (S). – p.2780-2784.

226. Simoglou K. Effect of foliar applied boron, manganese and zinc on tan spot in winter durum wheat/ K.Simoglou, C. Dordas// Crop Protection, 2006. – . Vol.25. – P. 657–663.

227. Soleimani, R. The effects of integrated application of micronutrient on wheat in low organic carbon conditions of alkaline soils of Western Iran//In 18th World Congress of Soil Science (Philadelphia, PA). – 2006. – P.125-128.

228. Szczepaniak, W. Effect of Foliar Application of Micronutrients and Fungicides on the Nitrogen Use Efficiency in Winter Wheat/ W. Szczepaniak, B. Nowicki, D. Bełka, A. Kazimierowicz, M. Kulwicki, W. Grzebisz //Agronomy. – 2022. – 12(2):257. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020257>

229. Tabatabai, S. M. R. Evaluation of some characteristics of corn under water stress and zinc foliar application/ S. M. R. Tabatabai, M. Oveysi and R. Honarnejad// Gmp Rev. – 2015. – Vol.16. – P. 34–38.

230. Tejada-Jimenez M., Chamizo-Ampudia A., Llamas A., Galvan A., Fernandez E. Roles of Molybdenum in Plants and Improvement of Its Acquisition and Use Efficiency/ M. Tejada-Jimenez, A. Chamizo-Ampudia, A. Llamas, A. Galvan, E. Fernandez//In Plant Micronutrient Use Efficiency. – Academic Press, 2018. – P. 137-159.

231. Xu, W. Natural Occurrence of Alternaria Toxins in the 2015 Wheat from Anhui Province, China/ W. Xu, X. Han, F. Li, L. Zhang//Toxins (Basel). – 2016 Oct 26; – 8(11):308. doi: 10.3390/toxins8110308. PMID: 27792182; PMCID: PMC5127105.

232. Ventura, L.; Donà, M.; Macovei, A.; Carbonera, D.; Buttafava, A.; Mondoni, A.; Rossi, G.; Balestrazzi, A. Understanding the molecular pathways associated with seed vigor. Plant Physiol. Biochem. 2012, 60, 196–206. [

233. Vidhyasekaran, P. Concise encyclopaedia of plant pathology, Food Products Press, The Haworth Reference Press. – 2004. – p. 619.

234. Vigani, G. Iron availability affects the function of mitochondria in cucumber root/ G. Vigani, D. Maffi// *New Phytol.* – 2009. – Vol. 182. – P. 127-136
235. Wageningen FSC. Multi-level Mapping and Exploration of Wheat production and consumption and their potential contribution to alleviation of poverty, malnutrition and gender inequality. Wageningen University Food Security Center study. WHEAT competitive grant. Final Report to be published by end 2016. 2016.
236. Wang, S. The Effectiveness of Foliar Applications of Zinc and Biostimulants to Increase Zinc Concentration and Bioavailability of Wheat Grain/ Wang, S.; Tian, X.; Q. Liu// *Agronomy* – 2020. – Vol. 10. – P. 178.
237. Wang, W.; Liu, S.; Song, S.; Møller, I.M. Proteomics of seed development, desiccation tolerance, germination and vigor//*Plant Physiol. Biochem.* 2015, 86, 1–15.
238. Wei, Y.; Xu, H.; Diao, L.; Zhu, Y.; Xie, H.; Cai, Q.; Wu, F.; Wang, Z.; Zhang, J.; Xie, H. Protein repair L-isoaspartyl methyltransferase 1 (PIMT1) in rice improves seed longevity by preserving embryo vigor and viability//*Plant Mol. Biol.* 2015, 89, 475–492.
239. Wen D, Xu H, Xie L, et al. Effects of Nitrogen Level during Seed Production on Wheat Seed Vigor and Seedling Establishment at the Transcriptome Level // *Int J Mol Sci.* 2018;19(11):3417.
240. Yassen A, El-Nour AA, Shedeed S. Response of Wheat to Foliar Spray with Urea and Micronutrients/ Yassen A, El-Nour AA, Shedeed S.// *J American Sci.* 2010 – Vol. 32 6(9). – P.14-22.
241. Yruela, I. Copper in plants: acquisition, transport and interactions//*Funct. Plant. Biol.* – 2009. – Volume 36(5). – P. 409-430.
242. Zain, M. Foliar Application of Micronutrients Enhances Wheat Growth, Yield and Related Attributes/ M.Zain, I. Khan, R. Qadri, U. Ashraf // *American Journal of Plant Sciences.* – 2015. – №06. – P. 864-869.
243. Zhang, F.S. Role of the root apoplasm for iron acquisition by wheat plants/ F.S. Zhang, V. Römheld, H. Marschner // *Plant Physiol.* – 1991. – Volume 97(4). – P.1302-1305. doi:10.1104/pp.97.4.1302

244. Zhang, H.; Wang, W.; Liu, S.; Møller, I.M.; Song, S. Proteome analysis of poplar seed vigor // PLoS ONE 2015, 10, e132509.
245. Zheng, Y. Responses of physiological parameters, grain yield, and grain quality to foliar application of potassium nitrate in two contrasting winter wheat cultivars under salinity stress/ Zheng, Y., Xu, X., Simmons, M., Zhang, C., Gao, F., Li, Z.// J. Plant Nutr. – 2010. – Vol. 32173 (3). – P. 444–452.
246. Zhou, W.; Chen, F.; Zhao, S.; Yang, C.; Meng, Y.; Shuai, H.; Luo, X.; Dai, Y.; Yin, H.; Du, J.; et al. DA-6 promotes germination and seedling establishment from aged soybean seeds by mediating fatty acid metabolism and glycometabolism// J. Exp. Bot. 2018.

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	озимая пшеница					
Фактор А:	удобрения					
Год исследований:	2018					
Градация фактора		5				
Исследуемый показатель:			урожайность			т/га
Количество повторностей:			4			
Руководитель						
		Таблица				
Фактор А	Повторност				Суммы	Средние
	1	2	3	4	V	
Контроль	2,16	1,98	2,08	1,98	8,2	2,05
Металлоцен Д, 1 л/га	3,02	2,75	2,91	2,81	11,5	2,87
Металлоцен Д, 2 л/га	2,80	2,43	2,69	2,72	10,6	2,66
Металлоцен Д, 3 л/га	2,70	2,53	2,60	2,44	10,3	2,57
Металлоцен Д, 4 л/га	2,84	2,66	2,73	2,56	10,8	2,70
суммы Р	13,52	12,35	13,01	12,52	51,4	
						51,40
Таблица дисперсионного анализа						
Дисперция	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат s2	Ффакт	F05	Достоверность
Общая	1,7631	19,0000				Достоверно
Повторностей	0,1674	3,0000				
Вариантов	1,5416	4,0000	0,3854	85,4971	3,26	
Остаток	0,0541	12,0000	0,0045			
Ошибка разности средних	0,05	т/га				
НСР05	0,10	т/га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА						
Культура:	озимая пшеница					
Фактор А:	удобрения					
Год исследований:	2019					
Градация фактора	5					
Исследуемый показатель:	урожайность				т/га	
Количество повторностей:	4					
Руководитель						
	Таблица					
Фактор А	Повторность				Суммы	Средние
	1	2	3	4	V	
Контроль	2,16	1,98	2,08	1,98	8,2	2,05
Металлоцен Д, 1 л/га	3,02	2,75	2,91	2,81	11,5	2,87
Металлоцен Д, 2 л/га	2,80	2,43	2,69	2,72	10,6	2,66
Металлоцен Д, 3 л/га	2,70	2,53	2,60	2,44	10,3	2,57
Металлоцен Д, 4 л/га	2,84	2,66	2,73	2,56	10,8	2,70
суммы Р	13,52	12,35	13,01	12,52	51,40	
						51,4
Таблица дисперсионного анализа						
Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s2	Fфакт	F05	Достоверность
Общая	1,7631	19,0000				достоверно
Повторностей	0,1674	3,0000				
Вариантов	1,5416	4,0000	0,3854	85,4971	3,26	
Остаток	0,0541	12,0000	0,0045			
Ошибка разности средних	0,05	т/га				
НСР05	0,10	т/га				

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА							
Культура:	озимая пшеница				Год исследований:	2018	
Фактор А:	осенняя обработка				Исследуемый показатель:	урожайность	
Фактор В:	подкормки				единицы измерения		
Градация фактора А:		3					
Градация фактора В:		5					
Количество повторностей:				4			
Таблица							
Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы V	Средние
		1	2	3	4		
контроль	Контроль	1,64	1,54	1,70	1,76	6,64	1,66
	Универсал	2,35	2,21	2,44	2,53	9,52	2,38
	Металлоцен А	1,72	1,62	1,79	1,86	7,00	1,75
	Металлоцен В	1,81	1,71	1,88	1,95	7,36	1,84
	Металлоцен С	1,78	1,68	1,85	1,92	7,24	1,81
Металлоцен Д	Контроль	1,96	1,88	2,19	2,05	8,08	2,02
	Универсал	2,27	2,18	2,44	2,47	9,36	2,34
	Металлоцен А	2,05	1,98	2,21	2,24	8,48	2,12
	Металлоцен В	2,04	1,97	2,20	2,23	8,44	2,11
	Металлоцен С	2,13	2,05	2,29	2,32	8,8	2,20
Мелафен	Контроль	2,18	2,25	2,62	2,48	9,52	2,38
	Универсал	2,60	2,68	3,12	2,95	11,36	2,84
	Металлоцен А	2,49	2,54	2,99	2,86	10,88	2,72
	Металлоцен В	2,56	2,46	2,60	2,94	10,56	2,64
	Металлоцен С	2,66	2,57	2,71	3,06	11,00	2,75
суммы Р		32,26	31,32	35,03	35,63	134,24	
						134,24	2,24
Оценка существенности различий							
Фактор	Ффакт	F05	Вывод				
А	185,77	5,14	дост.				
В	86,38	2,61	дост.				
АВ	12,09	2,18	дост.				
НСР							
НСР05 делянок 1 пор.		0,22					
НСР05 делянок 2 пор.		0,10					
НСР05 А		0,10					
НСР05 В		0,06					
НСР05 АВ		0,19					

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	озимая пшеница	Год исследований:	2019
Фактор А:	осенняя обработка	Исследуемый показатель:	урожайность
Фактор В:	подкормки	единицы измерения	
Градация фактора А:	3		
Градация фактора В:	5		
Количество повторностей:	4		

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы V	Средние
		1	2	3	4		
контроль	Контроль	1,97	2,10	2,08	2,06	8,20	2,05
	Универсал	2,40	2,61	2,50	2,37	9,88	2,47
	Металлоцен А	1,95	2,23	2,14	2,12	8,44	2,11
	Металлоцен В	2,00	2,21	2,14	2,01	8,36	2,09
	Металлоцен С	2,03	2,24	2,17	2,04	8,48	2,12
Металлоцен Д	Контроль	2,78	2,65	3,11	2,94	11,48	2,87
	Универсал	2,85	2,74	3,06	3,11	11,76	2,94
	Металлоцен А	2,75	2,65	2,96	3,00	11,36	2,84
	Металлоцен В	2,86	2,75	3,07	3,12	11,8	2,95
	Металлоцен С	2,92	2,81	3,14	3,18	12,04	3,01
Мелафен	Контроль	2,33	2,46	2,72	2,38	9,88	2,47
	Универсал	2,75	2,90	3,21	2,82	11,68	2,92
	Металлоцен А	2,25	2,38	2,63	2,30	9,56	2,39
	Металлоцен В	2,59	2,65	2,63	2,81	10,68	2,67
	Металлоцен С	2,66	2,57	2,71	3,06	11,00	2,75
суммы Р		37,08	37,94	40,26	39,31	154,60	
						154,60	2,58

Оценка существенности различий			
Фактор	Ффакт	F05	Вывод
А	46,02	5,14	дост.
В	29,92	2,61	дост.
АВ	6,97	2,18	дост.

НСР

НСР05 делянок 1 пор.	0,43
НСР05 делянок 2 пор.	0,12
НСР05 А	0,19
НСР05 В	0,07
НСР05 АВ	0,18

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДВУХФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	озимая пшеница	Год исследований:	2020
Фактор А:	осенняя обработка	Исследуемый показатель:	урожайность
Фактор В:	подкормки	единицы измерения	
Градация фактора А:	3		
Градация фактора В:	5		
Количество повторностей:	4		

Таблица

Фактор А	Фактор В	Повторность				Суммы V	Средние
		1	2	3	4		
контроль	Контроль	3,28	3,43	3,38	3,27	13,36	3,34
	Универсал	3,47	3,62	3,57	3,46	14,12	3,53
	Металлоцен А	3,36	3,51	3,46	3,35	13,68	3,42
	Металлоцен В	3,50	3,74	3,74	3,62	14,60	3,65
	Металлоцен С	3,45	3,69	3,68	3,57	14,40	3,60
Металлоцен Д	Контроль	4,06	3,96	4,40	4,21	16,64	4,16
	Универсал	4,15	4,32	4,64	4,42	17,52	4,38
	Металлоцен А	3,71	3,99	4,29	4,21	16,2	4,05
	Металлоцен В	4,01	4,22	4,53	4,36	17,12	4,28
	Металлоцен С	4,17	4,25	4,56	4,26	17,24	4,31
Мелафен	Контроль	3,42	3,59	3,83	3,68	14,52	3,63
	Универсал	3,75	3,94	4,14	4,09	15,92	3,98
	Металлоцен А	3,34	3,61	3,80	3,86	14,60	3,65
	Металлоцен В	3,68	3,71	4,07	4,18	15,64	3,91
	Металлоцен С	3,72	3,75	3,89	4,44	15,80	3,95
суммы Р		55,08	57,32	59,97	58,99	231,36	
						231,36	3,86

Оценка существенности различий			
Фактор	Ффакт	F05	Вывод
А	33,94	5,14	дост.
В	33,41	2,61	дост.
АВ	2,34	2,18	дост.

НСР

НСР05 делянок 1 пор.	0,48
НСР05 делянок 2 пор.	0,11
НСР05 А	0,22
НСР05 В	0,07
НСР05 АВ	0,10

Stat.progr.

МНОГОФАКТОРНЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

фактор Y лабораторная всхожесть

Год исследований

фактор X1 гельминтоспориоз

Исследователь

фактор X2 черный зародыш

фактор X3 септориоз колоса

Количество пар сравнения:

15

№	Y	X1	X2	X3
1	94	12,40	4,30	11,2
2	94	8,70	3,60	6,3
3	98	7,50	3,10	5,4
4	98	9,10	4,10	6,8
5	98	10,40	3,60	7,3
6	98	6,20	2,70	9,6
7	99	4,90	2,20	6,5
8	98	4,10	1,90	5
9	97	9,30	2,80	5,9
10	96	9,10	2,60	6,9
11	94	12,10	3,20	11,9
12	98	6,20	2,60	6,9
13	98	6,00	2,10	6,1
14	98	9,80	3,00	7,2
15	98	10,90	2,90	7,6
средние	97,07	8,45	2,98	7,37
ср.кв.откл.	1,71	2,55	0,70	2,00

Матрица корреляционного анализа

	Y	X1	X2	X3
Y	1,000	-0,610	-0,509	-0,575
X1	-0,610	1,000	0,747	0,617
X2	-0,509	0,747	1,000	0,451
X3	-0,575	0,617	0,451	1,000

Частные коэффициенты множественной корреляции

гyx1,x2	-0,401	гyx2,x1	-0,094	гyx1,x2x3	-0,239
гyx1,x3	-0,395	гyx3,x1	-0,318	гyx2,x1x3	-0,114
гyx2,x3	-0,342	гyx3,x2	-0,450	гyx3,x1x2	-0,024

Коэффициент множественной корреляции

Ryx1x2	0,615	Ryx1x3	0,660	Ryx2x3	0,639	Ryx1x2x3	0,665
--------	-------	--------	-------	--------	-------	----------	-------

Уравнения множественной регрессии

y=	-0,35 *X1+	-0,30 *X2+	97,07	±	1,35
y=	-0,28 *X1+	-0,79 *X3+	97,07	±	1,28
y=	-0,77 *X2+	-0,37 *X3+	97,07	±	1,31
y=	-0,211 *X1+	-0,316 *X2+	-0,276 *X3+	101,823	± 1,277

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА																		
№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Сроки проведения работ		Состав агрегата		Количество человек для выполнения нормы	Норма выработки	Зарплата труд. чел. за 1 центнер	Тарифная ставка за труд на весь объем работ, руб.	Тарифный фонд оплаты труда, руб.	Дополнительная оплата на качество и сроки, руб.	Горючее		Автомобиль	Электроэнергия	
		в условных единицах	в натуральных единицах	начало работ	рабочий день	марка трактора	СМ							количество на 1 га	важно и мало, л		количество	стоимость, руб.
культура сорт		площадь, га		урожайность		и/га		валовой сбор ц		Норма выработка, ц/га		Стоимость СМ, руб.		Стоимость 1 т/га, руб.		Стоимость 1 кВт·ч, руб.		
		100		основной продукции		23,5		2350		2,7		50		49		53,3		
				побочной продукции		18,8		1880										

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
международной деятельности
ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, д.с.-х.н


Р.М. Низамов
28.08.2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
«ООО-Макс-Ойл»
Пестречинского района
Республики Татарстан


Э.И. Галеев
28.08.2020 г.

АКТ о внедрении результатов научно-исследовательской работы в производство

Мы, нижеподписавшиеся представители ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» профессор Сафин Радик Ильясович, аспирант Вафин Ильшат Хафизович с одной стороны и представитель «ООО-Макс Ойл» Пестречинского района Республики Татарстан – руководитель Галеев Эмиль Ильдусович с другой стороны, составили настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы «Оценка эффективности применения некорневой подкормки жидкими комплексными минеральными удобрениями на семенных посевах озимой пшеницы», испытаны и внедрены в ООО «Макс-Ойл» Пестречинского района Республики Татарстан на площади 70 гектаров.

В процессе внедрения выполнены следующие работы:

1. Применение удобрения Металлоцен Д и стимулятора роста Мелафен оказали положительное влияние на продуктивность и показатели качества зерна озимой пшеницы.
2. Наилучший результат получен при использовании удобрения серии Металлоцен Д, где урожайность озимой пшеницы составила 2,75 т/га (прибавка по сравнению с контролем – 630 кг/га).
3. Использование минерального удобрения и некорневых подкормок увеличила урожай зерна озимой пшеницы на 44,1 т., экономический эффект от внедрения составил 573,3 тыс. руб.

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.
Вафин И.Х.

Представитель предприятия


Галеев Э.И.