Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина»

На правах рукописи

ШКУРКИНА АННА СЕРГЕЕВНА

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук по специальности
4.1.1. – общее земледелие и растениеводство

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Виноградов Дмитрий Валериевич

Елец – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….. 4
ГЛАВА 1. ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ РЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ) …….. 11
1.1. Морфобиологические особенности озимой ржи, значение сортов и гибридов в технологии производства культуры …….. 11
1.2. Особенности выбора предшественника, сроков и норм высева в технологии выращивания озимой ржи …….. 15
1.3. Применение агрохимикатов и пестицидов в агроценозах и их роль в повышении урожайности и качества зерна озимой ржи …… 21
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ 31
2.1. Почвенно-климатические условия проведения опытов …….. 31
2.2. Схема, методика и агротехнологические условия …… 38
ГЛАВА 3. КОМПЛЕКСНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ …… 42
3.1. Агрофизические свойства почвы в зависимости от различных норм высева озимой ржи по предшественникам ……... 42
3.2. Прохождение растениями озимой ржи этапов вегетационного периода при различных нормах высева и предшественникам …….. 52
3.3. Изменение площади листовой поверхности озимой ржи при различных нормах высева и предшественникам ……. 59
3.4. Структура урожая озимой ржи в зависимости от различных норм высева и предшественников ……... 63
3.5. Засорённость посевов озимой ржи в опыте по изучению различных норм высева и предшественников ……..……... 70
3.6. Урожайность озимой ржи в зависимости от влияния норм высева и предшественников ……... 81

ГЛАВА 4. ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ …….. 91
4.1. Прохождение растениями озимой ржи этапов вегетационного периода 91
4.2. Структура урожая озимой ржи в зависимости от действия агрохимикатов …… 96
4.3. Урожайность сорта и гибридов озимой ржи в зависимости от действия агрохимикатов ……. 108
4.4. Качество зерна сорта и гибридов озимой ржи в зависимости от действия агрохимикатов ……. 114
ГЛАВА 5. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ОЗИМОЙ РЖИ ……... 123
5.1. Биоэнергетическая эффективность производства озимой ржи при различных нормах высева и предшественников …….……. 123
5.2. Экономическая эффективность производства озимой ржи ……. 128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…… 137
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ……. 140
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…… 141
ПРИЛОЖЕНИЯ…… 170

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Важнейшая роль в зерновом балансе Российской Федерации отводится озимым культурам.

Озимая рожь – основная сельскохозяйственная культура, зерно которой характеризуется содержанием в среднем 9–12% белка, до 75–80% легкоусвояемых углеводов, 5–6% сахара, до 2% клетчатки. Ржаное зерно отличается содержанием ненасыщенных жирных кислот, группы витаминов В, в основном В1, В2, В6, а также витаминов РР, Е [142].

Культура способна давать самый ранний весенний и поздний осенний зеленый корм для скота. Зеленая масса озимой ржи до колошения отличается высокими кормовыми достоинствами. В 100 килограммах такой массы содержится 20 кормовых единиц, 1 килограмм переваримого белка и много витаминов [210].

В 2023 году посевные площади, засеянные рожью, в нашей стране составили чуть более 800 тыс. га, что характеризовалось уменьшением на 10% к 2022 году. За последний пятилетний срок посевные площади, отданные под озимую рожь, уменьшились на 17,9% (на 175,8 тыс. га), за десять лет – на 56,1% (на 1 029 тыс. га), к 2001 году – на 77,9%, или на 2 830 тыс. га.

Посевы в стране существенно сократились по сравнению с восьмидесятыми годами в РСФСР [198]. В начале 2000-х годов посевные площади, занятые под посевы озимой ржи, в Российской Федерации находились на уровне 3,6 млн га, в то же время за 20 лет они снизились до 0,7 млн га, или почти в 5 раз.

Большая доля площадей под озимой рожью в России сосредоточена в Приволжском федеральном округе (более 65%) [160, 172]. В Центральном федеральном округе площадь под озимой рожью в последние годы составляет около 65 тыс. га с тенденцией сокращения к последующему году на 4–5%. В России определен негативный тренд к ежегодному сокращению валовых сборов озимой ржи на протяжении 35 лет: в 2025 году он составил менее 1 650,0 тыс. тонн.

Больше всего озимую рожь высевают в Оренбургской области (около 150 тыс. га), а также в Башкирии (110 тыс. га), Татарстане (75 тыс. га). В 2023 году

в Московской области озимая рожь высевалась на площади 3,4 тыс. га, в соседней Рязанской области было посеяно около 9,3 тыс. га, что недостаточно для данных регионов, учитывая их потенциал и потенциал озимой зерновой культуры.

Средняя урожайность озимой ржи в Российской Федерации остается недостаточно высокой для зерновых культур – 1,8–2,1 т/га. Так, в 2023 году средняя урожайность данной культуры по стране составила 21,6 ц/га [45]. Среднегодовая продуктивность озимой ржи в стране в период 1994–2003 гг. была равна 16,0 ц/га, в 2004–2013 гг. увеличилась до 17,4 ц/га, а в 2014–2023 гг. составила 20,2 ц/га.

Уменьшение посевных площадей в России продиктовано снижением внутреннего спроса на зерно культуры и недостаточной разработанностью интенсивных технологий сельхозтоваропроизводителями, слабой селекционной проработкой выращиваемых сортов [53, 131, 140]. Во многом снижение объема выращивания ржи обусловлено низким спросом в качестве зернового сырья на корма для животноводства и спиртовой промышленности, хотя раньше культура являлась незаменимой в данном направлении. Так, в 1985 году в РСФСР производилось почти 50 млн тонн комбинированных кормов для животных и птицы, к 1998 году выработка комбикормов уменьшилась до 8,7 млн тонн, а к 2013 – снизилась до 20 млн тонн. Последние семь лет в стране отмечается стабильный ежегодный прирост производства комбикормов, в среднем на 5–8%, а значит, потребность в зерне ржи будет только расти [128].

В то же время существует большой потенциал в исправлении ситуации и существенном увеличении посевных площадей, продуктивности озимой ржи и спроса на культуру в стране.

Существенным фактором снижения продуктивности зерновых культур является несбалансированное питание растений макро- и микроэлементами, в связи с чем для получения высоких урожаев и качественного зерна необходимо установление продукционного процесса растений и агрохимических связей в системе «почва – растение» [192].

Мировой опыт научного земледелия и сельскохозяйственного производства доказывает, что без освоения интенсивных технологий возделывания увеличить

продуктивность озимых зерновых культур невозможно [148]. Во многом повышение спроса на озимую рожь должно быть продиктовано созданием пластичных высокопродуктивных выносливых сортов и гибридов ржи, в том числе для регионов со сложными почвенно-климатическими условиями [50]. Научно обоснованный подход к совершенствованию элементов агротехнологии выращивания озимой ржи может существенно повысить ее урожайность и качество, так как ее зерно будет использоваться на хлебопекарные и технические цели.

В связи с изменением климата, во многом снижением плодородия почв и повышением антропогенной нагрузки разработка и совершенствование элементов сортовой технологии посредством выбора сочетаний более эффективных предшественников, норм высева и средств химизации имеет определяющее значение для формирования высокопродуктивных агроценозов озимой ржи в регионе, что является перспективной и актуальной проблемой современного земледелия и растениеводства.

Степень разработанности темы. В мировой и отечественной науке и практике существует достаточно много обоснованных данных посвященных совершенствованию и разработке элементов агротехнологии выращивания озимой ржи в различных почвенно-климатических условиях (Бульдяева О.А., 2005; Ложкина Н.И., 2006; Бебякин В.М., 2008; Урбан Э.П., 2009; Радовня О.С., 2010; Marczewski K., 2012; Kim K.S., Anderson J.D., 2017; Бовина Н.В., 2017; Исмагилов, Р.Р., 2018; Kantarek Z., Masojc P., 2018; Шевцов В.А., 2018; Belous I.N., 2019; Гончаренко А.А., 2020; Ismagilov K.R., 2022; Noland R. L., 2022; Захаров Н. Г., 2023).

Вопросами питания озимых зерновых культур занимались Тиунов А.Н., 1972; Личикаки В.М., 1974; Ягодин Б.А., 2002; Завалин, А.А., 2007; Пасынков, А.В., 2016; Тороп А.А., 2016; Малявко Г.П., 2019; Ускова Н.В., 2019; Гармаш Н.Ю., 2020; Шалак И.О., 2022, Шишков, Д.Г., 2024. Над изучением влияния видов предшественников и способов обработки почвы в технологии выращивания озимой ржи работали Лазарев А.П., 2003; Кузьминых А.Н., 2013; Пашкова Г.И., 2016;

Боронтов, О.К., 2017; Белоус И.Н., 2018; Новоселов С.И., 2018; Плотников, С.Ю., 2021; Беленков А.И., 2023.

Остается малоизученным вопрос эффективности применения новых агрохимикатов в агроценозах озимой ржи в условиях региона. Так же недостаточно изучено действие различных норм высева озимой ржи в комплексе с эффективным предшественником на продуктивность культуры. С появлением более пластичных сортов и гибридов озимой ржи, которые по своим характеристикам обладают высоким потенциалом урожайности и качеством продукции, стимулируют ученых и производственников к разработке и совершенствованию технологии данной зерновой культуры. Необходимость в получении новых научных знаний по разработке элементов технологии выращивания озимой ржи в Центральном Нечерноземье и определило направление данных исследований.

Цель исследований – совершенствование агротехнологических приемов повышения продуктивности озимой ржи на основе применения эффективных предшественников, норм высева, агрохимикатов в условиях Центральной части Нечерноземной зоны.

Задачи исследований:

1. Определить наиболее эффективные нормы высева в комплексе с лучшим предшественником в посевах озимой ржи.
2. Оценить влияние агрохимикатов в агроценозах сорта и гибридов озимой ржи.
3. Выявить показатели экономической и энергетической эффективности в зависимости от изучаемых приемов возделывания озимой ржи.

Научная новизна. В условиях Центральной части Нечернозёмной зоны России на дерново-подзолистых почвах средней степени окультуренности получены новые экспериментальные данные по эффективности норм высева и различных предшественников при размещении озимой ржи в севообороте, а так же выявлено действие различных агрохимикатов в посевах сорта Московская 18 и гибридов КВС Раво, ЗУ Форзетти, КВС Этерно.

Впервые в условиях региона для озимой ржи определены наиболее эффективные нормы высева 3,5 и 4,0 млн. шт. всхожих семян / га в сочетании с лучшим предшественником в севообороте – горох на зерно.

Для условий Центрального Нечерноземья экспериментально определено оптимальное сочетание факторов, где предлагается высевать наиболее продуктивные гибрид ЗУ Форзетти и сорт Московская 18 в комплексе с обработкой посевов жидким комплексным минеральным удобрением Фолирус Х марки: Фолирус Актив, в дозе 3,0 л/га, осенью в фазу кущения и повторно весной – при появлении флагового листа, с нормой расхода рабочей жидкости 250 л/га. Дана качественная оценка зерна озимой ржи в зависимости от факторов.

Получено два патента на изобретение № 2820207; № 2832883 в соавторстве.

Теоретическая и практическая значимость обусловлена комплексным подходом и системным анализом применяемых элементов агротехнологии на реакцию озимой ржи в условиях Центрального Нечерноземья.

Доказано преимущество применения предшественника горох на зерно в комплексе с нормами высева озимой ржи в 3,5 и 4,0 млн. шт./га, как наиболее эффективные сочетания в получении максимальной в опыте урожайности в 53,5 ц/га и 52,9 ц/га соответственно. Установлена высокая эффективность применения агрохимикатов, подтвержденная урожайностью на вариантах совместного применения Фолирус Актив + ЗУ Форзетти (55,7 ц/га), Арксоил ККР + ЗУ Форзетти (51,6 ц/га), Лебозол-полный уход + ЗУ Форзетти (50,4 ц/га), Фолирус Актив + Московская 18 (50,2 ц/га).

Корреляционно-регрессионный анализ данных исследований позволил дать оценку и выявить ключевые факторы влияющие на агрофизические характеристики почвы, засоренность посевов, урожайность и качество зерна ржи.

Представленные выводы имеют комплексное экономическое обоснование и расчёт энергетической эффективности. Высокий уровень рентабельности определен при размещении озимой ржи в севообороте после гороха на зерно и использовании норм высева 3,5 и 4,0 млн. шт./ га – 72,1 и 72,6 % соответственно. Максимальный уровень рентабельности получен при обработке посевов с

гибридом ЗУ Форзетти жидким комплексным минеральным удобрением Фолирус Х марки: Фолирус Актив (89,4%).

Результаты исследований внедрены в производство Московской и Рязанской областей на общей площади 122 га. Отдельные материалы диссертации используются при преподавании дисциплин «Земледелие» и «Растениеводство», у студентов направления Агрономия в Елецком ГУ имени И.А. Бунина, при организации курсов повышения квалификации для специалистов АПК.

Методология и методы исследования основывалась на обобщении научных работ отечественных и зарубежных авторов, выполнении полевых и лабораторных исследований и их анализе, в том числе определении экономический, биоэнергетической и статистической оценки полученных результатов технологических операций и технологии выращивания озимой ржи.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эффективность совместного применения предшественников и норм высева в посевах озимой ржи.
2. Действие агрохимикатов в агроценозах сорта и гибридов озимой ржи.
3. Экономическое, энергетическое и статистическое обоснование приёмов возделывания озимой ржи и определение их оптимального сочетания.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается достаточным количеством экспериментов, которые были реализованы на основе общепринятых методик и ГОСТов, используемых в сельскохозяйственной науки и практике, а так же с помощью технических средств и различного специального оборудования. Полученные экспериментальные данные подвержены математической и статистической обработкам; результаты научной работы широко опубликованы в рецензируемых научных изданиях и были представлены на конференциях различного уровня.

Апробация результатов работы. Основные результаты работы обсуждены на заседании кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Елецкого ГУ им. И.А. Бунина, а так же на международных научно-практических конференциях: «Инновации в сельском

хозяйстве и экологии» (21 сентября 2023 г., Рязань, РГАТУ), «Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе» (24 октября 2023 г., Елец, ЕГУ), «Вклад молодых ученых, аспирантов и студентов «Путохинские чтения - 2023» (12 декабря 2023 г., Кинель, Самарский ГАУ), «ВЕКовое растениеводство» (15 декабря 2023 г., Пермь, Пермский ГАТУ), «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (30-31 января 2024 г., Горки, Белорусская ГСХА), «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий» (21 марта 2024 г., Рязань, РГАТУ).

Внедрение результатов диссертационных исследований в производство осуществлено в ООО племзавод «Барыбино» Домодедовского района Московской области (33 га); АО «Макеево» Зарайского района, Московской области (41 га); ООО «Пламя» Кораблинского района Рязанской области (48 га) (приложение Ъ, Э, Ю).

Публикации. По материалам исследований опубликовано 15 печатных научных работ, в том числе: 1 статья в издании входящем в международную базу данных Scopus; 4 статьи – в Перечне ВАК РФ и РУДН, 2 патента на изобретение в соавторстве.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений производству, списка литературы и приложения. Диссертация изложена на 208 страницах, экспериментальные данные приведены в 50 таблицах, 26 рисунках, 32 приложениях. Список литературы включает 211 источников, в том числе 37 – иностранных.

Личный вклад автора состоял в самостоятельном изучении методик и методов исследований, планировании эксперимента, непосредственно выполнении опытов, сборе, обработке информации и обобщении научных результатов исследований, а так же статистической и корреляционной оценке, написании работы, формулировке выводов и предложений производству.

ГЛАВА 1. ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ РЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ)

1.1. Морфобиологические особенности озимой ржи, значение сортов и гибридов в технологии производства культуры

Озимая рожь, *Secále cereále,* – одна из важнейших зерновых культур нашей страны. По своим морфобиологическим характеристикам озимая рожь для Нечерноземной зоны является наиболее пластичной культурой, которая способна рационально усваивать осадки и труднодоступные питательные вещества, являясь засухоустойчивой культурой во многом благодаря развитой корневой системе и раннему весеннему возобновлению вегетации [58, 96, 138].

Озимая рожь с осени не выходит в трубку. Зеленую массу озимой ржи охотно поедают все виды скота.

Первоначальное развитие растений озимой ржи протекает осенью, озимые хорошо кустятся и укореняются, приобретают устойчивость к низким температурам, а ранней весной культура более эффективно по сравнению с яровыми зерновыми использует запасы влаги в почве [146].

Озимая рожь при благополучной перезимовке дает всегда более высокий урожай, чем яровые зерновые. При благоприятных условиях к фазе колошения культура уже наращивает 70% органической массы, которая к началу налива составляет 96% от максимального количества. Ранняя весна, теплый апрель, дождливый и прохладный май обычно создают хорошие условия для активного развития озимой ржи [71].

Так, при длительном пребывании растений озимой ржи под глубоким слоем снега они испытывают недостаток в запасных питательных веществах или сахарах, необходимых для дыхания, и сильно ослабляются. Погибают же растения ржи к весне, как правило, от действия патогенных микроорганизмов – возбудителей снежной плесени. Помимо погодных и агротехнологических условий,

устойчивость к грибковым заболеваниям во многом зависит от сорта культуры [96, 146].

Ранее селекция озимой зерновой культуры была направлена на повышение хлебопекарных качеств ржи. На сегодняшний день в России, Беларуси и некоторых других странах ставится задача по выведению сортов комплексного использования – и в кормопроизводстве, и в хлебопекарной отрасли, а также как техническое сырье в спиртовой промышленности [116, 118, 150, 154].

В настоящее время селекция зерновых культур, в том числе озимой ржи, направлена на развитие ценных характеристик, касающихся устойчивости к заболеваниям культуры, таким как бурая ржавчина, а также устойчивости к прорастанию зерна в колосе [13, 149, 187].

Установлено, что существенно адаптивными по продуктивности сортами культуры, которые могут быть применены в селекции озимой ржи, являются Эра, Иртышская, Ясельда, Талисман, Офелия, Зилант, Зубровка и Лота [55].

Ученым К.Р. Исмагиловым (2024) в исследованиях [194] установлено, что характеристику реакции сорта или гибрида на неблагоприятные факторы и условия стресса дополняют данные генетической гибкости, определяющие степень генотипа линии культуры к внешним факторам. Выявлено, что величина данного показателя сильнее всего отражена у гибрида КВС Авиатор по сравнению с сортами озимой ржи Памяти Кунакбаева, Чулпан 9 [54].

При выведении высокоурожайных, пластичных и высокостабильных сортов агрокультур, в том числе озимой ржи, для выращивания в каждом конкретном регионе применяют множественные статистические методы и методики, в которых непосредственное внимание уделяется сортовым оценкам адаптивности, а также показателям стабильности для дальнейшей селекции зерновых культур [27, 159, 183, 196, 207].

Большое внимание стоит уделять оценке сортов по параметрам адаптивности и стабильности, что позволит выделить перспективные генотипы для дальнейшей селекции [157].

В выведении качественных урожайных сортов и гибридов озимой ржи

продвинулись белорусские селекционеры. Из последних полученных линий рекомендуется более 50 белорусских сортов комплексного назначения, среди которых по показателю числа падения – Amilo, Антарес, Альфа, Нива. Кроме того, можно отметить сорта, которые отличаются более лучшими качествами в хлебопечении, а также высокими показателями по белку, – это Саратовская 6, Радонь, Марусенька, Зарница [117, 153].

Положительно характеризуются сорта Алькора, Зарница, Искра, Лота, Нива, Спадчына, устойчивые к прорастанию зерна в колосе [119], а сорт Укосная котируется как один из лучших новых сортов, который рекомендуется для выращивания в технологии зеленого конвейера или промежуточных культурах [122].

В агроэкологических испытаниях, проведенных «ФАНЦ Юго-Востока» (2024) [52, 211], с более 15 сортами озимой ржи с большим генетическим разнообразием, выявлены максимально высокие показатели по сочетанию хозяйственно ценных признаков у вариантов Альфа, Саратовская 7, Харьковская самофертильная, Саратовская 10, Эра, Zduko, Arand. Отметим, что в этих же исследованиях названы высокоустойчивые к зимующим грибным заболеваниям сорта Warko, Петровна, Ясельда, Иммунер 76, Метелица, Arand, Саратовская 10 [98, 121].

Опыты О.А. Бульдяевой в условиях Тюменской области [14, 15] по изучению устойчивости озимой ржи к фитопатогенам подтвердили, что максимальная вредоносность стеблевой ржавчины выявлена в теплые вегетационные периоды с высокими значениями выпавших осадков. Активное развитие болезней в агроценозе озимой ржи также зависело от устойчивости изучаемых сортов, где потери при уборке зерна от заболеваний составили до 14,6% [10].

При изучении качественных показателей зерна ржи выявлено, что максимальной смесительной способностью по всем показателям качества являются сорта Безенчукская 87, Антарес. Хорошие характеристики по показателям объемного выхода хлеба имели сорта Саратовская 6, Былина. В то же время по показателям физических свойств теста хорошими данными обладали сорта

Таловская 35, Таловская 36, Огонек и Марусенька [2].

По утверждению С.Е. Терентьева [143], качество зерна ржи сортов Валдай и Татьяна относится ко второму классу, что рекомендуется для хлебопекарного назначения и переработки на спирт, а сорта Эра – к третьему классу.

В условиях Омской области в опытах [57, 58] максимальной экологической пластичностью и зимостойкостью обладал сорт озимой ржи Сибирь. Данный сорт является селекцией СибНИИСХ, среднепозднего созревания, тетраплоидной характеристики [72].

В условиях Сибирского региона рекомендуется для выращивания новый сорт озимой ржи Иртышская 2, который имел превосходство по ряду показателей стандарта сорта Ирина и дал среднюю урожайность за три года сортоиспытаний в количестве 6,34 т/га [151].

В Волго-Вятском регионе в исследованиях, проведенных в 2011–2020 гг., хорошо себя зарекомендовал сорт озимой ржи Батист, который имел высокую урожайность в различных климатических условиях и показал среднюю урожайность 5,26 т/га [172].

В данном диссертационном исследовании нами были выбраны четыре сорта озимой ржи, характеристика которых представлена ниже.

Сорт *Московская 18* – заявитель ФИЦ «Немчиновка», зарегистрирован в 2018 году, выведен индивидуально-семейным отбором с помощью гибридной популяции 11/92 и сорта Саратовская 7. Включен в Госреестр по Центральному (3) и Средневолжскому (7) регионам. Отличается высокой зимостойкостью, устойчивость к полеганию и засухоустойчивость – на уровне стандарта. По качеству зерна акцент сделан на высокое число падения – 210–220 с; имеет удовлетворительные хлебопекарные качества. Сорт умеренно устойчив к основным заболеваниям в регионе, в том числе к бурой ржавчине [40, 88].

Гибрид *ЗУ Форзетти* – заявитель HYBROSAATZUCHTGMBH&COKG, Германия, допущен в 2018 году. Рекомендован по Центрально-Черноземному (5) региону. Характеризуется как среднерослое растение, со средней крупностью зерна при массе 1000 семян в 32–38 граммов. В государственном сортоиспытании гибрид

давал урожайность в интервале 62,2–75,5 ц/га. Гибрид ЗУ Форзетти имеет примерно одинаковые сроки созревания со стандартом, вегетационный период на уровне 270–305 дней. По зимостойкости и устойчивости к основным заболеваниям имеет средние показатели; засухоустойчивость выше стандарта [40].

Гибрид *КВС Этерно* – заявитель и патентообладатель KWS LOCHOW GMBH, Германия, с 2018 года в реестре допущенных по Центральному (3) и Центрально-Черноземному (5) регионам. Растение характеризуется низкорослой формой средней кустистости, при массе 1000 семян в 33–40 граммов. Среднеспелый. Продуктивность находится в интервале 60–70 ц/га, в Курском регионе максимальная, на отдельных участках получена в 123 ц/га. Гибрид характеризуется как интенсивный, по хлебопекарным достоинствам заявлен со средними показателями, с показателями высокого числа падения. По устойчивости к септориозу и снежной плесени классифицируется выше стандартного сорта [40].

Гибрид *КВС Раво* – заявитель KWS LOCHOW GMBH, Германия, с 2016 года в реестре допущенных по Северо-Западному (2) региону. Характеризуется как растение от короткой до средней длины, и зерном средней крупности при массе 1000 семян в 32–40 граммов. Средняя урожайность гибрида ржи варьирует от 42,0 до 70,0 ц/га, при максимально полученной – 85,9 ц/га. Заявлен как устойчивый к полеганию, с удовлетворительными хлебопекарными качествами и устойчивостью к основным заболеваниям, в том числе к мучнистой росе [40].

Сорт Московская 18 и данные гибриды получили широкое распространение в Нечерноземном регионе, и последние годы занимают достаточно большие посевные площади в хозяйствах Тульской, Рязанской и Московской областях со средней урожайностью в 25-40 ц/га. Из около 5 тыс. га посевов в Рязанской области озимой ржи, под гибриды КВС Раво и КВС Этерно отведено более половины посевных площадей в регионе.

1.2. Особенности выбора предшественника, сроков и норм высева в технологии выращивания озимой ржи

Анализируя официальные статистические источники и производственные

опыты, констатируем, что для Нечерноземной зоны показатели по влагообеспеченности выше, чем в Центрально-Черноземном регионе, поэтому выращивание озимой ржи севернее весьма благоприятно [120, 146].

В засушливые годы урожай озимой ржи в значительной степени зависит от того, как правильно применена конкретная агротехнология под культуру.

В опытах по выявлению эффективных предшественников для озимой ржи, проводившихся в условиях Нечерноземья [146] в течение более десяти лет, доказано, что занятые пары были намного продуктивнее чистых паров.

Исследование [62] влажности почвы на парах, занятых различными культурами, показало, что количество влаги зависит от парозанимающей культуры, продолжительности периода ее вегетации и количества обработок. Влажность почвы на парах, занятых горохом и вико-овсяной смесью, падает быстрее, чем на парах, занятых картофелем и кукурузой. В большинстве случаев на занятых парах к моменту посева озимых влажность почвы заметно повышается.

Влажность почвы может быть увеличена благодаря своевременной и правильной ее обработке после уборки парозанимающей культуры, что оказывает существенное влияние на урожай озимой ржи. Отметим, что для озимых зерновых культур важна достаточная обеспеченность влагозапасами практически во все фазы развития. Так, в опытах Г.А. Стародворова (2022) [132] установлено, что ключевым фактором, определяющим продуктивность зерновых, является количество осадков в июне. В тех же исследованиях [129, 133] показана достоверная зависимость урожайности культур от комплексного действия ГТК для группы озимых зерновых на уровне R = 0,930.

В современных условиях при обязательном наличии гербицидов и минеральных удобрений требуется и новая технология паровой обработки для повышения коэффициента полезного действия паров как влагонакопителей.

По мнению И.М. Чадаева (2020) [41, 162], с целью увеличения продуктивности озимых зерновых культур необходимо в качестве непарового предшественника вводить в севооборот люпин узколистный. Паровые предшественники по урожайности озимых предпочтительны относительно

непаровых.

С.С. Чернопятов (2025) в своих исследованиях по совершенствованию технологии производства зерна озимой тритикале рекомендует в качестве эффективного предшественника горох на зерно, с посевом зерновой культуры во II декаде сентября [127, 163].

В исследованиях по последействию различных паров в звеньях семипольного севооборота [146] выявлено, что урожай озимой ржи выше по черному пару в первом звене – 24,3 ц и во втором звене севооборота – 28,6 ц, тогда как суммарный урожай гороха и озимой ржи в первом звене составил 48,6 ц и во втором – 41,5–43,3 ц/га.

Отметим, что в занятых парах, по данным многолетних исследований, ко времени уборки в почве обнаруживаются только следы нитратов, а также очень мало подвижного фосфора. Период после уборки парозанимающих культур до посева озимой ржи колебался от 10 до 30 дней в зависимости от вида парозанимающей культуры. За этот короткий промежуток в почве накапливается значительное количество легкоподвижных питательных веществ.

В опытах С.Ю. Плотникова (2021) в условиях Центрально-Черноземного региона предложено под озимые зерновые культуры применять звено севооборота черный пар – озимые зерновые – сахарная свекла с применением отвальной комбинированной обработки почвы [12, 110].

В условиях Волго-Вятского региона опытами А.Н. Кузьминых [64, 105] рекомендуется выращивать озимую рожь по сидеральному пару из массы гороха, вико-овсяной смеси, что подтверждается эффективностью биоэнергетических и экономических расчетов. Так, энергетический коэффициент в таких технологиях составил 1,2–1,5, а рентабельность – 72,7–80,1% в зависимости от вида сидерата. В тех же исследованиях введение в технологию сидератов повышало урожайность озимой ржи на 22,1–43,9%, что выше, чем при выращивании культуры по чистому пару [93, 106].

Отметим, что озимая рожь сама является хорошим предшественником. Также часто рассматривается выбор озимой ржи как сельскохозяйственной культуры,

которую широко выращивают на зеленый корм [59, 152]. Ввиду важности обеспечения скота зеленым кормом в позднеосенний и ранневесенний периоды необходимо всемерно увеличивать площади озимой ржи на зеленый корм на непаровых полях, преимущественно в виде пожнивных ее посевов. Такие посевы в первую очередь надо размещать на тех полях, которые в будущем году предназначаются под поздние яровые культуры – гречиху, просо, кукурузу, картофель и др. В этих случаях озимую рожь можно использовать на корм осенью и рано весной, а в мае поле вспахать и засеять поздними культурами. Посев этих культур обычно проводят в чистую от сорняков и влажную почву, что обеспечивает высокие их урожаи. После использования озимой ржи на корм ежегодно высевают подсолнечник на силос и картофель.

В полевых севооборотах полями, где можно высевать рожь на корм, являются те, которые в следующем году будут под чистыми парами. Такие поля, лучше всего из-под ячменя, немедленно после уборки предшествующей культуры надо вспахать, забороновать и засеять рожью для использования ее осенью на корм. Весной после однократного использования ржи на зеленый корм поле во второй половине мая обрабатывают под пар. При таком варианте можно за счет озимой ржи получить значительное количество зеленого корма осенью и весной и иметь майский пар, хорошо очищенный от сорняков с осени [146].

По экспериментальным данным, полученным в Тюменской области в агроценозах озимой ржи [68, 75, 76], в пятипольных севооборотах с занятыми парами предлагается использование дифференцированной системы основной обработки почвы, которая включала бы вспашку в комплексе с четырьмя мелкими плоскорезными обработками почвы. Также установлено, что эффективность продуктивности ржи на вариантах с основной обработкой почвы в виде вспашки равнозначно продуктивности вариантов с химической обработкой, поэтому предлагается отказаться от первых в пользу вторых вариантов [69, 70].

Эффект применения люпина на зеленое удобрение под озимую рожь приближается к эффекту от навоза, при этом отмечается, что последействие люпина на последующие культуры севооборота незначительно, в связи с чем

продуктивность севооборота в целом ниже по сравнению с продуктивностью севооборота, где применяются навоз и торф [60].

По результатам исследований В.А. Шевцова (2018) [168] на дерново-подзолистых почвах Центрального района Нечерноземья, для эффективного использования плодородия и оптимизации агрофизических показателей (плотность – 1,25 г/см^3, твердость – 1,0–1,5 Мпа, водопроницаемость – 2,5 мм/мин) в зернопаропропашных севооборотах, кроме использования навоза, рекомендуется проводить запашку соломы и использовать сидераты перед посевом озимой ржи. Только в этом случае, наряду с известкованием почвы, можно достичь урожайности озимой ржи на уровне 4,0–4,5 т/га [124].

Роль обработки почвы под озимые зерновые культуры переоценить невозможно, так как от нее существенно зависят величина и качество урожая, а также общий фитосанитарный фон агроценозов и поля в целом [63, 185, 188, 199, 202].

Использование в технологии выращивания озимой ржи отвальной системы обработки почвы в севообороте существенно качественно улучшало агрофизические характеристики пахотного слоя – его плотность снижалась на 0,01–0,02 г/см^3, показатель водопрочных агрегатов увеличивался до 10,5% по сравнению с комбинированной почвообработкой [65, 66].

От сроков посева озимой ржи прежде всего зависит возраст растения от посева до прекращения вегетации [62]. Последний, в свою очередь, отражает темпы роста, интенсивность физиологических процессов (дыхание, фотосинтез) и биохимических превращений белковых веществ и углеводов. У молодых растений, то есть более поздних сроков посева, активность физиолого-биохимических процессов будет иная, чем у более старых – раннего посева [86].

Опыты показывают, что поздние сентябрьские посевы резко снижают урожай озимой ржи. Так, если урожай озимой ржи по августовским срокам колебался от 27,6 до 30 ц/га, то по сентябрьским (15 сентября) был равен 22,3 ц/га, или на 5,3–7,7 ц/га меньше. Растения поздних сроков посева значительно отстают осенью в росте и развитии [62].

Высеянная с осени озимая рожь за сравнительно короткое время должна хорошо развиться, окрепнуть и пройти закалку, чтобы зимой, подвергаясь воздействию комплекса неблагоприятных условий, не погибнуть. Поэтому крайне важно не только подготовить почву и в срок посеять, но и организовать правильный уход за посевами.

Продолжительность периода посев – конец осенней вегетации зависит от сроков посева и погодных условий [16].

Для разных сроков посева сумма эффективных температур (выше 5 °С) и количество выпавших осадков не одинаковы [62]. Ранние переросшие растения озимой ржи сильно поражаются осенью скрыто-стебельными вредителями.

При поздних сроках озимой ржи, когда температура воздуха становится близкой к 10 °С, а так же сухой погоде и при отсутствии достаточного количества продуктивной влаги в предпосевном слое, всходы ржи могут появляться только через месяц, что затягивает развитие [62].

В условиях Центрального региона (Смоленская область) хорошие результаты по урожайности и качеству зерна озимая рожь сортов Эра, Валдай и Татьяна дала при посеве в первой декаде сентября [123].

Говоря о нормах высева для озимой ржи, можно отметить, что при достаточно высоком уровне агротехнологии культуры снижение нормы высева до 3 млн всхожих семян/га не происходит отрицательного влияния на урожай [146].

По данным М.А. Тиминой (2023) [144], в трехлетних опытах, проведенных в Красноярском НИИСХ на сорте Красноярская универсальная, наиболее эффективной следует считать норму высева озимой ржи в 4–5 млн шт. /га. Повышение густоты стояния озимой зерновой культуры не вело к достоверной прибавке семян, но в то же время понижало устойчивость ржи к полеганию [104, 139]. Подобные заключения вывели из своих опытов и другие исследователи в различных регионах [46, 181, 184, 201, 208].

В условиях Татарстана [146] подсчеты количества растений и числа продуктивных стеблей озимой ржи показали, что с увеличением нормы высева увеличивается густота стояния растений, очень незначительно уменьшается

кустистость. На высоком фоне плодородия увеличение норм высева не дает положительного эффекта. Анализ некоторых признаков, положительно коррелирующих с устойчивостью против полегания, показал, что в фазе спелости по мере увеличения нормы высева увеличивается длина соломины.

Многими исследователями [11, 145, 200] утверждается, что как чрезмерная, так и низкая густота стеблестоя озимой ржи приводит к неблагоприятным последствиям в агроценозе и снижению продуктивности культуры.

В Московской области гибрид КВС Раво хорошую продуктивность показал при норме высева 2,2 млн шт. всхожих семян на 1 га [3].

В ходе анализа четырехлетних полевых данных по изучению норм высева ржи озимой гибрида Немчиновский 1 в условиях Московской области (ФИЦ «Немчиновка», 2024) [95] установлено, что эффективной оптимальной нормой высева следует считать 3,0 млн шт./га, при этом урожайность культуры составила 7,92–10,02 т/га. В то же время снижение нормы высева до 1,0 и 2,0 млн шт./га незначительно, но снижало урожайность зерна ржи до 6,88–8,69 т/га и 7,64–9,21 т/га соответственно.

1.3. Применение агрохимикатов и пестицидов в агроценозах и их роль в повышении урожайности и качества зерна озимой ржи

Продуктивность всех без исключения сельскохозяйственных культур во многом положительно коррелируется и зависит от количества вносимых и содержания элементов питания в почве, в том числе его органического вещества, количества сухой массы сорняков, их видового состава и численности [28, 29, 30, 125, 182, 209].

Высокие урожаи зерна озимая пшеница, рожь и тритикале дают только при правильной агротехнологии. Применение правильно рассчитанной и сбалансированной системы удобрений, в том числе подкормки растений, относится к числу важнейших мероприятий по уходу за посевами [42].

Под озимую рожь необходимо вносить легкорастворимые минеральные

удобрения с преобладанием в них азотных. Зимой на посевах ржи нужно проводить снегозадержание, которое улучшает условия перезимовки и увеличивает запас влаги в почве. Последнее особенно важно в связи с тем, что рожь высевают по непаровым предшественникам. Ранней весной посевы озимой ржи нужно подкармливать и бороновать [174].

Без применения удобрений в занятых парах трудно получить хорошие урожаи озимой ржи, поэтому на выщелоченных черноземах в занятых парах особенно эффективно внесение минеральных удобрений. Многолетние наблюдения за ростом и развитием озимой ржи, посеянной по занятым парам, показывают, что растения испытывают азотное голодание, особенно в осенний и ранневесенний периоды, а внесение азотных удобрений осенью значительно повышает урожай этой культуры [152].

В своих многочисленных исследованиях в лесостепи Среднего Поволжья Н.Г. Захаров (2023) [48, 49] в технологии возделывания озимых зерновых предлагает вносить дозу $N_{40}P_{40}K_{40}$ минеральных удобрений по сидеральному пару.

В опыте самая высокая прибавка урожая получена по $N_{60}P_{40}K_{40}$. Уменьшение дозы азота до N_{20} снизило урожай озимой ржи, прибавка от внесения $N_{20}P_{40}K_{40}$ была равна 4,3 ц/га, а от внесения P_{10} в рядки с семенами и N_{20} в подкормку – 2,4 ц/га, при урожае на контроле – 15,6 ц/га [146].

В исследованиях Н.И. Ложкиной [73, 74] в условиях лесостепи Западной Сибири доказано эффективное применение химических удобрений в дозе $N_{40}\,P_{60}$, при этом содержание подвижного фосфора увеличивается до 252 мг/кг почвы, что по показателям содержания обеспеченности в почве характеризуется как высокое.

В проведенном в АФИ (2021) [19] опыте по изучению эффективности доз органических и химических мелиорантов в посевах озимой ржи при систематическом внесении удобрений выявлено увеличение подвижных и кислоторастворимых веществ цинка в почве в 5,5 раза. При этом отмечается, что количество цинка в зерновой массе и соломе озимой зерновой культуры уменьшалось с повышением количества обменного кальция в почвообитаемом корневом слое. Коэффициенты содержания элемента цинка в растениях линейно

снижались при повышении содержания органического вещества и обменных соединений Ca^{2+} и Mg^{2+} в почве [18, 165].

Получение качественного зерна ржи и большой урожайности невозможно без применения различных микроэлементов, которые растения могут получать с агрохимикатами при внесении в почву, во время вегетации как некорневые подкормки или при обработке семян перед посевом [113, 114].

Н.В. Гоман в своих исследованиях (2022) выявила, что внесение перед посевом цинковых удобрений и предпосевная обработка этим же элементом одинаково эффективны в продукционном процессе озимой ржи [25, 26, 205]. Такой агроприем рекомендуется в дозе Zn_4 и $Zn_{0,1}$, что помогает достичь урожайности в 4,72 и 4,79 т/га соответственно [20]. В тех же исследованиях подтверждена эффективность применения в агроценозах зерновых культур агрохимиката Зеребра Агро, 0,1 л/га, в качестве однократной некорневой подкормки в фазу кущения [193].

В опытах А.В. Ивановой [51, 92] на дерново-подзолистых почвах Восточного Нечерноземья с целью повышения качества и урожайности агрокультур, а также устранения бездефицитного баланса серы выявлена эффективность использования серосодержащих удобрений в дозах 40–60 кг/га.

В технологии выращивания озимых зерновых культур, в том числе озимой ржи, эффективно использование различных органических удобрений [43, 174].

Навоз, внесенный после уборки парозанимающих культур под дискование, в течение трех лет не обеспечил прибавки урожая озимой ржи [138].

Среднесуточное поглощение элементов питания растений озимых зерновых показывает, что в неблагоприятный год запаздывание и большая растянутость поглощения питательных веществ отмечаются не только для фосфора, калия, но и для азота. В отдельные годы к моменту полного созревания при уборке урожая озимой ржи наблюдается значительное снижение количества питательных элементов в сухом веществе урожая культуры [161].

При различных погодных условиях озимая рожь наращивает приблизительно равные урожаи сухого вещества, в то же время сильно отличаются урожаи зерна и

соломы [120].

В эксперименте выявлена низкая эффективность внесения органики до 20 т/га. В этих же опытах, использование минеральных удобрений по безнавозному фону привело к урожайности ржи 24,8 ц/га, на фоне навоза – 28,7 ц/га; под вспашку – на безнавозном фоне 24,2 ц/га, на фоне навоза – 26,9 ц/га; под дискование – без навоза 24,5 ц/га, на фоне навоза – 26,8 ц/га [146]. Навоз, внесенный в плодосменном севообороте под пропашные культуры – кукурузу, картофель, оказывает влияние не только на первую, но и последующие культуры севооборота. Полученные в этом же опыте данные показывают, что озимая рожь хорошо отзывается на органическое удобрение, внесенное под кукурузу, где прибавка в урожае озимой ржи от 20 т/га навоза в первом звене севооборота составила 1,9 ц/га, во втором звене – 2,4 ц/га.

По утверждению И.О. Шалак [166, 167], установленные агрохимпоказатели возможно применять для управления питанием зерновых сельскохозяйственных культур путем использования в их технологиях бесподстилочного навоза, полученного при выращивании свиней.

В опытах, проведенных в РГАУ – МСХА (2023) [3] по изучению влияния совместного действия удобрений и извести в бессменных посевах озимой ржи гибрида КВС Раво, выявлена максимальная засоренность на делянках с внесением навоза КРС и минерального питания NPK + навоз КРС без известкования. Показатель сухой массы сорняков при применении навоза КРС без внесения известковых удобрений в 2–3 раза увеличивался по сравнению с другими делянками [4].

В опытах на выщелоченных черноземах подтверждена эффективность внесения аммиачной селитры под обработку почвы после парозанимающих культур. В проведенном опыте [146] внесение удобрения под вспашку в дозе N_{60} обеспечило прибавку урожая озимой ржи на 4,1 ц/га; внесение N_{30} под вспашку и N_{30} осенью в подкормку – 3,1 ц/га; N_{30} под вспашку и N_{30} весной в подкормку – на 3,3 ц/га.

Обширный экспериментальный материал ученых Белорусской ГСХА [152], полученный в опытах по изучению различных систем удобрения, показывает, что озимая рожь в благоприятные годы при правильной агротехнике и применении средних доз в 15–20 т/га навоза или других органических удобрений, равноценных

навозу, в сочетании с небольшим количеством минеральных удобрений в дозировках N_{25-30}, P_{30-45} и K_{30-45} на среднеокультуренных почвах обеспечивает устойчивые урожаи в 30 ц/га зерна, достигающие в отдельные, наиболее благоприятные годы 45 ц/га. Высокоэффективно и применение полного минерального удобрения N_{50-60}, P_{45-60} и K_{45-60} под озимую рожь.

При выращивании озимой ржи в условиях Северо-Запада Нечерноземья О.В. Чухина (2020) рекомендует при расчете дозировок удобрений на 1 тонну основной и побочной продукции принимать показатели NPK 30; 9,4; 23 кг д.в. [178, 179].

В условиях Брянской области [5, 6, 7] в агроценозах озимой ржи плодосменного севооборота рекомендуется внедрять органоминеральную систему удобрений, используя последействие навоза с внесением 40 т/га в комплексе с минеральными удобрениями в дозе $N_{70}P_{30}K_{60}$. В тех же исследованиях И.Н. Белоус (2019) рекомендует применять и минеральную систему с дозировкой $N_{140}P_{60}K_{120}$ в комбинации с применением в посевах регуляторов роста и пестицидов [177], а в сидеральном севообороте – комплексное использование навоза 20 т/га и $N_{120}P_{90}K_{120}$ с одновременным применением зеленой массы бобовых культур, прежде всего сераделлы [80]. Приведенные системы применения удобрений, по мнению авторов [78, 99], обеспечивают получение экологически безопасной продукции зерна озимой ржи с учетом высокого уровня рентабельности и поддержания почвенного плодородия.

Существенную роль в прибавке урожая в технологиях выращивания озимых зерновых культур является применение различных удобрений на основе минеральных, органоминеральных, гуминовых комплексов и регуляторов роста растений при обработке семян перед посевом и в виде некорневых подкормок [136, 137].

В технологии озимой тритикале в условиях Среднего Предуралья в своих опытах А.В. Старцева [134, 135] отмечает эффективность использования агрохимикатов Альбит (ТПС) и Эко-СП при предпосевной обработке семян в комплексе с обработкой по вегетации, где выявлены стимуляция растений

тритикале и увеличение количества побегов в зиму на 1,5–2,1% с повышением сохранности на 6,0–9,0%. И.С. Новожилов [90] в исследованиях на той же культуре доказал эффективность двукратного комплексного применения удобрений ½ N + ОМУ + Фитогумат, 0,5 л/га в фазе кущения и колошения. При этом выявлена высокая рентабельность такой комплексной обработки озимой тритикале – 38,56% [17, 91].

Система защиты озимой ржи – важный элемент в технологии получения высокого урожая культуры.

В технологии выращивания озимых культур рекомендуется использование предпосевной обработки семян комплексом Виал Траст, ВСК 0,4 л/т + Псевдобактерин-2, Ж, 1,0 л/т, что повышает фитосанитарный фон, устойчивость к неблагоприятным факторам и продуктивность агроценозов [1, 67].

В проведенном в условиях Татарстана опыте доказан положительный эффект применения минеральных удобрений в комплексе с проведением электромагнитной обработки семян озимой ржи на протяжении 30 минут и обработки пестицидом Виал ТТ [141, 142].

В своих исследованиях С.Ю. Новиков (2024) [87, 89] в условиях Центрального Нечерноземья в агроценозах озимой ржи рекомендует использовать поддерживающий фон удобрений в дозе $N_{90}P_{30}K_{90}$ совместно в технологической цепочке с протравителем Винцит Форте, КС, 1 л/т + Флутеприд, ТС, 1 л/т, а по вегетации использовать гербицид Линтур, ВДГ, 0,15 кг/га в баковой смеси с фунгицидом Страйк Форте, КС, 0,5 л/га и инсектицидом Бишка, КЭ, 1,0 л/га. По мнению исследователя, такая система защиты и питания растений ржи обеспечивает получение зерна культуры на уровне 5,5–6,0 т/га [130].

В той же Нечерноземной зоне предлагается [23, 24, 89] в посевах озимой ржи использовать следующую систему защиты и питания: $N_{150}P_{90}K_{150}$ + Винцит Форте, КС, 1 л/т + Флутеприд, ТС, 1 л/т с последующим внесением Патрон, ВДГ, 0,05 кг/га + Альто Супер, КЭ 0,5 л/га. При этом по вегетации озимой ржи предлагается использовать инсектоакарицид Конфидор Экстра, ВДГ 0,05 кг/га. В этом случае при использовании данной системы защиты растений возможно получение зерна

озимой ржи высокого качества на уровне 8,0 т/га.

Л.Г. Пинчук, А.В. Пьяных в условиях Кузнецкой лесостепи выявили эффективность на озимой ржи агрохимиката Нагро, 1 л/га с обработкой семян до посева и двукратной – по вегетации с нормой 0,2 л/га в период кущения и колошения культуры [108, 109, 115, 203, 206].

Многие ученые, в том числе за рубежом [175, 176, 186, 190, 191], констатируют эффективность применения различных гормонов гиббериллинов в посевах зерновых культур, включая рожь, с целью повышения урожайности и качества получаемой продукции. Растительные гормоны за счет стимулирования растяжения и деления клеток участвуют в ростовых процессах ржи, активном переходе от цветения к созреванию пыльцы растений [204, 211].

Кроме агротехнических мероприятий, для повышения зимостойкости озимых культур и снижения поражаемости снежной плесенью необходимо перед посевом протравливать семена комбинированными фунгицидными препаратами. Это существенно подавляет инфекцию на семенах и частично в почве [107].

По мнению Н.В. Бовиной, А.В. Ускова (2019) [8, 9, 157], наиболее эффективной системой удобрения в агроценозах озимой ржи по качественным показателям, прежде всего протеину, является минеральная. В проведенных исследованиях [156] выявлен положительный эффект применения извести при внесении в почву при возделывании озимой ржи на такие показатели, как содержание белка, число падения для муки. В неизвесткованной почве полученное зерно ржи относилось к I классу, а на вариантах с минеральной системой – к III классу.

В условиях Среднего Предуралья выявлена эффективность использования азота, который повышал показатели белка и аминокислот в зерне озимой ржи, в то же время фосфор и калий не влияли на эти показатели или оказали обратный эффект [171]. В тех же опытах Д.Г. Шишков (2024), констатирует, что применение калийных и фосфорных удобрений существенно повышало содержание зольных элементов в зерне ржи [169, 170]. Рекомендуется дополнительно применять 30 кг/га калия каждый год для устранения дефицита подвижного калия, который оказывает

существенное воздействие на показатели качества зерна озимой ржи.

В различных регионах России наметился тренд на внедрение новых перспективных сортов озимой ржи с увеличенным содержанием протеина в зерне как одно из направлений выращивания культуры [85, 100, 112]. В исследованиях И.В. Сафоновой (2024) [126], проведенных в условиях Северо-Запада страны, по отбору конкурентоспособных линий в селекционном процессе озимой зерновой культуры по высокобелковости выявлены перспективные сорта Таловская 45 (12,7%), Сударушка (12,1%), Новосибирская 17 (12,5%).

В трехлетних опытах А.В. Пасынкова, Е.Н. Пасынковой (2023) [101, 103] по определению технологических качеств зерна озимой ржи использовались фоны минерального питания без удобрений, $(NPK)_{30}$, $(NPK)_{60}$, $(NPK)_{90}$, $(NPK)_{120}$ и $(NPK)_{150}$. Выявлено, что качественные показатели зерна ржи, прежде всего числа падения, белка и пентозанов, некоторые показатели структуры урожая существенно коррелировали относительно варианта минерального питания [102]. Наибольшее значение белка выявлено на высоком фоне удобрений $(NPK)_{150}$, на этом же варианте зафиксирована максимально крупная фракция зерна (2,8–3,0 мм), что на 11,5–12,0% больше показателей контрольного варианта. Исследования доказывают роль влияния уровня минерального питания в технологии выращивания озимой ржи на качественные показатели зерна и развитие культуры. Эти заключения подтверждают и другие подобные исследования на озимой ржи и иных зерновых культурах [47, 111,189, 197].

В условиях Северо-Западной части Нечерноземья за 12 лет полевых опытов выявлено, что удобрения увеличивали показатели «сырого» протеина в зерне озимой ржи с 11,2 до 12,4%, в то же время показатель натуры зерна изменялся несущественно [21, 22]. В этих же исследованиях показатель числа падения соответствовал третьему классу на фоне минерального питания (134 с) и второму классу – на фоне органоминерального (140 с) [147, 164, 180].

К максимально необходимым и важным показателям качества зерна ржи можно отнести содержание клейковины, число падения, показатели объемного выхода хлеба и соотношение его высоты к диаметру [97].

В опыте [109] при применении биоудобрения по вегетации озимой ржи выявлено улучшение качества зерна за счет повышения показателей числа падения на 3–23%, которое составило 186 с по сорту Влада, 217 с – по сорту Тетра короткая, что свидетельствует об эффективности применения агрохимикатов в агроценозах озимой зерновой культуры.

Доказано, что качество зерна зависит не только от применяемой агротехнологии, но и от условий и региона возделывания культуры. Так, в своих исследованиях К.В. Малютина [56, 77] показала существенное влияние на качество зерна климатических зон Башкирии, от северной лесостепи до предуральской степи. Например, величина водорастворимых пентозанов и показатель вязкости водного экстракта в зерне озимой зерновой культуры варьировали от 2,72 до 3,26% по одному и с 16,12 до 44,80 сСt – по второму показателю [195].

Получение низкопентозановых сортов озимой ржи – важное направление в селекции и растениеводстве, так как это стимулирует улучшение качества зернового сырья, а следовательно, увеличивает востребованность данной культуры на сырьевом сельскохозяйственном рынке [61, 94].

Выводы по главе 1. Озимая рожь, являясь важной зерновой культурой в стране, требует новых усовершенствованных агротехнических приемов возделывания наряду с выведением перспективных адаптированных сортов и гибридов для конкретной агроклиматической зоны. Опыт научного и производственного земледелия доказывает, что без освоения интенсивных технологий возделывания увеличить продуктивность озимых зерновых культур невозможно. Во многом повышение спроса на озимую рожь должно быть продиктовано созданием пластичных высокопродуктивных выносливых сортов и гибридов ржи, в том числе для регионов со сложными погодными условиями.

Для Центрального Нечерноземья вопрос выбора эффективного предшественника для озимой ржи до конца не изучен, учитывая слабо обеспеченные плодородием почвы в регионе. Ряд научных данных свидетельствует о выборе в качестве хорошего предшественника для ржи, паров и зернобобовой группы культур, другие источники подтверждают высокую эффективность

пропашных предшественников и даже зерновых. Практически все научные данные подтверждают необходимость обязательного комплексного применения элементов агротехнологии при выращивании озимой ржи для достижения высокой продуктивности культуры.

В то же время остается малоизученным вопрос эффективности применения новых агрохимикатов, в том числе микроудобрений, в агроценозах озимой ржи. Недостаточно разработан вопрос влияния норм высева озимой ржи в комплексе с эффективным предшественником. При анализе научных данных констатируем большой интервал в выборе норм высева от 2,0 млн шт./га до 5,5 млн шт./га в зависимости от факторов и региона.

Новые данные свидетельствуют о появлении большого количества пластичных сортов и гибридов озимой ржи, которые характеризуются высоким потенциалом урожайности и качеством продукции. Исследовательских данных по адаптации агротехнологий для сорта озимой ржи Московская 18, гибридам КВС Этерно, КВС Раво, ЗУ Форзетти практически нет, что делает данное научное направление весьма перспективным.

Необходимость в получении новых научных знаний по разработке элементов технологии выращивания озимой ржи в Центральном Нечерноземье и определило направление наших исследований.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические условия проведения опытов

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО ЕГУ имени И.А. Бунина в период 2021-2025 годы. Полевые исследования проведены на опытном поле ВНИИ агрохимии в 2021-2024 годах. Географически опытные участки озимой ржи были в Домодедовском районе Московской области.

Климат Центральной части Нечернозёмной зоны России умеренно-континентальный, с тёплым летом и холодной зимой, с выраженным устойчивым снежным покровом.

По метеонаблюдениям среднемноголетняя годовая температура в исследуемом регионе составляет воздуха +3,6°С, количество осадков 619 мм. Наиболее холодный месяц – январь, среднемесячная температура -10,8°С. По теплообеспеченности самый эффективный месяц является июль (+17,7°С). Среднее количество осадков – 78 мм.

Продолжительность периода с температурой воздуха выше +5°С составляет 170 дней, свыше 10°С – 130 дней. Среднемноголетнее данные по ГТК – 1,48. В мае месяце ГТК составляет 1,18; летом ГТК находится в интервале – от 1,42 в июле до 1,49 в августе. Средний максимальный ГТК 1,88 характеризует сентябрь.

Отметим, что в мае и в период летнего времени в Центре Нечерноземья зачастую отмечаются засухи различной интенсивности.

На рисунках 2, 3 и в приложении 1 представлены метеорологические данные периода исследований с озимой рожью с 2021 года по 2024 года в условиях региона.

Во время первого посева ржи август 2021 года характеризовался как очень тёплый, при среднемесячной температуре +18,5°С, учитывая среднемноголетние показатели на уровне +16,0°С. В тоже время осадков в данный месяц наблюдалось 131 мм (1,8 нормы), а ГТК составил 2,28.

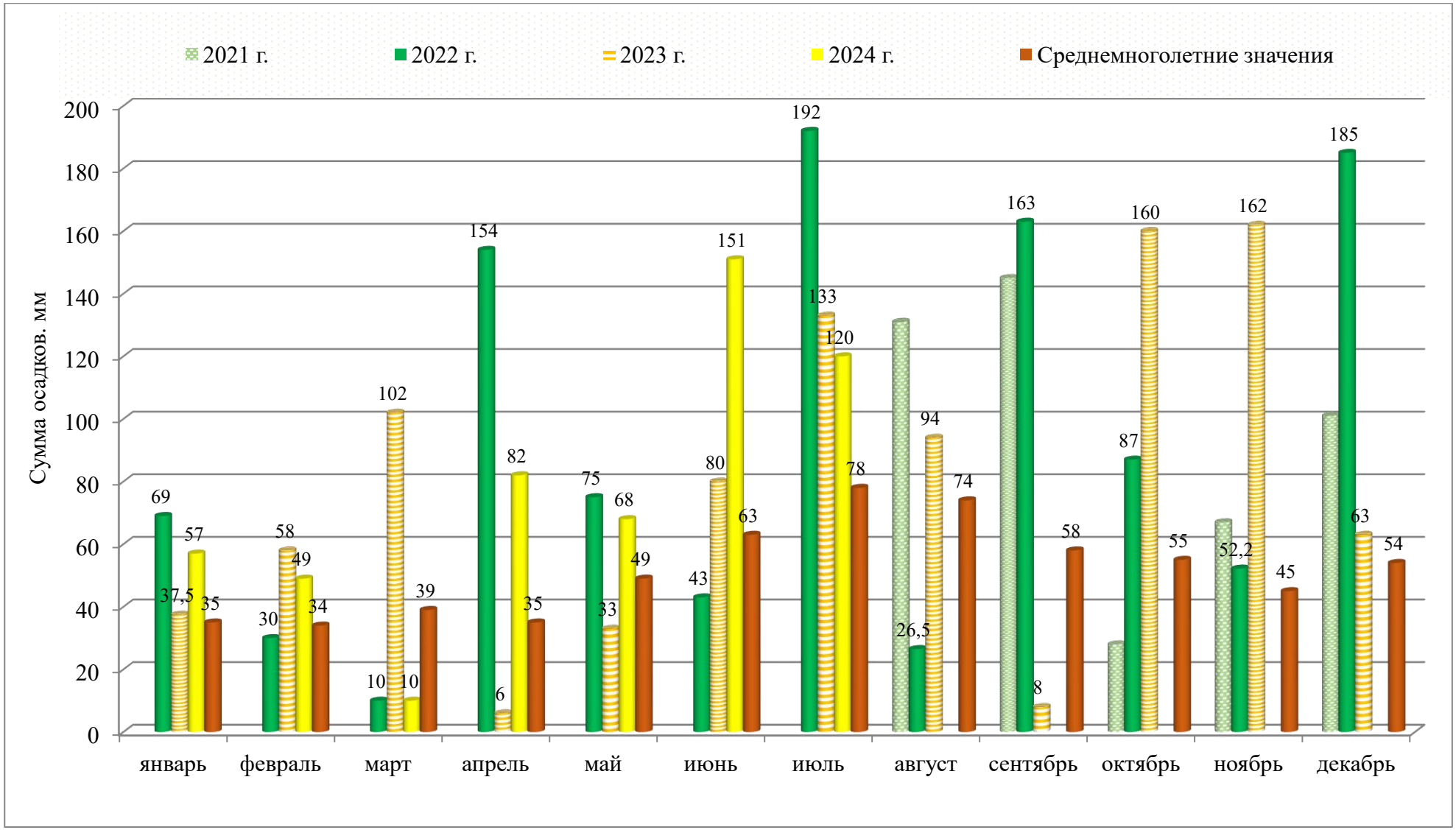


Рисунок 2 – Количество осадков в период исследований (метеостанция г. Домодедово), мм

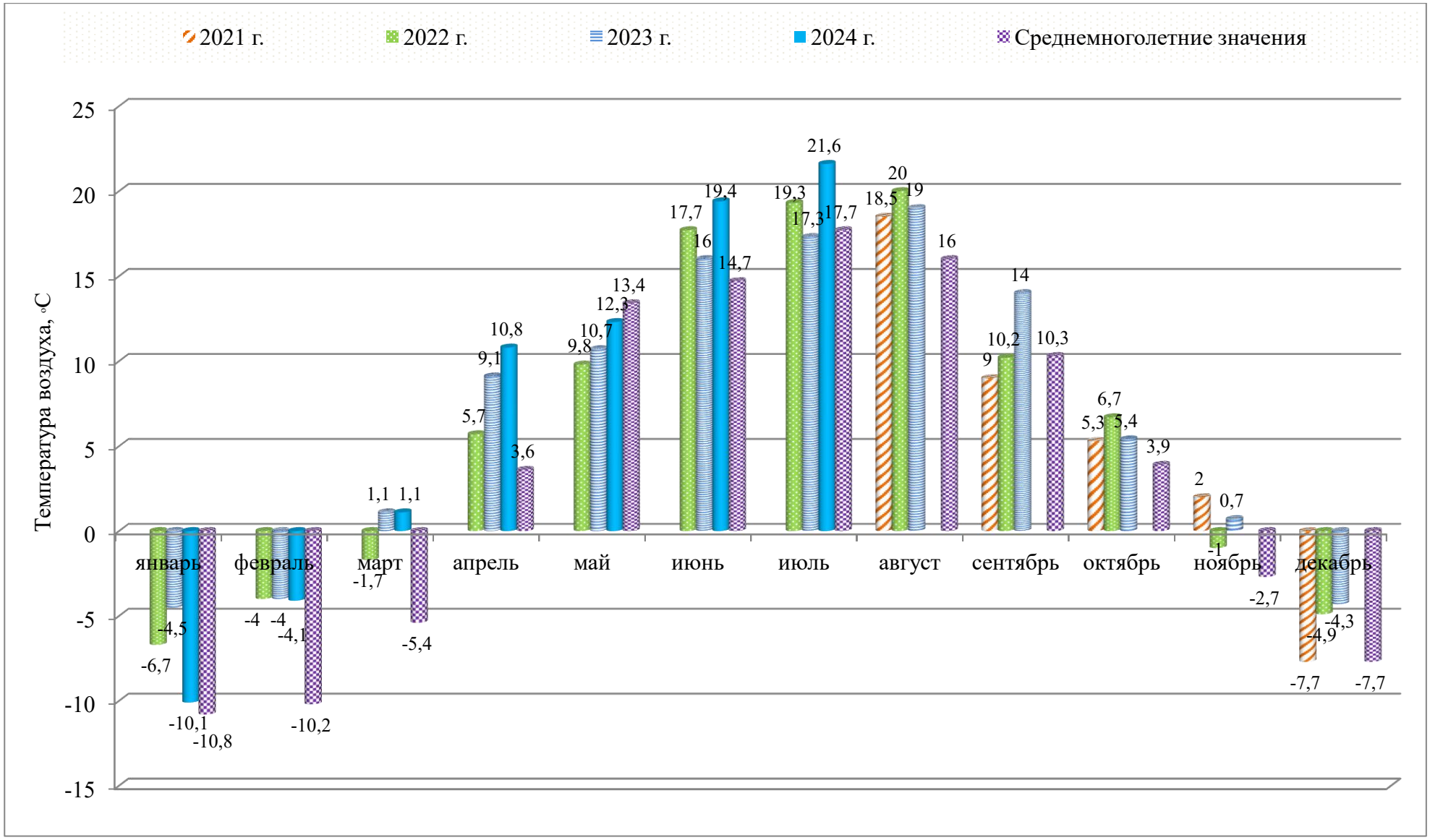


Рисунок 3 – Температура воздуха в период исследований (метеостанция г. Домодедово), °С

Сентябрь 2021 года по среднемесячным температурным данным в +9,0°С оказался холоднее, среднемноголетних данных +10,3°С. В этом же месяце осадков зафиксировано 145 мм или 2,5 нормы. В условиях переувлажнения проведение сева озимой ржи было довольно сложным. В октябре зафиксирована более теплая по сравнению со среднемноголетними данными температура в + 5,3°С при норме 3,9°С. Осадков в октябре было половина от нормы – 28 мм. Ноябрь 2021 года являлся теплым, со средними температурами месяца +2,0С° от средних за всё время наблюдений в -2,7°С. Зиму 2021/2022 года можно охарактеризовать как теплую и снежную, что позволило озимой ржи хорошо перезимовать.

В весенне-летний период 2022 года количество выпавших осадков было неравномерное количество, 1,5 нормы в мае месяце, 0,7 нормы в июне месяце и 2,5 нормы в июле месяце. Что касается температуры, то данные ее были тоже неравномерными, где среднемесячная температура по маю зафиксирована в +9,8 °С что ниже на 27 % среднемноголетних значений, в июне отмечена на 20,4 % выше среднемноголетних показателей при ГТК в 0,81, что можно констатировать как засушливый месяц. Уборку в конце июля озимой ржи выполняли в не оптимальных условиях с учетом большого переувлажнения и ГТК 3,21 и крайне высокой влажности воздуха и почвы (192 мм).

Погода второго опытного для озимой ржи сезона 2022/ 2023 годов показала существенные перепады температуры воздуха и осадков. В августе 2022 года, перед посевом во время подготовки почвы отмечалось недостаток влаги, а температура воздуха была выше на 4,0°С (25 %) при ГТК августа 0,43. Сентябрь по температуре варьировал на уровне среднемноголетней нормы, по осадкам почти в три раза превышал среднемноголетние данные, что составляло 163 мм к 58 мм. В сентябре 2022 года начиная со второй половины сентября наблюдалось большое количество выпавших осадков в 2,5 раза больше от нормы. В октябре – ноябре осадков отмечено на уровне среднемноголетней нормы. Средняя по октябрю температура составила 6,7°С от нормы 3,9°С, по ноябрю – температура оказалась на уровне среднемноголетней нормы.

Зимний период 2022/2023 годов можно охарактеризовать как мягкой при средней температуре -4,9ºС. В декабре 2022 года среднемесячные данные зафиксированы на уровне -7,7 ºС или 36,4 % к среднемноголетним данным, в январе 2023 года – на 6,3 ºС (58,3 %) при норме -10,8ºС, феврале 2023 года – на 6,2 ºС (60,8 %) при норме -10,2ºС. В декабре зафиксирована тройная норма осадков – 185 мм, в январе – 37,5 мм близкая к норме, в феврале 1,7 нормы осадков около 34 мм. Резюмируя данные зимнего периода, в основном зафиксированы относительно благоприятные условия перезимовки озимой ржи при стабильном уровне снежного покрова.

Весенний период 2023 года характеризовался относительно теплым временем с достаточным количеством осадков в марте и апреле. Среднемесячная температура марта 2023 года составила 1,1ºС при норме -5,4ºС. В марте зафиксировано 2,5 норм осадков (102 мм к среднемноголетним 39 мм). В апреле отмечено всего 6 мм осадков, или 17 % от нормы в 35 мм при среднемесячной температуре в 2,5 раза больше среднемноголетней (9,1ºС к норме 3,6ºС). Май можно охарактеризовать как прохладный, на 20 % холоднее нормы, при количестве осадков в 33 мм или 0,5 к норме.

Летний период 2023 года характеризовался в рамках среднемноголетней нормы, как по температуре, так и по количеству осадков. Июнь отмечен со среднемесячной температурой в +16,0ºС; июль был так же в норме к среднегодовым значениям (+17,3ºС), август имел ГТК 1,60, и позволил провести достаточно спокойную оптимальную по показателям уборку озимой ржи, где было получено сухое качественное зерно культуры.

Третий сезон посева – уборки озимой ржи 2023/2024 годов можно охарактеризовать как существенно благоприятными. Теплый сентябрь позволил качественно без сдвигов в сроках осуществить посев опытной озимой культуры, среднемесячная температура была +14,0 ºС, что на +3,7 ºС (35,9 %) превышала норму. Существенных за месяц выпавших осадков не отмечено (8 мм), ГТК 0,19. Октябрь и ноябрь 2023 года по количеству осадков и температурным факторам оказались близки к среднемноголетней норме.

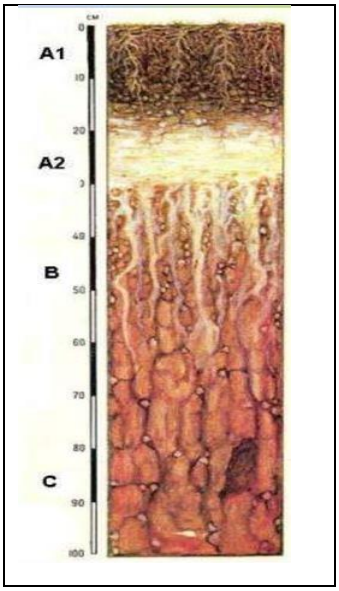
Зимний период 2023/2024 годов, отмечен устойчивым снежным покровом, где в период декабрь – февраль выпало 169 мм осадков при норме 123 мм и без экстремальных существенных перепадов температурой воздуха. Отметим хорошую перезимовку озимой ржи. Далее зафиксирована достаточно ранняя и теплая весна, со среднемесячной температурой в марте +1,1°С. Апрель 2024 года характеризовался температурой в +10,8°С к норме в +3,6°С, что способствовало раннему развитию озимой ржи в период возобновления весенней вегетации.

За время второй половины весны – первой половины лета отмечено в 1,5 – 2 раза превышение по выпавшим осадкам при теплых месяцах не ниже среднегодовых значений. Данный период благоприятствовал развитию озимой ржи, наливу колоса, и формированию высокой продуктивности культуры. В таких условиях созревание ускорялось, период уборки (вторая половина июля) наступил на две недели раньше общепринятых сроков для Центрального Нечерноземья.

Таким образом, климатические и почвенные условия вегетационных периодов озимой ржи в нашем исследовании существенно отличались, но были относительно благоприятны для выращивания озимой ржи. Различные по погодному фону годы позволили объективно дать оценку на формирование продуктивности озимой ржи, оценить агрофизический почвенный фон, фитосанитарную составляющую агроценозов в зависимости от изучаемых факторов, а так же сделать обоснованные выводы и предложения для внедрения в сельскохозяйственное производство.

Полевые опыты были проведены в условиях юга Московской области Домодедовского района, на участках с дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвой, которая характеризовалась средней окультуренностью и имела следующие агрохимические показатели (среднее по слою почвы 0 – 20 см): гумус – 2,2-2,4 % (низкое содержание), pH KCl – 5,49 (реакция среднекислая), $N\text{-}NO_3$ –9,6 мг/кг, $N\text{-}NH_4$ – 1,9 мг/кг (низкое содержание), P_2O_5 – 165 мг/кг (повышенное содержание), K_2O – 175 мг/кг (повышенное содержание).

Характеристика разреза горизонтов опытной почвы представлена на рисунке 4.



A_1 (0-20 см) – гумусовый, светло-серого цвета, с белёсым оттенком, комковато-порошистой структуры;

A_2 (21-30 см) – элювиальный подзолистый, серовато-белёсой окраски, плитчато-листоватой структуры;

A_2B (31-40 см) – переходный, буровато-белёсой окраски, комковато-ореховатой структуры;

B (41-70 см) – иллювиальный, буровато-коричневого цвета, ореховато-призматической структуры;

C (71-100 см) - подстилающая порода – покровная глина.

Рисунок 4 – Генетические горизонты опытной дерново-подзолистой почвы

Учитывая низкое плодородие опытной дерново-подзолистой почвы, нами были рассчитана норма вносимых удобрений в качестве фона с учетом запланированной урожайности зерна озимой ржи в 4,5 т/га (табл. 1).

Таблица 1 – Расчет дозы внесения минеральных удобрений на планируемый урожай озимой ржи в 45,0 ц/га

п/п	Показатели	N	P_2O_5	K_2O
1.	Вынос элементов питания на 1 т основной продукции озимой ржи с учётом побочной, кг	27,5	12,5	22,5
2.	Вынос элементов питания на планируемый урожай озимой ржи, кг/га	123,8	56,3	101,3
3.	Количество подвижных элементов питания в пахотном слое дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы, мг/кг	11,5	160	173
4.	Запасы подвижных элементов питания в почве, кг/га	34,5	480	519
5.	Коэффициенты использования элементов питания растениями из почвы	0,35	0,1	0,15
6.	Количество элементов питания, потреблённых растениями из почвы кг/га	12,1	48,0	77,8
7.	Дефицит элементов питания, кг/га	97,9	8,3	23,5
8.	Коэффициенты использования элементов питания из минеральных удобрений	0,8	0,45	0,9
9.	Количество NPK, необходимых для покрытия дефицита вносимыми минеральными удобрениями, кг/га	111,7	18,4	26,1

Резюмируя, получена расчетная доза удобрений ($N_{115}P_{20}K_{30}$), требуемая для получения урожайности озимой ржи в 4,5 т/га зерна на данном типе почвы.

2.2. Схема, методика и агротехнологические условия

Согласно программе исследования было выполнено два полевых многофакторных опыта.

Опыт 1. Комплексное действие предшественников и норм высева на урожайность озимой ржи. Схема опыта: по фактору А (предшествующая культура в севообороте) – три варианта: 1) озимая пшеница (контроль), 2) горох на зерно, 3) рапс яровой; по фактору В (норма высева озимой ржи) – пять вариантов: 1) 2,5 млн зёрен на 1 га (контроль), 2) 3,0 млн зёрен на 1 га, 3) 3,5 млн зёрен на 1 га, 4) 4,0 млн зёрен на 1 га и 5) 4,5 млн зёрен на 1 га. Двухфакторный полевой опыт заложен методом расщеплённых делянок. Повторность четырёхкратная. Размер участка под культурой 72х198 м, где общая площадь 1,43 га. Размер делянки 3х60 м (180 м^2); учётной – 2х60 м (120 м^2).

Опыт 2. Продуктивность озимой ржи в зависимости от применения агрохимикатов. Схема двухфакторного опыта включала: по фактору А (агрохимикат) – пять вариантов: 1) без обработки (контроль), 2) Арксойл органоминеральное удобрение марки: Арксойл ККР, 3) Лебозол ОМ марки: Полный уход, 4) Жидкие комплексные минеральные удобрения Фолирус Х марки: Фолирус Актив, 5) Жидкие комплексные минеральные удобрения Фолирус Х марки: Фолирус Макси; по фактору В (сорт и гибриды): 1) сорт Московская 18 (контроль), 2) гибрид ЗУ Форзетти, 3) гибрид КВС Этерно, 4) гибрид КВС Раво. Все в опыте агрохимикаты вносили дважды: осенью в фазе кущения, через 26-28 дней после всходов озимой ржи на вариантах Лебозол ОМ марки: Полный уход, Жидкие комплексные минеральные удобрения Фолирус Х марки: Фолирус Актив и Жидкие комплексные минеральные удобрения Фолирус Х марки: Фолирус Макси – в дозе 3,0 л/га и весной при появлении флагового листа – в дозе 3,0 л/га; на варианте Арксойл органоминеральное удобрение марки: Арксойл ККР – с дозой по 0,15 л/га в оба срока.

Размер опытного участка 68х220 м (общая площадь 1,5 га). Размер опытной делянки 3х50 м (150 м^2); учётной – 2х50 м (100 м^2). Повторность четырёхкратная.

По заявленным данным регистратора жидкое минеральное удобрение Жидкие комплексные минеральные удобрения Фолирус Х марки: Фолирус Актив включает N – 27%, MgO – 1,5%, Mn – 1,0%, Cu – 0,2%, Fe – 0,02%, B – 0,02%, Z – 0,01%, Mo – 0,005%. Жидкие комплексные минеральные удобрения Фолирус Х марки: Фолирус Макси включает N – 12%, P_2O_5 – 4%, K_2O – 6%, MgO – 0,2%, SO_3 – 6,1%, Mn – 0,01%, Cu – 0,01%, Fe – 0,01%, B – 0,02%, Z – 0,005%, Mo – 0,005%. Лебозол ОМ марки: Полный уход включает N – 9,4%, P_2O_5 – 0,9%, K_2O – 2,7%, MgO – 1,7%, Mn – 1,5%, B – 0,05%, Z – 0,5%, Mo – 0,005%, Cu – 0,3%, аминокислоты – 11,6%. Состав Арксойл органоминеральное удобрение марки: Арксойл ККР: N – 6,5%, P_2O_5 – 3-4%, K_2O – 9%, MgO – 1-3%, Mn – 1-1,5%, Fe – 1%, Z – 1%, Co – 1%, Ca – 0,5%, Cu – до 1%.

Все препараты в период изучения в посевах озимой ржи были официально зарегистрированы. Дата государственной регистрации – окончания срока регистрации по препаратам: Арксойл органоминеральное удобрение марки: Арксойл ККР (10.07.2018 - 09.07.2028); Лебозол ОМ марки: Полный уход (28.12.2023 - 27.12.2033); Жидкие комплексные минеральные удобрения Фолирус Х марки: Фолирус Актив и Фолирус Макси (06.06.2016 - 05.06.2026); с возможным продлением регистраций в последующем.

Двухфакторный опыт 2 (рис. 5) заложен методом расщеплённых делянок.

Рисунок 5 – Учет и мониторинг опытных посевов озимой ржи в различные фазы роста и развития на опытных участках

Характеризуя сорт и гибриды в опыте, то по многочисленным данным период вегетации сходен между ними, все заявлены как среднеспелые формы. Сорт Московская 18 характеризуется 283-317 днями вегетации, КВС Раво – 276-337, КВС Этерно – 275-327, ЗУ Форзетти – 270-308. Подробная характеристика исследуемых сорта и гибридов представлена в Главе 1 обзора литературы.

Опыты выполнены на основе общепринятых методик [44, 79, 84, 158] и ГОСТов [31-37]. В исследованиях структура урожая озимой ржи согласно «Методике государственного сортоиспытания» [81, 82] по основным показателям.

В опыте 1 по изучению различных норм высева озимой ржи по оптимальным предшественникам дополнительно определялись агрофизические показатели почвы.

В опыте площадь листовой поверхности ржи определяли методом высечек. Засорённость посевов – количественным методом в три срока. Мониторинг сорной растительности проведен перед опрыскиванием гербицидом в качестве фона, далее через две недели после внесения и перед уборкой растений озимой ржи в десятикратной повторности.

В опыте 2 по изучению действия различных марок микроудобрений на развитие озимой ржи дополнительно определялись качество зерна: белок – методом Кьельдаля по ГОСТ 10846-91; число падения – методом Хагберга - Пертена по ГОСТ 27676-88; натура зерна с помощью пурки, номинальной вместимостью 1 дм^3 по ГОСТ 10840-2017.

Агротехнологические операции согласно общепринятым мероприятиям для Нечерноземья. В первом опыте предшественник – согласно схемы (озимая пшеница, яровой рапс, горох на зерно), во втором – горох на зерно. Агротехнологические операции по обработке почвы в следующем порядке: дискование стерни, 12-14 см, после уборки предшественника; вспашка через 1,5 недели, 18-20 см; предпосевная культивация, 6-8 см; посев рядовым способом в I декаде сентября (5-8 сентября), согласно технологической карте (приложение ЫI).

Расчетный общий фон минерального питания составил $N_{115}P_{20}K_{30}$, внесение дробное. Азотные удобрения вносили осенью под предпосевную обработку почвы

N_{45} (1 ц/га карбамида) и как подкормку весной N_{70} (2,1 ц/га аммиачной селитры); P_{20} (0,5 ц/га двойного суперфосфата) и K_{30} (0,75 ц/га калийной соли) вносили в осенний период под посев.

Внесение агрохимикатов в опыте 2 по схеме.

В полевых опытах семена ржи перед посевом были протравлены Виал Траст, ВСК 0,4 т/га, с расходом жидкости 10 л/т. По вегетации озимой ржи использовали против вредителей Борей Нео, СК, 0,1 л/га, с расходом жидкости 250 л/га; против болезней Колосаль Про, КМЭ, 0,4 л/га с расходом жидкости 300 л/га, против сорной растительности Морион, СК, 0,75 л/га, двукратное применение осенью и весной в ранние фазы сорняков. Учёт урожая поделяночно сплошным методом комбайном Terrion-Sampo SR 2010.

Выбор системы защиты согласно «Списку пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в РФ» [38, 39].

Дисперсионный и корреляционно-регрессионный анализы на основе «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова (1985) [44, 83], и с помощью MS Excel и Statistica 10.

Агрохимические анализы почвы, растительных образцов, качества зерна ржи осуществлены в аналитических лабораториях РУДН, ЕГУ, ФГБУ САС «Подвязьевская», ООО «Русская аграрная группа».

ГЛАВА 3. КОМПЛЕКСНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

3.1. Агрофизические свойства почвы в зависимости от различных норм высева озимой ржи по предшественникам

Анализируя агрофизические свойства почвы, и их изменчивость и варьирование под действием различных факторов, то можно утверждать, что они во много изменчивы от интенсивности осадков и показателей температуры воздуха. Вторым действующим фактором, изменяющим агрофизические свойства почвы, является их механическая обработка в процессе возделывания сельскохозяйственных культур. Здесь имеет значение способ обработки, его интенсивность и глубина проникновения в почву рабочих органов машин и орудий. Немаловажное значение имеет количество и вид вносимых в почву минеральных и, особенно, органических удобрений, а также других агрохимикатов. Наконец, достаточно активно влияют на изменение агрофизических свойств почвы возделываемые сельскохозяйственные культуры с корневой системой разной мощности и надземной части с изменяющейся густотой, а также сорный компонент агроценоза с различным видовым составом, степенью засорения почвы и посевов с изменяющейся интенсивностью нарастания зелёной массы. Основные агрофизические свойства опытной дерново-подзолистой почвы нами выявлялись в посевном слое 0 – 10 см в три срока. перед Динамика плотности и влажности опытной почвы в таблицах 2, 3.

Плотность посевного слоя почвы по вегетации незначительно возрастала от осеннего предпосевного показателя к летнему предуборочному. Величина этого прироста в разные годы по факторам и вариантам опыта лежала в пределах от 0,03 г/см^3 до 0,06 г/см^3, что составляет порядка 2,0 – 4,5 %. Незначительно увеличиваются и показатели среднегодовой плотности почвы - от 1,32 г/см^3 в 2022 году до 1,34 г/см^3 в 2024 году.

Таблица 2 – Плотность почвы под посевами озимой ржи при различных нормах высева по различным предшественникам (г/см^3)

А - предшественник	В – норма высева (млн. зёрен на 1 га)	Годы			Среднее по опыту
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	1,35	1,37	1,38	1,37
	3,0	1,34	1,36	1,37	1,36
	3,5	1,34	1,37	1,38	1,37
	4,0	1,35	1,37	1,37	1,37
	4,5	1,36	1,38	1,39	1,38
Горох	2,5	1,27	1,28	1,31	1,29
	3,0	1,29	1,29	1,31	1,30
	3,5	1,27	1,27	1,30	1,28
	4,0	1,29	1,30	1,31	1,30
	4,5	1,29	1,30	1,32	1,30
Рапс яровой	2,5	1,31	1,33	1,33	1,32
	3,0	1,30	1,33	1,34	1,32
	3,5	1,31	1,32	1,34	1,32
	4,0	1,32	1,32	1,34	1,33
	4,5	1,33	1,33	1,35	1,34

Анализируя динамику плотности под посевами озимой ржи в опыте в зависимости от изучаемых факторов, следует сразу отметить, что по фактору нормы высева все различия между вариантами и контролем лежат в пределах ошибки опыта 0,01 – 0,02 г/см^3 или 0,6 – 1,1 %.

По фактору предшественника различия по вариантам были более существенными, лежали в пределах от 0,03 г/см^3 (20,2 %) до 0,08 г/см^3 (5,8 %) и позволяли провести достоверный анализ и сделать обоснованные выводы, как по годам, так и в среднем по опыту.

В сезоне 2021/2022 годов плотность посевного слоя почвы в течение вегетационного периода озимой ржи на контрольном предшественнике озимая пшеница увеличивалась от 1,33 г/см^3 осенью 2021 года до 1,37 перед уборкой в 2022 году, определяя прирост 0,04 г/см^3 (3,0 %). Вариант с предшествующим

горохом на зерно показал изменение плотности почвы под посевами озимой ржи от 1,25 г/см^3 до 1,31 г/см^3 в течение вегетационного периода с разницей 0,06 г/см^3 или 4,8 %. При размещении озимой ржи после ярового рапса плотность посевного слоя почвы изменялась на те же 0,06 г/см^3 (4,7 %), но в несколько иных пределах от 1,28 г/см^3 перед посевом до 1,34 г/см^3 перед уборкой культуры.

Средняя плотность посевного слоя почвы при размещении озимой ржи в севообороте после гороха на зерно в 2021/2022 годах составила 1,28 г/см^3 и была меньше контрольного показателя 1,35 г/см^3 на 0,07 г/см^3 (5,2 %). Средняя плотность по предшествующему яровому рапсу была выше и составила 1,32г/см^3, уступая контролю 0,03 г/см^3 (2,2 %).

В сезоне 2022/2023 годов плотность посевного слоя почвы осенью 2022 года была несколько больше, чем в предыдущем сезоне, по всем изучаемым вариантам исследования. На контроле (предшественник озимая пшеница) плотность почвы под посевом озимой ржи была наивысшей, изменяясь в течение вегетационного периода в пределах 1,35 – 1,38 г/см^3 с увеличением 0,03 г/см^3 (2,2 %). При размещении озимой ржи по зернобобовому предшественнику плотность посевного слоя почвы изменялась пределах от 1,27 г/см^3 до 1,31 г/см^3 с несколько большей разницей 0,04 г/см^3 (3,01 %) и по масличному ярового рапсу – от 1,30 г/см^3 до 1,35 г/см^3 при максимальном росте показателя 0,05 г/см^3 (3,8 %).

По варианту горох на зерно плотность посевного слоя почвы под посевом озимой ржи была минимальной, составив в среднем 1,29 г/см^3 и уступая контролю максимальные за все годы исследования 0,08 г/см^3 (5,8 %), а на варианте с яровым рапсом соответствующие показатели были 1,33 г/см^3 и 0,04 г/см^3 (2,9 %).

Вегетационный период 2023/2024 годов мало отличался от предыдущего по средним значениям и разнице с контролем – 1,31 г/см^3 и 0,07 г/см^3 (5,8 %) при размещении озимой ржи по гороху на зерно и 1,34 г/см^3 при разнице с контролем 0,04 г/см^3 (2,9 %) при размещении культуры по яровому рапсу.

Динамические интервалы плотности посевного слоя почвы в сезоне 2023 – 2024 годов по вариантам фактора предшественника была несколько выше, чем в другие годы и имели абсолютные величины границ на контроле (озимая пшеница)

от 1,36 до 1,39 г/см^3; по гороху на зерно 1,29 - 1,33 г/см^3 и по яровому рапсу 1,32 – 1,35 г/см^3. Соответствующие относительные показатели роста в течение вегетационного периода озимой ржи – 2,2 % (контроль); 3,1 % (горох на зерно) и 2,3 % (яровой рапс).

Окончательный вывод изменению показателей плотности посевного слоя почвы в опыте сделаем по средним величинам за все годы исследования.

По фактору нормы высева средняя плотность почвы являлась 1,33 г/см^3 на контроле (2,5 млн шт./га) и вариантах 3,0 и 4,0 млн шт./ га; 1,32 г/см^3 на варианте 3,5 млн / га 1,34 г/см^3 – при максимальной норме 4,5 млн шт./ га. Разница с контролем составила 0,01 г/см^3 (0,8 %), подтвердив несущественность различий по этому фактору.

По фактору предшественника максимально высокая плотность почвы 1,37 г/см^3 выявлена на контроле, минимальное её значение 1,29 г/см^3 было при размещении озимой ржи по гороху на зерно при разнице с контролем 0,08 (5,8 %) и промежуточных значений на варианте с яровым рапсом – средняя плотность 1,33 г/см^3 и разница 0,04 г/см^3 (2,9 %).

Динамика влажности посевного слоя дерново-подзолистой почвы в разные годы исследования отличалась от динамики плотности. В сезонах 2021/2022 и 2023/2024 годов показатель влажности уменьшался в течение вегетационного периода от осеннего срока отбора образцов перед посевом озимой ржи до летнего срока перед уборкой культуры. В вегетационном периоде 2022/2023 годов влажность посевного слоя почвы увеличивалась от первого предпосевного срока ко второму весеннему сроку при полной спелости почвы, а затем уменьшалась к уборке культуры до величин, уступающих значениям первого срока.

Фактор нормы высева существенно не влиял на изменение влажности почвы, поскольку значения по вариантам практически не различались ни с контролем, ни между собой, подтверждая выводы, сделанные по влиянию этого фактора на плотность почвы (табл. 3). Поэтому далее будет представлен анализ динамики и средних по вариантам значений только по фактору предшественника.

Таблица 3 - Влажность почвы под посевами озимой ржи при различных нормах высева по различным предшественникам (%)

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)	Годы			Среднее по опыту
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	18,6	16,0	17,4	17,3
	3,0	18,4	15,9	17,5	17,3
	3,5	18,5	16,2	17,6	17,4
	4,0	18,5	16,0	17,4	17,3
	4,5	18,6	16,2	17,5	17,4
Горох	2,5	19,2	16,5	18,3	18,0
	3,0	19,4	16,7	18,1	18,1
	3,5	19,3	16,6	18,1	18,0
	4,0	19,5	16,8	18,4	18,2
	4,5	19,5	16,7	18,3	18,2
Рапс яровой	2,5	18,7	16,3	17,8	17,6
	3,0	18,6	16,3	17,8	17,6
	3,5	18,6	16,1	17,7	17,5
	4,0	18,9	16,4	17,6	17,6
	4,5	18,9	16,3	17,8	17,7

В сезоне 2021 – 2022 годов во все сроки определения были отмечены самые большие значения влажности посевного слоя почвы и наивысший среднегодовой её показатель 18,9 %. На контроле (предшественник озимая пшеница) влажность почвы в течение вегетационного периода уменьшалась с 20,6 % осенью 2021 года перед посевом озимой ржи до 15,5 % летом 2022 года перед уборкой культуры на величину 5,1 (24,7 %). По варианту с предшествующим горохом на зерно влажность под посевом озимой ржи уменьшалась с 21,5 % до 16,4 % на ту же величину 5,1 (23,7 %). Аналогичное снижение средней влажности посевного слоя почвы на 5,1 (24,4 %) с 20,9 до 15,8 % имело место и на третьем варианте – предшественник яровой рапс.

Среднее по сезону 2021/2022 годов значение влажности под посевом озимой ржи на контроле (озимая пшеница) 18,5 % было превышено на варианте с

зернобобовым предшественником горох на зерно на величину 0,9 (4,9 %), а вариант с яровым рапсом в качестве предшественника превышал контроль на незначительную величину 0,2 (1,1 %).

В периоде 2022/2023 годов влажность почвы осенью 2022 года перед посевом озимой ржи и летом 2023 года перед уборкой была наименьшей за все годы исследования на всех вариантах, что и определило её минимальное среднегодовое значение 16,3 %. При размещении озимой ржи на контрольном варианте после озимой пшеницы влажность посевного слоя в первый срок в среднем составила 15,2 %, весной при полной спелости почвы влажность значительно увеличилась до 18,6 % (разница 3,4 или 22,4 %), а затем упала к уборке на величину 4,2 (22,6 %) и составила 14,4 %.

По предшествующему гороху влажность почвы под посевами озимой ржи изменялась по той же схеме, что и на контроле, в среднем увеличивалась от первого срока 16,0 % ко второму – 19,2 % на величину 3,2 (20,0 %) и уменьшалась к уборке до 14,7 % на 4,5 (23,4 %). Изменения влажности почвы на варианте с яровым рапсом по срокам были близки к показателям предыдущего варианта – 15,5 %; 18,7 % и 14,6 % с разницей 3,2 (20,6 %) между первым и вторым сроками и 4,1 (21,9 %) между вторым и третьим.

Разница по показателю влажности почвы между вариантом с предшественником ярового рапса и контролем (озимая пшеница) осталась та же, что и в предыдущем вегетационном году 0,2 (1,2 %), а на делянках горох на зерно – снижалась: 0,6 (3,7 %). Отметим, что показатели влажности слоя на делянках ржи по фактору предшественника не была выше 17,0 %.

Выявлено, что динамика влажности посевного слоя почвы в сезоне 2023/2024 годов была сходна с полученными данными сезона 2021/2022 годов по направлению, но отличалась по абсолютным значениям в сроки взятия образцов.

Так, если средняя влажность почвы осенью 2021 года составила 21,0 %, то осенью 2023 года – всего 19,3 %. Весной 2022 года при полной спелости почвы влажность уменьшалась до 19,7 % и весной 2024 года – до 18,9 %, т.е. в 2021 – 2022 годах влажность снижалась на величину 1,3 (6,2 %), а в 2023 – 2024 годах – всего

на 0,4 (2,1 %). К уборке озимой ржи влажность почвы в сравниваемые годы в среднем составляла 15,9 % и 15,2 % с разницей 0,7 (4,4 %).

В крайнем сезоне исследования 2023/2024 годов самая высокая средняя влажность почвы 18,2 % была под посевами озимой ржи, размещённой после гороха на зерно, что превышало контроль на величину 0,7 (4,0 %).

В заключение анализа изменения влажности посевного слоя почвы при разных нормах высева озимой ржи по оптимальным предшественникам рассмотрим усреднённые за все годы исследования данные.

По фактору нормы высева разница во влажности между вариантами составляет несущественные 0,6 – 1,1 %.

По фактору предшественника средняя по опыту влажность под посевами озимой ржи, размещённой в севообороте после зернобобовой культуры гороха на зерно составляет 18,1 % и превышает контроль (предшественник озимая пшеница) на значительную величину 0,8 (4,6 %). По варианту с предшествующим яровым рапсом эта разница несколько меньше – 0,3 (1,7 %), а среднее значение влажности под посевом озимой ржи на этом варианте 17,6 %.

Были определены показатели общей порозности (табл. 4) и аэрации (табл. 5) посевного слоя дерново-подзолистой почвы. Общая порозность зависела от изменения плотности почвы, поскольку величина равновесной плотности дерново-подзолистой почвы 2,60 г/см^3 оставалась неизменной.

По фактору норм общая порозность изменялась в очень малой степени, как и другие показатели агрофизических свойств почвы. Абсолютная разница между контролем и вариантами в разные годы опыта изменялись в пределах величин от 0,1 до 0,6 при относительной разнице 0,2 – 1,2 %, определяя неоднозначную тенденцию к изменению показателей с ростом нормы высева озимой ржи.

Показатели средней общей порозности на контроле при норме высева 2,5 млн шт./ га и варианте с нормой 3,0 млн шт. / га составляли 49,0 %. Последовательное увеличение нормы высева до 3,5 млн шт./ га несколько увеличивало средний показатель до 49,1 %, а при нормах 4,0 и 4,5 млн шт./ га общая порозность уменьшалась до 48,7 % и 48,5 % соответственно.

Таблица 4 – Общая порозность почвы под посевами озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%)

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)	Годы			Среднее по опыту
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	48,1	47,3	46,9	47,3
	3,0	48,5	47,7	47,3	47,7
	3,5	48,5	47,3	46,9	47,3
	4,0	48,1	47,3	47,3	47,3
	4,5	47,7	46,9	46,5	46,9
Горох	2,5	51,2	50,8	49,6	50,4
	3,0	50,4	50,4	49,6	50,0
	3,5	51,2	51,2	50,0	50,8
	4,0	50,4	50,0	49,6	50,0
	4,5	50,4	50,0	49,2	50,0
Рапс яровой	2,5	49,6	48,8	48,8	49,2
	3,0	49,6	48,8	48,5	49,2
	3,5	49,8	49,2	48,5	49,2
	4,0	49,2	49,2	48,5	48,8
	4,5	49,0	48,8	48,1	48,5

Средняя за все годы исследования общая порозность была равна 48,8 %.

Существеннее влияет на изменение общей порозности посевного слоя варианты по фактору предшественника. В разные годы исследования на контроле с предшествующей озимой пшеницей средняя общая порозность под посевами озимой ржи лежала в пределах 47,0 – 48,2 %. Размещение озимой ржи после гороха на зерно увеличивало изучаемые средние показатели в посевном слое почвы на величину 2,5 – 3,2 (5,2 – 6,8 %) по сравнению с контролем, в результате общая порозность составила здесь 49,6 – 50,7 %. Влияние ярового рапса, как предшественника, увеличивало общую порозность посевного слоя под посевами озимой ржи на вдвое меньшие величины – разница с контролем находилась в пределах от 1,2 до 1,7 (2,5 – 3,6 %) и средняя общая порозность входила в интервал 48,5 – 49,4 %.

Средние по опыту значения общей порозности на контроле (озимая пшеница) и вариантах с предшественниками озимой ржи в севообороте горох на зерно и яровой рапс были равны соответственно 47,3 %; 50,2 % и 49,0 %, а разница с контролем имела последовательные значения 2,9 (6,1 %) и 1,7 (3,6 %). Эти величины находились на границе оптимальных для озимой ржи значений, составляющих 50 – 55 % на дерново-подзолистых почвах.

Аэрация почвы или некапиллярная порозность характеризует насыщенность почвенных пор воздухом и имеет оптимальные пределы 20 – 25 %. В наших исследованиях показатели аэрации по всем факторам и вариантам во все годы превышали 20 % и отмечены в оптимальных для дерново-подзолистых почв значениях.

Данные по аэрации не значительно зависели от изучаемого фактора нормы высева. Тем не менее, разница по вариантам с контролем была выше, чем по другим свойствам, и зафиксирована в интервале от 0,2 (0,8 %) до 0,9 (3,5 %).

На варианте с нормой высева 4,0 млн зёрен на 1 га аэрация под посевами озимой ржи была ниже, чем на контроле (2,5 млн зёрен на 1 га) на величину 0,8 (3,1 %) и на варианте с нормой 4,5 млн / га – на 0,9 (3,5 %), а в 2022 году уменьшалась на более значительную величину 1,2 (4,8 %).

Варианты с нормами высева 3,0 и 3,5 млн зёрен на 1 га существенных различий по величине аэрации от 0,1 (0,4 %) до 0,3 (1,1 %) с контролем не имели, находясь в пределах ошибки опыта.

Самые высокие значения аэрации почвы под посевом озимой ржи во все годы исследования отмечены при размещении культуры в севообороте после гороха на зерно – в среднем 25,7 – 29,2 % с превышением контроля на величину 2,7 – 3,7 (11,6 – 14.6 %). При размещении озимой ржи после ярового рапса аэрация посевного слоя почвы по всем показателям ниже – 24,7 – 27,4 % с разницей к контролю 1,6 – 2,1 (6,9 – 8,3 %), что в обоих случаях можно считать существенными различиями.

В целом показатели аэрации в агроценозах озимой ржи в зависимости от факторов были типичные для данного типа почвы.

Таблица 5 – Аэрация почвы под посевами озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%)

Предшественник	Норма высева (млн зёрен / 1 га)	Годы			Среднее по опыту
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	23,1	25,4	22,9	23,6
	3,0	23,8	26,1	23,3	24,2
	3,5	23,7	25,1	22,3	23,5
	4,0	23,1	25,4	23,5	23,6
	4,5	22,4	24,5	22,2	22,9
Горох	2,5	26,8	29,7	25,6	27,2
	3,0	25,4	28,9	25,9	26,5
	3,5	26,7	30,1	26,5	27,8
	4,0	25,2	28,2	25,5	26,3
	4,5	25,2	28,3	25,0	26,3
Рапс яровой	2,5	25,1	27,1	25,1	26,0
	3,0	25,8	27,1	24,6	26,0
	3,5	25,2	27,9	24,8	26,1
	4,0	24,3	27,6	24,9	24,4
	4,5	23,7	27,1	24,0	24,8

В заключение анализа изменения агрофизических свойств дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы в посевном слое в полевом опыте по изучению различных норм высева озимой ржи по оптимальным предшественникам можно с уверенностью констатировать, что оптимальные значения основных агрофизических свойств отмечаются при размещении озимой ржи в севообороте после зернобобового предшественника горох на зерно с нормой высева 3,0 млн зёрен на 1 га.

Указанное сочетание вариантов в среднем по опыту обеспечивает следующие оптимальные показатели агрофизических свойств посевного слоя дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы – плотность 1,29 г/см^3; влажность 18,1 %; общая порозность 50,2 % и аэрация 26,8 %.

3.2. Прохождение растениями озимой ржи этапов вегетационного периода при различных нормах высева и предшественникам

Представлен анализ основных показателей сохранности растений озимой ржи в зависимости от предшественников и норм высева, выявлено оптимальное сочетание вариантов, обеспечивающее максимальные величины полевой всхожести, перезимовки озимых, весенне-летней сохранности и общей выживаемости.

Благоприятные погодные условия и качественная подготовка почвы способствовали увеличению полевой всхожести. Кроме того, на показатель влияло качество посевного материала ржи, а так же не значительно изучаемые факторы, что и подтверждают данные таблицы 6, приложение Б – Г.

Средняя в опыте полевая всхожесть озимой ржи составила 98,2 % и по годам изменялась незначительно – от 97,4 % в 2022 году до 98,5 – 98,6 % в последующие годы, что определяло относительные различия 1,1 – 1,2 %.

Различия в полевой всхожести по вариантам в разные годы столь незначительны, что позволяет считать достаточным анализ средних по опыту величин и определить некоторые тенденции во влиянии факторов или их отсутствии. По фактору предшественника горох на зерно только на 0,3 % в среднем превышает показатель полевой всхожести на контроле (предшествующая озимая пшеница), составляющий 98,1 %.

По нормам высева разница между вариантами и контролем максимально составляет те же 0,3 % полевой всхожести и не позволяет говорить о какой-либо взаимосвязи между этим показателем и изучаемыми в опыте факторами.

Успешность прохождения вегетационного периода озимыми культурами в большой степени определяется сохранностью растений в осенние и зимние месяцы, когда действует множество неблагоприятных факторов. На данные показатели так же влиял общий фитосанитарный фон, где в качестве вредителей ржи были выявлены шведская и гессенская мухи, повреждающие растения на начальных стадиях развития.

Таблица 6 – Полевая всхожесть озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%)

Предшественник	Норма высева (млн зёрен / га)	Годы			Среднее по опыту
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	97,3	98,3	98,2	97,9
	3,0	97,3	98,4	98,4	98,0
	3,5	97,2	98,6	98,5	98,1
	4,0	97,5	98,7	98,8	98,3
	4,5	97,4	98,4	98,3	98,0
Горох	2,5	97,7	98,7	98,5	98,3
	3,0	97,8	98,6	98,6	98,3
	3,5	97,8	98,8	98,9	98,5
	4,0	97,7	99,0	98,8	98,5
	4,5	97,6	98,7	98,6	98,3
Рапс яровой	2,5	97,0	98,4	98,4	97,9
	3,0	96,9	98,3	98,6	97,9
	3,5	97,1	98,7	98,7	98,2
	4,0	97,0	98,7	98,5	98,1
	4,5	97,2	98,5	98,3	98,0

Исходя из этого, показатель перезимовки озимых (табл. 7) является главным среди прочих показателей сохранности, и для детального его изучения был проведён дисперсионный анализ данных по годам исследования. Необходимо отметить, что полученные факториальные значения $НСР_{05}$ оказались очень близкими по годам исследования. Средний по трёхлетнему показателю перезимовки ржи в опыте равен 78,6 % и потери растений составляют 21,4 %.

Показатель перезимовки увеличивался от 77,9 % в 2022 году до 79,2 % в 2024 году и различался на величину 1,3 (1,7 %). По фактору предшественника во все годы озимая рожь лучше всего перезимовывала при размещении её после гороха (прил. Д – Ё).

В разные годы перезимовка озимой ржи зафиксирована в пределах от 79,6 % до 80,6 % и в среднем составил 80,0 %, превышая контроль в разные годы на

величину от 2,2 до 3,0 (2,8 – 3,9 %) при $НСР_{05}$ по фактору А, входившей в интервал 0,48 – 0,49 и тем самым определявшей существенную разницу.

Таблица 7 – Перезимовка озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%)

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1га)	Годы			Среднее по опыту
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	76,2	77,1	78,0	77,1
	3,0	76,6	77,4	78,3	77,4
	3,5	76,9	78,0	78,6	77,8
	4,0	76,8	77,9	78,7	77,8
	4,5	76,4	77,6	78,4	77,5
Горох	2,5	79,3	79,5	803	79,7
	3,0	79,5	49,6	80,5	79,9
	3,5	80,0	80,1	80,9	80,3
	4,0	79,8	80,2	80,8	80,3
	4,5	79,4	79,8	80,6	79,9
Рапс яровой	2,5	77,1	78,3	78,2	77,9
	3,0	77,5	78,5	78,5	78,2
	3,5	44,9	78,8	48,6	78,4
	4,0	77,6	78,7	78,9	78,4
	4,5	77,4	78,6	78,7	78,2
$НСР_{05}$ для частных различий		1,08	1,06	1,09	
$НСР_{05}$ по фактору А		0,48	0,48	0,49	
$НСР_{05}$ по фактору В		0,62	0,61	0,63	

Существенно влиял на перезимовку озимой ржи и предшествующий яровой рапс, но не во все годы, а только в 2022 году на величину 0,9 (1,2 %) и в 2023 году – на 1,0 (1,3 %). В 2024 году разница варианта с контролем составляла несущественную величину 0,2 (0,3 %). Различия в перезимовке озимой ржи по фактору нормы высева между всеми вариантами и контролем не превышали 1,0 % во все годы исследования.

При $НСР_{05}$ по фактору В, лежащей в пределах 0,61 – 0,63 % в разные годы, по показателю перезимовки существенно превышали контрольный вариант (2,5 млн. зёрен на 1 га) с разницей 0,7 – 0,8 % только варианты с нормой 3,5 млн зёрен на 1 га в 2022 и 2024 годах и 4,0 млн зёрен на 1 га в 2024 году. Последний вариант с разницей 0,6 % в 2022 и 2023 годах находился на границе существенности, как и вариант с нормой высева 3,5 млн зёрен на 1 га в 2024 году. Необходимо отметить, что указанные варианты в среднем по опыту имели одинаковый показатель перезимовки 78,8 %, превышая контроль на величину 0,6 (0,8 %).

Варианты с нормами 3,0 и 4,5 млн зёрен / га, в среднем, имели перезимовку 78,5 % и превышали контроль на несущественную величину 0,3 (0,4 %). Показатель весенне-летней сохранности растений ржи (табл. 8), в среднем, составил 78,4 %, увеличиваясь от 77,6 % в 2022 году через 78,2 % в 2023 году до 79,3 % в 2024 году.

В таблице 8 отражены параметры регрессии зависимости средней урожайности озимой ржи от перезимовки.

Таблица 8 – Парная корреляция зависимости средней урожайности озимой ржи от перезимовки растений

Предшественник	Коэффициент корреляции, R	Коэффициент детерминации, R^2	Свободный член	Значение регрессии	Уровень значимости, p
Озимая пшеница	0,94	0,89	-179	2,9	менее 0,01
Горох	0,92	0,85	-199	3,1	менее 0,01
Рапс яровой	0,76	0,58	-137	2,3	менее 0,01

Анализируя таблицу 8, на всех вариантах с предшественниками установлена тесная корреляция: коэффициент корреляции по озимой пшенице и гороху составил около 0,9, меньше в случае с яровым рапсом – 0,76, то есть на 58% (детерминация) продуктивность культуры была обусловлена влиянием предшественника. По-видимому, отзывчивость продуктивности озимой ржи от перезимовки смягчается влиянием ярового рапса как предшественника.

По фактору предшественника вариант с предшествующим горохом на зерно в 2022 и 2024 годах превосходил контроль (озимая пшеница) по показателю весенне-летней сохранности озимой ржи на величину 0,8 (1,0 %) и 1,2 (1,5 %) соответственно (табл. 9). В эти же годы горох на зерно несколько лучше влиял на сохранность растений озимой ржи, чем предшествующий яровой рапс, имевший в оба года разницу с контролем 0,7 (0,9 %).

Таблица 9 – Сохранность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%)

Предшественник	Норма высева (млн зёрен / га)	Годы			Среднее по опыту
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	89,2	90,5	94,2	91,3
	3,0	81,7	82,4	83,5	82,5
	3,5	74,3	73,2	75,3	74,3
	4,0	73,0	71,7	72,9	72,5
	4,5	67,4	66,3	67,7	67,1
Горох	2,5	60,1	94,4	97,9	94,1
	3,0	84,1	83,9	87,4	85,1
	3,5	74,8	76,9	77,1	76,3
	4,0	72,7	71,4	70,9	71,6
	4,5	67,8	66,1	66,2	66,7
Рапс яровой	2,5	89,8	95,3	95,3	93,5
	3,0	82,7	85,3	84,5	84,2
	3,5	75,1	77,6	76,4	76,4
	4,0	74,0	72,0	73,0	73,0
	4,5	67,5	66,1	67,8	67,1

В 2023 году, напротив, яровой рапс как предшественник превосходил горох на зерно по влиянию на весенне-летнюю сохранность озимой ржи, имея средний показатель 79,3 % против 78,5 % и превышая контроль на величину 2,5 (3,3 %). В среднем за три года исследований указанные варианты имели одинаковый показатель сохранности 78,8 %, превосходя контроль на величину 1,3 (1,7 %).

По фактору нормы высева по весенне-летней сохранности наблюдалась абсолютно противоположная зависимость – с увеличением нормы высева от контрольной 2,5 млн зёрен /га к высокой 4,5 млн зёрен /га показатель сохранности резко падал. В среднем за три года показатель уменьшался с 93,0 % на контроле до 67,0 % при норме высева 4,5 млн зёрен /га. Очевидно, большая площадь питания растений озимой ржи при малой норме высева и низкой густоте посева служили надёжной защитой культуры от гибели. В среднем повышение нормы с 2,5 до 3,0 млн зёрен /га существенно повышало потери растений озимой ржи на 9,1 (9,8 %), а при норме 3,5 млн зёрен /га – потери возрастали на величину 17,3 (18,6 %), а при нормах высева 4,0 и 4,5 млн – падение показателя сохранности превышало 20 % и составило соответственно 22,2 % и 28,0 %. Столь резкое изменение показателей не могло не сказаться на итоговой величине общей выживаемости растений ржи (табл. 10, рис. 6), подтвердив закономерности, отмеченные при анализе данных по весенне-летней сохранности.

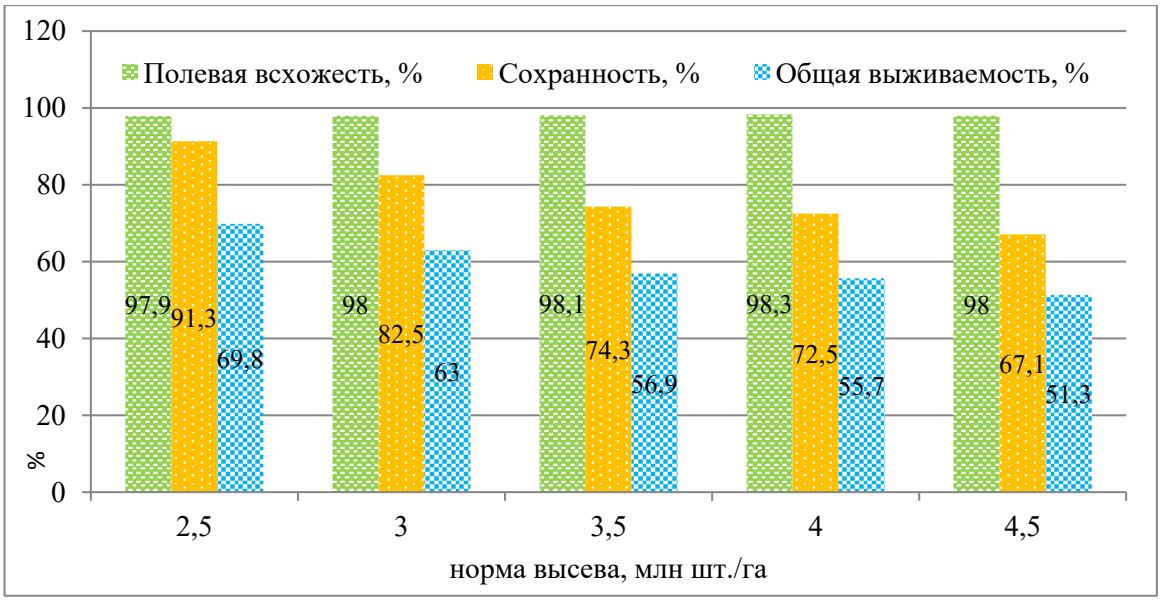


Рисунок 6 – Показатели полевой всхожести, сохранности, общей выживаемости в зависимости от факторов (на примере: предшественник – озимая пшеница)

В годы опытов по фактору предшественника высокие показатели выявлены на фоне гороха на зерно, где общая выживаемость озимой ржи в исследуемый период была больше контрольного значения, на фоне озимой пшеницы, на

величину 2,9 – 3,1 (4,7 – 5,4 %), в среднем по опыту составив 62,4 %. Яровой рапс, как предшественник, в среднем, обеспечил 60,8 % выживаемости растений ржи, превысив контроль на 1,5 (2,5 %).

По фактору нормы высева обратная зависимость между её величиной и общей выживаемостью подтвердилась. С увеличением нормы высева падение показателей общей выживаемости было не столь резким, как по весенне-летней сохранности, но прослеживалось очень чётко.

Таблица 10 – Общая выживаемость озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%)

Предшественник	Норма высева, млн шт. / га	Годы			Среднее
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	66,0	69,9	73,5	69,8
	3,0	61,0	62,7	65,4	63,0
	3,5	55,4	56,3	59,1	56,9
	4,0	54,8	55,2	57,2	55,7
	4,5	50,0	50,7	53,2	51,3
Горох	2,5	69,6	74,0	78,9	74,2
	3,0	65,3	66,0	70,3	67,2
	3,5	58,6	60,8	62,4	60,6
	4,0	56,8	56,7	58,0	57,2
	4,5	52,4	52,0	53,4	52,6
Рапс яровой	2,5	67,2	73,6	74,4	71,7
	3,0	62,3	66,0	66,2	64,8
	3,5	56,9	60,3	60,0	59,1
	4,0	55,8	56,0	57,6	56,5
	4,5	50,7	51,1	53,4	57,7

При среднем по исследованию показателе на контроле (2,5 млн зёрен на 1 га) 71,9 %, повышение нормы ржи до 3,0 млн зёрен на 1 га снижает общую выживаемость на величину 6,9 (9,6 %); 3,5 млн зёрен на 1 га даёт 58,9 % общей выживаемости, а при максимальной норме высева 4,5 млн зёрен на 1 га показатель составляет лишь 51,9 %, уступая контролю величину 20,0 или 27,8 %.

Таким образом, анализ прохождения растениями озимой ржи этапов вегетационного периода в опыте по изучению различных норм высева озимой ржи по оптимальным предшественникам, позволяет утверждать, что в первой половине развития осенью после посева культура, в первую очередь, реагирует на предшественник. При небольшой массе развивающихся всходов норма высева оказывает незначительное влияние на перезимовку озимой ржи. Осенью лучшие условия для сохранности культуры создаются по предшествующему гороху на зерно.

В весенне-летний период при интенсивном развитии озимой ржи на первое место по влиянию на сохранность культуры выходит фактор нормы высева. При её увеличении и снижении площади питания достаточно развитые культурные растения начинают испытывать дефицит элементов питания, кроме того, значительно затеняют друг друга, снижая тем самым интенсивность фотосинтеза, в результате чего существенно снижается общая выживаемость озимой ржи.

Резюмируя, для более успешного прохождения растениями озимой ржи вегетационного периода и во избежание существенной гибели растений в весенне-летний период необходимо размещать озимую рожь после зернобобового предшественника и применять оптимальную норму высева 3,5 млн зёрен на 1 га.

3.3. Изменение площади листовой поверхности озимой ржи при различных нормах высева и предшественникам

Площадь листовой поверхности сельскохозяйственных растений является одним из основных показателей фотосинтетической активности, тесно связана с процессом формирования урожая. В нашем исследовании площадь листовой поверхности определялась в разные фазы развития озимой ржи в течение вегетационного периода.

В таблице 11 представлены данные, полученные в фазу колошения, когда площадь листовой поверхности была максимальной. По годам исследования площадь листовой поверхности озимой ржи возрастает по всем факторам и

вариантам, среднегодовые значения этого показателя также возрастают от 28799 м^2/га в 2022 году до 32208 м^2/га в 2023 году с разницей 3409 м^2/га (11,8 %). Последний опытный 2024 год зафиксировал максимальную площадь листовой поверхности 32803 м^2/га, превышая 2022 год на 4004 м^2/га (13,9 %) и всего на 595 м^2/га (1,8 %) больше величины 2023 года.

Таблица 11 – Площадь листовой поверхности озимой ржи в зависимости от изучаемых факторов (м^2/га)

Предшественник	Норма высева, млн шт./га	Годы			Среднее
		2022	2023	2024	
Озимая пшеница	2,5	26178	28792	29473	28148
	3,0	26563	29685	29909	28719
	3,5	27524	31064	31495	30028
	4,0	28165	31317	31588	30357
	4,5	27407	29853	30936	29399
Горох	2,5	30982	33026	35054	33021
	3,0	31536	33681	35812	33676
	3,5	33165	35160	37665	35330
	4,0	33547	35778	37973	35766
	4,5	31729	34805	36841	34458
Рапс яровой	2,5	26020	30793	29550	28788
	3,0	26374	31402	30098	29291
	3,5	27405	32864	31527	30598
	4,0	28053	33227	32936	31405
	4,5	27336	31676	31183	30065
$НСР_{05}$ для частных различий		922,9	946,0	1188,1	
$НСР_{05}$ для фактора А		412,7	423,1	531,3	
$НСР_{05}$ для фактора В		532,8	546,2	686,0	

Наконец, средняя за три года исследования площадь листовой поверхности озимой ржи в опыте составила 31270 м^2/га.

Среди двух изучаемых действующих в нашем исследовании факторов, большее влияние на изменение площади листовой поверхности оказывает фактор предшественника и, главным образом, зернобобовая культура горох на зерно.

Во все годы данный показатель существенно превышал контрольный вариант с озимой пшеницей в качестве предшественника, но и другой вариант – предшествующий яровой рапс.

В 2022 году по варианту горох на зерно средняя площадь листовой поверхности озимой ржи в фазу колошения составила 32192 м^2/га, превысив контроль на 5025 м^2/га (18,5 %) и яровой рапс на 5154 м^2/га (19,1 %) при $НСР_{05}$ для фактора А 412,7 м^2/га. В 2023 году действие в качестве предшественника гороха на показатели листовой поверхности озимой зерновой культуры снижалось – разница с контролем при $НСР_{05}$ по фактору А 423,1 м^2/га составила 4348 м^2/га (14,4 %). Влияние масличного предшественника, напротив, увеличилось – разница с контролем составила 1850 м^2/га (6,1 %) против отрицательной величины -129 м^2/га (-0,5 %) в 2022 году.

Абсолютная величина изучаемого показателя по вариантам и разница с контролем в 2024 году были следующими: наибольшая средняя площадь листовой поверхности озимой ржи 36669 м^2/га отмечена при размещении её по гороху на зерно с превышением контроля на 5929 м^2/га (19,5 %); размещение озимой ржи по яровому рапсу несущественно увеличивала показатель только на 379 м^2/га (1,2 %) при $НСР_{05}$ для фактора А 531,3 м^2/га.

Полученные средние за все годы исследования показатели выявили следующие тенденции: при размещении озимой ржи после гороха на зерно позволяет достичь площади листовой поверхности 34450 м^2/га, превышающую аналогичный показатель на контрольном варианте с предшествующей озимой пшеницей на 5120 м^2/га (17,5 %). Яровой рапс, при использовании его в качестве предшественника для озимой ржи, повышает площадь листовой поверхности последней на незначительные 699 м^2/га (2,4 %) в сравнении с контролем.

По фактору нормы высева различия между контролем и вариантами были несколько меньше, чем по фактору предшественника, но почти все они были существенными, кроме варианта с нормой высева 3,0 млн зёрен на 1 га, по которому только в 2023 году существенность была доказана – разница с контролем (норма

высева 2,5 млн зёрен на 1 га) здесь составила 719 м^2/га (2,3 %) при $НСР_{05}$ по фактору В 546,2 м^2/га.

В 2022 году разница была 431 м^2/га (1,6 %) при соответствующей $НСР_{05}$ для фактора В 532,8 м^2/га; в 2024 году – 581 м^2/га (1,5 %) и $НСР_{05}$ по фактору В 686 м^2/га.

Увеличение нормы высева озимой ржи до 3,5 и 4,0 млн зёрен на 1 га приводило к существенному росту площади листовой поверхности культуры. В среднем по варианту с нормой высева 3,5 млн зёрен на 1 га в разные годы показатель имел пределы от 29365 м^2/га в 2022 году до 33562 м^2/га в 2024 году и был больше контрольного варианта на 1638 – 2203 м^2/га или 5,9 – 7,0 %. На варианте с 4,0 млн зёрен на 1 га площадь поверхности ржи была ещё выше 29922 – 34166 м^2/га при разнице с контролем от 2195 до 2807 м^2/га (7,9 – 9,0 %) и в среднем за три года исследования 2523 м^2/га (8,4 %).

Необходимо отметить, что последняя норма высева является критической величиной, до которой происходит прямое увеличение площади листовой поверхности при повышении количества высеваемых семян ржи в диапазоне 2,5 – 4,0 млн зёрен на 1 га. Повышение нормы до 4,5 млн зёрен на 1 га уже не приводит к соответствующему росту площади листовой поверхности, напротив, показатель существенно падает по годам до интервала 28824 – 32987 м^2/га и уступает значению максимального варианта (норма высева 4,0 млн зёрен на 1 га) от 1098 м^2/га до 1330 м^2/га (3,7 – 4,0 %) и в среднем по опыту 31307 м^2/га с разницей 1202 м^2/га (3,7 %).

Вместе с тем, данный вариант существенно превышал контроль с нормой высева 2,5 млн. зёрен на 1 га по годам на 1097 – 1628 м^2/га (4,0 – 5,2 %) и, в среднем, на 1321 м^2/га (4,4 %) площади листовой поверхности озимой ржи в исследованиях.

Здесь можно сделать следующий предварительный вывод: увеличение нормы высева озимой ржи и, следовательно, густоты посева, целесообразно до 4,0 млн зёрен на 1 га, что обеспечивает устойчивое увеличение площади листовой поверхности культуры.

Дальнейшее увеличение нормы высева до 4,5 млн зёрен на 1 га приводит к критическому росту густоты посева, взаимному затенению растений на недостаточной площади их питания, что неизбежно ведёт к уменьшению площади листовой поверхности и фотосинтетической активности озимой ржи в полевом опыте.

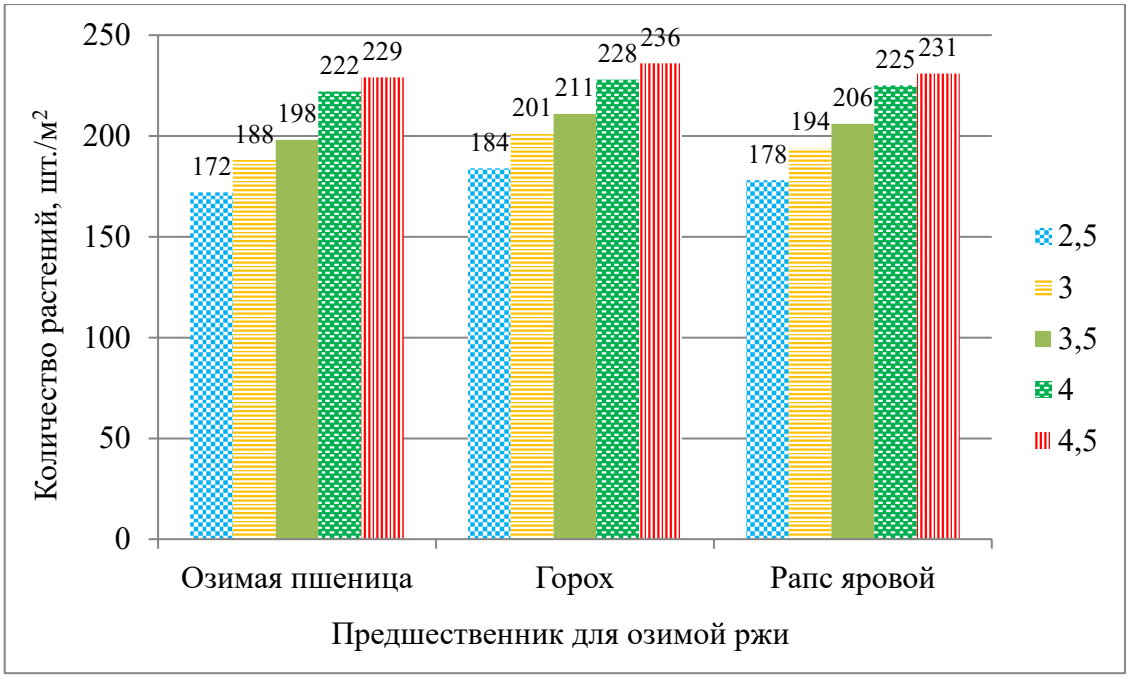
В заключение можно утверждать, что в полевом опыте по изучению различных норм высева озимой ржи по оптимальным предшественникам наибольшая площадь листовой поверхности в фазу кущения формируется при размещении культуры в севообороте по гороху на зерно с нормой 3,5 и 4,0 млн зёрен озимой ржи на 1 га – в среднем по опыту 35330 м^2/га и 35766 м^2/га соответственно.

3.4. Структура урожая озимой ржи в зависимости от различных норм высева и предшественников

Структура урожая озимой ржи варьировала в зависимости от изучаемых факторов (прил. Ж – Й). Среднегодовое количество растений озимой ржи перед уборкой в опыте увеличивалось от 202 шт./м^2 в 2022 году до 211 шт./м^2 в 2024 году или на 4,5 %.

Количество растений озимой ржи по вариантам фактора предшественника различалось незначительно, но существенно: разница с контролем (озимая пшеница) по предшествующей зернобобовой культуре горох на зерно, составляющее по годам от 9 до 11 шт./м^2 или 4,3 – 5,6 %, более, чем вдвое превышало величину $НСР_{05}$ для фактора А, лежащую в интервале 5,2 – 5,5 шт./м^2 (рис. 7). По варианту с предшествующим яровым рапсом количество растений перед уборкой только в 2023 году существенно превышало контроль на 8 шт./м^2 (4,0 %) при $НСР_{05}$ по фактору А 5,2 шт./м^2. В другие годы разница между показателями несущественна – 4 шт./м^2 (2,0 %) в 2022 году и 2,0 шт./м^2 в 2024 году. Среднее по опыту количество растений озимой ржи перед уборкой подтверждает указанные выше закономерности – по предшествующему гороху на зерно разница

с контролем (озимая пшеница) составляет 10 шт./м^2 (5,0 %) и по яровому рапсу 5 шт./м^2 (2,5 %).



$НСР_{05}$, шт./м^2, среднее: АВ – 11,9; А – 5,4; В – 6,8.

Рисунок 7 – Количество растений перед уборкой озимой ржи при различных нормах высева по различным предшественникам (шт./м^2), среднее 2022-2024гг.

Более существенно влияет на количество растений озимой ржи в опыте фактор нормы высева. При относительно близких значениях $НСР_{05}$ для фактора В в разные годы исследования от 6,7 до 7,0 шт./м^2, разница между вариантами и контролем (норма высева 2,5 млн зёрен на 1 га) многократно превышает эти величины.

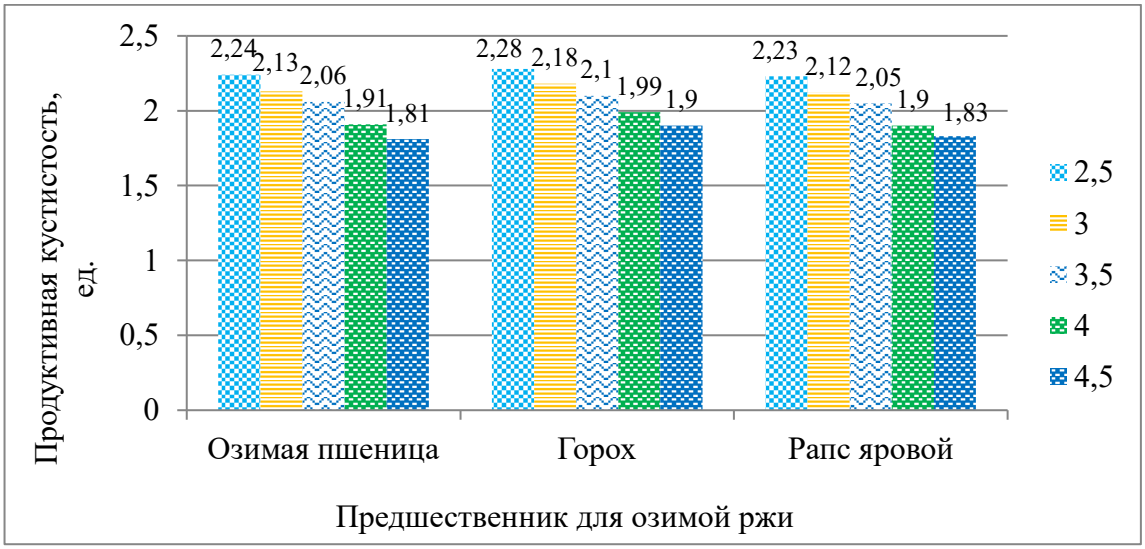
Во все годы исследования количество растений перед уборкой ожидаемо возрастает с увеличением нормы, показывает самую большую разницу между вариантами и контролем в 2022 году, значительно уменьшает её в 2023 году и даёт самую малую разницу в 2024 году.

Увеличение нормы высева озимой ржи с 2,5 до 3,0 млн зёрен на 1 га или 20 % не приводит к соответствующему увеличению числа растений к уборке – разница составляет только 20 шт./м^2 (11,8 %) в 2022 году и опускается до 13 шт./м^2 (7,0 %) в 2024 году.

Практически также соотносятся показатели нормы высева и количества растений перед уборкой на варианте 3,5 млн зёрен на 1 га – рост нормы на 1 млн зёрен (40 %) даёт прибавку числа растений на 30 шт./м^2 (17,8 %) в 2022 году, что составляет чуть более половины увеличения нормы высева и уменьшается до трети показателя – 23 шт./м^2 (12,4 %) в 2024 году. Наибольшая абсолютная разница с контролем (2,5 млн зёрен на 1 га) во все годы исследования отмечается на варианте с нормой высева 4,5 млн зёрен на 1 га и также уменьшается по годам – от 61 шт./м^2 (36,1 %) в 2022 году до 50 шт./м^2 (26,8 %) в 2024 году. Вариант с нормой высева 4,0 млн зёрен на 1 га уступает лучшему по разнице с контролем в эти годы 54 шт./м^2 (31,9 %) и 41 шт./м^2 (22,0 %) соответственно.

Средние значения изучаемого показателя полностью подтверждает сформулированные выше тезисы. Последовательное увеличение количества растений озимой ржи перед уборкой от контрольного (норма высева 2,5 млн зёрен на 1 га) к лучшему (норма высева 4,5 млн зёрен на 1 га) с шагом 0,5 млн зёрен составляет 16 шт./м^2 (9,0 %); 27 шт./м^2 (15,2 %); 47 шт./м^2 (26,4 %) и 54 шт./м^2 (30,3 %).

Изменение среднегодовых показателей продуктивной кустистости озимой ржи (рис. 8) не показали отмеченной выше закономерности.



НСР$_{05}$, среднее: АВ – 0,127; А – 0,056; В – 0,074.

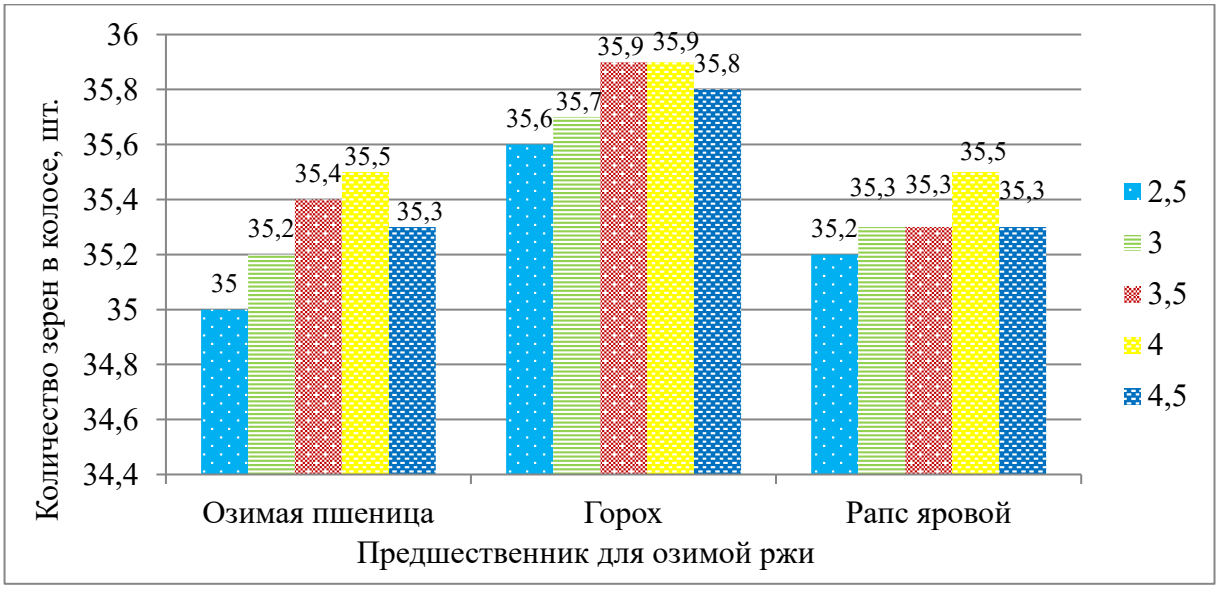
Рисунок 8 – Продуктивная кустистость озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, среднее 2022-2024гг.

Наибольшее его значение 2,11 отмечено в 2023 году, очень немного уступал показатель 2024 года 2,09 и в 2022 году величина продуктивной кустистости была минимальной и составила 1,94. В среднем же за все годы исследования показатель продуктивной кустистости озимой ржи в опыте составил величину 2,05.

По фактору предшественника в 2022 году продуктивная кустистость, размещённая по гороху с значением 2,00 существенно выше контроля, на 0,07 или 3,6 % при $НСР_{05}$ для фактора А 0,046.

В другие вегетационные периоды разница между данными вариантами при $НСР_{05}$ для фактора А 0,062 в оба года лежала на границе существенности и составляла 0,05 (2,4 %) в 2023 году и 0,06 (2,9 %) в 2024 году. Яровой рапс, как предшественник, не имел существенных различий с контрольной озимой пшеницей по влиянию на продуктивную кустистость озимой ржи, в 2022 и 2024 годах уступая контролю незначительные величины 0,03 (1,6 %) и 0,02 (1,0 %), а в 2023 году на 0,04 (1,9 %) превышая его.

По фактору нормы высева во все годы исследования прослеживается закономерность – продуктивная кустистость озимой ржи уменьшается с увеличением нормы высева (рис. 9).



$НСР_{05}$, среднее: АВ – 0,34; А – 0,16; В – 0,20.

Рисунок 9 – Количество зёрен в колосе озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт.), среднее 2022-2024гг.

Самые большие различия с контролем выявлены в 2022 году – вариант с 3,0 млн. зёрен на 1 га уступал контролю 0,1 (4,6 %); вариант с 3,5 млн на 1 га был меньше на 0,2 (9,2 %); варианты 4,0 и 4,5 млн уступали контролю соответственно 0,38 (17,5 %) и 0,45 (20,7 %). Средняя по опыту продуктивная кустистость уменьшается с величины 2,25 на контроле до минимального значения 1,85 на варианте с нормой высева 4,5 млн на 1 га и разницей 0,4 (17,8 %).

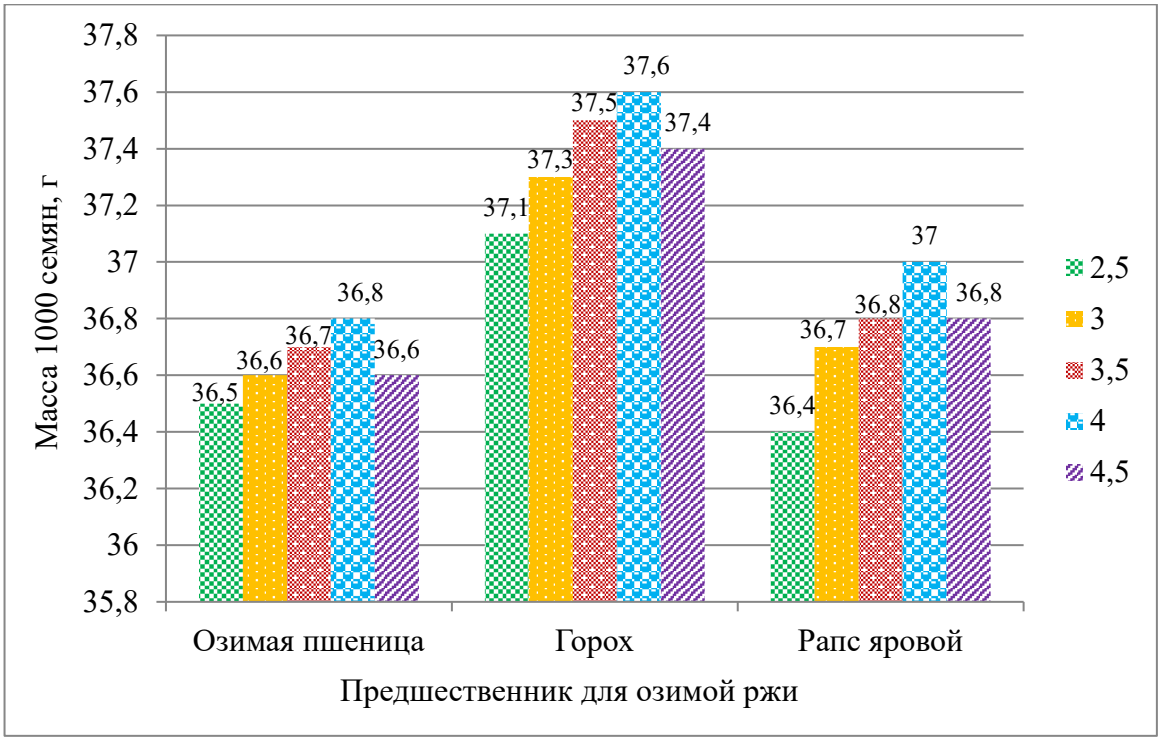
Очевидно, увеличение нормы высева озимой ржи и уменьшение площади питания растений не позволяет активно формировать продуктивные побеги, требующие большого потребления элементов питания, находящихся в дефиците при излишней густоте посева и неизбежном взаимном затенении растений и снижении эффективности фотосинтеза.

В нашем исследовании различия между вариантами по количеству зёрен в колосе озимой ржи незначительны, однако, тенденция к увеличению показателей от 2022 года (среднегодовая величина 35,2 шт.) к 2024 году (35,7 шт.) в пределах 1,4 %, прослеживается достаточно чётко. В среднем по опыту озимая рожь формирует 35,5 зёрен в колосе.

Величина $НСР_{05}$ по фактору А в разные годы находилась в пределах от 0,15 до 0,16 шт., но даже при столь небольших значениях существенность различий с контролем (предшественник озимая пшеница) доказывается только по варианту горох на зерно, где разница лежит в интервале от 0,3 шт. (0,8 %) в 2023 году до 0,6 шт. (1,7 %) в 2022 году и 0,5 шт. в среднем. Вариант с предшествующим яровым рапсом во все годы исследования показал крайне малую разницу 0,1 шт. (0,3 %).

По фактору нормы высева $НСР_{05}$ для фактора В также находилась в малых пределах 0,19 – 0,21 шт. и разница между контролем и вариантами в 2023 и 2024 годах имела небольшую величину от 0,1 шт. (0,3 %) до 0,3 шт. (0,8 %) и только в 2022 году достигала величины 0,5 шт. (1,4 %) между контролем и вариантом с нормой высева 4,0 млн зёрен на 1 га. Исходя из этого, окончательную характеристику изменения количества зёрен в колосе озимой ржи в зависимости от нормы высева достаточно сделать по средним опытным величинам.

Самое большое число зёрен в колосе озимой ржи 35,6 шт. отмечено на варианте с 4,0 млн зёрен на 1 га, и разницу с контролем (2,5 млн зёрен на 1 га) 0,3 шт. (0,8 %) можно считать существенной. Остальные варианты по норме были больше контрольного варианта не значительно на 0,1 шт. (0,3 %) – при 3,0 млн зёрен на 1 га и 0,2 шт.(0,6 %) – при 3,5 и 4,5 млн зёрен на 1 га (рис. 10).



$НСР_{05}$, среднее: АВ – 0,34; А – 0,16; В – 0,20.

Рисунок 10 – Масса 1000 семян озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (г), среднее 2022-2024гг.

Масса 1000 семян озимой ржи изменялась как по годам, так и внутри факторов и вариантов в столь же небольших диапазонах, как и число зёрен в колосе. Среднегодовая величина составляла минимальные 36,6 г в 2022 году и дала максимум 37,1 г в 2023 году, показав в среднем по опыту 36,9 г.

По фактору предшественника лучшим был вариант горох на зерно, существенно превышавший как контроль (озимая пшеница), так и второй вариант с предшествующим яровым рапсом. Во все годы средняя масса 1000 зёрен превышала 37 г, находилась в пределах 37,0 – 37,7 г и имела преимущество перед контролем от 0,5 г (1,4 %) в 2022 году до 0,9 г (2,4 %) в 2024 году при $НСР_{05}$ для фактора А в разные годы входящей в интервал 0,12 – 0,18 г. Только в 2023 году

вариант с яровым рапсом также существенно превышал контроль на 0,4 г (1,1 %), достигнув 37,0 г масса 1000 зёрен озимой ржи.

Максимальный показатель массы 1000 семян ржи, выявлена в интервале от 36,8 г (2022 год) до 37,3 г (2024 год) отмечена при норме высева 4,0 млн зёрен на 1 га при разнице с контролем от 0,4 г (1,1 %) до 0,5 г (1,4 %) соответственно и $НСР_{05}$ для фактора В 0,19 – 0,24 г.

Вариант с нормой высева 3,5 млн зёрен на 1 га имел разницу с контролем 0,3 - 0,4 г (0,8 - 1,1 %), а варианты с нормами высева 3,0 и 4,5 млн зёрен на 1 га – от 0,2 г (0,5 %) до 0,3 г (0,8 %). Все представленные выше различия по годам подтверждаются и средними по опыту величинами массы 1000 семян в агроценозе озимой ржи.

Лучшее сочетание вариантов в опыте по показателям структуры урожая зафиксированы при выращивании озимой зерновой культуры по гороху на зерно.

Наибольшее среднее количества растений перед уборкой в опыте 228 и 236 шт./$м^2$ отмечено при размещении 4,0 и 4,5 млн зёрен на 1 га; наибольшее число зёрен в колосе 35,9 шт. и самая большая масса 1000 семян 37,5 и 37,6 г формируется при посеве 3,5 и 4,0 млн зёрен на 1 га и только максимальная продуктивная кустистость 2,28 на контрольном варианте с нормой высева 2,5 млн зёрен на 1 га.

Принимая во внимание, что наибольшая средняя по опыту урожайность озимой ржи 52,9 и 53,5 ц/га получена при сочетании вариантов – предшествующая культура горох на зерно и нормы высева 3,5 и 4,0 млн зёрен на 1 га, можно констатировать, что на формирование высокого урожая озимой ржи, в первую очередь, оказывают элементы структуры урожая, относящиеся к колосовым характеристикам - число зёрен в колосе и масса 1000 семян. Количество растений перед уборкой и продуктивная кустистость влияют на формирование высокого урожая озимой ржи в меньшей степени, составляя вместе с другими элементами структуры устойчивый, взаимосвязанный действующий комплекс.

3.5. Засорённость посевов озимой ржи в опыте по изучению различных норм высева и предшественников

В нашем исследовании засорённость посевов озимой ржи определялась в три срока: весной перед обработкой посевов гербицидом Морион СК в начале фазы кущения культуры; через 14 дней после обработки и летом перед уборкой.

Большинство сорных растений в посевах озимой ржи – 89,6 % относится к группе малолетних; только 10,4 % является наиболее вредоносными многолетними сорняками (табл. 12). Среди малолетних сорняков многочисленной группой были яровые ранние – 48,5 %, из которых более 10 % составляли Марь белая (*Chenopodium album*) – 15,3 % и Редька дикая (*Raphanus raphanistrum*) – 10,9 %.

Зимующие сорняки с показателем засорённости 15,4 % занимали второе место по численности, и здесь в лидерах по засорённости были Трёхреберник непахучий (*Tripleurospermum Inodorum*) – 5,0 % и Василёк синий (*Centaurea cyanus*) – 4,3 %. Более 5 % засорённости посевов озимой ржи показывали также яровые ранние сорняки Горец птичий (*Polygonum aviculare*) – 7,2 % и Пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*) – 6,1 %, а также яровая поздняя Щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) – 6,2 %.

Среди многолетних сорняков самыми многочисленными и вредоносными были группы корнеотпрысковых и корневищных, которые имели показателями засорённости 4,9 % и 2,2 %.

Более 1 % от общей численности сорняков имели следующие виды: Бодяк полевой (*Cirsium arvense*) – 2,1 %; Пырей ползучий (*Elytrigia repens*) – 1,5 %; Осот полевой (*Sonchus arvensis*) – 1,3 % и Сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*) – 1,1 %.

Отметим, что в посевах озимой ржи видовой состав сорной растительности типичным для регионов Центральной части Нечерноземья. Не характерных для ареала видов сорной растительности в посевах зерновой культуры в течение всего опыта не выявлено.

Таблица 12 – Видовой состав сорного компонента агрофитоценоза в посевах озимой ржи при различных нормах высева по различным предшественникам

Группа сорняков	Вид сорняков	Семейство	Количество, %
1	2	3	4
Малолетние сорные растения			89,6
Яровые ранние			48,5
	Марь белая *(Chenopodium album)*	Амарантовые (*Amaranthaceae*)	15,3
	Редька дикая *(Raphanus raphanistrum)*	Капустные *(Brassicaceae)*	10,9
	Горец птичий *(Polygonum aviculare)*	Гречишные (*Polygonaceae*)	7,2
	Пикульник обыкновенный *(Galeopsis tetrahit)*	Яснотковые (*Lamiaceae*)	6,1
	Подмаренник цепкий *(Galium aparine)*	Мареновые *(Rubiaceae)*	3,8
	Торица полевая *(Spergula arvensis)*	Гвоздичные (*Caryophyllaceae*)	2,7
	Куколь обыкновенный *(Agrostemma githago)*	Гвоздичные (*Caryophyllaceae*)	2,5
Зимующие			15,4
	Трёхреберник непахучий *(Tripleurospermum Inodorum)*	Астровые (*Asteraceae)*	5,0
	Василёк синий *(Centaurea cyanus)*	Астровые *(Asteraceae)*	4,3
	Ярутка полевая *(Thlaspi arvense)*	Капустные (*Brassicaceae*)	3,1
	Пастушья сумка *(Capsella bursa-pastoris)*	Капустные (*Brassicaceae*)	2,2
	Дымянка лекарственная *(Fumaria officinalis)*	Маковые (*Papaveraceae*)	0,8
Яровые поздние			13,7
	Щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus)	Амарантовые (*Amaranthaceae*)	6,2
	Ежовник обыкновенный (Echinochloa crus-galli)	Злаковые (*Poaceae*)	4,6
	Щетинник зелёный (Setaria viridis)	Злаковые (*Poaceae*)	2,9
Озимые			3,2
	Костёр полевой (Bromus arvensis)	Злаковые (*Poaceae*)	2,0
	Метлица обыкновенная (Apera spica-venti)	Злаковые (*Poaceae*)	1,2
Прочие малолетние			8,8

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
Многолетние сорные растения			10,4
Корнеотпрысковые			4,9
	Бодяк полевой *(Cirsium arvense)*	Астровые (*Asteraceae)*	2,1
	Осот полевой *(Sonchus arvensis)*	Астровые (*Asteraceae)*	1,3
	Сурепка обыкновенная *(Barbarea vulgaris)*	Капустные (*Brassicaceae*)	1,1
	Вьюнок полевой *(Convolvulus arvensis)*	Вьюнко́вые (*Convolvuláceae*)	0,4
Корневищные			2,2
	Пырей ползучий *(Elytrigia repens)*	Злаковые (*Poaceae*)	1,5
	Тысячелистник обыкновенный *(Achillea millefolium)*	Астровые (*Asteraceae)*	0,7
Стержнекорневые			1,6
	Цикорий обыкновенный *(Cichorium intybus)*	Астровые (*Asteraceae)*	0,9
	Одуванчик лекарственный *(Taraxacum officinale)*	Астровые (*Asteraceae)*	0,4
	Полынь обыкновенная *(Artemisia vulgáris)*	Астровые (*Asteraceae)*	0,3
Мочковатокорневые			1,4
	Подорожник большой *(Plantágo májor)*	Подорожниковые (*Plantaginaceae*)	0,8
	Лютик едкий *(Ranúnculus ácris)*	Лютиковые (*Ranunculaceae*).	0,6
Прочие многолетние			0,3

В сезоне 2021/2022 годов весной 2022 года перед обработкой агроценоза опытной озимой зерновой культуры средняя засорённость малолетней сорной растительностью отмечалась на уровне 48,1 шт./м^2, многолетними – 4,7 шт./м^2. Через 14 дней после обработки засорённость снизилась на 30,6 % по малолетним и 25,5 % по многолетним сорнякам, показав к уборке культуры соответственно 25,2 шт./м^2 и 2,5 шт./м^2. Сезонное снижение засорённости посевов озимой ржи малолетними сорняками составило 47,6 % и 46,8 % многолетними.

По фактору нормы высева засорённость посевов озимой ржи весной 2022 года разница между контролем и вариантами находилась в пределах 0,3 – 5,7 шт./м^2 (0,6 – 11,2 %) по малолетним сорнякам с абсолютными величинами 51,0 шт./м^2 на

контроле (норма высева 2,5 млн. зёрен на 1 га) и от 45,3 до 50,7 шт./м^2 на вариантах по изучаемому фактору. К уборке культуры летом 2022 года засорённость посевов озимой ржи составила по группам сорняков соответственно 25,1 шт./м^2 и 2,8 шт./м^2, по вариантам засорённость находилась в интервалах 23,9 – 24,6 шт./м^2 и 1,8 – 2,5 шт./м^2, а сезонное снижение засорённости имело показатели 24,7 шт./м^2 (48,4 %) по малолетним и 2,1 шт./м^2 (42,0 %) по многолетним сорнякам.

По фактору предшественника в первый срок определения засорённость посевов озимой ржи на контроле (предшествующая озимая пшеница) составляла 47,9 шт./м^2; на варианте с предшествующим горохом на зерно – 46,1 шт./м^2 и по предшествующему яровому рапсу 50,2 шт./м^2 малолетних сорняков и соответственно 4,6 шт./м^2; 4,5 шт./м^2 и 4,9 шт./м^2 многолетних. Таким образом, вариант с горохом имел разницу с контролем по засорённости малолетними сорняками -1,8 шт./м^2 (-3,8 %) и многолетними -0,1 шт./м^2 (-2,2 %). Засорённость посевов озимой ржи при размещении её после ярового рапса была на 2,3 шт./м^2 (4,8%) малолетними и 0,3 шт./м^2 (6,5 %) многолетними сорняками.

Показатели сезонного изменения засорённости посевов озимой ржи на вариантах фактора предшественника были близки к значениям, отмеченным выше: на контроле число малолетних сорняков снижалось на 47,6 %, многолетних – на 45,6 %; при размещении озимой ржи по гороху на зерно соответствующие величины составили 47,1 % и 48,9 %, а по яровому рапсу – 48,2 % и 42,9 %.

В вегетационном периоде 2021/2022 годов (табл. 13, прил. К) в полевом опыте по фактору нормы высева самая высокая средняя засорённость посевов озимой ржи 37,5 шт./м^2 по малолетним и 3,9 шт./м^2 по многолетним сорнякам отмечена на контроле с нормой высева 2,5 млн зёрен на 1 га; самая малая с соответствующими показателями 33,7 шт./м^2 и 3,1 шт./м^2 – на варианте с нормой высева 4,0 млн зёрен на 1 га при разнице с контролем 3,8 шт./м^2 (10,1 %) и 0,8 (20,5 %).

По фактору предшественника средняя засорённость посевов озимой ржи на контроле и вариантах имела несколько меньшие различия, чем по норме высева. Так, размещение озимой ржи по зернобобовому предшественнику количество

малолетников была ниже на 1,3 шт./м^2 (3,7 %) и многолетников – на 0,2 шт./м^2 (5,7 %) по сравнению с контролем (озимая пшеница), а по предшествующему яровому рапсу, напротив, увеличилась на 1,5 шт./м^2 (4,2 %) и 0,3 шт./м^2 (8,6 %) соответственно.

Средняя засорённость посевов озимой ржи в полевом опыте в сезоне 2021 – 2022 годов составила 35,6 шт./м^2 малолетних и 3,5 шт./м^2 многолетних сорняков.

Таблица 13 – Засорённость посевов озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт./м^2), 2022г.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	37,6* 3,8	37,0 3,7	34,1 3,2	33,7 3,1	35,2 3,7	35,5 3,5
Горох	35,7 3,8	34,8 3,5	33,3 3,1	32,9 2,9	34,5 3,4	34,2 3,3
Рапс яровой	39,3 4,0	40,0 4,1	34,9 3,5	34,6 3,4	36,0 3,9	37,0 3,8
Среднее по В	37,5 3,9	37,3 3,8	34,1 3,3	33,7 3,1	35,2 3,7	35,6 3,5

* в числителе – количество малолетних, в знаменателе – многолетних сорняков

В вегетационном периоде 2022/2023 годов засорённость зафиксирована по малолетней сорной растительности на уровне 28,8 шт./м^2 что ниже, чем в 2021/2022 годах на 6,8 шт./м^2 (19,1 %), а по многолетникам – 3,0 шт./м^2 с разницей 0,5 шт./м^2 или 14,3 %.

Весной 2023 года перед обработкой посевов озимой ржи гербицидом средняя засорённость малолетниками зафиксирована в количестве 39,4 шт./м^2 и многолетниками – 3,9 шт./м^2. Через 14 дней засорённость малолетними сорняками снизилась на 30,2 % и составила 27,5 шт./м^2; показатели по многолетним сорнякам – снижение 20,5 % и средняя засорённость 3,1 шт./м^2. К уборке озимой ржи к концу лета среднее количество малолетних сорняков в посевах уменьшилось ещё на 29,1 % и достигло величины 19,5 шт./м^2, показав сезонное снижение 19,9 шт./м^2 или 50,5 %. Количество многолетних сорняков к уборке – в среднем 2,1 шт./м^2 и сезонное падение засорённости 46,2 %.

По фактору нормы высева весной 2023 года разница между контролем (норма высева 2,5 млн зёрен на 1 га), где среднее количество малолетних сорняков 42,0 шт./м^2, а число многолетних сорняков 4,3 шт./м^2, и изучаемыми вариантами лежала в пределах от 0,9 шт./м^2 (2,1 %) на варианте с нормой высева 3,0 млн. зёрен на 1 га до 5,0 шт./м^2 на варианте 4,0 млн. зёрен на 1 га по малолетним сорнякам и соответственно от 0,2 шт./м^2 (4,7 %) до 0,7 шт./м^2 (16,3 %) по многолетним (табл. 14, прил. Л).

Таблица 14 – Засорённость посевов озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт./м^2), 2023г.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	31,3* 3,4	30,3 3,3	27,8 2,9	27,4 2,8	29,2 3,1	29,2 3,1
Горох	30,4 3,3	30,0 3,1	26,6 2,8	26,2 2,6	28,2 3,0	28,3 3,0
Рапс яровой	30,8 3,3	30,0 3,2	28,0 2,9	27,6 2,7	28,8 3,0	29,0 3,0
Среднее по В	30,8 3,3	30,1 3,2	27,5 2,9	27,1 2,7	28,7 3,0	28,8 3,0

* в числителе – количество малолетних, в знаменателе – многолетних сорняков

Во все сроки определения засорённость посевов озимой ржи последовательно снижалась по мере увеличения нормы высева с 2,5 млн до 4,0 зёрен на 1 га, показывая к уборке 21,7 шт./м^2 малолетних сорняков (контроль) и 18,0 шт./м^2 (норма высева 4,0 млн зёрен на 1 га) и по многолетним соответственно от 2,5 шт./м^2 до 1,9 шт./м^2. Только на варианте с нормой высева 4,5 млн зёрен на 1 га засорённость увеличивалась до 19,6 шт./м^2 по малолетним сорнякам и 2,2 шт./м^2 по многолетним сорнякам.

По фактору предшественника сезонное снижение засорённости малолетними сорняками лежало в пределах 49,4 – 50,9 %. Многолетние сорняки показали на контроле (предшествующая озимая пшеница) снижение от посева к уборке 45,0 %; при размещении озимой ржи после гороха на зерно - 46,2 % и на варианте яровой рапс максимальное снижение показателя составило 62,3 %.

Средняя по опыту засорённость посевов озимой ржи по фактору нормы высева в сезоне 2022/2023 годов выявила преимущество нормы высева 4,0 млн зёрен на 1 га, при которой отмечены минимальные значения, как по малолетним 27,1 шт./м^2, так и по многолетним сорнякам - 2,7 шт./м^2 со снижением к контролю соответственно 3,7 шт./м^2 (12,0 %) и 0,6 шт./м^2 (18,2 %).

По фактору предшественника в этом сезоне средние различия между вариантами и контролем (озимая пшеница) были минимальными; при размещении озимой ржи по гороху на зерно средняя засорённость посевов малолетними сорняками уменьшалась на 0,9 шт./м^2 (3,1 %) и на 0,2 шт./м^2 (0,7 %) при размещении после ярового рапса. По многолетним сорнякам указанные варианты отличались от контрольной величины на 0,1 шт./м^2 или 3,2 %, показав среднюю засорённость 3,0 шт./м^2.

В третьем сезоне исследования 2023/2024 годов количество сорной растительности в посевах зерновой культуры малолетними сорняками зафиксирована на уровне 28,0 шт./м^2 и 2,9 шт./м^2 многолетними. Значениям первого сезона 2021/2022 годов эти величины уступали 7,6 шт./м^2 (21,3 %) и 0,6 шт./м^2 (17,1 %) соответственно (табл. 15, прил. М).

Таблица 15 – Засорённость посевов озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт./м^2), 2024г.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	30,5*/3,3	29,2/3,2	27,2/2,8	26,4/2,7	28,0/3,0	28,3/3,0
Горох	27,7/3,1	27,2/2,9	25,9/2,5	25,3/2,4	26,4/2,7	26,5/2,7
Рапс яровой	31,0/3,4	30,2/3,2	28,2/2,8	27,7/2,7	28,9/3,0	29,2/3,0
Среднее по В	29,7/3,3	28,9/3,1	27,1/2,7	26,5/2,6	27,8/2,9	28,0/2,9

* в числителе – количество малолетних, в знаменателе – многолетних сорняков

Если абсолютные показатели динамики засорённости посевов озимой ржи в последнем сезоне были меньше, чем в предыдущие годы, то относительные отличались несущественно.

Средняя по опыту засорённость озимой ржи малолетними сорняками варьировала от 37,7 шт./м^2 перед обработкой гербицидом до 26,0 шт./м^2 через 14 дней со снижением 11,7 шт./м^2 (31,0 %) и, наконец, составила 20,2 шт./м^2 перед уборкой, определив сезонную разницу 17,5 шт./м^2 (46,1 %).

По многолетним сорнякам ряд показателей был следующим: 3,8 шт./м^2 в первый срок; 3,0 шт./м^2 и снижение 0,8 шт./м^2 (21,1 %) через 14 дней и 1,9 шт./м^2 перед уборкой с 50 % сезонным снижением.

Во все сроки определения по фактору нормы высева самая малая засорённость посевов озимой ржи отмечалась при норме высева 4,0 млн зёрен на 1 га и изменялась по малолетним сорнякам в течение сезона от 36,1 шт./м^2 до 18,9 шт./м^2 со снижением 17,2 шт./м^2 (47,6 %) и от 3,4 шт./м^2 до 1,6 шт./м^2 (разница 1,8 шт./м^2 или 52,9 %) по многолетним сорнякам. Средняя разница с контролем (2,5 млн. зёрен на 1 га) по группам сорняков зафиксирована на уровне 3,2 шт./м^2 (10,8 %) и 0,7 шт./м^2 (20,0 %).

Данные изменения сорной растительности в агроценозе зерновой культуры позволяют нам выполнить корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности ржи (Y) от засорённости малолетней (X) и многолетней (Z) сорной растительности (табл. 16, прил. Н).

Выявлено, что по фактору предшественника минимальная засорённость посевов озимой ржи была при размещении культуры в севообороте после гороха на зерно.

Сезонное изменение показателей от первого к последнему сроку имело границы 36,4 шт./м^2 (перед обработкой гербицидом) – 18,6 шт./м^2 (перед уборкой) и разницу 17,8 шт./м^2 (48,9 %) по малолетним сорнякам и интервал от 3,6 шт./м^2 до 1,7 шт./м^2 с разницей 1,9 шт./м^2 (52,8 %) по многолетним сорнякам. Средняя засорённость исследуемой культуры по группам сорняков на варианте составила 26,5 шт./м^2 и 2,7 шт./м^2.

Разница с контролем где предшественник озимая пшеница составляла соответственно -1,8 шт./м^2 (-6,4 %) и -0,3 шт./м^2 (-10,0 %).

Таблица 16 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа связи урожайности (Y) с количеством малолетних (X) и многолетних (Z) сорняков в зависимости от факторов

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
связь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{факт.}$	Уравнение линейной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{факт.}$	Уравнение множественной регрессии
	корреляции r	детерминации, D			корреляции R	детерминации, R^2		
Вегетационный период 2021 - 2022 годов								
YX	-0,686	47,06	3,40	Y=85,3-1,15X	0,688	47,33	5,41	Y=82,68 - 0,94X – 1,41Z
YZ	-0,646	41,73	3,05	Y=66,8-6,34Z				
Вегетационный период 2022 – 2023 годов								
YX	-0,680	46,24	3,35	Y=80,2-1,09X	0,682	46,51	5,22	Y=77,78 - 0,79X – 2,02Z
YZ	-0,670	44,89	3,26	Y=70,0-7,0Z				
Вегетационный период 2023 - 2024 годов								
YX	-0,834	69,56	5,46	Y=101,6-1,85X	0,837	70,06	14,05	Y=105,45 – 2,24X – 2,43Z
YZ	-0,753	56,70	4,13	Y=78,2-9,75Z				
Среднее за все годы исследования								
YX	-0,681	46,38	3,35	Y=90,2-1,39X	0,700	49,0	5,77	Y=79,34 - 0,51X – 5,11Z
YZ	-0,695	48,30	3,48	Y=71,9-7,68Z				

В вегетационные периоды 2021/2022 и 2022/2023 годов простая линейная корреляционная зависимость урожайности озимой ржи от количества малолетних и многолетних сорняков по направлению была обратной и средней, близкой к сильной. Коэффициенты корреляции по зависимости YX (урожайность озимой ржи – малолетние сорняки) в первом и втором вегетационных периодах соответственно были равны $r_{yx} = -0,686$ и $r_{yx} = -0,680$ ($D_{yx} = 47,06$ % и $D_{yx} = 46,24$ %). По взаимосвязи YZ (урожайность – многолетние сорняки) значения коэффициентов снижались: $r_{yz} = -0,646$ и $r_{yz} = -0,670$ ($D_{yz} = 41,73$ % и $D_{yz} = 44,49$ %). Существенность всех представленных величин доказана – фактический критерий Стьюдента $t_{факт.}$ изменялся в интервале значений от 3,05 до 3,40 при теоретическом критерии $t_{05} = 2,16$.

Значения коэффициентов множественной корреляции по взаимосвязи между урожайностью (Y) и засорённостью малолетними (X) и многолетними (Z) сорняками были достаточно близки R=0,688 и R=0,682 ($R^2 = 47,33$ % и $R^2 = 46,51$ %), что также определяло связь как среднюю, близкую к сильной.

Фактические критерии Фишера $F_{факт.} = 5,41$ и $F_{факт.} = 5,22$ обеспечивали достаточный уровень значимости при теоретическом $F_{05} = 3,47$.

В вегетационный период 2023/2024 годов коэффициенты простой линейной корреляции были значительно больше, чем в предыдущие годы и определяли связь урожайности культуры с показателями сорной растительности как сильную и обратную. Коэффициент корреляции по зависимости урожайности (Y) от засорённости малолетниками (X) был наиболее значительным, чем по зависимости урожайности (Y) с многолетниками (Z) - $r_{yx} = -0,834$ ($D_{yx} = 69,56$ %) против $r_{yz} = -0,753$ ($D_{yz} = 56,70$ %). Значимость коэффициентов, при превосходстве фактических критериев Стьюдента $t_{факт.} = 5,46$ и $t_{факт.} = 4,13$ над теоретическим критерием $t_{05} = 2,16$, не вызывает сомнений.

Анализ множественной корреляционно-регрессионной взаимозависимости между урожайностью озимой ржи (Y) и количеством малолетних (X) и многолетних (Z) сорняков в сезоне 2023/2024 годов выявил высокие значения коэффициентов множественной корреляции R=0,837 и множественной

детерминации R^2 = 70,06 %, а также фактического критерия Фишера $F_{факт.}$= 5,41, что и позволило утверждать, как сильную связь с высоким уровнем значимости при теоретическом критерии Фишера F_{05} = 3,47.

Доказанная существенность и доверительность на 5 % уровне значимости относится и к представленным уравнениям линейной и множественной регрессии, которые достаточно верно описывают изучаемые в исследованиях взаимосвязи.

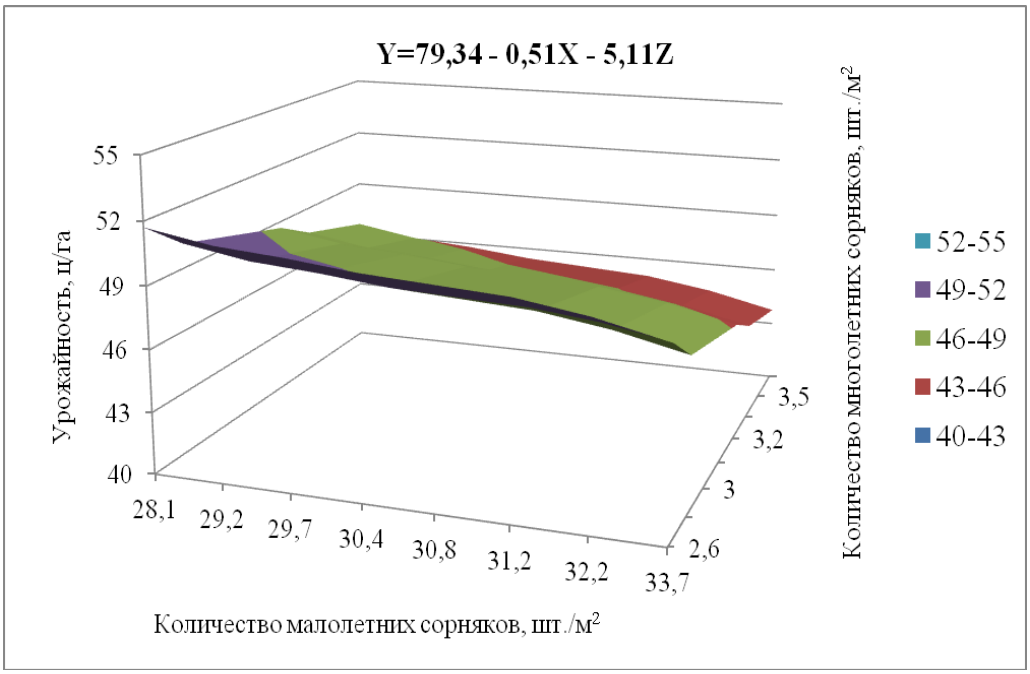


Рисунок 11 – Корреляционно-регрессионная связь урожайности озимой ржи (Y) с количеством малолетних (X) и многолетних (Z) сорняков в посевах при различных нормах высева и предшественникам, среднее 2022-2024гг.

Представленные на рисунке 11 плоскостной график дает возможность не только визуально оценить множественную взаимозависимость, но и запрограммировать урожайность озимой ржи по засорённости посевов.

Результаты анализа засорённости посевов озимой ржи в полевом опыте по изучению различных норм высева по оптимальным предшественникам показывают, что самое малое количество сорняков во все годы исследования отмечались по варианту с нормой высева 4,0 млн зёрен на 1 га, где средние по опыту показатели (табл. 17) составили по малолетним сорнякам 29,1 шт./м^2 и по многолетним сорнякам – 2,8 шт./м^2 при разнице с контролем соответственно 3,6 шт./м^2 (11,0 %) и 0,7 шт./м^2 (20,0 %).

Таблица 17 – Засорённость посевов озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт./м^2), среднее 2022-2024гг.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	33,1 3,5	32,2 3,4	29,7 3,0	29,2 2,9	30,8 3,3	31,0 3,2
Горох	31,3 3,4	30,7 3,2	28,6 2,8	28,1 2,6	29,7 3,0	29,7 3,0
Рапс яровой	33,7 3,6	33,4 3,5	30,4 3,1	30,0 2,9	31,2 3,3	31,7 3,3
Среднее по В	32,7 3,5	32,1 3,4	29,6 3,0	29,1 2,8	30,6 3,2	30,8 3,2

* в числителе – количество малолетних, в знаменателе – многолетних сорняков

По фактору предшественника наименьшие показатели засорённости посевов озимой ржи отмечены после выращивания после зернобобовой культуры. В среднем значения малолетних сорняков составило 29,7 шт./м^2, а многолетних – 3,0 шт./м^2. Разница с контролем зафиксирована на уровне 1,3 шт./м^2 (4,2 %) и 0,2 шт./м^2 (6,7 %) соответственно.

Таким образом, для обеспечения максимально эффективной борьбы с сорной растительностью в посевах ржи можно рекомендовать норму высева 4,0 млн /га и размещать после зернобобового предшественника. При сочетании двух лучших вариантов по факторам опыта средняя засорённость посевов озимой ржи имеет минимальные по всему исследованию значения – 28,1 шт./м^2 малолетних и 2,6 шт./м^2 многолетних сорняков.

3.6. Урожайность озимой ржи в зависимости от влияния норм высева и предшественников

В исследованиях представлены и проанализированы данные по урожайности озимой ржи при различных нормах высева по озимому зерновому (озимая пшеница), зернобобовому (горох на зерно) и масличному (яровой рапс) предшественникам по годам и в среднем по исследованию (табл. 18 – 21, прил. О, П, Р).

В 2022 году по всем делянкам опыта выявлена низкая по годам урожайность озимой ржи, составившая в среднем по опыту 44,4 ц/га. Среди изучаемых предшественников лучшей культурой для озимой ржи была зернобобовая (горох) со средней урожайностью последней в 2022 году 48,9 ц/га. Прибавка к контролю (предшествующая озимая пшеница) по этому варианту была существенной и составила 6,7 ц/га или 15,9 % при $НСР_{05}$ по фактору А 1,19 ц/га. Яровой рапс уступал контролю несущественную величину 0,3 ц/га (0,7 %).

Таблица 18 – Урожайность озимой ржи при различных нормах высева по различным предшественникам (ц/га), 2022г.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	40,9	41,5	42,8	43,6	42,4	42,2
Горох	47,3	48,0	50,1	50,6	48,6	48,9
Рапс яровой	40,4	41,2	42,5	43,2	42,3	41,9
Среднее по В	42,9	43,6	45,1	45,1	44,4	44,4

$НСР_{05}$, ц/га, АВ – 2,66; А – 1,19; В – 1,54.

Особенно важно отметить, что только по зернобобовому предшественнику была отмечена урожайность озимой ржи, превышающая 5 т/га – 50,1 ц/га при норме высева 3,5 млн зёрен на 1 га и 50,6 ц/га – при 4,0 млн зёрен на 1 га. По прочим изучаемым в опыте нормам высева здесь также получена значительно большая урожайность, чем при размещении озимой ржи по другим предшественникам. Данные значения были значительно больше контрольного варианта, так при норме высева 3,5 млн зёрен на 1 га прибавка урожая – 2,2 ц/га (5,1 %) и при 4,0 млн – 2,9 ц/га (6,8 %) при $НСР_{05}$ по фактору В 1,54 ц/га.

Крайние варианты с нормами высева 3,0 млн зёрен на 1 га и 4,5 млн зёрен на 1 га существенных различий с контролем не имели: по варианту 3,0 млн средняя прибавка была невелика – 0,7 (1,6 %), а по варианту 4,5 млн лежала на границе достоверности со средней величиной 1,5 ц/га (3,5 %).

В 2023 году (табл. 19) среднегодовая урожайность озимой ржи значительно превышала среднегодовой показатель предыдущего года на 4,4 ц/га (10,0 %), составив величину 48,8 ц/га.

Таблица 19 – Урожайность озимой ржи при различных нормах высева по различным предшественникам (ц/га), 2023г.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	44,5	45,6	47,5	47,9	46,2	46,3
Горох	49,6	50,7	52,8	53,4	51,4	51,6
Рапс яровой	47,2	48,0	49,0	49,8	48,6	48,5
Среднее по В	47,1	48,1	49,8	50,4	48,7	48,8

$НСР_{05}$, ц/га, АВ – 2,89; А – 1,29; В – 1,67.

Как и в 2022 году лучшим предшественником, обеспечивающим урожайность озимой ржи, свыше 5,0 т/га, зафиксирована зернобобовая культура. Прибавка зерна ржи к контрольному варианту зафиксирована на уровне 5,3 ц/га или 11,4 % при $НСР_{05}$ по фактору А 1,29 ц/га, что является достаточно высокой. Варианты с предшествующим яровым рапсом для озимой ржи характеризовался так же высокой прибавкой, но ниже, чем при выращивании по гороху (+2,2 ц/га или 4,8 %). По фактору нормы высева самая высокая средняя урожайность озимой ржи 50,4 ц/га отмечена на варианте с нормой высева 4,0 млн зёрен на 1 га с превышением контроля (2,5 млн /га) на 3,3 ц/га или 7,0 % при $НСР_{05}$ по фактору В 1,67 ц/га.

Немного уступал лучшему вариант с нормой высева 3,5 млн зёрен на 1 га – средняя урожайность озимой ржи 49,8 ц/га и разница с контролем 2,7 ц/га (5,7 %). Варианты с 3,0 млн и 4,5 млн зёрен на 1 га повторили характеристики, отмеченные в предыдущем году, не имея существенных различий с контрольным вариантом – при норме 3,0 млн зёрен на 1 га прибавка составила 1,0 ц/га (2,1 %), а разница контроля с вариантом 4,5 млн. зёрен на 1 га очень немного не достигала значения $НСР_{05}$ по фактору В и составила 1,6 ц/га (3,4 %).

Урожайность озимой ржи 2024 года (табл. 20) хотя и была наивысшей за все годы исследования – 49,8 ц/га, лишь немного превышала среднее значение предыдущего года – на 1,0 ц/га (2,0 %). Средняя урожайность наиболее для озимой

ржи по продуктивности не удачного 2022 года была превышена в 2024 году очень существенно – на 5,4 ц/га или 12,2 %.

Таблица 20 – Урожайность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (ц/га), 2024г.

А – предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	45,5	46,2	48,1	48,8	47,3	47,2
Горох	52,7	53,6	55,8	56,5	54,4	54,6
Рапс яровой	45,8	46,5	48,3	49,1	47,6	47,5
Среднее по В	48,0	48,8	50,7	51,5	49,8	49,8

$НСР_{05}$, ц/га, АВ – 2,81; А – 1,26; В – 1,62.

Различия между вариантами полевого опыта в 2024 году несколько отличались от описанных ранее лет. Если лучшим предшественником, ожидаемо, оказался зернобобовый со средней по опыту урожайностью озимой ржи 54,6 ц/га и прибавкой урожая к контрольному предшественнику озимая пшеница 7,4 ц/га или 15,7 %, то яровой рапс, в отличие от 2022 года, не уступал, а несущественно превышал контроль на 0,3 ц/га (0,6 %) при $НСР_{05}$ по фактору А 1,26 ц/га. Только на горохе урожайность по вариантам норм высева везде была больше 5 т/га. Варианты с посевом 3,5 млн и 4,0 млн зёрен на 1 га по гороху выявили максимальную урожайность озимой культуры – соответственно 55,8 ц/га и 56,5 ц/га.

Вариант с нормой высева 3,0 млн зёрен на 1 га, как обычно, несущественно, на 0,8 ц/га (1,7 %) превышал контроль, а вариант с нормой высева 4,5 млн зёрен на 1 га, впервые за все годы исследования показал существенное превышение контроля на 1,8 ц/га (3,8 %).

Показатели средней за годы урожайности озимой ржи по в зависимости от факторов представлены в таблице 21.

Средняя за три года урожайность озимой ржи в полевом опыте составила 47,6 ц/га. По фактору предшественника зернобобовая культура (горох на зерно) значительно превышала контроль в среднем на 6,5 ц/га (14,4 %), показав в среднем урожайности озимой ржи 51,7 ц/га.

Таблица 21 – Урожайность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (ц/га), среднее 2022-2024гг.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	43,6	44,4	46,1	46,8	45,3	45,2
Горох	49,9	50,8	52,9	53,5	51,5	51,7
Рапс яровой	44,5	45,2	46,6	47,4	46,2	46,0
Среднее по В	46,0	46,8	48,5	49,2	47,7	47,6

$НСР_{05}$, ц/га, среднее: АВ – 2,78; А – 1,24; В – 1,61.

Яровой рапс со средней по исследованию урожайностью озимой ржи 46,0 ц/га лишь на 0,8 ц/га (1,8 %) превышал контрольный вариант.

По фактору нормы высева лучшим вариантом со средней по исследованию урожайностью озимой ржи 49,2 ц/га и превышением контроля (46,0 ц/га при 2,5 млн. зёрен / га) на 3,2 ц/га (7,0 %) стал вариант с 4,0 млн зёрен на 1 га. Менее густой посев с 3,5 млн зёрен / га несколько уступал лучшему варианту, обеспечив среднюю по опыту урожайность озимой ржи 48,5 ц/га и прибавку урожая к контролю 2,5 ц/га (5,4 %).

Иллюстрировано, представлена урожайность озимой ржи по годам и в среднем, на примере действия норм высева и предшественника озимой пшеницы (рис. 12) – минимальный показатель, и предшественника горох на зерно (рис. 13) – максимальный показатель продуктивности.

Увеличение в опыте количества растений путем повышения нормы высева до 4,5 млн зёрен / га способствовал повышению урожайности относительно контрольного варианта, но средние значения были меньше, чем на представленных выше, вариантах – урожайность 47,7 ц/га; прибавка урожая 1,7 ц/га (3,7 %).

Увеличение нормы высева ржи с 2,5 млн до 3,0 млн зёрен / га в среднем по исследованию незначительно увеличивало урожайность на 0,8 ц/га (1,7 %). Повышение количества растений зерновой культуры до максимальных в опыте значений способствовало ухудшению фитосанитарного фона в целом по агроценозу.

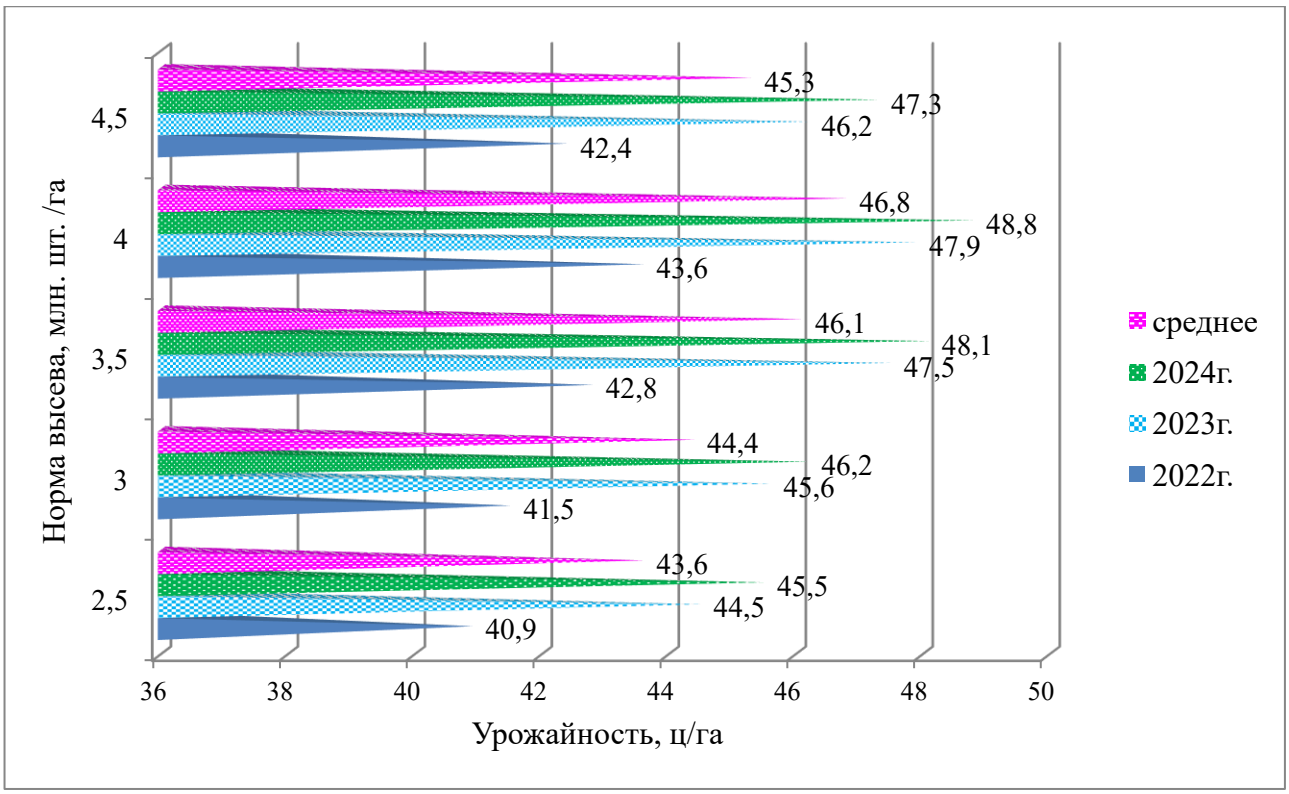


Рисунок 12 – Урожайность озимой ржи (ц/га) в зависимости от норм высева на примере: предшественник – озимая пшеница (минимальная урожайность)

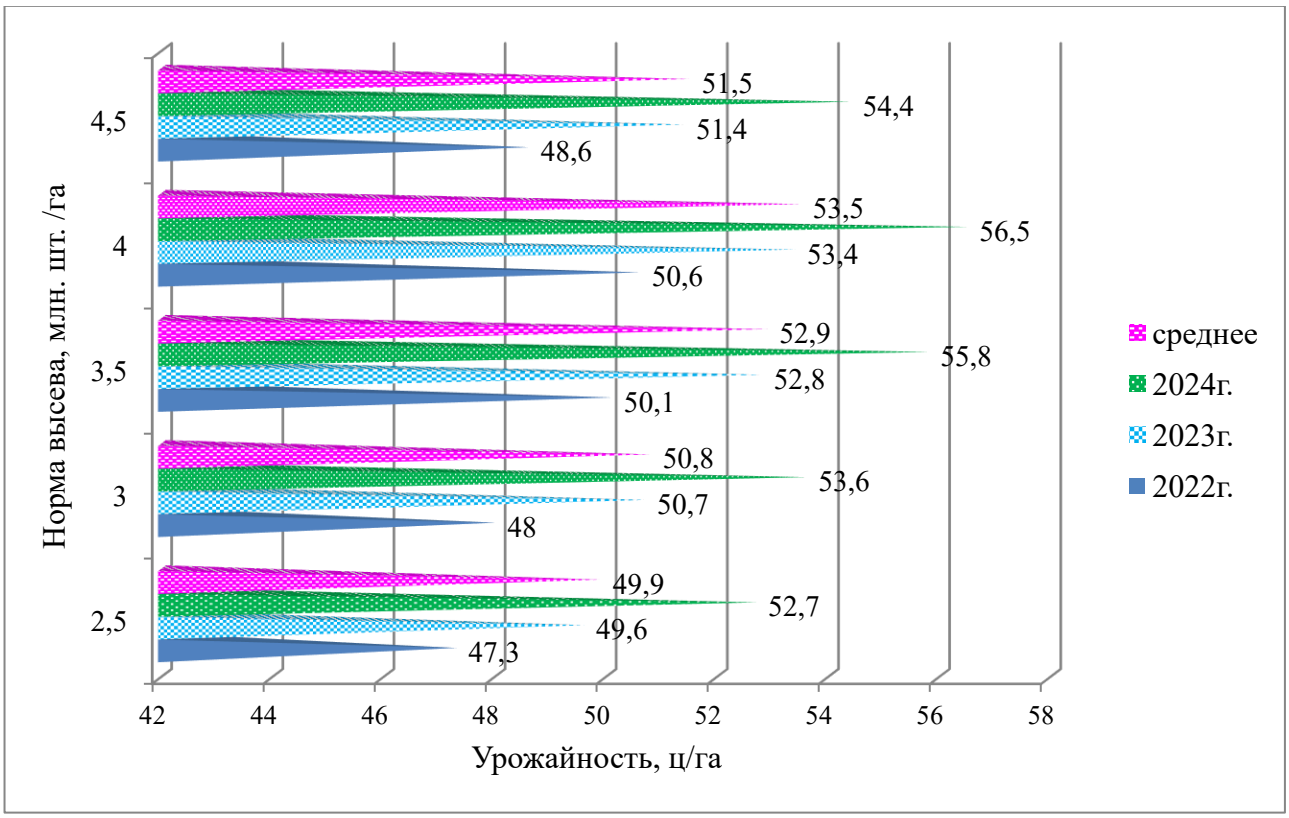


Рисунок 13 – Урожайность озимой ржи (ц/га) в зависимости от норм высева на примере: предшественник – горох на зерно (максимальная урожайность)

При использовании в качестве предшественника озимой пшеницы установлена тесная (R=0,9) и достоверная (p<0,01); стандартная ошибка оценки равна 0,07) корреляционная зависимость от нормы высева продуктивной кустистости озимой ржи – уравнение имеет вид: Y= 2,7-0,2X, то есть при увеличении нормы на 1 млн шт. /га значение зависимой переменной снижается на 0,2 единицы. Влияние её на урожайность культуры не обнаружено.

На рисунке 14 показан график зависимости урожайности озимой ржи от количества зерен в колосе и массы 1000 семян по предшественнику пшеницы.

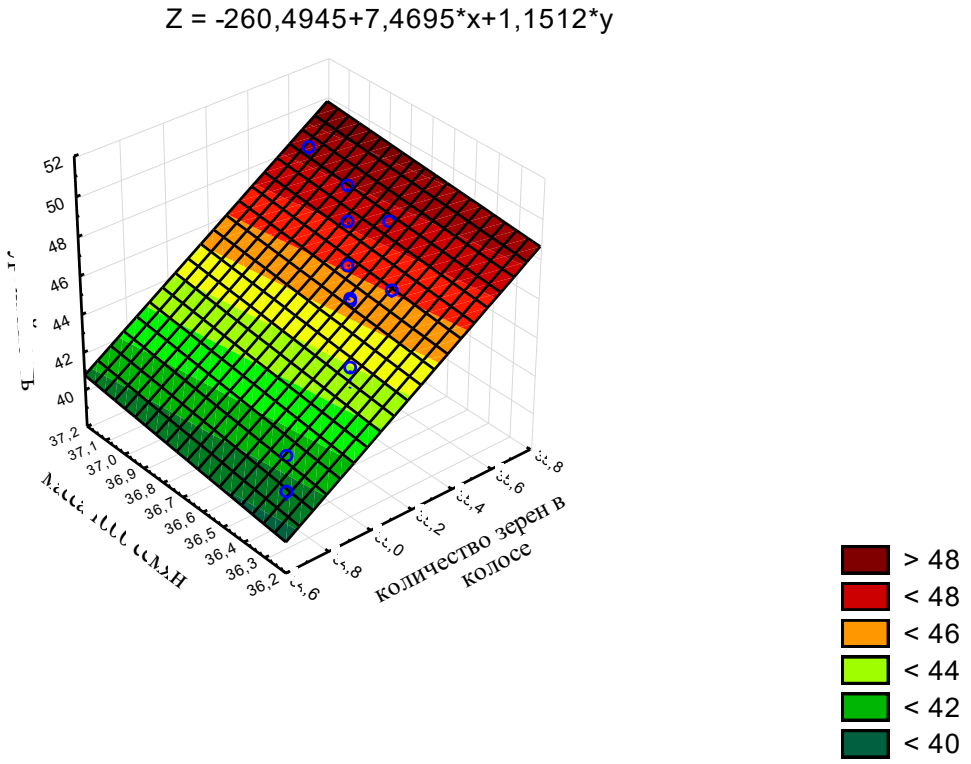


Рисунок 14 – Множественная регрессия зависимости урожайности озимой ржи (Z, ц/га) от количества зерен в колосе (X, шт.) и массы 1000 семян (У, грамм) для предшественника озимой пшеницы

Данные переменные выбраны на основе достоверных результатов по парной корреляции каждого из них с урожайностью. Y= -242+8X (R=0,9) и Y= 65+2X (R=0,8) соответственно.

Из рисунка 14 и уравнения регрессии видно, что при увеличении количества зерен в колосе на 1 штук и массы 1000 семян на 1 грамм прогнозное повышение урожайности культуры может составить 7,5 и 1,1 ц/га.

При использовании в качестве предшественника гороха урожайность озимой ржи также тесно и достоверно коррелировала (R=0,9) с количеством зерен в колосе (Y=-397+12X) и массой 1000 семян (Y=-247+8X) (рис. 15).

Z = -335,3861+5,7167*x+4,8881*y

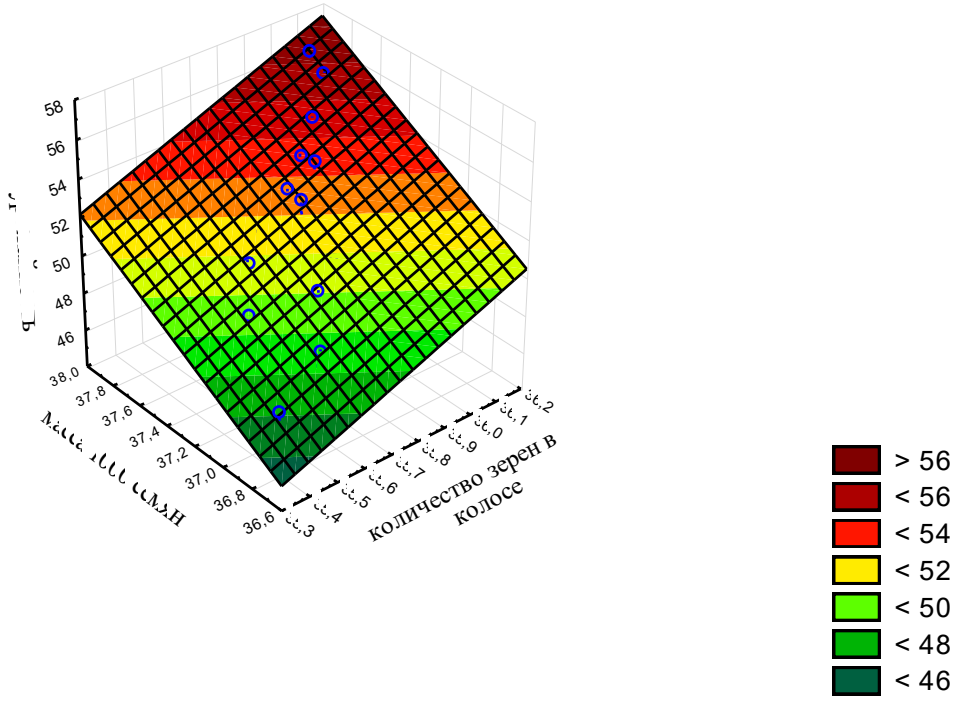


Рисунок 15 – Множественная регрессия зависимости урожайности озимой ржи (Z, ц/га) от количества зерен в колосе (X, шт.) и массы 1000 семян (У, грамм) для предшественника горох

При сравнении коэффициентов регрессии с предшественником озимой пшеницы установлены более высокие их значению по гороху – на 4 штуки и 6 граммов соответственно. По-видимому, возделывание озимой ржи после гороха усиливает отзывчивость продуктивности исследуемой культуры на отмеченные выше показатели.

При сравнении рисунка 15 с рисунком 14, можно заключить, что горох обеспечивает в большей степени, чем озимая пшеница прибавку урожайности озимой ржи за счет массы 1000 семян, так значение коэффициента регрессии повысилось в 5 раз – с 1,1 до 4,9 грамм.

Аналогичная тенденция отмечалась в расчетах множественного уравнения регрессии (рисунок 16). Суммарная прибавка озимой ржи от увеличения

количества зерен в колосе и массы 1000 семян на единицу на варианте с рапсом составила около 10 ц/га, с озимой пшеницей – 8 ц/га, с горохом – 10 ц/га. Следовательно, самыми эффективными предшественниками для озимой ржи являются рапс и горох.

$$Z = -334{,}3328+5{,}2635*x+5{,}292*y$$

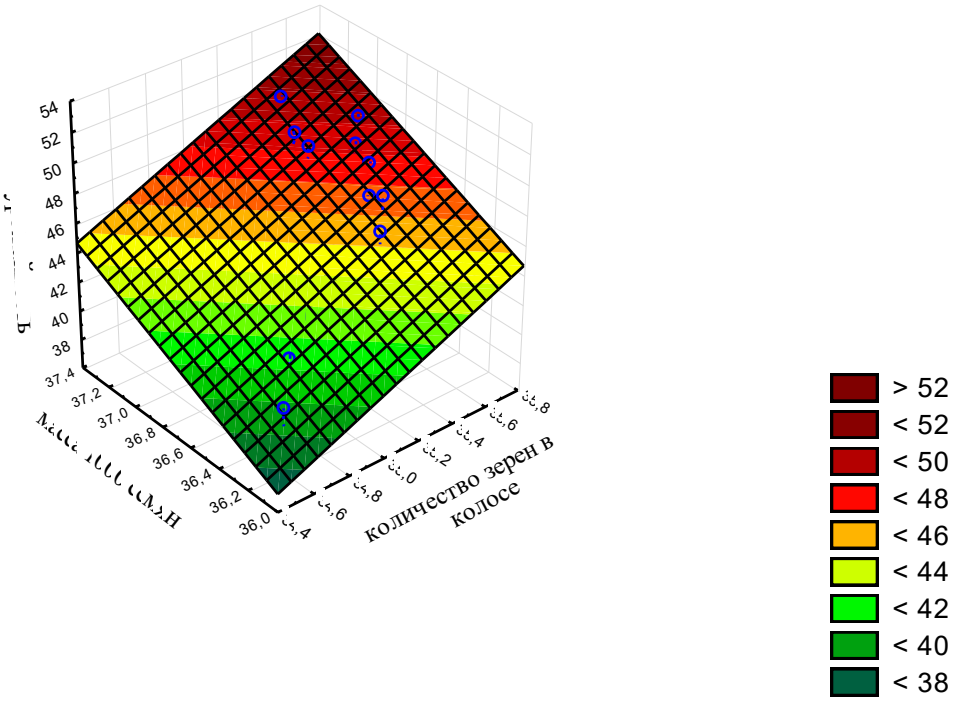


Рисунок 16 – Множественная регрессия зависимости урожайности озимой ржи (Z, ц/га) от количества зерен в колосе (X, шт.) и массы 1000 семян (У, грамм) для предшественника рапса

Как и в случае с другими предшественниками по яровому рапсу достоверная связь между нормой высева и урожайность озимой ржи, а также с её производными не была установлена. Продуктивность культуры положительно зависела (R=0,9) только от количества зерен в колосе и массой 1000 семян; парные уравнения регрессии имели вид Y= -269+9X и Y= -308+10X соответственно (при $p<0{,}01$), причем в равной степени как от количества зерен в колосе, так и массы 1000 семян – значение коэффициента регрессии составило 9 штук-10 грамм.

Обращает внимание, что если на варианте с озимой пшеницей при увеличении отмеченных показателей на единицу (в оригинальных единицах

измерения) приращение урожайности (теоретической) составляет 10 ц/га (8+2), то на варианте с горохом – 20 ц/га (12+8), с рапсом – 19 ц/га (9+10).

Заключение по главе 3. Для применения в практической деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей можно уверенно рекомендовать размещение посевов озимой ржи после зернобобового предшественника (горох на зерно) и использовать нормы высева 3,5 млн и 4,0 млн зёрен / га. При сочетании этих элементов технологии возделывания озимой ржи возможно получение высоких, устойчивых урожаев от 50,1 ц/га до 56,5 ц/га в разные годы исследования и в среднем 52,9 ц/га при норме высева 3,5 млн зёрен/ га и 53,5 ц/га при 4,0 млн зёрен / га.

Таким образом, максимальная средняя урожайность озимой ржи получена на варианте при сочетании предшественник горох + норма высева 4,0 млн шт./га (53,5 ц/га); высокая урожайность так же выявлена на вариантах горох + 3,5 млн шт./га (52,9 ц/га), горох + 4,5 млн шт./га (51,5 ц/га), по другим предшественникам: яровой рапс + 4,0 млн шт./га (47,4 ц/га), озимая пшеница + 4,0 млн шт./га (46,8 ц/га).

В условиях Центральной части Нечерноземной зоны России с целью получения устойчивого урожая зерна озимой ржи предлагается рекомендовать размещение озимой ржи в севообороте после зернобобового предшественника (горох на зерно) с нормами высева 3,5 млн и 4,0 млн шт./ га.

ГЛАВА 4. ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ

4.1. Прохождение растениями озимой ржи этапов вегетационного периода

Озимая рожь в Центральной части Нечернозёмной зоны Российской Федерации имеет продолжительный вегетационный период 280 – 320 дней, отдельные этапы которого имеют разную продолжительность и влияние на интенсивность развития и сохранность растений. В наших исследованиях мы выделили основные этапы, каждый из которых имеет свой характеризующий показатель выживаемости: от посева до появления полных всходов; от всходов через период активного осеннего развития и зимнего покоя до возобновления активной вегетации весной; весенне-летнее развитие, заканчивающиеся уборкой культуры.

Успешность прохождения первого этапа можно оценить по показателю полевой всхожести. В нашем опыте всхожесть во многом варьировала только от фактора В – особенностей изучаемого сорта и гибридов. Фактор А, включающий обработку посевов микроудобрениями различных марок, начинает оказывать влияние на развитие озимой ржи на втором этапе вегетационного периода. Эта обработка проводилась, согласно схеме опыта, через 26 – 28 дней после всходов культуры. Поэтому показатель перезимовки, характеризующий успешность прохождения второго этапа вегетационного периода зависел уже от обоих изучаемых в опыте факторов.

В течение третьего этапа вторая обработка посевов озимой ржи микроудобрениями различных марок проводилась весной, в период выброса флагового листа в дозах, предусмотренных схемой опыта. Оценочным показателем успешности прохождения третьего этапа служила весенне-летная сохранность

растений, так же в той или иной степени зависящая от факторов, изучаемых в полевом опыте.

Наконец, обобщающим показателем, характеризующим сохранность растений озимой ржи от посева до уборки, является общая выживаемость. Далее последовательно рассмотрим все, означенные выше, показатели, проведя анализ средних по опыту величин по факторам и вариантам.

Самый высокий средний показатель полевой всхожести 96,4 % отмечен у гибрида ЗУ Форзетти; контрольный сорт Московская 18 уступает ему около 1 %, а гибриды КВС Этерно и КВС Раво – 1,8 % и 2,2 % соответственно (табл. 22).

Таблица 22 – Полевая всхожесть сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (%), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	95,3	96,5	94,7	94,0	95,1
Арксойл ККР	95,2	96,5	94,2	94,2	94,2
Лебозол–полный уход	95,6	96,5	94,8	94,3	95,3
Фолирус Актив	95,4	96,0	94,8	94,4	95,2
Фолирус Макси	95,5	96,7	94,7	94,1	95,3
Среднее по В	95,4	96,4	94,6	94,2	95,2

Средняя по опыту полевая всхожесть озимой ржи составила 95,2 %.

Средний за три года исследования показатель перезимовки озимой ржи составил 75,8 %, следовательно, около четверти растений было потеряно (табл. 23). Лучше других со средним показателем перезимовки 78,6 % прошёл осенне-зимний этап вегетационного периода гибрид КВС Раво, превысив контрольный сорт Московская 18 на величину 4,2 или 5,6 %. Гибриды ЗУ Форзетти и КВС Этерно имели близкие показатели перезимовки 75,5 % и 75,0 %, уступая лучшему варианту соответственно величины 3,4 (4,3 %) и 3,6 (4,6 %) и незначительно превышая контроль на 0,6 – 0,8 (0,8 – 1,1 %).

Таблица 23 – Перезимовка сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (%), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	74,2	74,3	73,3	77,4	74,8
Арксойл ККР	74,8	75,3	75,1	79,2	76,1
Лебозол–полный уход	73,9	74,9	75,2	78,3	75,6
Фолирус Актив	74,5	76,3	76,4	79,7	76,7
Фолирус Макси	74,4	75,3	74,9	78,2	75,7
Среднее по В	74,4	75,2	75,0	78,6	75,8

Первая обработка посевов озимой ржи, проведённая через месяц после всходов микроудобрениями различных марок в сравнении с контролем (без удобрений) несколько увеличивала показатель перезимовки.

Самое большое значение 76,7 % с разницей к контролю 2,5 % отмечено по марке Фолирус Актив. Препарат Арксойл ККР увеличивал показатель перезимовки в среднем на 1,7 %, прочие марки Лебозол-полный уход и Фолирус Макси дали незначительное увеличение 1,0 – 1,2 %.

Таблица 24 – Весенне-летняя сохранность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (%), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	86,0	86,1	86,5	88,8	86,8
Арксойл ККР	89,0	89,3	87,7	89,9	89,0
Лебозол–полный уход	87,2	88,4	85,4	89,0	87,5
Фолирус Актив	90,2	90,4	86,3	85,9	89,2
Фолирус Макси	88,2	86,6	86,7	90,2	87,9
Среднее по В	88,1	88,2	86,5	89,6	88,1

Самую высокую весенне-летнюю сохранность (табл. 24) со средним показателем 89,6 % в наших исследованиях также имел гибрид КВС Раво, превысив контрольный сорт Московская 18 на величину 1,5 (1,7 %). Гибрид КВС Этерно уступал контролю величину 1,6 (1,8 %), а гибрид ЗУ Форзетти различий с контролем практически не имел. Необходимо отметит, что весенне-летная сохранность имела самое небольшое варьирование среди показателей прохождения этапов вегетационного периода, составив в среднем по опыту величину 88,1 %.

Несколько лучшую весенне-летнюю сохранность растений озимой ржи со средними показателями 89,0 % и 89,2 % обеспечивала обработка посевов в период флагового листа микроудобрениями Арксойл ККР и Фолирус Актив. Превышение необрабатываемого контроля составило 2,5 - 2,8 %. Применение агрохимикатов Лебозол-полный уход и Фолирус Макси на посевах озимой ржи незначительно, на 0,8 – 1,3 % в среднем по исследованию, увеличивало показатель весенне-летней сохранности.

В среднем, показатель выживаемости опытной культуры был 63,4 %. Отметим, что больше всего на повышение выживаемости ржи влиял агрохимикат марки Фолирус Актив (65,0 %) при прибавки зерна в +3,4 (+5,5 %) (табл. 25).

Таблица 25 – Показатель общей выживаемости озимой ржи под действием различных марок агрохимкатов (%), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	60,6	61,6	59,9	64,4	61,6
Арксойл ККР	63,3	64,8	61,9	66,9	64,2
Лебозол–полный уход	61,4	63,7	60,8	65,5	62,9
Фолирус Актив	64,0	66,1	62,4	67,4	65,0
Фолирус Макси	62,5	62,9	61,4	66,2	63,3
Среднее по В	62,4	63,8	61,3	66,1	63,4

Несколько меньшую прибавку величины 2,6 (4,2 %) даёт марка Арксойл ККР при средней общей выживаемости 64,2 %.

Влияние остальных препаратов незначительно – марка Фолирус Макси обеспечивает среднее значение показателя 63,3 %, марка Лебозол-полный уход даёт минимальную прибавку на величину 1,3 (2,1 %) при средней общей выживаемости 62,9 % (табл. 26).

Таблица 26 – Полевая всхожесть, перезимовка и сохранность озимой ржи под действием различных марок микроудобрений, в среднем по опыту

Микроудобрение	Сорт и гибриды	Полевая всхожесть, %	Перези-мовка, %	Сохран-ность, %	Общая выживае-мость, %
Без обработки	Московская 18	95,3	74,2	86,0	60,6
	ЗУ Форзетти	96,5	74,3	86,1	61,6
	КВС Этерно	94,7	73,3	86,5	59,9
	КВС Раво	94,0	77,4	88,8	64,4
Арксойл ККР	Московская 18	95,2	74,8	89,0	63,3
	ЗУ Форзетти	96,5	75,3	89,3	64,8
	КВС Этерно	94,2	75,1	87,7	61,9
	КВС Раво	94,2	79,2	89,9	66,9
Лебозол – полный уход	Московская 18	95,6	73,9	87,2	61,4
	ЗУ Форзетти	96,5	74,9	88,4	63,7
	КВС Этерно	94,8	75,2	85,4	60,8
	КВС Раво	94,3	78,3	89,0	65,5
Фолирус Актив	Московская 18	95,4	74,5	90,2	64,0
	ЗУ Форзетти	96,0	76,3	90,4	66,1
	КВС Этерно	94,8	76,4	86,3	62,4
	КВС Раво	94,4	79,7	89,9	67,4
Фолирус Макси	Московская 18	95,5	74,4	88,2	62,5
	ЗУ Форзетти	96,7	75,3	86,6	62,9
	КВС Этерно	94,7	74,9	86,7	61,4
	КВС Раво	94,1	78,2	90,2	66,2

Наибольший показатель общей выживаемости имеет гибрид КВС Раво – в среднем по опыту 66,1 %, что превышает контроль (сорт Московская 18) на величину 3,7 или 5,9 %. Гибрид ЗУ Форзетти при 63,8 % общей выживаемости

уступает лучшему гибриду КВС Раво величину 2,3 (3,5 %) и гибрид КВС Этерно ещё более – 4,8 (7,3 %) уступает лидеру.

В заключение отмечаем, что наиболее успешно все этапы вегетационного периода во все годы и в среднем по исследованию проходил гибрид озимой ржи Раво при обработке посевов культуры микроудобрением марки Фолирус Актив, обеспечивая лучшие средние показатели перезимовки 79,7 % и общей выживаемости 67,4 %.

4.2 Структура урожая озимой ржи в зависимости от действия агрохимикатов

В полном соответствии с изменением урожайности озимой ржи по годам, представляющего собой последовательный рост показателей от 2022 к 2024 году, данные по структуре урожая также показали последовательное увеличение. Соотношение по основным показателям структуры урожая сохранялось на разных факторах и вариантах исследования из года в год, выявляя общие тенденции и закономерности. Исходя из этого, анализ изменения показателей структуры урожая озимой ржи от применения различных марок микроудобрений целесообразно проводить по усреднённым значениям, достаточным для формулирования обобщённых научно-обоснованных выводов во избежание многочисленных повторений в случае ежегодного анализа.

Далее, ниже будет представлен анализ изменения структуры урожая озимой ржи в зависимости от применения различных марок микроудобрений по средним за 2022 – 2024 годы данным, а так же в приложениях С, Т, У.

Количество растений перед уборкой (табл. 27) в среднем по опыту составило 191 шт./м^2. Самый высокий показатель отмечен по гибриду КВС Раво – 199 шт./м^2, который на 12 шт./м^2 (6,4 %) превышал контрольную величину 187 шт./м^2 по сорту Московская 18.

Таблица 27 – Количество растений перед уборкой озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (шт./м^2), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	182	185	180	196	186
Арксойл ККР	190	194	191	201	194
Лебозол–полный уход	184	191	182	197	189
Фолирус Актив	192	198	187	202	195
Фолирус Макси	188	189	184	199	190
Среднее по В	187	191	185	199	191

Гибриды существенных различий с контролем по числу растений перед уборкой не имели – так, гибрид ЗУ Форзетти в среднем на 4,0 шт./м^2 (2,1 %) незначительно превышал контроль, а гибрид КВС Этерно, напротив, уступал ему на 2,0 шт./м^2 (1,1 %).

Количество растений ржи в отличие от контрольного варианта (186 шт./м^2) увеличивалось при обработке маркой микроудобрения Фолирус Актив (195 шт./м^2 в среднем по опыту) с превышением 9,0 шт./м^2 (4,8 %) и Арксойл ККР (194 шт./м^2) с прибавкой 8,0 шт./м^2 (4,3 %).

Другие марки микроудобрений показали в 2 – 3 раза меньшие прибавки количества растений озимой ржи перед уборкой – Фолирус Макси в среднем 2,2 % и Лебозол–полный уход всего 1,6 %.

Более 200 шт./м^2 растений озимой ржи в среднем по опыту получено только на вариантах, где размещался гибрид КВС Раво – 202,0 шт./м^2 при обработке посевов культуры микроудобрением Фолирус Актив и 201,0 шт./м^2 при применении в посевах препарата Арксойл ККР.

Средняя по опыту продуктивная кустистость озимой ржи составила величину 2,07 (табл. 28).

Таблица 28 – Продуктивная кустистость сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений, в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	2,10	2,12	1,95	1,90	2,02
Арксойл ККР	2,16	2,18	2,03	1,98	2,09
Лебозол–полный уход	2,12	2,16	1,97	1,92	2,04
Фолирус Актив	2,19	2,23	2,05	2,02	2,12
Фолирус Макси	2,14	2,15	2,00	1,94	2,06
Среднее по В	2,14	2,17	2,00	1,95	2,07

Гибрид КВС Раво, формировавший в опыте наибольшее количество растений перед уборкой, имел самую малую среднюю продуктивную кустистость 1,95, уступая контролю (сорт Московская 18) 0,19 (8,9 %). Гибрид КВС Этерно при величине продуктивной кустистости 2,0 также значительно уступал контролю 0,14 (6,5 %); гибрид ЗУ Форзетти существенных различий с контролем не имел – разница составила незначительную величину 0,03 (1,4 %).

Лучшими марками микроудобрений, существенно влиявшими на повышение продуктивной кустистости озимой ржи стали Фолирус Актив и Арксойл ККР. Первый препарат превышал контрольный показатель 2,02 на необрабатываемом фоне на величину 0,1 (4,8 %), второй – на 0,07 (3,5 %). Другие марки дали несущественную прибавку 1 – 2 %, практически не повлияв на изменение продуктивной кустистости озимой ржи.

При изучении совместного влияния факторов, изучаемых в опыте, на продуктивную кустистость, самый высокий показатель 2,23 отмечен на гибриде ЗУ Форзетти, посевы которого были обработаны микроудобрением марки Фолирус Актив.

Количество зёрен в колосе озимой ржи по факторам и вариантам опыта колебалось по средним значениям от 33,8 шт. до 36,2 шт. и в среднем по опыту дало величину 35,0 шт. (табл. 29).

Таблица 29 – Количество зёрен в колосе сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (шт.), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	34,6	35,1	33,8	34,4	34,5
Арксойл ККР	35,3	35,9	34,7	35,1	35,3
Лебозол–полный уход	34,8	35,7	34,3	34,7	34,9
Фолирус Актив	35,7	36,2	35,0	35,3	35,6
Фолирус Макси	35,0	35,4	34,4	34,9	34,9
Среднее по В	35,1	35,7	34,4	34,9	35,0

Менее 34 зёрен в колосе отмечено только при сочетании вариантов: гибрид Этерно на необработанном микроудобрениями фоне – 33,8 шт. Более 36 зёрен в колосе также отмечено при единственном сочетании: гибрид ЗУ Форзетти, посевы которого обработаны микроудобрением марки Фолирус Актив – 36,2 шт.

Различия по количеству зёрен в колосе между изучаемыми гибридами озимой ржи и контрольным сортом Московская 18 не превышали в среднем 0,2 – 0,7 шт. или 0,6 – 2,0 %, что можно считать несущественными.

Несколько большие различия по количеству зёрен в колосе озимой ржи между вариантами отмечены по фактору марок микроудобрений. Увеличение этого показателя от обработки посевов различными препаратами в среднем находилось в пределах от 0,4 шт. (1,2 %) по маркам Лебозол–полный уход и Фолирус Макси до 1,1 (3,2 %) по марке Фолирус Актив. Марка Арксойл ККР занимала промежуточное положение, в среднем увеличивая количество зёрен в колосе озимой ржи на 0,8 шт. или 2,3 %.

Средняя по опыту масса 1000 семян озимой ржи составила величину 38,2 г. (табл. 30).

Таблица 30 – Масса 1000 семян сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (г), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	36,6	38,0	39,5	36,5	37,7
Арксойл ККР	37,3	38,9	40,0	37,2	38,4
Лебозол–полный уход	37,0	38,6	39,7	36,8	38,0
Фолирус Актив	37,7	39,2	40,3	37,4	38,7
Фолирус Макси	37,2	38,3	39,8	37,0	38,1
Среднее по В	37,2	38,6	39,9	37,0	38,2

Наиболее тяжёлые зёрна со средней массой 1000 семян, равной 39,9 г, были у гибрида КВС Этерно, превышение контроля (сорт Московская 18) контроля составило 2,7 г (7,3 %). Гибрид ЗУ Форзетти превышал контроль в среднем на 1,4 г (3,8 %), а гибрид КВС Раво практически не имел различий с контролем.

Изучаемые в опыте марки микроудобрений оказывали на повышение массы 1000 семян незначительное влияние. Наибольший средний прирост этого показателя 1,0 г (2,7 %) в сравнении с необрабатываемым контролем дала марка Фолирус Актив; препарат Арксойл ККР несколько уступал ему по эффективности, увеличивая массу 1000 семян на 0,7 г (1,9 %); прочие марки показали несущественные различия с контролем 0,3 – 0,4 г или 0,8 – 1,1 %.

Средняя по опыту масса 1000 семян, превышающая 40 г, отмечена при комплексе факторов: гибрид озимой ржи КВС Этерно и марка микроудобрения Фолирус Актив, использованная для обработки посевов – 40,3 г.

На рисунке 17 представлены растения озимой ржи на примере гибрида ЗУ Форзетти, выращенные на делянках, с различными вариантами обработок агрохимикатами.

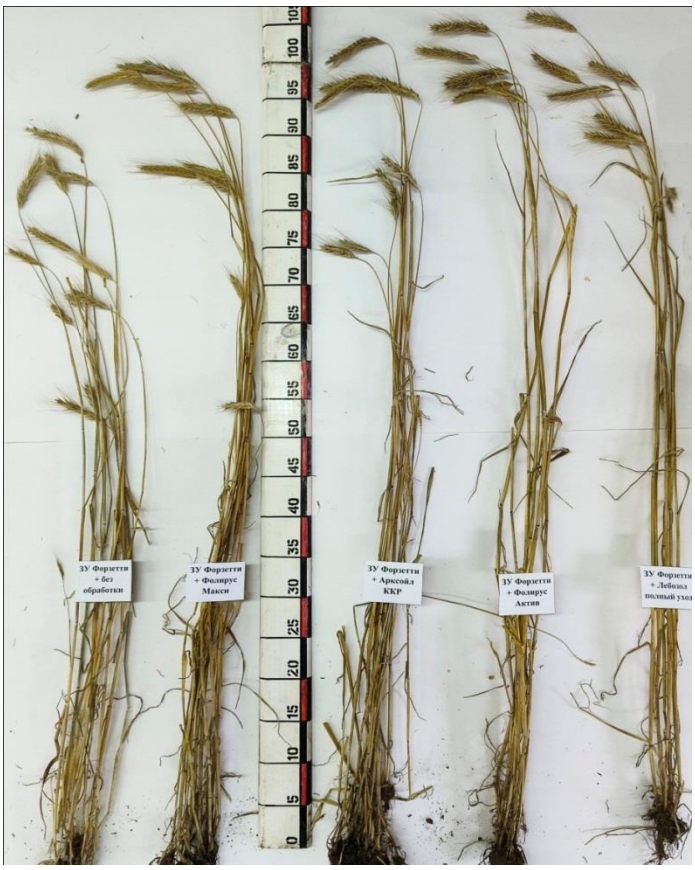


Рисунок 17 – Типичные растения озимой ржи, выращенные на различных вариантах обработок агрохимикатами, на примере гибрида ЗУ Форзетти

В заключение был проведён корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности озимой ржи от элементов структуры урожая. Первый расчёт был проведён по множественной взаимосвязи урожайности с количеством растений и продуктивной кустистостью озимой ржи (прил. Ф), второй – по взаимосвязи урожайности с количеством зёрен в колосе и массой 1000 семян озимой ржи (прил. Х).

Простая линейная корреляционно-регрессионная связь урожайности озимой ржи с количеством растений перед уборкой (табл. 31) была прямой и значительно изменялась по силе – в 2022 году при коэффициенте корреляции при $r = 0,578$ и коэффициенте детерминации $D = 33,41$ % её можно охарактеризовать как среднюю; в 2023 году при $r = 0,655$ ($D = 42,90$ %) – средняя, близкая к сильной и в 2024 году определяется как средняя, близкая к слабой при $r = 0,319$ ($D = 10,18$ %). В среднем по опыту эта связь также была близкой к слабой, так как коэффициент корреляции $r = 0,443$ ($D = 19,62$ %) немного превышает пограничную величину $r = 0,3$. По

полученным данным в 2022 и 2023 годах уравнения линейной регрессии имели доказанную достоверность, что характеризуют фактические критерии Стьюдента $t_{факт.}$ 3,0 – 3,68 хотя и немного, но превышали величину теоретического t_{05} = 2,10 на 5% уровне значимости.

В 2024 году $t_{факт.}$= 1,42 был меньше, чем t_{05} = 2,10, поэтому уравнение регрессии не определялось по причине недостоверности данных, а существенность средних по опыту коэффициентов и уравнения линейной регрессии, описывающего зависимость урожайности озимой ржи от количеством растений, лежала на границе достоверности, поскольку фактический и теоретический критерии Стьюдента были равны и составили величину 2,10.

Простая линейная связь урожайности озимой ржи с величиной продуктивной кустистости по годам и в среднем по исследованию показывала более устойчивые значения коэффициентов корреляции, детерминации и регрессии, причём, все они имели доказанную достоверность по критериям Стьюдента. Величина фактических критериев $t_{факт.}$ лежала в пределах 4,40 - 5,47 и более, чем вдвое превышала значение t_{05} = 2,10.

Во всех случаях указанная связь была прямой и сильной, близкой к средней при коэффициенте корреляции, имеющему пределы от r = 0,720 (D = 51,84 %) в 2022 году до r = 0,790 (D = 62,41 %) в 2024 году и r = 0,754 (D = 56,85 %) в среднем по исследованию.

Анализ взаимосвязи урожайности с количеством растений и продуктивной кустистостью выявил прямую сильную зависимость, поскольку коэффициент множественной корреляции находился в пределах от R = 0,909 (R^2 = 82.63 %) в 2024 году до R = 0,942 (R^2 = 88,74 %) в 2022 году. Фактические критерии Фишера Fфакт., в разные годы имевшие величину, находящуюся в пределах от 40,30 до 68,07 и кратно превышающие значение теоретического критерия Фишера F05 = 3,59, гарантировали высокую достоверность (рис. 18-21).

Таблица 31 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа связи урожайности (Y) с количеством растений перед уборкой (X) и продуктивной кустистостью (Z)

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
связь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{факт.}$	Уравнение линейной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{факт.}$	Уравнение множественной регрессии
	корреляции r	детерми-нации, D			корреляции R	детерми-нации, R^2		
Вегетационный период 2021 - 2022 годов								
YX	0,578	33,41	3,0	Y=0,32X-15,37	0,942	88,74	67,08	Y=0,33X + 25,27Z – 69,12
YZ	0,720	51,84	4,40	Y=24,44Z-10,22				
Вегетационный период 2022 – 2023 годов								
YX	0,655	42,90	3,68	Y=0,41X-32,0	0,937	87,80	68,07	Y=0,36X + 25,49Z – 76,0
YZ	0,736	54,17	4,62	Y=27,86Z-10,07				
Вегетационный период 2023 - 2024 годов								
YX	0,319	10,18	1,42	-	0,909	82,63	40,30	Y=0,23X + 33,14Z – 65,47
YZ	0,790	62,41	5,47	Y=30,41Z-15,46				
Среднее за все годы исследования								
YX	0,443	19,62	2,10	Y=0,25X-1,45	0,917	84,09	45,12	Y=0,30X + 30,0Z – 72,16
YZ	0,754	56,85	4,86	Y=28,04Z-11,70				

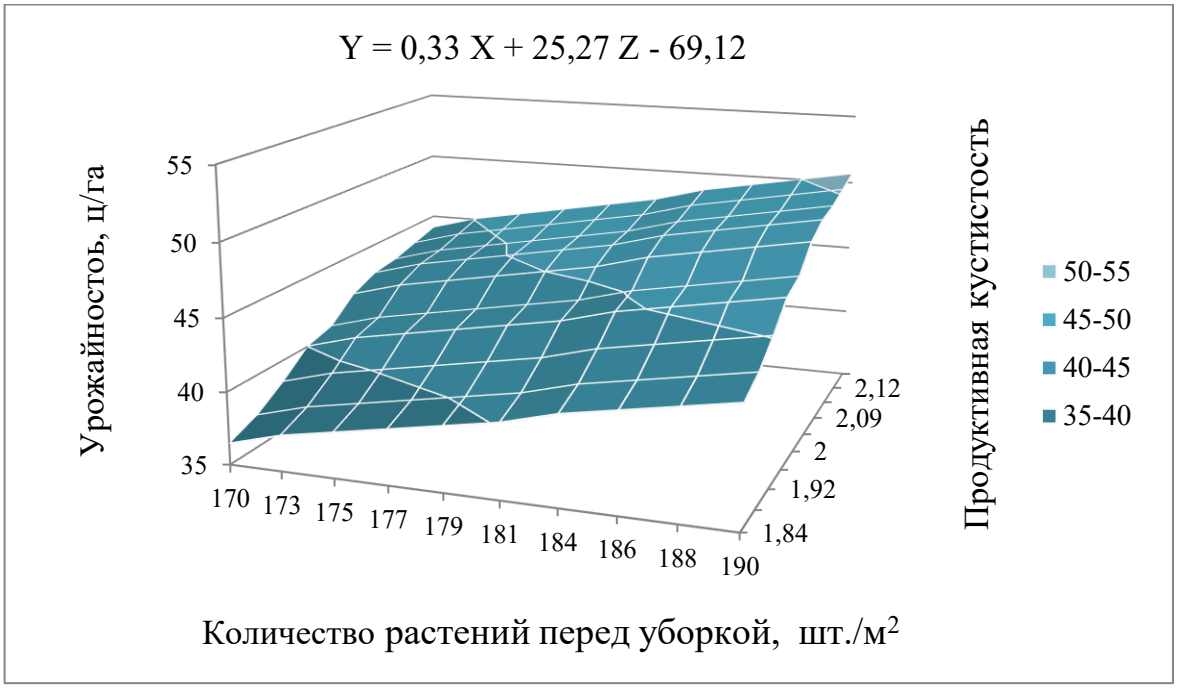


Рисунок 18 – Корреляционно-регрессионная связь урожайности (Y) с количеством растений перед уборкой (X) и продуктивной кустистостью (Z) в опыте по изучению реакции озимой ржи на различные микроудобрения, 2022 г.

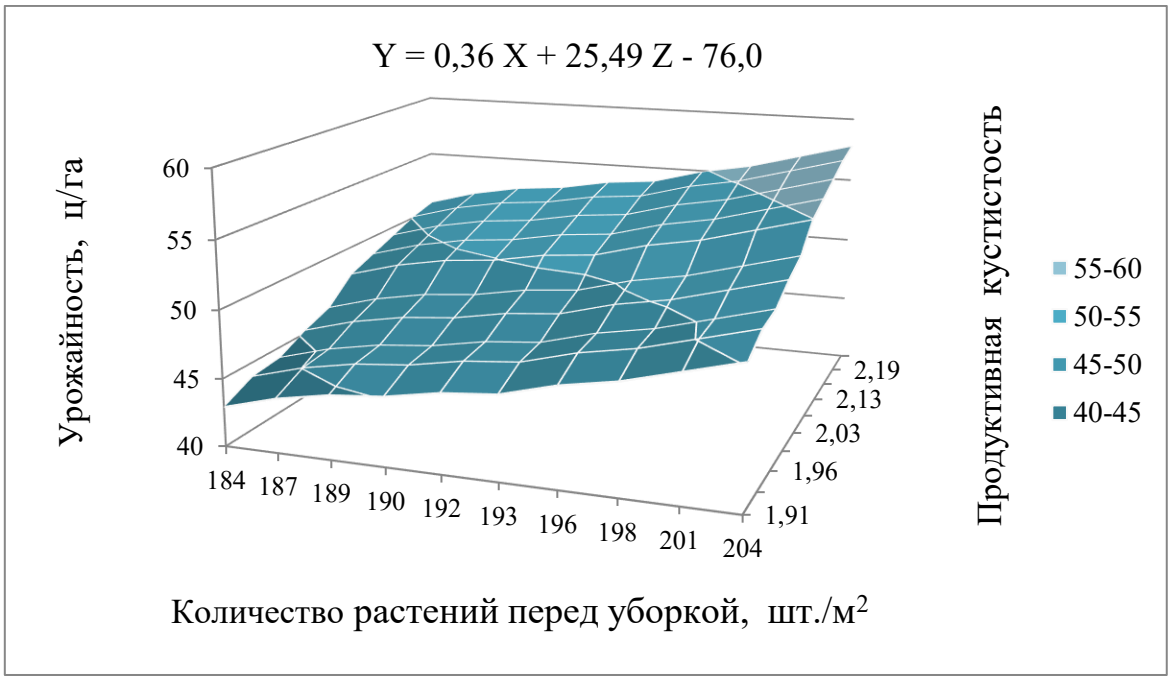


Рисунок 19 – Корреляционно-регрессионная связь урожайности (Y) с количеством растений перед уборкой (X) и продуктивной кустистостью (Z) в опыте по изучению реакции озимой ржи на различные микроудобрения, 2023 г.

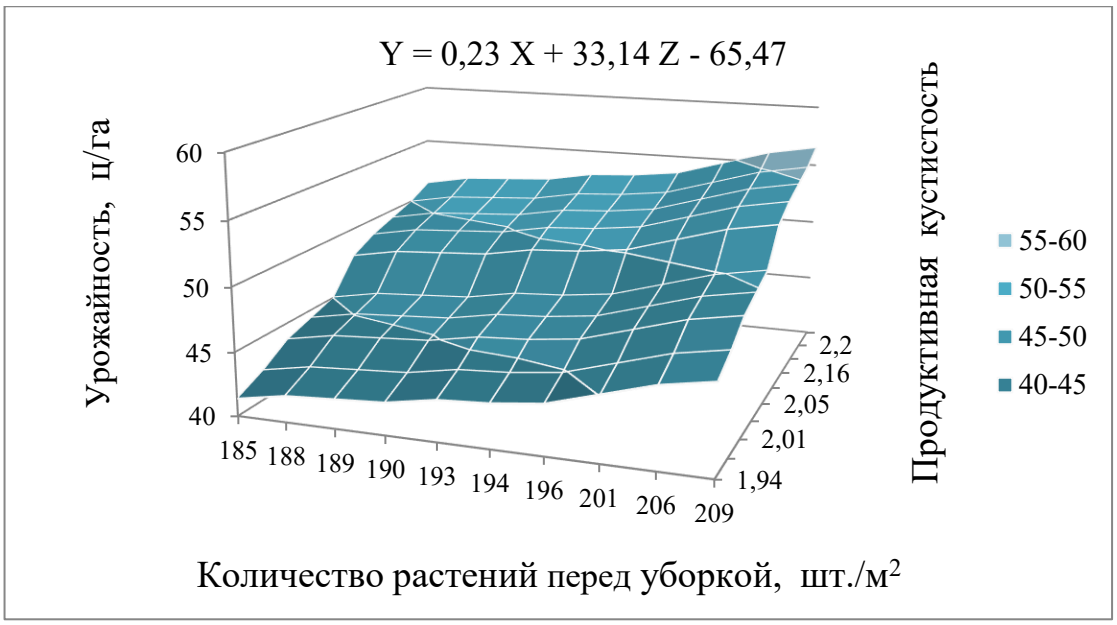


Рисунок 20 – Корреляционно-регрессионная связь урожайности (Y) с количеством растений (X) и продуктивной кустистостью (Z), 2024 г.

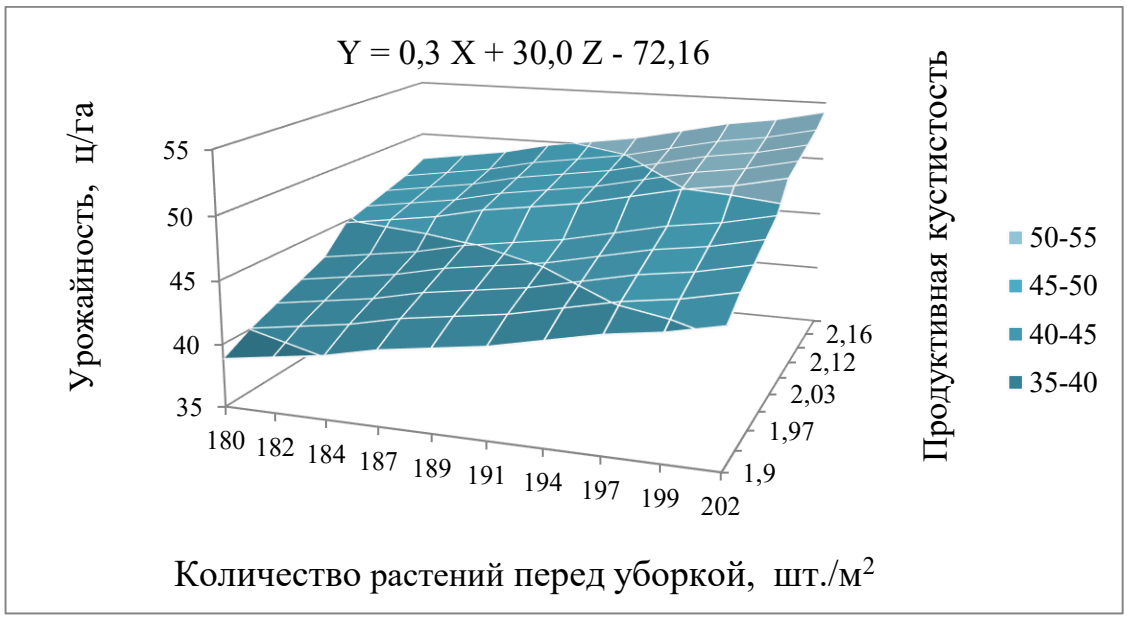


Рисунок 21 – Корреляционно-регрессионная связь урожайности (Y) с количеством растений (X) и продуктивной кустистостью (Z), среднее

Простая линейная корреляционно-регрессионная связь урожайности с количеством зёрен в колосе (табл. 32) во все годы была прямой и сильной, коэффициенты корреляции от r = 0,940 (D = 88,36 %) до r = 0,954 (D = 91,01 %) по годам r = 0,950 (D = 90,25 %) в среднем. Эта связь доказана по критериям существенности Стьюдента – фактические его значения, лежащие в интервале $t_{факт.}$ 11,65 – 13,48, значительно превышали величину t_{05} = 2,10.

Таблица 32 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа связи урожайности (Y) с количеством зёрен в колосе (X) и массой 1000 зёрен (Z) в опыте по изучению реакции озимой ржи на различные микроудобрения

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
связь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{факт.}$	Уравнение линейной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{факт.}$	Уравнение множественной регрессии
	корреляции r	детерми-нации, D			корреляции R	детерми-нации, R^2		
Вегетационный период 2021 - 2022 годов								
YX	0,940	88,36	11,65	Y=5,69X-155,2	0,964	92,93	112,43	Y=5,81X + 0,6Z – 182,1
YZ	0,129	1,66	0,55	-				
Вегетационный период 2022 – 2023 годов								
YX	0,954	91,01	13,48	Y=6,36X-175,6	0,956	91,39	90,53	Y=6,33X + 0,205Z – 182,5
YZ	0,127	1,61	0,54	-				
Вегетационный период 2023 - 2024 годов								
YX	0,953	90,82	13,39	Y=6,21X-170,2	0,963	92,74	108,39	Y=6,22X + 0,43Z – 186,8
YZ	0,133	1,77	0,57	-				
Среднее за все годы исследования								
YX	0,950	90,25	12,90	Y=6,06X-165,9	0,963	92,74	109,95	Y=6,10X + 0,48Z – 185,8
YZ	0,127	1,61	0,55	-				

Существенность линейной связи между урожайностью и массой 1000 семян, напротив, не имеет доказательства, поскольку величина фактических критериев Стьюдента $t_{факт.}$ мала (0,54 – 0,57) и кратно меньше теоретического t_{05} = 2,10. Коэффициенты здесь также очень невелики – от r = 0,127 до r = 0,133 и от D = 1,61 % до D = 1,77 % - и определяют только направление связи как прямое.

Сведение простых линейных связей, проанализированных выше, в единый комплекс множественной корреляционно-регрессионной зависимости урожайности с количеством зёрен в колосе и массой 1000 семян показало сильную прямую взаимосвязь с R, лежащим в интервале от 0,956 до 0,964 и R^2, в интервале 91,39 – 92,93 %.

Сравнение значений критерия Фишера доказывает существенность коэффициентов и уравнений множественной регрессии, которые изменялись от $F_{факт.}$= 90,53 до $F_{факт.}$= 108,39, а теоретический F_{05} имел величину 3,59.

По уравнениям множественной регрессии были построены плоскостные графики по каждому году исследования и в среднем по опыту (рис. 22), которые могут быть использованы для достаточно точного прогнозирования урожайности озимой ржи по структурным элементам, относящимся к характеристике зерна - его количеству в колосе и массе 1000 семян.

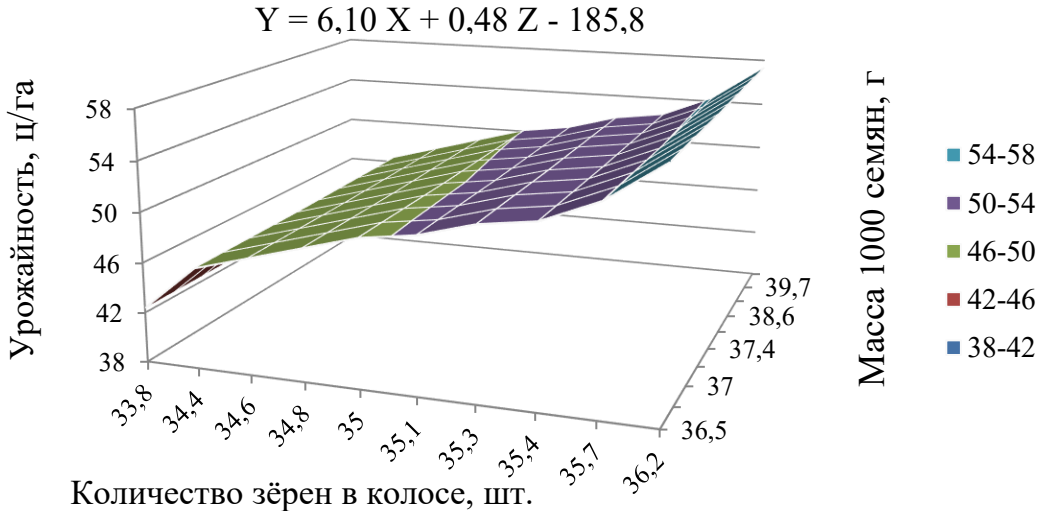


Рисунок 22 – Корреляционно-регрессионная связь урожайности (Y) с количеством зёрен в колосе (X) и массой 1000 зёрен (Z) в опыте по изучению реакции озимой ржи на различные микроудобрения, среднее за 2022-2024гг.

Резюмируя данные структуры урожая, наибольшее среднее по опыту количество растений перед уборкой 199 шт./м^2 формирует гибрид КВС Раво; гибрид ЗУ Форзетти обладает наибольшей продуктивной кустистостью со средним коэффициентом 2,17 и закладывает в среднем 35,7 зёрен в колосе; самая высокая средняя масса 1000 семян 39,9 г отмечена у гибрида КВС Этерно; обработка посевов озимой ржи микроудобрением марки Фолирус Актив обеспечивает лучшие средние показатели: количество растений – 195 шт./м^2; продуктивная кустистость – 2,12; количество зёрен в колосе – 35,6 шт. и масса 1000 семян – 38,7 г;

Урожайность озимой ржи имеет прямую сильную зависимость от числа зёрен в колосе; прямую связь средней степени с количеством растений перед уборкой и сильную, близкую к средней прямую взаимосвязь с продуктивной кустистостью. Связь урожайности озимой ржи с массой 1000 семян в нашем исследовании практически не определялась.

4.3. Урожайность сорта и гибридов озимой ржи в зависимости от действия агрохимикатов

Изучение реакции озимой ржи сорта Московская 18 и гибридов ЗУ Форзетти, КВС Этерно и КВС Раво на применение в посевах различных микроудобрений проводилось в полевом опыте в течение трёх вегетационных периодов 2021/2022; 2022/2023 и 2023/2024 годов. Анализ данных выполнялся по годам (табл. 33-35, прил. Ц, Ч, Ш), далее оценены усреднённые по опыту показатели (табл. 36, прил. Щ).

В первую очередь отметим постоянный рост урожайности озимой ржи по годам исследования. При средней за 2022 год урожайности 42,5 ц/га, следующий 2023 год дал среднюю прибавку урожая 5,1 ц/га (12,0 %) и обеспечил получение средней урожайности 47,6 ц/га. Самым урожайным стал 2024 год – в среднем по опыту 48,4 ц/га; прибавки в сравнении с 2022 годом 5,9 ц/га (13,9 %) и с 2023 годом 0,8 ц/га (1,7 %).

Таблица 33 – Урожайность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (ц/га), 2022г.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	39,4	42,6	38,2	38,5	39,7
Арксойл ККР	42,2	47,7	40,3	41,4	42,9
Лебозол–полный уход	40,9	46,4	38,6	39,8	41,4
Фолирус Актив	46,3	51,4	42,7	45,7	46,5
Фолирус Макси	42,5	44,8	39,8	41,6	42,2
Среднее по В	42,3	46,6	39,9	41,1	42,5

$НСР_{05}$ для частных различий: 2,30 ц/га; по А 1,15 ц/га; по В 1,03 ц/га

В первом вегетационном периоде нашего исследования урожайность озимой ржи 2022 года (табл. 33) была наивысшей у гибрида ЗУ Форзетти. Она составила в среднем 46,6 ц/га и превысила урожайность контрольного сорта Московская 18 на 4,3 ц/га (10,2 %) при $НСР_{05}$ по фактору В 1,03 ц/га. Урожайность гибрида КВС Этерно уступала контролю 2,4 ц/га (5,7 %), гибрид КВС Раво существенных различий с контролем не имел – разница 0,9 ц/га (2,1 %) была меньше означенной выше $НСР_{05}$.

Воздействие различных марок микроудобрений на изменение урожайности озимой ржи в 2022 году было неоднозначным. Только Фолирус Актив показывал самый большой прирост урожая по всем вариантам, обеспечив получение 42,7 ц/га по наименее продуктивному гибриду КВС Этерно; 46,3 ц/га на контрольном сорте Московская 18 и максимальные 51,4 ц/га по гибриду ЗУ Форзетти. Второй показатель урожайности 42,5 ц/га отмечен у сорта Московская 18 и гибрида КВС Раво (41,6 ц/га) после применения микроудобрения Фолирус Макси, а гибрид КВС Этерно больше реагировал на внесение препарата Арксойл ККР, показав второе значение урожайности 40,3 ц/га. Самое незначительное влияние на рост урожайности озимой ржи по всем гибридам и сорту показала марка Лебозол–полный уход (средняя урожайность 41,4 ц/га), прибавив +1,7 ц/га (+4,3 %) к контролю при $НСР_{05}$ по фактору А 1,15 ц/га.

Максимальная урожайность зерна 52,0 ц/га выявлена на варианте Фолирус Актив к контрольному варианту +7,5 ц/га или +16,9 %. По другим маркам средние прибавки урожая были также существенны, но не столь значительны – препараты Арксойл ККР и Фолирус Макси дали 3,4 ц/га (7,6 %) и 2,5 ц/га (5,6 %) соответственно.

Таким образом, в 2022 году самой эффективной была марка микроудобрения Фолирус Актив, обеспечившая максимальные прибавки урожая озимой ржи по отношению к контролю (без обработки) по всем изучаемым гибридам и сорту: от минимальной величины 4,5 ц/га (11,8 %) на гибриде КВС Этерно, через средние значения 6,9 (17,5 %) и 7,2 ц/га (18,7 %) по сорту Московская 18 и гибриду КВС Раво к максимальной прибавке 8,8 ц/га (20,6 %) на гибриде ЗУ Форзетти.

Анализ результатов второго 2023 года исследования (табл. 34) подтвердил, отмеченные в предыдущем году, закономерности по изменению урожайности озимой ржи при обработке посевов микроудобрениями различных марок.

Таблица 34 – Урожайность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (ц/га), 2023г.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	44,0	47,7	42,8	43,3	44,5
Арксойл ККР	47,1	53,0	45,2	46,4	47,9
Лебозол–полный уход	45,9	52,1	43,5	44,6	46,5
Фолирус Актив	51,7	57,4	47,8	50,9	52,0
Фолирус Макси	47,5	49,7	44,3	46,6	47,0
Среднее по В	47,2	52,0	44,7	46,4	47,6

$НСР_{05}$ для частных различий: 2,22 ц/га; по А 1,11 ц/га; по В 0,99 ц/га

Наиболее значимый рост урожайности отмечен по всем гибридам и сорту при применении препарата Фолирус Актив – в среднем 7,5 ц/га (16,9 %) в сравнении с контролем (без обработки) при $НСР_{05}$ по фактору А 1,11 ц/га. Второй по

эффективности также стала марка Арксойл ККР, средняя прибавка урожайности озимой ржи по которой составила 3,4 ц/га или 7,6 %. Марки Лебозол–полный уход и Фолирус Макси дали прибавки 2,0 ц/га (4,5 %) и 2,5 ц/га (5,6 %), причём, на гибриде ЗУ Форзетти марка Лебозол–полный уход дала прибавку 4,1 ц/га (8,5 %) и эта величина на 2,7 ц/га (5,6 %) превысила показатель марки Фолирус Макси; по другим же гибридам КВС Этерно и КВС Раво несущественно уступив ему при $НСР_{05}$ для частных различий 2,22 ц/га.

Высокий потенциал урожайности гибрида ЗУ Форзетти подтвердился и в 2023 году, обеспечив получение в среднем 52,0 ц/га. Второй по урожайности сорт Московская 18 уступил лучшему варианту 4,8 ц/га (9,2 %); немногим более – 5,6 ц/га (10,8 %) уступал гибрид КВС Раво. Наиболее слабый гибрид КВС Этерно показал снижение урожайности 2,5 ц/га (5,3 %) в сравнении с контролем (Московская 18) и 7,3 ц/га (14,0 %) в сравнении с лучшим ЗУ Форзетти. Все различия в урожайности ржи являются существенными при $НСР_{05}$ по фактору В 0,99 ц/га.

Самый высокий показатель урожайности озимой ржи в 2023 году 57,4 ц/га получена при возделывании гибрида ЗУ Форзетти в сочетании с обработкой посевов микроудобрением Фолирус Актив. Другие марки микроудобрений, применённые на посевах гибрида ЗУ Форзетти также превышали прочие показатели урожайности в опыте: обработка Арксойл ККР дала 53,0 ц/га; Лебозол–полный уход – 52,1 ц/га.

Контрольный сорт Московская 18 дал четвёртое по величине значение урожайности озимой ржи 51,7 ц/га также в сочетании с обработкой посевов агрохимикатом Фолирус Актив.

В самом продуктивном 2024 году (табл. 35) была получена максимальная за все годы исследования урожайность озимой ржи 58,4 ц/га при уже выделенном в предыдущие годы оптимальном сочетании вариантов: посевы гибрида ЗУ Форзетти обрабатываются микроудобрением марки Фолирус Актив.

Таблица 35 – Урожайность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок агрохимкатов (ц/га), 2024г.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	44,8	48,5	43,4	44,0	45,2
Арксойл ККР	48,2	54,1	45,9	47,3	48,9
Лебозол–полный уход	46,4	52,6	43,8	45,2	47,0
Фолирус Актив	52,5	58,4	48,7	52,0	52,9
Фолирус Макси	48,6	51,2	45,4	47,5	48,2
Среднее по В	48,1	53,0	45,4	47,2	48,4

$НСР_{05}$ для частных различий 1,89 ц/га; по А 0,95 ц/га; по В 0,85 ц/га

Прочие гибриды и контрольный сорт также показали свою максимальную урожайность при обработке посевов указанным выше химикатом.

Средняя урожайность зерновой культуры на варианте с микроудобрением Фолирус Актив составила 52,9 ц/га, превысив контроль на 7,7 ц/га (17,0 %). Обработка посевов препаратом Арксойл ККР дала среднюю прибавку зерна 3,7 ц/га (8,2 %); Фолирус Макси – 3,0 ц/га (6,6 %) и Лебозол–полный уход 1,8 ц/га (4,0 %) при $НСР_{05}$ по фактору А 0,95 ц/га.

Гибрид озимой ржи ЗУ Форзетти в 2024 году подтвердил своё 10 %-ное преимущество по урожайности перед контролем (Московская 18), обеспечив средний показатель 53,0 ц/га и прибавку урожая 4,9 ц/га (10,2 %). Другие гибриды также подтвердили полученные ранее различия в урожайности озимой ржи с контрольным сортом Московская 18 – гибрид КВС Этерно уступал ему 2,7 ц/га (5,6 %); гибрид КВС Раво также показывал незначительное, но существенное снижение 0,9 ц/га (1,9 %) при $НСР_{05}$ по фактору В 0,85 ц/га.

Резюмируя по продуктивности культуры контрольного сорта Московская 18 и изучаемых гибридов от применения в посевах различных марок микроудобрений можно сформировать по средним значениям вариантов в полевом опыте за все годы исследования (табл. 36).

Таблица 36 – Урожайность озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (ц/га), среднее 2022-2024гг.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	42,7	46,3	48,5	41,9	43,1
Арксойл ККР	45,8	51,6	43,8	45,0	46,6
Лебозол–полный уход	44,4	50,4	42,0	43,2	45,0
Фолирус Актив	50,2	55,7	46,4	49,5	50,5
Фолирус Макси	46,2	48,6	43,2	45,2	45,8
Среднее по В	45,9	50,5	43,4	45,0	46,2

Лучшим агрохимикатом, в среднем по исследованию урожайность озимой ржи 50,5 ц/га и дающим 7,4 ц/га (17,2 %) прибавки урожая зерна в сравнении с необрабатываемым контролем являлась марка Фолирус Актив. Около половины указанной прибавки урожая (3,5 ц/га или 8,1 %) обеспечивал агрохимикат Арксойл ККР. Две другие марки Лебозол–полный уход и Фолирус Макси в среднем по исследованию дали урожайность 45,0 ц/га и 45,8 ц/га зерна ржи и соответствующие прибавки урожая 1,9 ц/га (4,4 %) и 2,7 ц/га (6,3 %).

Самым продуктивным в нашем исследовании является гибрид ЗУ Форзетти со средней урожайностью 50,5 ц/га. Второй по урожайности сорт озимой ржи Московская 18 даёт в среднем 45,9 ц/га и уступает лучшему 4,6 ц/га или 9,1 %. Гибриды КВС Раво со средней урожайностью 45,0 ц/га и КВС Этерно (43,4 ц/га) уступают гибриду ЗУ Форзетти 5,5 ц/га (10,9 %) и 7,1 ц/га (14,1 %). Все указанные гибриды и сорт показывают свою наивысшую урожайность при обработке их посевов микроудобрением марки Фолирус Актив, а лучшие варианты – гибрид ЗУ Форзетти и сорт Московская 18 в среднем по исследованию урожайность озимой ржи более 50 ц/га – 55,7 ц/га и 50,2 ц/га соответственно.

4.4. Качество зерна сорта и гибридов озимой ржи в зависимости от действия агрохимикатов

Озимая рожь, как и прочие зерновые культуры, имеют показатели качества зерна, из которых в нашем исследовании определялись три основных – содержание белка, натура и число падения (прил. Ъ).

Как и при изучении структуры урожая озимой ржи, анализ полученных данных по качеству зерна проведены по средним величинам, поскольку соотношения изучаемых значений по факторам и вариантам повторяются по годам.

Содержание белка является основополагающим показателем качества, характеризующим питательную ценность зерна, определяющим хлебопекарные качества муки и качество прочих изделий из неё. Для ржаного зерна содержание белка может колебаться в пределах от 8 до 13 % по различным зонам возделывания. Данные по содержанию белка в зерне озимой ржи в нашем полевом опыте представлены в таблице 37.

Таблица 37 – Содержание белка в зерне озимой ржи под действием различных микроудобрений (%), в среднем по опыту

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	9,6	8,6	9,6	9,3	9,3
Арксойл ККР	10,2	8,7	9,8	9,8	9,6
Лебозол–полный уход	9,8	8,6	9,7	9,9	9,5
Фолирус Актив	10,2	9,0	10,5	10,4	10,0
Фолирус Макси	10,0	8,7	10,2	9,6	9,6
Среднее по В	10,0	8,7	10,0	9,8	9,6

По интенсивности воздействия на увеличение содержания белка ведущее место с большим отрывом занимает марка микроудобрения Фолирус Актив.

Обработка посевов озимой ржи этим препаратом позволяет получить в среднем по опыту содержание белка 10,0 % с прибавкой показателя 0,7 (7,5 %) относительно контроля (без обработки). Другие марки обеспечили существенно меньшие прибавки изучаемого показателя – от 0,2 (2,6 %) по марке Лебозол-полный уход до 0,3 (3,2 %) по маркам Арксойл ККР и Фолирус Макси.

По другому фактору в первую очередь следует указать, что существенно меньшее, чем у других вариантов, содержание белка в зерне 8,7 % в среднем по опыту отмечено у гибрида озимой ржи ЗУ Форзетти. Он уступает контролю (сорт Московская 18) величину 1,3 (13,0 %) и несколько меньшую величину 1,1 (11,2 %) гибриду КВС Раво. Вместе с тем, гибрид ЗУ Форзетти имел наивысшую по опыту урожайность, превышая контрольный сорт Московская 18 в среднем на 10,0 %.

Принимая во внимание противоречия в тенденциях изменения урожайности озимой ржи и содержания белка в зерне различных гибридов и контрольного сорта, было принято решение проанализировать обобщающий показатель выхода белка, определяемый как содержание белка в урожае озимой ржи, представленное в абсолютных величинах по всем факторам и вариантам опыта (табл. 38).

Наибольший выход белка, превышающий 5 ц/га, отмечен только по микроудобрению Фолирус Актив – 5,04 ц/га в среднем по опыту с прибавкой к контролю (без обработки) 1,05 ц/га или 26,3 %. В отличие от относительных величин содержания белка на вариантах, изучающих другие микроудобрения, выход белка показывает гораздо большие различия, как между вариантами, так и в сравнении с контролем.

Так, второй по исследованию средний показатель выхода белка 4,47 ц/га (прибавка к контролю 0,48 ц/га или 12,0 %) отмечен по препарату Арксойл ККР; очень немного уступала ему Фолирус Макси с выходом белка 4,40 ц/га. Наименьший средний выход белка 4,26 ц/га, превышающий контроль всего на 0,27 ц/га (6,8 %) отмечен по марке Лебозол-полный уход.

Таблица 38 – Выход белка у озимой ржи под действием различных микроудобрений (ц/га), среднее 2022-2024гг.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	4,10	3,98	3,98	3,90	3,99
Арксойл ККР	4,67	4,49	4,29	4,41	4,47
Лебозол–полный уход	4,35	4,33	4,07	4,28	4,26
Фолирус Актив	5,12	5,01	4,87	5,15	5,04
Фолирус Макси	4,62	4,23	4,41	4,34	4,40
Среднее по В	4,57	4,41	4,32	4,42	4,43

Контрольный сорт озимой ржи Московская 18 имеет самый высокий средний выход белка 4,57 ц/га. Самый урожайный в опыте гибрид ЗУ Форзетти, вследствие крайне невысокого содержания белка (8,7 % в среднем по опыту), даёт выход белка 4,41 ц/га, уступая контролю 0,16 ц/га (3,5 %), что практически равно показателю гибрида КВС Раво, существенно уступающего гибриду ЗУ Форзетти по урожайность озимой ржи, но имеющему гораздо более высокое содержание белка. Наконец, один из высокобелковых гибрид КВС Этерно (среднее содержание белка 10 %) при самой низкой средней урожайность показал и наименьший выход белка 4,32 ц/га, уступив контролю 0,25 ц/га или 5,5 %.

В заключение исследования по белку, необходимо отметить, что все самые высокие средние показатели, как по содержанию, так и по выходу белка, получены на вариантах, где посевы озимой ржи были обработаны микроудобрением марки Фолирус Актив. На этом фоне самые высокие относительные показатели содержания белка в зерне 10,4 % и 10,5 % имели гибриды КВС Раво и КВС Этерно, а самые высокие абсолютные величины выхода белка 5,12 ц/га и 5,15 ц/га – контрольный сорт Московская 18 и гибрид КВС Раво.

Вторым важным показателем, характеризующим выполненность зерна и степень его созревания, является натура (табл. 39).

Таблица 39 – Натура зерна озимой ржи под действием различных микроудобрений (г/л), среднее 2022-2024гг.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	673	662	674	670	670
Арксойл ККР	686	665	681	677	677
Лебозол–полный уход	678	666	676	682	675
Фолирус Актив	687	667	696	690	685
Фолирус Макси	682	671	688	674	679
Среднее по В	681	666	683	679	677

Величина натуры зерна в нашем исследовании имеет самое малое варьирование, чем прочие качественные показатели, отсюда и различия между вариантами невелики как по абсолютным, так и по относительным значениям.

Самый высокий средний показатель натуры зерна 683 г/л имелся у гибрида КВС Этерно, вместе с тем, гибрид КВС Раво и контрольный сорт Московская 18 имели с ним несущественные различия 2 г/л или 0,3 %. Несколько меньшее значение натуры зерна 666 г/л, уступающее лучшему 17 г/л (2,5 %) показал гибрид ЗУ Форзетти. Влияние агрохимикатов на изменение величины натуры зерна также было очень незначительно - прибавки в сравнении с необрабатываемым контролем лежат в пределах от 5 г/л (0,7 %) по марке Лебозол-полный уход до 15 г/л (2,2 %) по Фолирус Актив.

Число падения, характеризующее хлебопекарные свойства муки и выход хлеба при выпечке, в нашем исследовании изменяется в несколько большей степени, чем натура зерна (табл. 40). Применение микроудобрений на посевах озимой ржи оказывает на показатель числа падения воздействие, отличное от других. В сравнении с необрабатываемым контролем, имеющим среднее число падения 244 сек., все марки микроудобрений, в той или иной степени, снижают этот показатель.

В наибольшей степени снижает число падения марка Фолирус Актив – на 15 сек. (2,2 %); остальные – гораздо меньше: от 5 сек. (0,7 %) по марке Лебозол-полный уход, через 7 сек. (1,0 %) по Арксойл ККР до 9 сек. (1,3 %) по препарату Фолирус Макси.

Таблица 40 – Число падения сорта и гибридов озимой ржи под действием различных микроудобрений (с), среднее 2022-2024гг.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	239	254	240	244	244
Арксойл ККР	233	252	240	238	241
Лебозол–полный уход	238	253	239	235	241
Фолирус Актив	229	245	229	232	234
Фолирус Макси	233	250	231	239	238
Среднее по В	234	251	236	238	240

Все изучаемые в опыте гибриды по среднему показателю числа падения превышают контрольный сорт Московская 18 (234 сек.). Самое большое среднее число падения 251 сек. показал гибрид ЗУ Форзетти, на 17 сек. (7,3 %) превышающий контрольную величину. Другие гибриды существенных различий, как с контролем, так и между собой, не имели: 236 сек. по гибриду КВС Этерно и 238 сек. по гибриду КВС Раво. Единственным гибридом, имеющим среднее число падения, превышающее 250 сек. при обработке микроудобрениями большинства марок, имеет гибрид ЗУ Форзетти – от 250 до 253 сек и максимальные 254 секундах на необрабатываемом контроле.

Рисунок 23, динамики числа падения (с), в среднем за годы, в зависимости от сорта и гибридов по вариантам применения агрохимических обработок микроудобрениями представлен далее.

Отметим, что показатель числа падения – важная хлебопекарная характеристика ржаной муки, так как, с более низким значением тесто быстрее деформируется, становиться более текучем, и из него при выпечке не получается пористое устойчивое и вкусное хлебобулочное изделие.

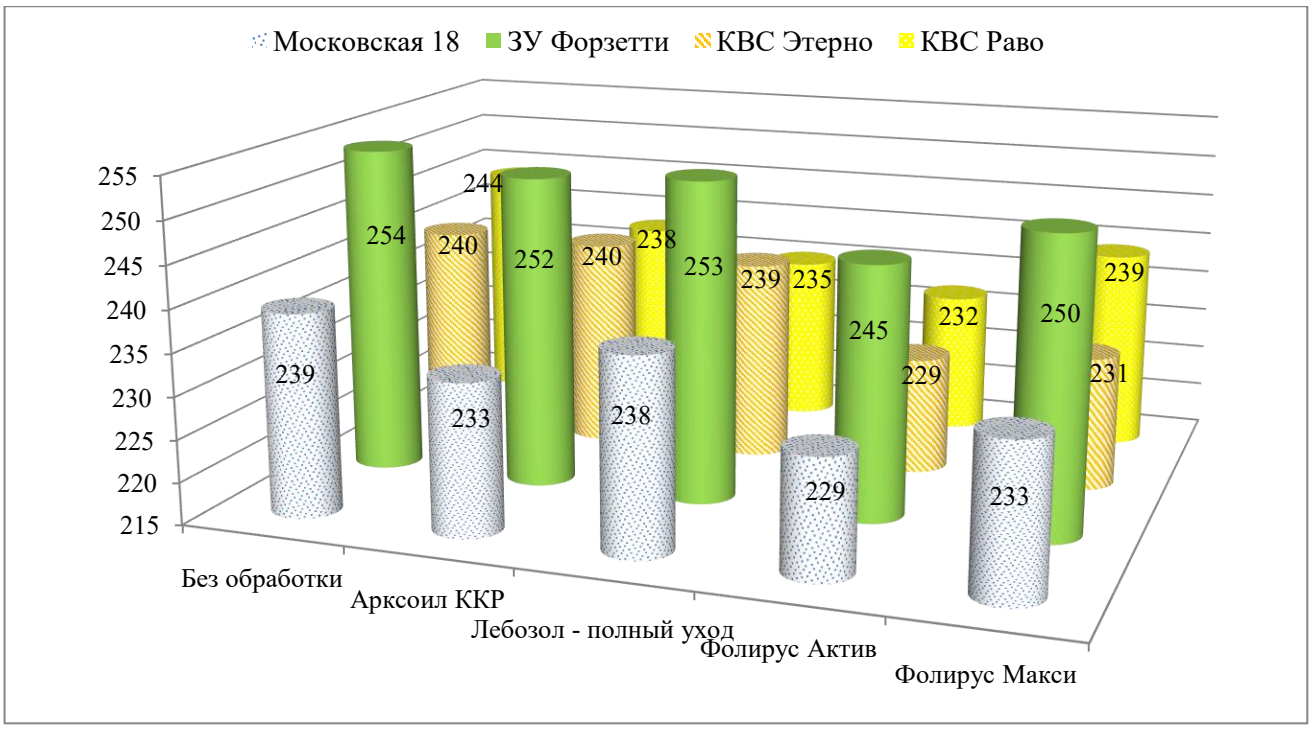


Рисунок 23 – Число падения сорта и гибридов озимой ржи на вариантах с действием различных микроудобрений (с), среднее 2022-2024гг.

Ферменты-амилазы как раз и характеризуют показатель числа падения, активность которых является следствием увеличенного образования простых сахаров и повышенного числа декстринов, вследствие чего, можно утверждать, что показатель числа падения характеризует показатель зрелости зерна и оптимального состояния.

Вторым вопросом, требующим вдумчивого анализа, является изучение взаимосвязей между различными показателями качества зерна. Для решения этой задачи был проведён корреляционно-регрессионный анализ зависимости содержания белка в зерне от числа падения и натуры зерна ржи, в таблице 41.

Значения качественных показателей по годам отличаются в небольшой степени, отсюда и результаты корреляционно-регрессионного анализа по годам и в среднем не имеют существенных различий. Во все годы простая линейная связь между содержанием белка (Y) и числом падения (X) является сильной и обратной по направлению – коэффициент корреляции изменяется от r = -0,825 (D = 68,06 %) в 2022 году до r = -0,965 (D = 93,12 %) в 2024 году и в среднем составляет r = -0,981 (D = 96,24 %).

Таблица 41 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа связи содержания белка в зерне (Y) с числом падения (X) и натурой зерна (Z) в полевом опыте по изучению реакции озимой ржи на различные агрохимикаты

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
связь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{факт.}$	Уравнение линейной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{факт.}$	Уравнение множественной регрессии
	корреляции r	детерми-нации, D			корреляции R	детерми-нации, R^2		
Вегетационный период 2021 - 2022 годов								
YX	-0,825	68,06	6,20	Y=30,94-0,09X	0,962	92,54	106,25	Y = 0,05Z – 0,025X – 18,54
YZ	0,951	90,44	13,03	Y=0,062Z-32,58				
Вегетационный период 2022 – 2023 годов								
YX	-0,953	90,82	13,36	Y=22,58-0,054X	0,985	97,02	295,01	Y = 0,035Z – 0,026X – 7,90
YZ	0,963	92,74	15,14	Y=0,061Z-31,75				
Вегетационный период 2023 - 2024 годов								
YX	-0,965	93,12	15,70	Y=28,89-0,063X	0,986	97,22	292,57	Y = 0,068Z + 0,009X – 39,0
YZ	0,985	97,02	24,66	Y=0,06Z-31,29				
Среднее за все годы исследования								
YX	-0,981	96,24	21,75	Y=28,82-0,076X	0,986	97,22	294,50	Y = 0,016Z – 0,058X + 12,38
YZ	0,945	89,30	12,32	Y=0,062Z-32,38				

По этим показателям и соответствующим уравнениям линейной регрессии можно утверждать, что содержание белка в зерне озимой ржи уменьшается при возрастании показателей числа падения и наоборот.

Взаимосвязь между содержанием белка (Y) и натурой зерна (Z), напротив, является прямой по направлению и сильной (рис. 24), резюмирует о повышении белка с увеличением натуры зерна. Значения годовых коэффициентов корреляции выше, чем по предшествующей связи - от r = 0,951 (D = 90,44 %) в 2022 году до r = 0,985 (D = 97,02 %) в 2024 году, а в среднем, напротив, при r = 0,945 (D = 89,30 %) ниже, чем по связи содержание белка – число падения.

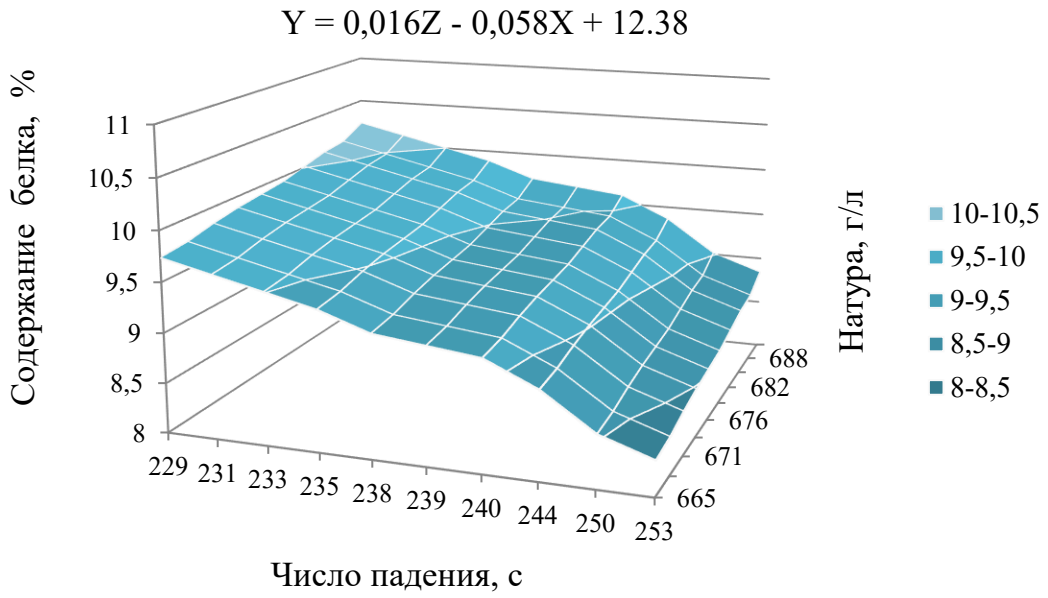


Рисунок 24 – Корреляционно-регрессионная связь между содержанием белка (Y) с числом падения (X) и натурой зерна (Z) в опыте по изучению реакции озимой ржи на агрохимикаты, среднее 2022-2024гг.

Все простые линейные корреляционно-регрессионные взаимосвязи имеют высокую достоверность, так как фактические критерии Стьюдента, в пределах от $t_{факт.}$= 6,20 до $t_{факт.}$= 24,66, превышают теоретический критерий Стьюдента t_{05} = 2,10 на 5 % уровне значимости.

Ежегодно множественная корреляция более выровнена, о чём можно судить не только по их величине, имеющей пределы от R = 0,962 (R^2 = 92,54 %) в 2022 году до R = 0,986 (R^2 = 97,22 %) в 2024 году, но и по представленным на рисунке

24 плоскостным графикам, построенных по уравнениям множественной регрессии взаимосвязи между содержанием белка с числом падения и натурой зерна по годам и в среднем за все годы исследования.

Достоверность результатов множественного корреляционно-регрессионного анализа сомнений вызывать не может, поскольку фактические критерии существенности Фишера, в наших исследованиях имеющие пределы от $F_{факт.}$ = 106,2 до $F_{факт.}$ = 295,01, многократно превосходит значение теоретического критерия Фишера F_{05} = 3,59 на 5 % уровне значимости.

Заключение по главе 4. В опыте с обработкой агрохимикатами в посевах сорта и гибридов, максимальная урожайность озимой ржи получена на вариантах совместного применения Фолирус Актив + ЗУ Форзетти (55,7 ц/га), Арксоил ККР + ЗУ Форзетти (51,6 ц/га), Лебозол-полный уход + ЗУ Форзетти (50,4 ц/га), Фолирус Актив + Московская 18 (50,2 ц/га).

В условиях региона с целью получения устойчивого урожая зерна озимой ржи предлагается высевать наиболее продуктивные гибрид ЗУ Форзетти и сорт Московская 18 в комплексе с обработкой посевов удобрением Фолирус Х марки: Фолирус Актив, в дозе 3,0 л/га, осенью в фазу кущения и повторно весной – при появлении флагового листа, с нормой расхода рабочей жидкости 250 л/га.

По качеству наибольшее содержание белка 10,0 % и показатели натуры зерна 681 г/л и 683 г/л в среднем по опыту имеют сорт Московская 18 и гибрид КВС Этерно; а наибольшее число падения 251 сек., следовательно, и лучшие хлебопекарные качества муки имеет гибрид ЗУ Форзетти. Наиболее эффективно на повышение содержания белка в зерне и рост величины натуры зерна действует микроудобрение марки Фолирус Актив, повышая показатели в сравнении с неудобренным фоном на величину 0,7 (7,5 %) по белку и на 15 г/л (2,2 %) по натуре; число падения имеет обратную зависимость от содержания белка, поэтому самая большая его величина 244 сек. отмечена на контрольном необработанном фоне, а применение микроудобрений незначительно снижает этот показатель.

ГЛАВА 5. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ

5.1. Биоэнергетическая эффективность производства озимой ржи при различных нормах высева и предшественников

Оценка энергетической эффективности возделывания агрокультур проводится по основному показателю – коэффициенту энергетической эффективности (КЭЭ), представляющему собой отношение совокупной энергии, накопленной в товарной части урожая к сумме затрат энергии, использованной при производстве. Оценка по коэффициенту энергетической эффективности имеет перед анализом основных показателей экономической эффективности – величине прибыли и уровню рентабельности, неоспоримое преимущество – исключаются стоимостные затраты в рублёвом секторе и цены реализуемой продукции, которые показывают значительное колебание по сезонам. Отсюда, анализ энергетической эффективности более стабилен и показателен, чем экономический.

Затраты совокупной энергии, использованной при производстве зерна озимой ржи, рассчитывались по статьям экономических затрат, представленных в технологической карте. На долю основной доли совокупных затрат энергии приходились затраты энергии на минеральные удобрения – 66,5 %, из которых 62,8 % отнесены на азотные удобрения. Второй основной позицией энергетических затрат приходилось на топливо – 20,3 %, из которых большая часть (12,2 %) выделялось на топливо для тракторов.

Немногим более 10 % затрат совокупной энергии распределяется на технику (11,1 %). Затраты энергии по остальным статьям не превышают 2 %. Общая сумма затрат энергии при возделывании озимой ржи в опыте составила 14637,1 МДж/га.

Структура энергетических затрат при производстве озимой ржи представлена в таблице 42.

Таблица 42 – Совокупная энергия, затраченная при возделывании ржи

№ п.п.	Показатель	Совокупная энергия	
		МДж/га	%
1.	Затраты энергии на технику:		
	а) тракторы	438,6	1,90
	б) сельскохозяйственные машины	468,4	2,68
	в) комбайны	543,8	2,53
	г) автомобили	167,0	0,46
	всего	1617,8	11,1
2.	Затраты энергии на трудовые ресурсы	10,2	0,1
3.	Затраты энергии на топливо:		
	а) при работе тракторов	1791,8	12,2
	б) при работе комбайнов	432,1	3,0
	в) при автоперевозках	752,1	5,1
	всего	2976,0	20,3
4.	Затраты энергии на удобрения:		
	а) азотные	9200,0	62,8
	б) фосфорные	276,0	1,9
	в) калийные	264,0	1,8
	всего	9740,0	66,5
5.	Затраты энергии на пестициды:		
	а) гербициды	64,2	0,4
	б) инсектициды	146,0	1,0
	в) фунгициды	81,8	0,6
	всего	292,0	2,0
6.	Электроэнергия	1,1	-
	Итого в агротехнологии	14637,1	100,0

Затраты на эксперимент складывались из затрат энергии на семена и обработку посевов гербицидом Морион, СК (табл. 43).

Отметим, что энергия, накопленная в хозяйственно ценной части урожая озимой ржи, рассчитывалась с учётом энергии, содержащейся в 1 т зерна культуры – 18 000 МДж.

В 2022 году средний по опыту коэффициент энергетической эффективности составил величину 4,75, которая была наименьшей за все годы исследования.

Таблица 43 – Затраты совокупной энергии на эксперимент

Вариант - норма высева		Затраты энергии на семена, МДж/га	Затраты энергии на гербицид, МДж/га	Совокупная энергия, МДж/га
млн зёрен на 1 га	ц/га			
2,5	1,0	1339,0	287,8	16263,9
3,0	1,2	1606,8	287,8	16531,7
3,5	1,4	1874,6	287,8	16799,5
4,0	4,6	2142,4	287,8	17067,3
4,5	1,8	2410,2	287,8	17355,1

По фактору нормы высева самые высокие коэффициенты энергетической эффективности отмечены на вариантах с нормой высева 3,5 и 4,0 млн зёрен на 1 га – 4,84 и 4,89. Разница с контролем (2,5 млн зёрен / га) не превышала 0,1 (2,1 %). Вариант с нормой высева 3,0 млн зёрен / га различий с контролем практически не имел, а вариант с нормой высева 4,5 млн зёрен / га с коэффициентом энергетической эффективности 4,61 единственный, который уступал контролю 0,13 (2,7 %).

По фактору предшественника наибольшую энергетическую эффективность показывает возделывание озимой ржи в севообороте после гороха - КЭЭ 5,24, что больше контрольного КЭЭ, равного 4,53, на значительную величину 0,71 или 15,7 %. Яровой рапс, как предшественник, существенных различий с контролем не имеет, в среднем уступая ему малую величину 0,04 (0,9 %).

В 2023 году средний по опыту коэффициент энергетической эффективности довольно значительно увеличился до 5,23 и существенно превысил среднее значение предыдущего года на 0,48 или 10,1 %.

Отмеченные выше различия между вариантами по фактору нормы высева, в 2023 году подтвердились, причём различия с контролем несколько увеличились. Лучший вариант с нормой высева 3,5 млн зёрен / га, показав коэффициент энергетической эффективности равный 5,33, превысил контроль на 0,12 (2,3 %); вариант с нормой высева 4,0 млн зёрен / га имел несколько меньшее превосходство перед контролем – на 0,1 (1,9 %). Худший вариант с нормой высева 4,5 млн зёрен

на 1 га с коэффициентом энергетической эффективности 5,05 уступал контролю уже 0,16 (3,1 %).

По фактору предшественника энергетическая эффективность при возделывании озимой ржи на изучаемых вариантах в 2023 году была иной, чем в другие годы исследования.

Варианты с предшествующими горохом на зерно (КЭЭ 5,23) и яровым рапсом (КЭЭ 5,20) между собой отличались на незначительную величину 0,03 (0,6 %) и превышали контроль (предшествующая озимая пшеница) соответственно на 0,26 (5,2 %) и 0,23 (4,6 %).

В 2024 году средний по опыту коэффициент энергетической эффективности 5,33 превышал показатель предыдущего года на величину 0,1 (1,9 %) и соотношения между вариантами и контролем по обоим изучаемым факторам вернулись к тенденциям, отмеченным в 2022 году.

По фактору нормы высева варианты 3,5 и 4,0 млн зёрен / га показали одинаковый средний коэффициент энергетической эффективности 5,43 и превышали контроль (норма высева 2,5 млн зёрен на 1 га) на 0,12 (2,3 %). Равные значения коэффициента энергетической эффективности 5,31 имели контроль и вариант с 3,0 млн зёрен / га, а вариант с посевом 4,5 млн зёрен / га уступал контролю 0,15 (2,8 %).

При возделывании озимой ржи в севообороте после гороха на зерно коэффициент энергетической эффективности показал в 2024 году максимальное за все годы исследования среднее значение 5,85, превысив контроль на максимальные 0,79 или 15,6 %.

Второй вариант по фактору предшественника яровой рапс существенных различий с контролем не имел, превышая его на величину, лежащую в пределах ошибки – 0,02 (0,4 %).

Средние в опыте отношения коэффициентов энергетической эффективности на вариантах и контроле по обоим факторам были очень близки к различиям, отмеченным в 2022 году (табл. 44).

Таблица 44 – Коэффициент энергетической эффективности производства озимой ржи при различных нормах высева и предшественникам, среднее 2022-2024гг.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	4,83	4,84	4,94	4,93	4,70	4,85
Горох	5,52	5,53	5,67	5,64	5,34	5,54
Рапс яровой	4,92	4,92	4,99	5,00	4,79	4,92
Среднее по В	5,09	5,10	5,20	5,19	4,94	5,10

Средний по исследованию коэффициент энергетической эффективности при возделывании озимой ржи составил 5,10.

По фактору нормы высева различия КЭЭ между лучшими вариантами с нормами высева 3,5 и 4,0 млн зёрен на 1 га и контролем лежали в пределах 0,10-0,11 (2,0-2,7 %). Лучший вариант по фактору предшественника горох на зерно превосходил контроль на 0,69 (14,2 %) (рис. 25).

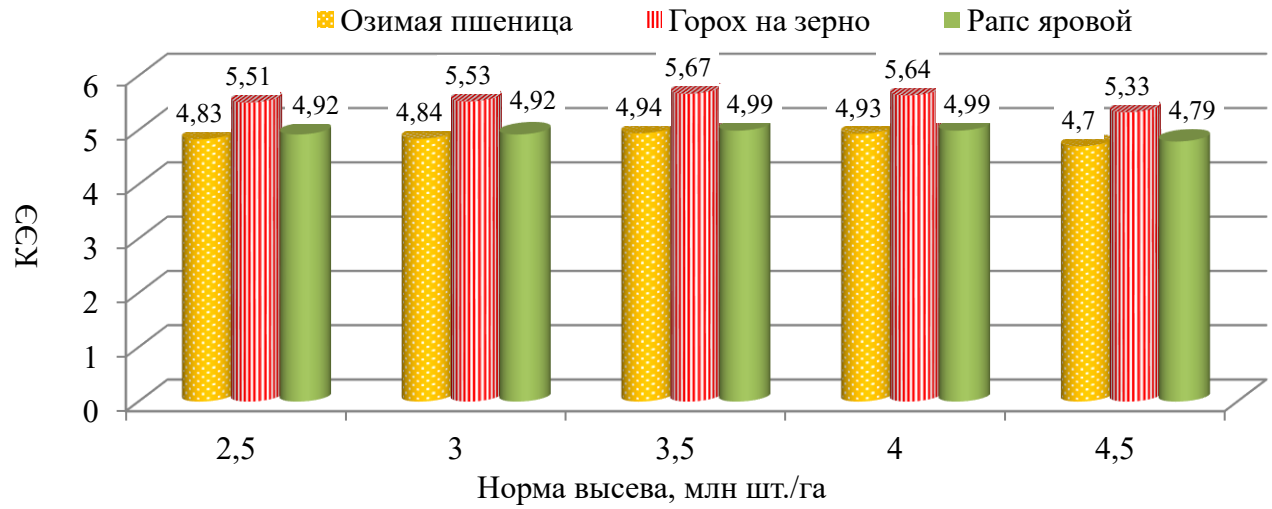


Рисунок 25 – Диаграмма коэффициента энергетической эффективности производства озимой ржи, среднее 2022-2024гг.

Резюмируя, оптимально энергетически эффективное возделывание озимой ржи в полевом опыте возможно при размещении культуры в севообороте после гороха на зерно с нормами высева, где коэффициенты энергетической эффективности превышают величину 5,6 и составляют при норме 3,5 млн зёрен / га – 5,67, и при норме высева 4,0 млн зёрен на 1 га – 5,64.

5.2. Экономическая эффективность производства озимой ржи

Экономическая эффективность возделывания озимой ржи в двух настоящих полевых опытах оценивалась по основным критериям – показателю величины прибыли и показателю уровня рентабельности.

Производственные затраты в расчёте на 1 га посева озимой ржи представлены в технологической карте согласно приложения Ы, структура производственных затрат – в таблице 45 и дополнительные затраты на эксперимент – в таблицах 46, 47.

Анализ статей производственных затрат показывает, что наибольшие затраты 13 257,66 руб. (43,9 %) отнесены на доставку и внесение минеральных удобрений, из которых 12 520,0 руб. (41,5 %) это стоимость искомых удобрений.

Значительная часть производственных затрат 6 528,0 руб. (21,6 %) уходит на амортизацию и текущий ремонт. Каждая из остальных статей по затратам требует менее 10 % от общей суммы. Из них больше всего требуется на химическую защиту растений от вредителей, болезней и сорняков – 2 993,73 руб. (9,9 %).

На доплаты с начислениями для трудового персонала приходится 2 800,31 руб. (9,3 %). Затраты посевного периода составляют 2 542,20 руб. (8,5 %), из которых 1 800,0 руб. (6,0 %) стоит норма посевного материала 1,2 ц/га.

Относительно небольшие затраты приходятся на уборку и транспортировку зерна – 1 224,19 руб. (4,1 %) и обработку почвы, построенную на принципе минимализации – 818,25 руб. (2,7 %).

Общая сумма производственных затрат при возделывании озимой ржи по технологической карте составляет 30164,34 рублей на 1 га.

В двух настоящих опытах расчёт стоимости произведённой продукции проводился с учётом цены за 1 тонну зерна озимой ржи 11 000 рублей. Затраты на эксперимент включали стоимость купленных семян озимой культуры при цене 15 000 руб. за 1 тонну.

Таблица 45 – Структура производственных затрат в базовой технологии при возделывании озимой ржи

Статьи производственных затрат	Затраты на 1 га	
	руб.	%
1.Обработка почвы: основная,	412,95	1,4
предпосевная,	238,14	0,8
послепосевная,	167,16	0,5
всего	818,25	2,7
2.Внесение минеральных удобрений: подвоз и внесение минеральных удобрений,	737,66	2,4
стоимость минеральных удобрений,	12 520,0	41,5
всего	13 257,66	43,9
3.Посев: погрузка, подвоз и посев,	742,20	2,5
стоимость посевного материала,	1 800,0	6,0
всего	2 542,20	8,5
4.Химическая защита растений: подвоз воды, пестицидов и опрыскивание посевов,	448,73	1,5
стоимость пестицидов,	2 545,0	8,4
всего	2 993,73	9,9
5.Уборка и транспортировка зерна: уборка,	835,06	2,8
транспортировка зерна,	389,14	1,3
всего	1 224,19	4,1
6,Доплаты с начислениями, всего	2 800,31	9,3
7.Амортизация и ремонт: амортизация,	3 536,0	11,7
текущий ремонт,	2 992,0	9,9
всего	6 528,0	21,6
ИТОГО:	30 164,34	100,0

В опыте 1 по изучению различных норм высева озимой ржи и предшественников учитывалась стоимость дозы применяемого гербицида Морион СК при цене 2 900 руб. за литр препарата и затраты на подвоз воды, приготовление рабочего раствора пестицида и опрыскивание посевов весной в начале кущения озимой ржи, составивших 448,73 руб. на 1 га.

Среднегодовая прибыль при возделывании озимой ржи в опыте в 2022 году составила 14 982,93 руб./га и была наименьшей за все годы исследования. В 2023 году величина прибыли превысила предыдущее среднегодовое значение на 4 965,33 руб./га (33,1 %) и составила 19 948,26 руб./га.

Таблица 46 – Производственные затраты на эксперимент

Вариант - норма высева		Затраты, руб./га		
млн зёрен на 1 га	ц/га	на семена	на гербицид	на эксперимент
2,5	1,0	1500,0	3348,73	4848,73
3,0	1,2	1800,0	3348,73	5148,73
3,5	1,4	2100,0	3348,73	5448,73
4,0	4,6	2400,0	3348,73	5748,73
4,5	1,8	2700,0	3348,73	6048,73

Максимальное среднегодовое значение прибыли 20 908,33 руб./га было в 2024 году при разнице с минимумом 5,925,40 руб./га или 39,5 %. Вместе с тем, разница по прибыли между двумя последними годами была всего 960,07 руб./га (4,8 %).

В разные годы исследования относительные различия в показателях уровня рентабельности практически совпадали с различиями по величине прибыли. При среднегодовой прибыли 44,3 % в 2022 году и 59,0 % в 2023 году разница составила величину 14,7 (33,2 %). В 2024 году среднегодовая рентабельность выросла до 61,8 %, а различия с 2022 и 2023 годами соответственно были 17,5 (39,5 %) и 2,8 (4,7 %).

По фактору предшественника наиболее высокая экономическая эффективность зафиксирована при производстве зерна озимой ржи в размещении её после гороха на зерно. В среднем, в 2022 году величина прибыли составила 19 998,93 руб./га к контролю 7 348,0 руб./га (58,1 %); уровень рентабельности 59,2 % и разница с контролем 21,8 (58,3 %).

Вариант с яровым рапсом в качестве предшественника в этом году уступал контролю 352,0 руб./га (2,8 %) прибыли и 1,0 (2,7 %) рентабельности. В 2023 году вектор различий на этом варианте изменился, и прибыль уже превышала контроль на 2 598,0 руб./га (15,1 %), а уровень рентабельности был выше контрольного на величину 7,6 (15,0 %).

Показатели на лучшем варианте с предшественником горох на зерно более чем вдвое превышали величины, представленные выше, разница с контролем по прибыли 5,764,0 руб./га (33,6 %) и рентабельности 17,0 (33,5 %). В 2024 году показатели экономической эффективности на варианте с горохом на зерно

увеличились до максимальных – средняя прибыль 26 246,93 руб./га и рентабельность 77,6 %: разница по прибыли с контролем 8 161,8 руб./га (45,1 %) и по рентабельности 24,1 (45,0).

На варианте с яровым рапсом экономическая эффективность, напротив, упала до показателей – 18 392,93 руб./га прибыли и 54,4 % уровня рентабельности, превышая контрольные значения при предшествующей озимой пшенице по прибыли на незначительные 307,8 руб./га (1,7 %) и по величине рентабельности на 0,9 (1,7 %).

Расчёт основных показателей экономической эффективности проведения исследований представлен в таблице 47, рисунке 26.

Таблица 47 – Величина прибыли и рентабельность при возделывании озимой ржи при различных нормах высева и предшественникам (руб./га), среднее 2022-2024гг.

А - предшественник	В – норма высева (млн зёрен на 1 га)					Среднее по А
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	
Озимая пшеница	14783,93* 44,5	15363,60 45,8	16933,60 50,1	17330,26 50,8	15416,93 44,8	15965,66 47,2
Горох	21640,26 65,2	22330,26 66,6	24376,93 72,1	24736,93 72,6	22200,26 64,5	23056,93 68,2
Рапс яровой	15700,26 47,3	16243,60 48,5	17446,93 51,6	17990,26 52,7	16703,60 48,6	16816,93 49,7
Среднее по В	17374,82 52,3	17979,15 53,6	19585,82 57,9	20019,15 58,7	18106,93 52,6	18613,17 55,0

*в числителе – величина прибыли, руб./га, в знаменателе – уровень рентабельности, %

Средние показатели экономической эффективности при возделывании озимой ржи в опыте по изучению различных норм высева и предшественникам подтверждают аналитические выводы по изменению величины прибыли и уровня рентабельности по факторам и вариантам, сделанные по данным разных лет исследования.

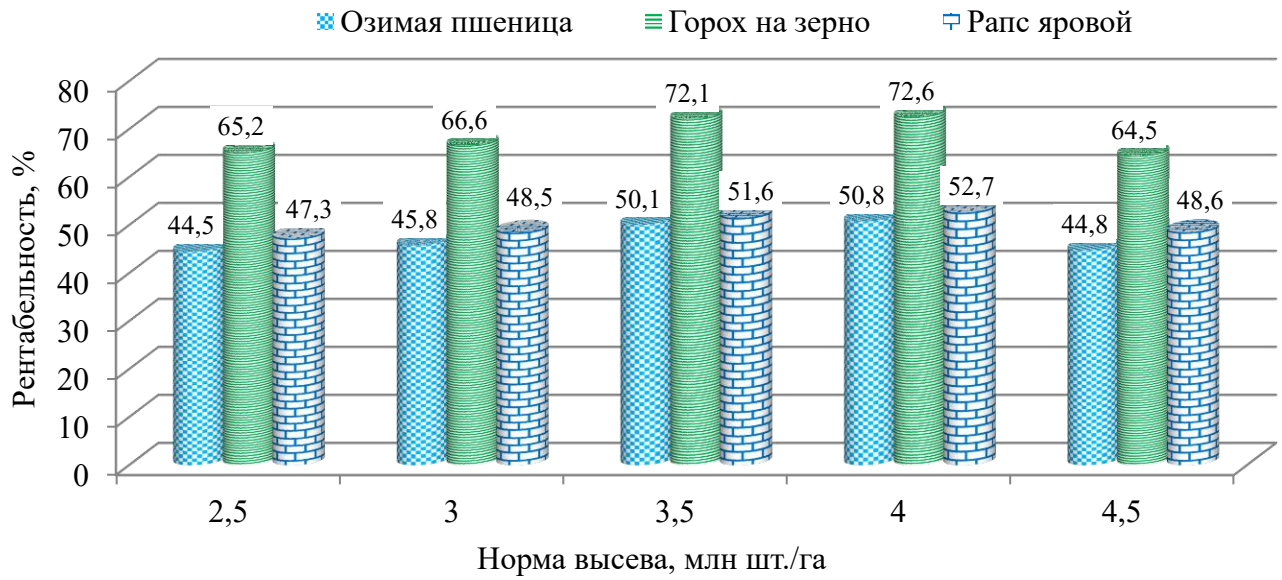


Рисунок 26 – Рентабельность эффективности производства озимой ржи от нормы высева и предшественника, среднее 2022-2024гг.

В заключение анализа по опыту 1 с изучением норм и предшественников отмечаем, что величина прибыли, превышающая 24 000 руб./га и рентабельность свыше 70 % могут быть получены при размещении озимой ржи в севообороте после гороха на зерно и использовании норм высева 3,5 и 4,0 млн зёрен на 1 га. Выполнение этих рекомендаций в производственных условиях позволит в среднем получать прибыль 24 376,93 руб./га – при 3,5 млн зёрен на 1 га и 24 736,93 руб./га – при 4,0 млн зёрен на 1 га, а также обеспечит уровень рентабельности 72,1 – 72,6 %.

Дополнительные затраты на эксперимент в полевом опыте 2 включали стоимость вносимых норм микроудобрений различных марок и затрат на подвоз воды, транспортировку пестицидов и опрыскивание посевов осенью через 26 – 28 дней после всходов культуры и весной, в период выброса флагового листа (табл. 48).

Относительные различия в значениях прибыли и рентабельности из года в год сохранялись по разным факторам и вариантам опыта, формируя повторяющиеся тенденции и закономерности.

Таблица 48 – Затраты на эксперимент в опыте по возделыванию сорта и гибридов озимой ржи при обработке различных микроудобрений

Марка микроудобрения	Расход препарата, л/га	Цена 1 л препарата, руб.	Стоимость нормы препарата, руб./га	Затраты на внесение, руб./га	Затраты на эксперимент, руб./га
Арксойл ККР	5,0	350	1750	431,7	2181,7
Лебозол – полный уход	5,0	300	1500	431,7	1931,7
Фолирус Актив	5,0	730	3650	431,7	4081,7
Фолирус Макси	0,3	3800	1140	431,7	1571,7

Принимая во внимание выше изложенные доводы, анализ изменения показателей экономической эффективности возделывания контрольного сорта и гибридов озимой ржи при применении различных марок микроудобрений имеет смысл проводить по средним за три года исследования значениям. Полученные средние по опыту значения прибыли представлены в таблице 49, средние величины рентабельности – в таблице 50.

Среднегодовая прибыль при производстве зерна озимой ржи увеличивалась с ростом урожайности культуры от 14 613,8 руб./га – в 2022 году до 21 149,8 руб./га – в 2024 году и в среднем находилась в сумме 18 625,36 руб./га.

Обработка посевов озимой ржи микроудобрениями различных марок на многих вариантах приводила к росту прибыли относительно необрабатываемого контроля, но эффективность препаратов была разной, а одна марка дала среднюю прибыль, уступающую контрольному значению.

Максимальная средняя по опыту прибыль 22 873,96 руб./га получена на варианте с применением марки Фолирус Актив, где превышение контроля составило 5 628,0 руб./га или 32,6 %. Препарат Арксойл ККР увеличивал прибыль в среднем на 2 223,0 руб./га (12,9 %) при среднем значении величины прибыли 19 468,96 руб./га.

Использование для обработки посевов озимой ржи марки микроудобрения Фолирус Макси даёт вдвое меньший прирост средней прибыли, чем предыдущая

марка – 1 044 руб./га или 6,1 %, а самый дорогой препарат Лебозол-полный уход при небольшой урожайности озимой ржи имел минимальное значение средней по опыту прибыли 15 253,96 руб./га и даже уступала контрольной величине 1 992,0 руб./га или 11,6 %.

Таблица 49 – Прибыль при возделывании озимой ржи под действием различных марок микроудобрений (руб./га), среднее 2022-2024гг.

А - Марка микроудобрения	В - Сорт и гибриды				Среднее по А
	Московская 18	ЗУ Форзетти	КВС Этерно	КВС Раво	
Без обработки	16805,96	20765,96	15485,96	15925,96	17245,96
Арксойл ККР	18643,96	25023,96	16443,96	17763,96	19468,96
Лебозол-полный уход	14593,96	21193,96	11953,96	13273,96	15253,96
Фолирус Актив	22873,96	28923,96	18693,96	21003,96	22873,96
Фолирус Макси	18723,96	21363,96	15423,96	17623,96	17623,96
Среднее по В	18328,36	23454,36	15600,36	17118,36	18625,36

Возделывание контрольного сорта Московская 18 и различных гибридов озимой ржи показало существенно различающиеся значения средней по опыту прибыли – максимальная её величина 23 454,36 руб./га получена на варианте с гибридом ЗУ Форзетти, который превышал контрольное среднее значение 18 328,36 руб./га сорта Московская 18 на 5 126,0 руб./га или 28,0 %. Другие гибриды озимой ржи по средней величине прибыли уступали контролю – гибрид КВС Раво всего 1 210,0 руб./га или 6,6 %, а гибрид КВС Этерно, с минимальной средней величиной прибыли 15 600,36 руб./га, уже 2 728,0 руб./га (14,9 %).

При неизменной по годам сумме производственных затрат и дополнительных затратах на эксперимент, с учётом постоянного роста урожайности озимой ржи, следует ожидать последовательного роста уровня рентабельности. Действительно, среднегодовая рентабельность в опыте возрастала от минимальной величины 45,8 % в 2022 году через 63,1 % в 2023 году до максимального значения 65,9 % в 2024 году. В среднем уровень рентабельности при производстве зерна озимой ржи был на уровне 58,2 %.

Наиболее эффективная марка микроудобрения Фолирус Актив при обработке посевов озимой ржи обеспечивала среднюю по опыту рентабельность 70,7 %, превышающую контроль (без обработки) на величину 13,5 (23,6 %). В разные годы рентабельность на этом варианте изменялась от минимального значения 58,2 % в 2022 году до максимального 79,9 % в 2024 году.

Таблица 50 – Экономическая эффективность производства озимой ржи при обработке различными микроудобрениями, среднее 2022-2024гг.

Микроудо-брение	Сорт и гибриды	Урожай-ность, ц/га	Затраты, руб/га	Стоимость продукции руб/га	Прибыль, руб/га	Рентабель-ность, %
Без обработки	Московская 18	42,7	30164,34	46970,0	16835,66	55,7
	ЗУ Форзетти	46,3	30164,34	50930,0	20765,66	68,8
	КВС Этерно	41,5	30164,34	45650,0	15485,66	51,3
	КВС Раво	41,9	30164,34	46090,0	15925,66	52,8
Арксойл ККР	Московская 18	45,8	31736,04	50280,0	18643,96	58,7
	ЗУ Форзетти	51,6	31736,04	56760,0	25023,96	78,9
	КВС Этерно	43,8	31736,04	48180,0	16443,96	51,8
	КВС Раво	45,0	31736,04	49500,0	17763,96	56,0
Лебозол – полный уход	Московская 18	44,4	34246,04	48840,0	14593,96	42,6
	ЗУ Форзетти	50,4	34246,04	55440,0	21193,96	61,9
	КВС Этерно	42,0	34246,04	46200,0	11953,96	34,9
	КВС Раво	43,2	34246,04	47520,0	13273,96	38,8
Фолирус Актив	Московская 18	50,2	32346,04	55220,0	22873,96	70,7
	ЗУ Форзетти	55,7	32346,04	61270,0	28923,96	89,4
	КВС Этерно	46,4	32346,04	51040,0	18693,96	57,8
	КВС Раво	49,5	32346,04	53350,0	21003,96	64,9
Фолирус Макси	Московская 18	46,2	32096,04	50820,0	18723,96	58,3
	ЗУ Форзетти	48,6	32096,04	53460,0	21363,96	60,5
	КВС Этерно	43,2	32096,04	47520,0	15423,96	48,1
	КВС Раво	45,2	32096,04	49720,0	17623,96	54,9

Рентабельность при применении марки Арксойл ККР в значительно меньшей степени превышала контроль – в среднем по опыту на величину 4,2 (7,3 %) и имела

среднее значение 61,4 %. Марка Фолирус Макси практически не имела различий с контролем по рентабельности, в разные годы – уступая в 2022 и 2023 годах соответственно величины 0,2 (0,4 %) и 0,9 (1,4 %), а в 2024 году, напротив, превышая на величину 0,3 (0,5 %), в среднем по опыту показала рентабельность 57,0 % при соответствующей величине 57,2 % на необрабатываемом контроле.

Рентабельность применения препарата Лебозол-полный уход из-за его большой цены и высоких затратах на эксперимент была минимальной во все годы исследования и существенно уступала контролю от величины 11,6 (26,0 %) в 2022 году до 14,3 (22,1 %) в 2024 году, в среднем по опыту показав рентабельность 44,6 % со снижением относительно контроля на величину 12,6 (22,0 %).

Самую высокую среднюю рентабельность во все годы исследования при возделывании озимой ржи в опыте показал гибрид ЗУ Форзетти – 59,6 % в 2022 году, 78,1 % в 2023 году, 81,1 % в году и в среднем за три года 73,1 %. Превышение контрольного сорта Московская 18 составляло от 25,0 % в 2024 году до 32,7 % в 2022 году, а также величину 15,9 (27,8 %) в среднем по опыту. Рентабельность других вариантов в среднем по опыту уступала контролю величину 3,7 (6,5 %) по гибриду КВС Раво и 8,4 (14,7 %) по гибриду КВС Этерно при контрольном значении рентабельности 57,2 % при возделывании сорта озимой ржи Московская 18.

В заключение анализа экономической эффективности при возделывании озимой ржи необходимо выделить максимальную среднюю по опыту величину прибыли 28 923,96 руб./га и рентабельности 89,4 %, полученные при обработке посевов гибрида ЗУ Форзетти микроудобрением марки Фолирус Актив. При этом же сочетании факторов были получены абсолютно лучшие показатели экономической эффективности за все годы исследования – прибыль 31 893,96 руб./га и рентабельность 98,6 % в 2024 году.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Максимальная средняя урожайность озимой ржи получена на варианте при сочетании предшественник горох + норма высева 4,0 млн шт./га (53,5 ц/га); высокая урожайность так же выявлена на вариантах горох + 3,5 млн шт./га (52,9 ц/га), горох + 4,5 млн шт./га (51,5 ц/га), по другим предшественникам: яровой рапс + 4,0 млн. шт /га (47,4 ц/га), озимая пшеница + 4,0 млн шт./га (46,8 ц/га).

2. По фактору предшественник по зернобобовой культуре (горох на зерно) урожайность озимой ржи (51,7 ц/га) значительно превышала контроль (предшественник – озимая пшеница) в среднем на 6,5 ц/га (+14,4%); по предшественнику яровой рапс со средней урожайностью в 46,0 ц/га – на 0,8 ц/га (+1,8%) к контролю. По фактору норма высева, лучшим вариантом со средней урожайностью озимой ржи 49,2 ц/га и прибавкой к контролю на 3,2 ц/га (+7,0%) стал вариант с нормой высева 4,0 млн шт. /га; посев с нормой высева 3,5 млн шт. /га уступал лучшему варианту, обеспечив среднюю по опыту урожайность озимой ржи 48,5 ц/га и прибавку урожая к контролю +2,5 ц/га (+5,4%).

3. Лучшие значения основных агрофизических свойств в посевном слое опытной дерново-подзолистой почвы выявлены при размещении озимой ржи в севообороте после предшественника горох на зерно с нормой высева 3,0 млн шт./ га, что обеспечило показатели – плотность 1,29 г/см^3; влажность 18,1 %; общая порозность 50,2 % и аэрация 26,8 %.

4. Эффективное сочетание вариантов в опыте, обеспечившее наибольшие средние значения структуры урожая отмечены при размещении озимой ржи по зернобобовому предшественнику горох на зерно, где наибольшее среднее количество растений перед уборкой в опыте 228 и 236 шт./м^2 отмечено при нормах высева 4,0 и 4,5 млн шт./ га; наибольшее число зёрен в колосе 35,9 шт. и масса 1000 семян 37,5 и 37,6 г формировалась при нормах высева 3,5 и 4,0 млн шт./ га. Наибольшая площадь листовой поверхности озимой ржи в фазу кущения сформировалась при размещении культуры в севообороте по зернобобовому

предшественнику с нормой высева 3,5 и 4,0 млн шт. / га – в среднем по опыту 35330 м^2/га и 35766 м^2/га соответственно.

5. Минимальное количество сорняков в агроценозе озимой ржи – 28,1 шт./м^2 малолетних и 2,6 шт./м^2 многолетних, выявлена при сочетании нормы высева 4,0 млн шт./га и размещении озимой ржи в севообороте после гороха на зерно. При анализе данных простая линейная корреляционная зависимость урожайности озимой ржи от количества малолетних и многолетних сорняков по направлению является обратной и средней, близкой к сильной, где коэффициенты корреляции ryx = -0,686 и ryz = -0,670.

6. В опыте с обработкой агрохимикатами в посевах сорта и гибридов, максимальная урожайность озимой ржи получена на вариантах совместного применения Фолирус Актив + ЗУ Форзетти (55,7 ц/га), Арксоил ККР + ЗУ Форзетти (51,6 ц/га), Лебозол полный уход + ЗУ Форзетти (50,4 ц/га), Фолирус Актив + Московская 18 (50,2 ц/га).

7. Максимальный показатель общей выживаемости выявлен на варианте КВС Раво + Фолирус Актив (67,4%). Общая выживаемость растений озимой ржи в среднем по опыту составила 63,4%. Эффективнее других агрохимикатов на увеличение этого показателя оказали обработки Фолирус Актив, а наибольшая выживаемость зафиксирована у гибрида КВС Раво – в среднем по опыту 66,1 %.

8. В среднем, наиболее высокое содержание белка в зерне, выявлено на вариантах Фолирус Актив + КВС Этерно (10,5%), Фолирус Актив + КВС Раво (10,4%); высокая натура зерна ржи определена на вариантах Фолирус Актив + КВС Этерно (696 г/л), Фолирус Актив + КВС Раво (690 г/л), Фолирус Макси + КВС Этерно (688 г/л), низкая – на вариантах без обработки. Число падения имело обратную зависимость от содержания белка, где самые большие его величины по сорту и гибридам отмечены на контрольном необработанном фоне, а применение агрохимикатов снижало этот показатель. Простая линейная связь между содержанием белка (Y) и числом падения (X) являлась сильной и обратной по направлению – коэффициент корреляции в среднем за годы r = -0,981 (D = 96,24 %).

9. Энергетически эффективное возделывание озимой ржи в опыте было возможно при размещении культуры в севообороте после гороха на зерно с нормами высева, где коэффициенты энергетической эффективности превышают величину 5,6 и составляют при норме 3,5 млн шт./ га – 5,67, и при норме высева 4,0 млн шт. /га – 5,64.

10. Высокий уровень рентабельности получен при размещении озимой ржи в севообороте после гороха на зерно и использовании норм высева 3,5 и 4,0 млн шт./ га – 72,1 и 72,6 % соответственно. В опыте с агрохимикатами максимальный уровень рентабельности получен при обработке посевов с гибридом ЗУ Форзетти жидким комплексным минеральным удобрением Фолирус Х марки: Фолирус Актив (89,4%).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях Центральной части Нечерноземной зоны России с целью получения устойчивого урожая зерна озимой ржи предлагается:

– рекомендовать размещение посевов озимой ржи в севообороте после гороха на зерно с нормами высева 3,5 млн шт./ га и 4,0 млн шт./ га;

– высевать наиболее продуктивные гибрид ЗУ Форзетти и сорт Московская 18 в комплексе с обработкой посевов жидким комплексным минеральным удобрением Фолирус Х марки: Фолирус Актив, в дозе 3,0 л/га, осенью в фазу кущения и повторно весной – при появлении флагового листа, с нормой расхода рабочей жидкости 250 л/га.

При таком сочетании факторов обеспечивается оптимальное соответствие урожайности озимой ржи с качественными показателями зерна культуры, экономической и биоэнергетической эффективности применяемой технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабайцева, Т.А. Качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания / Т.А. Бабайцева, М.В. Курылев, А.Г. Курылева. – Текст : непосредственный // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3 (79). – С. 5–13.

2. Бебякин, В.М. Методические подходы к оценке качества зерна озимой ржи в процессе селекции / В.М. Бебякин, Т.Б. Кулеватова, С.В. Осипова. – Текст : непосредственный // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. – Саратов, 2008. – Вып. 10. – С. 24–27.

3. Беленков, А.И. Влияние технологии возделывания озимой ржи на рост, развитие и урожайность в длительном полевом опыте / А.И. Беленков, А.А. Хрунов, А.А.-Г. Аббас Убайд. – Текст : непосредственный // Кормопроизводство. – 2023. – № 2. – С. 28–32.

4. Беленков, А.И. Системы удобрений и мелиорантов в полевых опытах РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева / А. И. Беленков, Д. В. Берёза, А.А.-Г. Аббас Убайд. – Текст : непосредственный // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса : коллективная монография. – Иваново : ПресСто, 2022. – С. 84–87.

5. Белоус, И.Н. Влияние систем удобрения озимой ржи на урожайность и технологические качества зерна / И.Н. Белоус, Л.П. Харкевич, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 3 (57). – С. 3–8.

6. Белоус, И.Н. Мониторинг радиационной обстановки и плодородия почв пашни Новозыбковской опытной станции / И.Н. Белоус, П.В. Прудников. – Текст : непосредственный // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 1 (71). – С. 3–8.

7. Белоус, И.Н. Оценка систем удобрения при возделывании озимой ржи в условиях радиоактивного загрязнения территорий / И.Н. Белоус, Л.П. Харкевич, В.Б. Коренев. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2017. – № 3. – С. 2–5.

8. Бовина, Н.В. Агроэкологическая оценка влияния различных систем удобрения на гумусовое состояние почвы и урожай озимой ржи в длительном полевом опыте / Н.В. Бовина, А.В. Усков. – Текст : непосредственный // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ученых А.И. Горбылевой, Ю.П. Сиротина и В.И. Тюльпанова. – Горки : БГСХА, 2019. – С. 161–163.

9. Бовина, Н.В. Агроэкологическая оценка гумусового состояния дерново-подзолистой почвы / Н.В. Бовина, В.А. Черников, С.Л. Белопухов. – Текст : непосредственный // Известия ТСХА. – 2018. – № 2. – С. 18–33.

10. Боме, Н.А. Влияние бурой ржавчины на изменчивость количественных признаков листьев озимых форм ржи и пшеницы / Н.А. Боме, О.А. Шаптала. – Текст : непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2003. – № 3. – С. 59–60.

11. Борин, А.А. Агротехнологии разной интенсивности и урожайность зерновых культур на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья / А.А. Борин, А.Э. Лощинина. – Текст : непосредственный // Аграрная Россия. – 2020. – № 12. – С. 3–8.

12. Боронтов, О.К. Влияние основной обработки почвы на накопление питательных веществ культурами плодосменного севооборота в ЦЧР / О.К. Боронтов, П.А. Косякин, Е.Н. Манаенков, С.Ю. Плотников. – Текст : непосредственный // Наука : сборник научных трудов. – Воронеж, 2017. – С. 40–53.

13. Браилова, И.С. Особенности продукционного процесса у разных морфотипов озимой ржи / И.С. Браилова, Е.А. Тороп, С.А. Кузьменко. – Текст : непосредственный // Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур : материалы Международной конференции молодых ученых. – Ростов-на-Дону : Книга, 2017. – С. 21–25.

14. Бульдяева, О.А. Устойчивость озимой ржи к ржавчинным заболеваниям / О.А. Бульдяева. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы биологии и

экологии : тезисы докладов XII молодежной научной конференции. – Сыктывкар, 2005. – С. 39–40.

15. Бульдяева, О.А. Устойчивость растений озимой ржи к поражению фитопатогенными грибами в раннем онтогенезе (на примере грибов рода Puccinia) / О.А. Бульдяева. – Текст : непосредственный // Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона : материалы Международной научной конференции. –Тюмень : ИПЦ «Экспресс», 2004. – С. 341–342.

16. Вершинина, Т.С. Перезимовка и урожайность зерна озимых ржи и тритикале в зависимости от срока посева / Т.С. Вершинина, С.Л. Елисеев, В.А. Попов, О.В. Фотина. – Текст : непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 3 (15). – С. 11–16.

17. Виноградова, В.С. Продуктивность озимого тритикале при использовании приемов обработки посевов водорастворимыми удобрениями / В.С. Виноградова, И.С. Новожилов, А. Влах, В.А. Савельева. – Текст : электронный // АгроЭкоИнфо : Электронный научно-производственный журнал. – 2020. – № 4 (42). – URL : http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/ 4/st_ 431.pdf (дата обращения : 12.04.2025).

18. Витковская, С.Е. Влияние различных доз органических и минеральных удобрений на распределение цинка в системе «дерново-подзолистая почва – растения озимой ржи» / С.Е. Витковская, К.Ф. Шаврина. – Текст : электронный // Агрофизика. – 2017. – № 3. – С. 4–12.

19. Витковская, С.Е. Динамика кислотности дерново-подзолистой почвы в зависимости от дозы известкового мелиоранта / С.Е. Витковская, К.Ф. Шаврина. – Текст : непосредственный // Агрофизика. – 2021. – № 1. – С. 1–6.

20. Влияние различных способов и форм применения азотных удобрений на урожайность зерновых культур / Н.В. Гоман, И.А. Бобренко, В.И. Попова [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 3 (47). – С. 15–23.

21. Володина, Т.И. Влияние различных систем удобрения на гумусовое состояние дерново-подзолистых почв Псковской области / Т.И. Володина, О.В. Чухина,

А.И. Демидова. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2020. – № 3. – С. 19–24.

22. Володина, Т.И. Потребление азота, сбор протеина культурами севооборота под влиянием минеральной и органических систем удобрений / Т.И. Володина, О.В. Чухина, А.И. Демидова. – Текст : электронный // Молочнохозяйственный вестник : электронный журнал. – 2019. – № 4 (36). – С. 31–45. – URL: molochnoe.ru/journal (дата обращения : 12.04.2025).

23. Воронов, С.И. Возделывание озимой ржи при различных уровнях интенсификации в Центральном Нечерноземье / С.И. Воронов, И.В. Киричкова, С.Ю. Новиков. – Текст : непосредственный // Аграрная Россия. – 2023. – № 11. – С. 3–6.

24. Гармаш, Н.Ю. Листовые обработки в интенсивных технологиях растениеводства / Н.Ю. Гармаш, М.П. Политыко, Г.А. Гармаш [и др.]. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2020. – № 5. – С. 38–40.

25. Гоман, Н.В. Оптимизация микроэлементного питания озимой ржи / Н.В. Гоман, Е.П. Болдышева, И.А. Бобренко. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы научного обеспечения земледелия Западной Сибири : материалы Международной научно-практической конференции. – Омск : Изд-во ИП Макшеева Е.А., 2020. – С. 61–68.

26. Гоман, Н.В. Почвенная диагностика цинкового питания озимой ржи / Н.В. Гоман, Е.П. Болдышева, И.А. Бобренко. – Текст : непосредственный // Экологические чтения – 2019 : сборник трудов X Национальной научно-практической конференции (с международным участием). – Омск : Изд-во ФГБОУ ВО ОмГАУ, 2019. – С. 91–96.

27. Гончаренко, А.А. Оценка экологической устойчивости, стабильности и пластичности сортов озимой ржи по признакам качества зерна / А.А. Гончаренко, А.В. Макаров, М.А. Кузьмич [и др.]. – Текст : непосредственный // Российская сельскохозяйственная наука. –2020. – № 4. – С. 3–9.

28. Горнич, Е.А. Влияние основной обработки почвы, удобрений и последействия гербицидов на засоренность посевов полевых культур / С.В. Щукин,

Е.А. Горнич, А.М. Труфанов [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2020. – № 57 (1). – С. 25–32.

29. Горнич, Е.А. Влияние ресурсосберегающих приемов основной обработки, удобрений и гербицидов на динамику агрофизических свойств дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почвы и показатели обилия сорных растений в посевах полевых культур / Е.А. Горнич. – Текст : электронный // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2020». – Москва : МАКС Пресс, 2020. – URL: https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2020/data/section_23_19405.htm. (дата обращения : 12.04.2025).

30. Горнич, Е.А. Оценка действия энергосберегающих технологий основной обработки почвы на содержание органического вещества и агрофизические показатели плодородия / С.В. Щукин, Е.А. Горнич, А.М. Труфанов, А.Н. Воронин. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 4 (56). – С. 119–127.

31. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введен 01.07.82. – Москва : ИПК «Издательство стандартов», 2004. – С. 32–60. – Текст : непосредственный.

32. ГОСТ 16990-2017. Рожь. Технические условия. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/65485/ (дата обращения : 12.01.2026). – Текст : электронный.

33. ГОСТ 26107-84. Почвы. Определения общего азота. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200023433 (дата обращения : 06.09.2025). – Текст : электронный.

34. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – URL: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f09/4294828267.pdf (дата обращения : 06.09.2025). – Текст : электронный.

35. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. – URL: https://docs.cntd.ru/document/ 1200023490 (дата обращения : 06.09.2025). – Текст : электронный.

36. ГОСТ Р 53049-2008. Рожь. Технические условия. – URL: https://вторая индустриализация.рф/gost-r-53049-2008-rozh-tehnicheskie-usloviya (дата обращения : 09.009.2025). – Текст : электронный.

37. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200094361 (дата обращения : 06.09.2025). – Текст : электронный.

38. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации : справочное издание. – Москва, 2021. – 803 с. – Текст : непосредственный.

39. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации : справочное издание. – Москва, 2025. – 1363 с. – Текст : непосредственный.

40. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Том 1 : Сорта растений / Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений. – Москва : Росинформагротех, 2022. – 646 с. – Текст : непосредственный.

41. Гурин, А.Г. Роль бобовых предшественников в повышении биологической активности серой лесной почвы / А.Г. Гурин, И.М. Чадаев. – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1 (29). – С. 21–25.

42. Дедова, Е.М. Роль защитных мероприятий и мониторинг в агроценозах озимых зерновых культур в борьбе со злаковыми мухами / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов, Е.М. Дедова. – Текст : непосредственный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 68–76.

43. Дзанагов, С.Х. Агрохимия : учебник для вузов / С.Х. Дзанагов. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 376 с.: ил. – Текст : непосредственный.

44. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с. – Текст : непосредственный.

45. Драганская, М.Г. Сравнительная урожайность сортов озимой ржи на легких почвах дерново-подзолистого типа / М.Г. Драганская, В.Н. Адамко, С.А. Бельченко. – Текст : непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55, № 2 (315). – С. 59–66.

46. Жолобова, М.С. Влияние сроков посева и норм высева семян на урожайность озимых культур в условиях Свердловской области / М.С. Жолобова. – Текст : непосредственный // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка : материалы Всероссийской научной конференции. – Екатеринбург, 2012. – С. 151–154.

47. Завалин, А.А. Азотное питание и прогноз качества зерновых культур / А.А. Завалин, А.В. Пасынков. – Москва : ВНИИА, 2007. – 208 с. – Текст : непосредственный.

48. Захаров, Н. Г. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы в условиях среднего Поволжья / Н.Г. Захаров, Н.А. Хайртдинова. – Текст : непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3 (51). – С. 41–46.

49. Захаров, Н.Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна нового сорта озимой пшеницы Студенческая нива / Н.Г. Захаров, Н.Н. Захарова, Н.А. Хайртдинова. – Текст : непосредственный // Аграрная наука и образование на современном этапе развития : материалы XIII Международной научно-практической конференции. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2023. – С. 20–24.

50. Иванов, Д.А. Зависимость продуктивности озимой ржи от ландшафтных и климатических условий / Д. А. Иванов, О. Н. Анциферова, К. С. Курпас. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2025. – № 2. – С. 3–7.

51. Иванова, А.В. Влияние агротехнического фактора на урожайность и вынос серы в звене севооборота озимая рожь – картофель – ячмень / А.В. Иванова, В.В. Ефремов, С.В. Васильева, Н.С. Грухина. – Текст : непосредственный // Актуальные

вопросы совершенствования технологии и переработки продукции сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2014. – С. 30–31.

52. Изучение сортов озимой ржи по биологическим и хозяйственно ценным признакам / Д. А. Жиганов, Н. Н. Нуждина, В. Н. Нечаев, Т. Я. Ермолаева. – Текст : непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 12. – С. 37–42.

53. Интегральная оценка адаптивного потенциала сортов озимой ржи по технологическим признакам качества зерна / А.А. Гончаренко, А.В. Макаров, Н.В. Цыганкова [и др.]. – Текст : непосредственный // Российская сельскохозяйственная наука. – 2025. – № 2. – С. 16–21.

54. Исмагилов, Р.Р. Сравнительный анализ формирования урожайности озимых зерновых культур в южной лесостепи Республики Башкортостан / Р.Р. Исмагилов, В.Х. Абдуллоев. – Текст : непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (57). – С. 11–16.

55. Исмагилов, К.Р. Реакция озимой ржи на изменение почвенно-климатических условий / К. Р. Исмагилов, Р. Р. Каюмова. – Текст : непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 10 (211). – С. 82–89.

56. Исмагилов, Р.Р. Вязкость водного экстракта и содержание питательных веществ в зерне озимой ржи при экструдировании / Р.Р. Исмагилов, К.В. Малютина. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (73). – С. 74–77.

57. Калиненко, Н.А. Влияние абиотических факторов на продуктивные качества озимой ржи в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н.А. Калиненко, Н.И. Ложкина. – Текст : непосредственный // Естественные науки и экология. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2006. – С. 128–132.

58. Калиненко, Н.А. Характер развития листостеблевых болезней зерновых культур при длительном применении средств химизации в южной лесостепи Западной Сибири / Н.А. Калиненко, Н.И. Ложкина. – Текст : непосредственный // Проблемы биологии, экологии и образования: история и современность : материалы Международной научной конференции. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 170–172.

59. Келер, В.В. Технология производства продукции растениеводства : учебник для вузов / В.В. Келер. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2025. – 266 с. – Текст : непосредственный.

60. Кидин, В.В. Агрохимия : учебник / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – Москва : Проспект, 2024. – 608 с. – Текст : непосредственный.

61. Кобылянский, В.Д. Морфологические особенности низкопентозанового зерна ржи / В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина, И.М. Никонорова. – Текст : непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – Т. 182, вып. 2. – С. 123–130.

62. Коренев, Г.В. Биологическое обоснование сроков и способов уборки зерновых культур / Г. В. Коренев. – Москва : Колос, 1971. – 160 с. – Текст : непосредственный.

63. Кузнецов, П.Н. Роль основной обработки почвы, гербицидов и стимуляторов роста в повышении продуктивности озимых зерновых культур / П.Н. Кузнецов, Л.М. Соловьева. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии в АПК региона: достижения, проблемы, перспективы развития : материалы Национальной научно-практической конференции. – Тверь : Тверская ГСХА, 2021. – С. 83–87.

64. Кузьминых, А.Н. Урожайность и качество викозлаковых агроценозов в условиях дерново-подзолистой почвы Нечернозёмной зоны / А.Н. Кузьминых, Г.И. Пашкова. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (65). – С. 52–55.

65. Кузьминых, А.Н. Фитосанитарное состояние агроценоза озимой ржи в зависимости от паровых предшественников / А.Н. Кузьминых. – Текст : непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6. – С. 111–117.

66. Кузьминых, А.Н. Формирование урожая озимой ржи в зависимости от видов пара / А.Н. Кузьминых. – Текст : непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 2 (39). – С. 34–36.

67. Курылев, М.В. Урожайность и качество семян сортов озимой пшеницы под влиянием агротехнологических приемов / М.В. Курылев, Т.А. Бабайцева,

А.Г. Курылева, А.М. Ленточкин. – Текст : непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2025. – № 1 (49). – С. 60–69.

68. Лазарев, А.П. Влияние влагообеспеченности чернозёма обыкновенного и агрометеорологических условий на урожай озимой ржи / А.П. Лазарев, Ю.И. Абрашин. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение агропромышленного комплекса Тюменской области. – Новосибирск, 2003. – С. 57–68.

69. Лазарев, А.П. Скорость разложения послеуборочных остатков полевых культур в черноземах за осенне-весенний и годовой периоды / А.П. Лазарев, Д.Р. Майсямова. – Текст : непосредственный // Почвоведение. – 2006. – № 6. – С. 751–757.

70. Лазарев, А.П. Химический состав, скорость минерализации пожнивных, корневых остатков и влияние их и соломы на урожай / А.П. Лазарев. – Текст : непосредственный // Биологические источники элементов минерального питания растений : материалы Международной научной конференции. – Новосибирск, 2006. – С. 167–173.

71. Личикаки, В.М. Перезимовка озимых культур / В.М. Личикаки. – Москва : Колос, 1974. – 207 с., ил. – Текст : непосредственный.

72. Ложкина, Н.И. Влияние вариантов основной обработки почвы и применения средств химизации на содержание питательного режима озимой ржи (сорта Сибирь) по чистому пару в южной лесостепи Западной Сибири / Н.И. Ложкина, Л.В. Юшкевич, Н.А. Калиненко. – Текст : непосредственный // Омская биологическая школа. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2006. – С. 41–47.

73. Ложкина, Н.И. Меры борьбы с сорной растительностью в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н.И. Ложкина, Н.А. Калиненко, А.С. Прокуратова, О.Е. Кольс. – Текст : непосредственный // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития : материалы Международной научно-практической конференции. – Ишим : ИГПИ имени П.П. Ершова, 2006. – С. 36–38.

74. Ложкина, Н.И. Роль минимальной обработки почвы и комплексной химизации при выращивании озимой ржи в южной лесостепи Западной Сибири /

Н.И. Ложкина, Н.А. Калиненко, Л.В. Юшкевич. – Текст : непосредственный // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона : материалы Международной научной конференции. – Омск : Наука, 2006. – С. 185–188.

75. Майсямова, Д.Р. Влияние соломы на численность микроорганизмов чернозема обыкновенного при минимальной обработке / Д.Р. Майсямова, А.П. Лазарев. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 6 (48). – С. 33–35.

76. Майсямова, Д.Р. Фенолоксидазная активность основных типов почв лесостепи Северного Зауралья в агробиоценозах / Д.Р. Майсямова, Н.В. Абрамов, А.П. Лазарев. – Текст : непосредственный // Вестник Тюменской ГСХА. – 2008. – № 1 (4). – С. 16–19.

77. Малютина, К.В. Способы снижения антипитательных веществ в зерне озимой ржи / К.В. Малютина, Р.Р. Исмагилов. – Текст : непосредственный // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Ч. I. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2017. – С. 60–65.

78. Малявко, Г.П. Влияние удобрений и средств защиты растений на содержание 137Cs и тяжелых металлов в зерне озимой ржи / Г.П. Малявко, В.Ф. Шаповалов, И.Н. Белоус, В.Н. Адамко. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 5 (35). – С. 45–49.

79. Малявко, Г.П. Учебно-методическое пособие по курсу «Агроэнергети-ка» для студентов агроэкологического института / Г.П. Малявко. – Брянск : Изд-во Брянской ГСХА, 2010. – 36 с. – Текст : непосредственный.

80. Малявко, Г.П. Эффективность агрохимических средств при возделывании озимой ржи на техногенно загрязненной почве / Г.П. Малявко, И.Н. Белоус, В.Ф. Шаповалов. – Текст : непосредственный // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 6 (76). – С. 3–8.

81. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур. – Вып. 2: Зерновые,

крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / М.А. Федин [и др.]. – Москва, 1989. – 194 с. – Текст : непосредственный.

82. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Выпуск первый / А.М. Федин, Ю.А. Роговский, Л.В. Исаева [и др.]. – Москва : ООО «Группа компаний Море», 2019. – 385 с. – Текст : непосредственный.

83. Методики агрономических исследований : учебно-методическое пособие / сост. А. М. Ленточкин [и др.] ; отв. за выпуск А. М. Ленточкин. – Ижевск : ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 2018. – 172 с. – Текст : непосредственный.

84. Методические рекомендации по расчету баланса гумуса и потребности в удобрениях / П.Д. Попов, А.И. Жуков, С.М. Лукин, В.В. Мосалева. – Владимир, 1987. – 16 с. – Текст : непосредственный.

85. Набатова, Н.А. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по экологической устойчивости в условиях Кировской области / Н.А. Набатова, Е.И. Уткина, Е.С. Парфенова [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 5. – С. 655–665.

86. Нечаева, Е.Х. Физиология растений / Е.Х. Нечаева, В.М. Царевская, О.Л. Салтыкова. – Кинель : Самарский государственный аграрный университет, 2019. – 118 с. – Текст : непосредственный.

87. Новиков, С.Ю. Влияние интенсивной и высокоинтенсивной технологии возделывания озимой ржи на хлебопекарные качества получаемого урожая / С.Ю. Новиков, С.И. Воронов, Г.А. Гармаш. – Текст : непосредственный // Высшая школа: научные исследования : сборник трудов Международной научной конференции : в 2 т. – Москва : Инфинити, 2023. – Т. 2. – С. 159–165.

88. Новиков, С.Ю. Отзывчивость сортов озимой ржи и озимой пшеницы селекции ФИЦ «Немчиновка» на различные уровни минерального питания / С.Ю. Новиков, А.В. Соломатин, Н.Ю. Гармаш [и др.]. – Текст : непосредственный // Агрофизический институт: 90 лет на службе земледелия и растениеводства : материалы Международной научной конференции. – Санкт-Петербург : ФГБНУ АФИ, 2022. – С. 452–455.

89. Новиков, С.Ю. Эффективность агротехнологий разной интенсивности в формировании высокопродуктивных агробиоценозов озимой ржи в условиях Центрального Нечерноземья : автореферат диссертации … кандидата сельскохозяйственных наук : 4.1.1 / Новиков Сергей Юрьевич. – Москва, 2024. – 24 с. – Текст : непосредственный.

90. Новожилов, И.С. Биологическая активность почвы при использовании органоминеральных и водорастворимых удобрений в агрофитоценозе озимого тритикале / И.С. Новожилов, В.С. Виноградова, С.С. Макаров. – Текст : электронный // АгроЭкоИнфо : электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 1 (55). – URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (дата обращения : 20.05.2024).

91. Новожилов, И.С. Функциональная диагностика баланса элементов питания в растениях и урожайность зерна озимой тритикале при использовании водорастворимых удобрений / И.С. Новожилов, В.С. Виноградова. – Текст : электронный // АгроЭкоИнфо : Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 6 (54). – URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/6/st_616.pdf (дата обращения : 20.05.2024).

92. Новоселов, С.И. Баланс серы в севооборотах с различными видами паров / С.И. Новоселов, А.В. Иванова, Н.И. Толмачев. – Текст : непосредственный // Вестник Марийского ГУ. – Серия : Сельскохозяйственные науки. – 2016. – Т. 1, № 5. – С. 39–43.

93. Новоселов, С.И. Влияние видов пара и способов основной обработки почвы на агрофизические свойства почвы в севообороте / С.И. Новоселов, А.Н. Кузьминых. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения : материалы Международной научной конференции. – Выпуск XX. – Йошкар-Ола : Марийский ГТУ, 2018. – С. 3–6.

94. Новый сорт озимой ржи Красноярская универсальная / В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина, М.А. Тимина [и др.]. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 7. – С. 13–16.

95. Норма высева – фактор, определяющий агроэкономическую эффективность возделывания гибрида F1 озимой ржи Немчиновский 1 в технологиях разного уровня интенсивности / В. Н. Капранов, А. В. Зеленев, Е. Ф. Киселев [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 2 (74). – С. 67–75.

96. Озимая рожь. Возделывание, использование на пищевые, кормовые и технические цели. Проблемы и решения / В. М. Косолапов, А. И. Фицев, Л. И. Кедрова [и др.].– Москва : Росинформагротех, 2007. – 170 с. – Текст : непосредственный.

97. Осипова, С.В. Эффективность смешивания муки из зерна озимой ржи и яровой мягкой пшеницы по критериям качества подового хлеба на сортовом уровне / С.В. Осипова, В.М. Бебякин, Т.Б. Кулеватова. – Текст : непосредственный // Нива Татарстана. – 2008. – № 2-3. – С. 53–54.

98. Оценка гибридного материала на перспективность использования в селекции / Д.А. Жиганов, Т.Я. Ермолаева, Н.Н. Нуждина [и др.]. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений : материалы V Национальной научно-практической конференции. – Саратов, 2024. – С. 101–106.

99. Пакшина, С.М. Влияние транспирации на содержание макро- и микроэлементов в зерне озимой ржи / С.М. Пакшина, Г.П. Малявко, И.Н. Белоус. – Текст : непосредственный // Вестник Брянской ГСХА. – 2017. – № 4 (62). – С. 7–16.

100. Парфенов, Е.С. Экологическая пластичность и стабильность сортов озимой ржи по регенерационной способности и урожайности в Кировской области / Е.С. Парфенов, Е.И. Уткина, Л.И. Кедрова. – Текст : непосредственный // Владимирский земледелец. – 2019. – № 1. – С. 39–43.

101. Пасынков, А.В. Влияние возрастающих уровней минерального питания на качество различных фракций зерна озимой ржи / А.В. Пасынков, Е.Н. Пасынкова. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2023. – № 3. – С. 43–52.

102. Пасынков, А.В. Изменение фракционного состава зерна озимой ржи, выращенного на фоне возрастающих уровней минерального питания / А.В. Пасынков, Е.Н. Пасынков. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2022. – № 1. – С. 58–65.

103. Пасынков, А.В. Способ улучшения качества зерна озимой ржи / А.В. Пасынков, Е.Н. Пасынкова. – Текст : непосредственный // Наше сельское хозяйство. – 2016. – № 17 (145). – С. 35–39.

104. Патент № 2849826 C1. Российская Федерация, МПК A01G 22/20, A01B 79/02. Способ выращивания озимой ржи сорта Арга : заявл. 19.08.2025 : опубл. 30.10.2025 / А. Г. Липшин, Н. С. Козулина, А. В. Василенко [и др.] ; заявитель ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». – Текст : непосредственный.

105. Пашкова, Г.И. Особенности формирования урожая озимой ржи в зависимости от парового предшественника / Г.И. Пашкова, А.Н. Кузьминых. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 3 (145). – С. 7–11.

106. Пашкова, Г.И. Экономическая эффективность возделывания озимой ржи по различным паровым предшественникам / Г.И. Пашкова, А.Н. Кузьминых. – Текст : непосредственный // Вестник Марийского государственного университета. – 2017. – Т. 3, № 1 (9). – С. 47–51.

107. Песцов, Г.В. Фитопатология и карантин растений / Г.В. Песцов, Н.Н. Жуков, О.И. Бойкова. – Тула : Тульский государственный университет, 2019. – 92 с. – Текст : непосредственный.

108. Пинчук, Л.Г. Структура урожайности озимой ржи на фоне обработки семян и посевов биоудобрением Нагро / Л. Г. Пинчук, А. В. Пьяных, И. А. Сергеева. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 12. – С. 56–59.

109. Пинчук, Л.Г. Экономическая оценка применения биоорганического наноудобрения Нагро при возделывании озимой ржи в Кузнецкой лесостепи / Л. Г. Пинчук, А. В. Пьяных. – Текст : непосредственный // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XVIII

Международной научно-практической конференции. – Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2019. – С. 98–102.

110. Плотников, С.Ю. Влияние культур севооборота и основной обработки почвы на формирование элементов эффективного плодородия чернозёма выщелоченного ЦЧР : автореферат диссертации … кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Плотников Сергей Юрьевич. – Рамонь, 2021. – 28 с. – Текст : непосредственный.

111. Пономарева, М.Л. Изучение содержания пентозанов в зерне популяционных сортов озимой ржи различными методами / М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев, Л.Ф. Гильмуллина. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 10–13.

112. Потапова, Г.Н. Продуктивность и адаптивность сортов озимой ржи на Среднем Урале / Г.Н. Потапова, К.А. Галимова, Н.Л. Зобнина. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 10. – С. 28–33.

113. Применение макро- и микроудобрений при возделывании зерновых культур в Омской области : рекомендации производству / И.А. Бобренко, Н.В. Гоман, В.П. Кормин [и др.]. – Омск : Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2021. – 44 с. – Текст : непосредственный.

114. Применение органоминеральных стимуляторов для формирования высокотехнологичной системы питания сельскохозяйственных культур : рекомендации производству / И.А. Бобренко, В.П. Кормин, Н.В. Гоман [и др.]. – Омск : Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2023. – 44 с. – Текст : непосредственный.

115. Пьяных, А.В. Экономическая оценка применения биоорганического наноудобрения Нагро при возделывании озимой ржи в Кузнецкой лесостепи / А.В. Пьяных, Л.Г. Пинчук // Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. – Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2019. – С. 98–102.

116. Радовня, О.С. Актуальные направления селекции озимой ржи / О.С. Радовня. – Текст : непосредственный // Природная среда Полесья:

особенности и перспективы развития : тезисы докладов V Международной научной конференции. – Брест : Альтернатива, 2010. – С. 33.

117. Радовня, О.С. Изменение качества зерна современных сортов озимой ржи при перестое на корню / О.С. Радовня. – Текст : непосредственный // Совершенствование приемов увеличения производства сельскохозяйственной продукции в Минской области : сборник научных трудов РУП «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси». – Вып. 5. – 2012. – С. 25–30.

118. Радовня, О.С. Изучение исходного материала диплоидной озимой ржи для селекции на целевое использование / О.С. Радовня, Э.П. Урбан, В.А. Радовня. – Текст : непосредственный // Вестник БГСХА. – 2018. – № 1. – С. 108–113.

119. Радовня, О.С. Создание исходного материала озимой ржи для селекции сортов зернового и зеленоукосного использования : автореферат диссертации … кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.05 / Радовня Оксана Семёновна. – Жодино, 2018. – 24 с. – Текст : непосредственный.

120. Растениеводство. Практикум : учебно-методическое пособие / В. Г. Таранухо, С. С. Камасин, А. А. Пугач [и др.]. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – 373 с. – Текст : непосредственный.

121. Результаты изучения селекционного материала озимой ржи на качество зерна / Д.А. Жиганов, Н.Н. Нуждина, В.Н. Нечаев [и др.] // Приоритетные направления повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости аграрной отрасли : материалы Международной научной конференции. – Санкт-Петербург : Изд. дом «Сциентиа», 2025. – С. 63–68.

122. Рожь озимая Укосная : авторское свидетельство №0004012 / О.С. Радовня, В.Л. Копылович, Н.М. Шестак [и др.]. ; РНДУП «Полесский институт растениеводства». – № 2009017; заявл. 11.08.2008 ; приказ Минсельхозпрода Республики Беларусь от 05.09.2011 № 337 / Комитет по гос. испытанию и охране сортов растений. – Текст : непосредственный.

123. Романова, И.Н. Формирование урожайности и качества зерна разных сортов озимой ржи в зависимости от сроков посева / И.Н. Романова, С.Е. Терентьев. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 13–15.

124. Савоськина, О.А. Действие факторов интенсификации полеводства на урожайность озимой ржи в условиях длительного полевого опыта / О.А. Савоськина, В.А. Шевцов. – Текст : непосредственный // Доклады ТСХА. – Вып. 286. – Москва : Изд-во РГАУ – МСХА, 2015. – С. 66–68.

125. Сазонкин, К.Д. Роль удобрений в повышении урожая полевых культур / К.Д. Сазонкин, С.С. Чернопятов, А.В. Голубкова. – Текст : непосредственный // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы : материалы IV Всероссийской конференции. – Омск : Изд-во ФГБОУ ВО «Омский ГАУ», 2024. – С. 167–172.

126. Сафонова, И.В. Уровень качества зерна и дифференциация образцов озимой ржи по адаптивной способности в Северо-Западном федеральном округе / И.В. Сафонова, Н.И. Аниськов. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24, № 10. – С. 1289–1301.

127. Сафронова, Д.Р. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д.Р. Сафронова, С.С. Чернопятов, Е.И. Лупова. – Текст : непосредственный // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024. – Т. 1. – С. 313–317.

128. Ситников, В.А. Использование зерна озимой ржи экструзионной обработки в кормлении коров : монография / В.А. Ситников, Н.А. Морозков. – Пермь : ИПЦ «Прокростъ», 2016. – 134 с. – Текст : непосредственный.

129. Соколов, И.Д. Адаптация земледелия Луганщины к изменению количества осадков / И.Д. Соколов, Е.Д. Долгих, О.М. Медведь, Г.А. Стародворов. – Текст : непосредственный // Научный вестник ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет». – 2020. – № 8 (1). – С. 184–195.

130. Соломатин, А.В. Влияние средств защиты растений на отзывчивость сортов зерновых культур при возделывании по технологиям разной степени интенсивности / А.В. Соломатин, С.Ю. Новиков, Н.Ю. Гармаш [и др.]. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2022. – № 6 (129). – С. 29–32.

131. Сорт озимой ржи Арга / В.Д. Кобылянский, М.А. Тимина, О.В. Солодухина, А. А. Чуслин. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2025. – Т. 17, № 4. – С. 5–9.

132. Стародворов, Г.А. Влияние температуры атмосферного воздуха на тепловой режим почвы в Луганской области / Г.А. Стародворов. – Текст : непосредственный // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – 2016. – № 4 (45). – С. 139–143.

133. Стародворов, Г.А. Экологическая реакция озимой пшеницы на изменение условий внешней среды в северной части Донецкого кряжа / Г.А. Стародворов, С.В. Кадыров. – Текст : непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2021. – № 12. – С. 53–58.

134. Старцева, А.В. Влияние агропрепаратов на фотосинтетическую деятельность посевов озимой тритикале в Среднем Предуралье / А.В. Старцева, Э.Д. Акманаев. – Текст : непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 9. – С. 25–31.

135. Старцева, А.В. Влияние биологических препаратов на урожайность и качество зерна озимой тритикале в условиях Среднего Предуралья / А.В. Старцева, Э.Д. Акманаев. – Текст : электронный // Дневник науки. – 2025. – № 8 (104). – URL: https://dnevniknauki.ru/images/publications/2025/8/agriculture/Startseva_Akmanaev.pdf (дата обращения : 20.12.2025).

136. Старцева, А.В. Особенности осеннего развития тритикале озимой при использовании биологических препаратов в условиях среднего Предуралья / А.В. Старцева, Э. Д. Акманаев, Г. П. Майсак. – Текст : непосредственный // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – № 4 (44).

137. Старцева, А.В. Урожайность зерна озимой тритикале в зависимости от способа и срока применения агропрепаратов в Среднем Предуралье / А.В. Старцева,

Э.Д. Акманаев. – Текст : непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2024. – № 4 (48). – С. 45–51.

138. Степанов, С.А. Озимая рожь. Морфолого-анатомические и физиологические аспекты продуктивности / С.А. Степанов, А.М. Каргатова. – Саратов : Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, 2023. – 212 с. – Текст : непосредственный.

139. Ступко, В.Ю. Предварительная оценка фотосинтетических особенностей сортов озимой ржи селекции Красноярского НИИСХ / В.Ю. Ступко, М.А. Тимина, Н.А. Нешумаева. – Текст : непосредственный // Достижения науки и технологий-ДНиТ-11-2023 : материалы II Всероссийской научной конференции. – Выпуск 7. – Красноярск : Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений, – 2023. – С. 556–563.

140. Сысуев, В.А. Озимая рожь – основа здоровья населения и продовольственной независимости России / В.А. Сысуев, Е.И. Уткина, Т.К. Шешегова. – Текст : непосредственный // Вестник Российской академии наук. – 2025. – № 1. – С. 16–27.

141. Таланов, П.И. Влияние агрохимикатов и электромагнитных полей КВЧ диапазонов при предпосевной обработке семян и фонов питания на формирование урожайности озимой ржи / П.И. Таланов, Ф.Ш. Фасхутдинов, Г.С. Миннуллин, И.П. Таланов. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2016. – № 6. – С. 46–49.

142. Таланов, П.И. Особенности формирования урожайности озимой ржи при различных способах предпосевной обработки семян и фонов питания / П.И. Таланов, Ф.Н. Сафиоллин, И.М. Габдрахманов. – Текст : непосредственный // Материалы Международной научно-практической конференции Казанского ГАУ, посвященной памяти профессора А.А. Зиганшина. – Казань, 2015. – С. 118–121.

143. Терентьев, С.Е. Продукционный процесс и технологическая оценка зерна новых сортов озимой ржи в Центральном регионе России : автореферат диссертации … кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.09; 05.18.01 / Терентьев Сергей Евгеньевич. – Москва, 2007. – 20 с. – Текст : непосредственный.

144. Тимина, М.А. Влияние нормы высева семян на основные хозяйственно ценные признаки сортов озимой ржи / М. А. Тимина, А. А. Чуслин. – Текст : непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 9 (198). – С. 40–46.

145. Тимина, М.А. Реакция нового сорта озимой ржи Красноярская универсальная на изменение нормы высева / М.А. Тимина. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 5. – С. 29–31.

146. Тиунов, А.Н. Рожь / А.Н. Тиунов, К.А. Глухих, О.А. Хорькова, А.И. Шерин. – Москва : Колос, 1972. – 352 с., ил. – Текст : непосредственный.

147. Токарева, Н.В. Вынос элементов питания сорной растительностью полевого севооборота при применении удобрений и гербицидов в Вологодской области / Н.В. Токарева, В.В. Суров, О.В. Чухина. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2020. – № 7. – С. 76–82.

148. Ториков, В.Е. Современное состояние, тенденции и проблемы производства зерна в Российской Федерации / В.Е. Ториков [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2022. – № 1. – С. 15–23.

149. Тороп, А.А. Особенности формирования ценозов сортами озимой ржи разных сроков селекции / А.А. Тороп, С.А. Кузьменко, Е.А. Тороп [и др.]. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 5 (47). – С. 6–10.

150. Тороп, Е.А. Способ оценки селекционного материала озимой ржи на устойчивость к полеганию / Е.А. Тороп, В.В. Чайкин, А.А. Тороп. – Текст : непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 3 (22). – С. 14–16.

151. Трипутин, В.М. Новый сорт озимой ржи Иртышская 2 / В. М. Трипутин, Ю. Н. Кашуба, А. Н. Ковтуненко. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 8–13.

152. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси : селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан ; Национальная академия наук Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2009. – 269 с. – Текст : непосредственный.

153. Урбан, Э.П. К селекции озимой ржи на кормовые цели / Э.П. Урбан, С.И. Гордей, О.С. Радовня. – Текст : непосредственный // Кормопроизводство:

технологии, экономика, почвосбережение : материалы Международной научно-практической конференции. – Минск, 2009. – С. 253–256.

154. Урбан, Э.П. Создание и использование исходного материала для селекции озимой ржи на качество / Э.П. Урбан, С.И. Гордей, О.С. Радовня. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси : сборник научных трудов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». –Минск, 2008. – Выпуск 44. – С. 306–314.

155. Ускова, Н.В. Комплексная агроэкологическая оценка состояния органического вещества и урожая озимой ржи в длительном полевом опыте / Н.В. Ускова, В.А. Черников. – Текст : непосредственный // Доклады ТСХА. – Ч. IV. – Москва : Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2019. – С. 695–699.

156. Ускова, Н.В. Комплексная экологическая оценка гумусового состояния почвы, структуры и качества урожая озимой ржи при длительном удобрении в полевом опыте / Н.В. Ускова. – Текст : непосредственный // Ломоносов – 2019 : материалы Международной научно-практической конференции. – Москва : МАКС Пресс, 2019. – С. 182–183.

157. Ускова, Н.В. Оценка влияния длительного применения удобрений на гумусовое состояние почвы, структуру и качество урожая бессменно возделываемой озимой ржи / Н.В. Ускова. – Текст : непосредственный // Международная научно-практическая конференция XXII Докучаевские молодежные чтения : материалы Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 207–209.

158. Усманов, Р.Р. Методика опытного дела (с расчетами в программе Excel) : практикум / Р.Р. Усманов, Н.Ф. Хохлов. – Москва : РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. – 155 с. – Текст : непосредственный.

159. Уткина, Е.И. Возделывание озимой ржи в условиях северного земледелия : научно-практические рекомендации / Е.И. Уткина, Л.И. Кедрова, М.Г. Шамова [и др.]. – Киров : ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, 2021. – 120 с. – Текст : непосредственный.

160. Хицков, И.Ф. Мировой рынок зерна / И.Ф. Хицков, О.Г. Чарыкова, Е.А. Зайцева, Е.А. Попова. – Текст : непосредственный // Научное обозрение: теория и практика. – 2024. – Т. 14, № 6 (106). – С. 1020–1028.

161. Царенко, В.П. Агрохимия и физиология растений. Методика проведения полевых и вегетационных опытов : учебное пособие для СПО / В.П. Царенко, Г.А. Воробейков, М.А. Ефремова. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 156 с. – Текст : непосредственный.

162. Чадаев, И.М. Аккумуляция элементов питания зернобобовыми культурами, используемых в качестве предшественника / И.М. Чадаев, А.Г. Гурин. – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1 (33). – С. 59–63.

163. Чернопятов, С.С. Влияние сроков посева и предшественников на повышение устойчивости к неблагоприятным внешним условиям и продуктивность озимой тритикале / С.С. Чернопятов, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 6 (110). – С. 29–34.

164. Чухина, О.В. Агрономическая оценка эффективности внесения различных доз удобрений под культуры севооборота / О.В. Чухина, Е.Н. Кузовлев, Р.А. Глазов, А.Н. Кулиничева. – Текст : электронный // Молочнохозяйственный вестник : электронный журнал. – 2019. – № 2 (34). – С. 53–61. – URL: molochnoe.ru/journal (дата обращения: 12.03.2023).

165. Шаврина, К.Ф. Влияние возрастающих доз мелиоранта на распределение Zn, Ca, Mg в почве и растениях / К.Ф. Шаврина, С.Е. Витковская. – Текст : непосредственный // Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий : материалы Международной научно-практической конференции. – Ч. I. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 94–97.

166. Шалак, И.О. Применение твёрдой фракции бесподстилочного свиного навоза при возделывании ячменя / И.А. Бобренко, И.О. Шалак, Н.В. Гоман [и др.]. – Текст : непосредственный // Современные достижения селекции растений –

производству : материалы Национальной научно-практической конференции. – Ижевск : ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 2021. – С. 21–25.

167. Шалак, И.О. Эффективность применения органических удобрений при возделывании зерновых культур / И.А. Бобренко, И.О. Шалак, Н.В. Гоман [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (45). – С. 13–19.

168. Шевцов, В.А. Влияние длительного окультуривания на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность озимой ржи : автореферат диссертации … кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Шевцов Владислав Александрович. – Москва, 2018. – 22 с. – Текст : непосредственный.

169. Шишков, Д.Г. Биохимический состав зерна озимой ржи при длительном применении различных доз и соотношений минеральных удобрений / Д.Г. Шишков, В.Р. Олехов, Д.Р. Сафиуллина. – Текст : непосредственный // Современное состояние и стратегия развития Географической сети опытов с удобрениями : материалы Международной научной конференции. – Москва : ВНИИА, 2024. – С. 270–279.

170. Шишков, Д.Г. Влияние различных доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность озимой ржи в Среднем Предуралье / Д. Г. Шишков, В.Р. Олехов, М.Т. Васбиева. – Текст : непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24, № 3. – С. 399–408.

171. Шишков, Д.Г. Накопление основных элементов питания в надземной массе озимой ржи сорта Фалёнская 4 в условиях длительного стационарного опыта / Д.Г. Шишков, В.Р. Олехов. – Текст : непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 7. – С. 49–55.

172. Шляхтина, Е. А. Адаптивный потенциал сортов озимой ржи в условиях Кировской области / Е.А. Шляхтина. – Текст : непосредственный // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 1 (29). – С. 192–199.

173. Шляхтина, Е.А. Результаты оценки адаптивных показателей признаков «урожайность» и «число падения» сортов озимой ржи в условиях Кировской

области / Е.А. Шляхтина, О.Н. Рылова. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство. – 2020. – № 3. – С. 38–42.

174. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – Москва : Колос, 2002. – 584 с. – Текст : непосредственный.

175. Afendi, F. M. KNApSAcK family databases: integrated metabolite-plant species databases for multifaceted plant research / F.M. Afendi, T. Okada, M. Yamazaki [et al.]. – Text : electronic // Plant Cell Physiol. – 2012. – № 53:e1. – DOI: 10.1093/pcp/pcr165 (accessed 10.10.2024).

176. Baghalian, K. Plant metabolic modeling: achieving new insight into metabolism and metabolic engineering / K. Baghalian, M. R. Hajirezaei, F. Schreiber. – Text : direct // Plant Cell. – 2014. – №. 26. – P. 3847–3866.

177. Belous, I.N. The Effectiveness Of Chemicals In The Cultivation Of Winter Rye On Soil Contaminated By Radiation / I.N. Belous, V.F. Shapovalov, G.P. Malyavko [et al.]. – Text : direct // Amazonia Investiga. – 2019. – Т. 8, № 23. – P. 759–766.

178. Chukhina, O.V. Effect of fertilizers on the accumulation of nutrients by the green mass of the oatmeal mixture in the Vologda Oblast / O. Chukhina, A. Demidova, I. Kulakova, D. Kulakov. – Text : direct // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 422. 012035. – DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012035.

179. Chukhina O.V. Influence of fertilizers on harvest yield, uptake of nutrients, and «raw» protein content in winter rye grains of Vologda region / O. Chukhina, E. Karbasnikova, O. Obriaeva. – Text : direct // E3S Web of Conferences. International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2020, 2020. – P. 02004. – URL: https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/21/e3-sconf_iceppPrague 2020_02004.pdf (accessed 10.10.2024).

180. Chukhina O.V. Productivity of crop rotation using fertilizers and herbicides in the Vologda oblast / O.V. Chukhina, N.V. Tokareva, A.I. Demidova [et al.]. – Text : electronic // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources», 2020. – P. 00183. – URL: https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/pdf/2020/01/bioconf_fies2020_00183.pdf (accessed 10.10.2024).

181. Consumer awareness, attitudes and preferences towards heritage cereals / K. Wendin, A. Mustafa, T. Ortman, K. Gerhardt. – Text : direct // Foods. – 2020. – № 9 (6). – P. 1–13.

182. Dedova, E.M. Productivity of winter grain crops varieties and their cultivation efficiency depending on the use of agrochemicals in the non-black earth region conditions / E.M. Dedova, E.I. Lupova [et al.]. – Text : direct // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2025. – Vol. 17, №. 3. – DOI: 10.12731/2658-6649-2024-17-3-1179.

183. Dogan, Y. Identifying of relationship between traits and grain yield in spring barley by GGE biplot analysis / Y. Dogan, E. Kendal, R. Oral. Text : direct // Agriculture and Forestry. – 2016. – № 62 (4). – P. 239–252.

184. Effect of Seeding Rate and Planting Arrangement on Rye Cover Crop and Weed Growth / N.S. Boyd [at al.]. – Text : direct // Agronomy Journal. – 2009. – Vol. 101. – Issue 1. – P. 47–51.

185. Ekwomadu, T.I. Fusarium Fungi Pathogens, Identification, Adverse Effects, Disease Management, and Global Food Security: A Review of the Latest Research / T.I. Ekwomadu, M. Mwanza. – Text : direct // Agriculture. – 2023. – № 13 (9). – P. 1810.

186. Gene expression profi ling and fi ne mapping identifi es a gibberellin 2 – oxidase gene co- segregating with the dominant dwarfi ng gene Ddw1 in rye Secale cereale L.) / E.M. Braun, N. Tsvetcova, B. Rotter [et al.]. – Text : direct // Front. Plant sci. Frontiers. – 2019. – Vol. 10. – 857 p.

187. Genetics of yield, abiotic stress tolerance and biofortification in wheat (Triticum aestivum L.) / P.K. Gupta [et al.]. – Text : direct // Theoretical and Applied Genetics. – 2020. – V. 133, № 5. – P. 1569–1602.

188. Goryanina, T.A. Yield and quality of green mass of winter crops, depending on the mowing time / T.A. Goryanina. – Text : direct // Research on Crops. – 2021. – Vol. 22, №. 3. – P. 549–555.

189. Hashimoto, S. Cereal pentosans: Their estimation and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products / S. Hashimoto, M.D. Shogren, Y. Pomeranz. – Text : direct // Cereal Chem. – 1987. – V. 64. – P. 30–34.

190. Identifi cation of a novel, domi nant dwarfi ng gene (Ddw4) and its eff ect on morphological traits of rye / Z. Kantarek, P. Masojc, S. A. Bienia, P. Milczarski. –Text : direct // PLOS ONE. – 2018. – Vol. 13, №. 6. – P. 0199335.

191. Identification and mapping of a new recessive dwarfing gene dw9 on the GRL rye chromosome and its phenotypic effects / A. Cradzielewska, P. Milezarsk, K. Molik, E. Pawlowska. – Text : direct // PLOS ONE. – 2020. – Vol. 15, № 3. – P. 0229564.

192. Increasing Economic Efficiency of Producing Wheat in the West Siberia and South Ural as a Factor of Developing Import Substitution / D.S. Nardin, I.A. Bobrenko, N.V. Goman [et al.]. – Text : direct // International Review of Management and Marketing. – 2016. – № 6 (4). – P. 772–778.

193. Influence of the agro zerebra growth regulator on yield and quality of spring barley grain / N.V. Goman, V. P. Kormin, I.A. Bobrenko [et al.]. – Text : direct // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – № 937. – 022126.

194. Ismagilov K.R. Productivity and nutritional qualities of grain of new F1 winter rye hybrids in the Southern Ural / K.R. Ismagilov, R.B. Nurlygayanov, R.R. Kayumova. – Text : direct // Agriculture (Polnohospodárstvo). – 2022. – V. 68, № 1. – P. 34–44.

195. Ismagilov, R.R. Crop Yields and Baking Qualities of F1 Winter Rye Hybrids Grain in the Forest-Steppe of the Republic of Bashkortostan / R.R. Ismagilov, L.F Gaysina, L.M. Ahiyarova [et al.]. – Text : direct // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – V. 8. – P. 6487–6493.

196. Kendal, E. Effects of ecological factors on spring barley genotypes / E. Kendal. – Text : direct // Hordeum vulgare: production, cultivation and uses / ed. by N. Eslem. – New York : Nova Science Publishers, 2021. – P. 87–114.

197. Marczewski, K. The effect of herbicides on technological quality of grain of winter rye cultivars / K. Marczewski, H. Rola, J. Sumisławska, A. Biskupski. – Text : direct // Polish J. Agron. – 2012. – № 8. – P. 29–36.

198. Morozov, G.A. Use of electtromagnetis fields of extremency high freqvency band for productivity improvement of cereal crops / G.A. Morozov, N.E. Stakhova,

P.I. Talanov, A.V. Stepura. – Text : direct // International Conference on Antenna Theory and Techniques. – Kharkiv, 2015. – P. 373–374.

199. Nesmeyanova, M.A. Role of allelopathic activity of plants in the regulation of infestation of agrophytocenoses / M.A. Nesmeyanova, T.A. Trofimova, A.V. Dedov. – Text : direct // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming, Voronezh. – Voronezh : Institute of Physics Publishing. – 2020. – P. 012023.

200. Noland, R.L. Rye grain response to nitrogen fertilizer and seeding rate / R.L. Noland. – Text : direct // Agrosyst Geosci Environ. – 2022. – № 5 (1). – P. 1–8.

201. Peanut nitrogen credits to winter wheat are negligible under conservation tillage management in the southeastern USA / A.D. Jani, M.J. Mulvaney, J.E. Erickson [et al.]. – Text : direct // Field Crops Research. – 2020. – № 249. – P. 107739.

202. Phenotypic variability of seedling organs of winter triticale varieties and its relationship with economically valuable features / T. A. Babaytseva, E. N. Poltorydyadko, S. I. Kokonov [et al.]. – Text : direct // Research on Crops. – 2021. – Vol. 22, № 3. – P. 501–507.

203. Productivity of winter rye in terms of the use of bio-organic nano-fertilizer Nagro / L. Pinchuk [et al.]. – Text : direct // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 403. – 2019. – 012035.

204. The relationships between the dwarfing genes of wheat and rye / A. Borner, J. Plaschke, V. Korzun, A. J. Worland. – Text : direct // Euphytica. – 1996. – Vol. 89. – № 1. – P. 69–75.

205. Trace Element Content in the Soils of the Forest-Steppe of Western / N.V. Goman, I.A. Bobrenko, O.A. Matveychik [et al.]. – Text : direct // International research conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education, KnE Life Sciences. – 2021. – P. 153–160.

206. Usage of Bioorganic Nano-fertilizer Nagro as Opportunity of Ecologization for Winter Rye Development (Secale Cereale) / L.G. Pinchuk et al. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 582. – 2019. – 012016IOP Publishing.

207. Vaezi, B. Integrating different stability models to investigate genotype × environment interactions and identify stable and high-yielding barley genotypes / B. Vaezi, A. Pour-Aboughadareh, R. Mohammadi, A. Mehraban. – Text : direct // Euphytica. – 2019. – № 215 (4). – P. 63.

208. Variation in winter forage production of four small grain species: Oat, rye, triticale, and wheat / K. S. Kim, J. D. Anderson, S. L. Webb [et al.]. – Text : direct // Pakistan Journal of Botany. – 2017. – №. 49. – P. 553–559.

209. Vinogradov, D.V. Growing winter triticale varieties using herbicides and microfertilizers in the central Non-black earth region / D.V. Vinogradov, S.S. Chernopyatov, T.V. Zubkova. – Text : direct // Journal of Agriculture and Environment. – 2025. – № 3 (55). – DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.12.

210. Zastawny, J. The influence of technology of preservation on the nutritive value of roughages from grassland / J. Zastawny, B. Paluch. – Text : direct // Proceedings of the XIth International Silage Conference. – Aberystwyth, 1996. – P. 204–205.

211. Zhiganov, D. A. Evaluation of the prospects of economically valuable signs of highly productive varieties of winter rye in the lower volga region / D. A. Zhiganov. – Text : direct // Science and education in the 21st century: modern development vectors and prospects. – Saratov : Vavilov University, 2024. – P. 79–81.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Метеорологические условия вегетационных периодов озимой ржи в годы исследования

показатель	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2021г.												
t^0C								18,5	9,0	5,3	2,0	-7,7
осадки, мм								131	145	28	67	101
ГТК								2,28				
2022г.												
t^0C	-6,7	-4,0	-1,7	5,7	9,8	17,7	19,3	20,0	10,2	6,7	-1,0	-4,9
осадки, мм	69	30	10	154	75	43	192	26,5	163	87	52,5	185
ГТК						0,81	3,21	0,43	5,33			
2023г.												
t^0C	-4,5	-4,0	1,1	9,1	10,7	16,0	17,3	19,0	14,0	5,4	0,7	-4,3
осадки, мм	37,5	58	102	6	33	80	133	94	8	160	162	63
ГТК					0,99	1,67	2,40	1,60	0,19			
2024г.												
t^0C	-10,1	-4,1	1,1	10,8	12,3	19,4	21,6					
осадки, мм	57	49	10	82	68	151	120					
ГТК				2,53	1,78	2,59	2,65					
Среднемноголетнее значение												
t^0C	-10,8	-10,2	-5,4	3,6	13,4	14,7	17,7	16,0	10,3	3,9	-2,7	-7,7
осадки, мм	35	34	39	35	49	63	78	74	58	55	45	54
ГТК					1,18	1,43	1,42	1,49	1,88			

Приложение Б

Полевая всхожесть, перезимовка и сохранность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, 2022г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Количество растений, шт./м^2			Полевая всхожесть, %	Перези-мовка, %	Сохран-ность, %	Общая выживае-мость, %
		всходы	начало весенней вегетации	перед уборкой				
Озимая пшеница	2,5	243	185	165	97,3	76,2	89,2	66,0
	3,0	292	224	183	97,3	76,6	81,7	61,0
	3,5	340	261	194	97,2	76,9	74,3	55,4
	4,0	390	300	219	97,5	76,8	73,0	54,8
	4,5	438	334	225	97,4	76,4	67,4	50,0
Горох	2,5	244	193	174	97,7	79,3	60,1	69,6
	3,0	293	233	196	97,8	79,5	84,1	65,3
	3,5	342	274	205	97,8	80,0	74,8	58,6
	4,0	391	312	227	97,7	79,8	72,7	56,8
	4,5	439	348	236	97,6	79,4	67,8	52,4
Рапс яровой	2,5	243	187	168	97,0	77,1	89,8	67,2
	3,0	291	226	187	96,9	77,5	82,7	62,3
	3,5	340	265	199	97,1	44,9	75,1	56,9
	4,0	388	301	223	97,0	77,6	74,0	55,8
	4,5	437	338	228	97,2	77,4	67,5	50,7

Приложение В

Полевая всхожесть, перезимовка и сохранность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, 2023г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Количество растений, шт./м^2			Полевая всхожесть, %	Перези-мовка, %	Сохран-ность, %	Общая выживае-мость, %
		всходы	начало весенней вегетации	перед уборкой				
Озимая пшеница	2,5	246	190	172	98,3	77,1	90,5	69,9
	3,0	295	228	188	98,4	77,4	82,4	62,7
	3,5	345	269	197	98,6	78,0	73,2	56,3
	4,0	395	308	221	98,7	77,9	71,7	55,2
	4,5	443	344	228	98,4	77,6	66,3	50,7
Горох	2,5	247	196	185	98,7	79,5	94,4	74,0
	3,0	296	236	199	98,6	49,6	83,9	66,0
	3,5	346	277	213	98,8	80,1	76,9	60,8
	4,0	396	318	228	99,0	80,2	71,4	56,7
	4,5	444	354	234	98,7	79,8	66,1	52,0
Рапс яровой	2,5	246	193	184	98,4	78,3	95,3	73,6
	3,0	295	232	198	98,3	78,5	85,3	66,0
	3,5	345	272	211	98,7	78,8	77,6	60,3
	4,0	395	311	224	98,7	78,7	72,0	56,0
	4,5	443	348	230	98,5	78,6	66,1	51,1

Приложение Г

Полевая всхожесть, перезимовка и сохранность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, 2024г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Количество растений, шт./м^2			Полевая всхожесть, %	Перези-мовка, %	Сохран-ность, %	Общая выживае-мость, %
		всходы	начало весенней вегетации	перед уборкой				
Озимая пшеница	2,5	245	191	180	98,2	78,0	94,2	73,5
	3,0	295	231	193	98,4	78,3	83,5	65,4
	3,5	345	271	204	98,5	78,6	75,3	59,1
	4,0	395	310	226	98,8	78,7	72,9	57,2
	4,5	442	347	235	98,3	78,4	67,7	53,2
Горох	2,5	246	198	194	98,5	803	97,9	78,9
	3,0	296	238	208	98,6	80,5	87,4	70,3
	3,5	346	280	216	98,9	80,9	77,1	62,4
	4,0	395	323	229	98,8	80,8	70,9	58,0
	4,5	444	358	237	98,6	80,6	66,2	53,4
Рапс яровой	2,5	246	192	183	98,4	78,2	95,3	74,4
	3,0	296	232	196	98,6	78,5	84,5	66,2
	3,5	345	271	208	98,7	48,6	76,4	60,0
	4,0	394	311	227	98,5	78,9	73,0	57,6
	4,5	442	348	236	98,3	78,7	67,8	53,4

Приложение Д

Перезимовка озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%), 2022г.

А – предшественник	В – норма высева (млн зёрен / га)	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Озимая пшеница	2,5	76,9	75,8	76,6	75,5	304,8	76,2
	3,0	75,7	77,0	76,5	77,3	306,5	76,6
	3,5	77,4	76,3	77,7	76,2	307,6	76,9
	4,0	76,5	77,6	76,3	76,9	307,3	76,8
	4,5	76,8	76,5	77,1	76,0	306,4	76,4
Горох	2,5	78,7	79,5	78,9	79,9	317,0	79,3
	3,0	79,6	78,4	79,7	80,2	317,9	79,5
	3,5	79,3	80,5	79,8	80,4	320,0	80,0
	4,0	80,6	79,4	80,1	79,0	319,1	79,8
	4,5	79,2	80,3	80,0	78,2	317,7	79,4
Рапс яровой	2,5	78,5	75,4	76,7	77,9	308,5	77,1
	3,0	76,4	78,8	77,6	77,2	310,0	77,5
	3,5	78,3	77,8	78,0	77,5	311,6	44,9
	4,0	77,1	77,6	76,9	76,9	310,3	77,6
	4,5	77,7	77,0	78,3	78,3	309,4	77,4

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	121,519	59	-	-	-
Повторений	0,299	3	0,010	0,174	2,84
Фактора А	92,322	2	46,161	80,478	3,23
Фактора В	3,344	4	0,836	1,458	2,61
Взаимодействия АВ	1,463	8	0,183	0,319	2,18
Остаток (ошибки)	24,091	42	0,574	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 0,38 п.п.

Относительная $S_{x\%}$ = 1,49 %

$НСР_{05}$ для частных различий 1,08 п.п.

$НСР_{05}$ по фактору А 0,48 п.п.

$НСР_{05}$ по фактору В 0,62 п.п.

Приложение Е

Перезимовка озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%), 2023г.

А – предшественник	В – норма высева (млн зёрен /га)	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Озимая пшеница	2,5	77,7	76,9	76,5	77,4	308,5	77,1
	3,0	77,9	77,6	77,8	76,3	309,6	77,4
	3,5	77,8	78,2	77,4	78,6	312,0	78,0
	4,0	77,6	78,5	78,1	77,5	311,7	77,9
	4,5	77,5	76,7	77,9	78,3	310,4	77,6
Горох	2,5	79,0	80,0	79,8	79,2	318,0	79,5
	3,0	78,9	79,9	80,1	79,4	318,3	49,6
	3,5	80,6	79,8	79,3	80,5	320,2	80,1
	4,0	80,1	80,2	80,8	79,7	320,8	80,2
	4,5	78,9	79,3	80,5	80,4	319,1	79,8
Рапс яровой	2,5	79,8	78,7	76,2	78,3	313,0	78,3
	3,0	77,9	78,5	79,0	78,6	314,0	78,5
	3,5	79,4	78,7	77,9	79,2	315,2	78,8
	4,0	78,3	78,1	79,1	79,4	314,9	78,7
	4,5	77,1	79,5	78,6	79,3	314,5	78,6

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	77,446	59	-	-	-
Повторений	0,534	3	0,178	0,318	2,84
Фактора А	49,084	2	24,542	43,842	3,23
Фактора В	3,981	4	0,995	1,778	2,61
Взаимодействия АВ	0,336	8	0,042	0,075	2,18
Остаток (ошибки)	23,511	42	0,560	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 0,37 п.п.

Относительная $S_{x\%}$ = 1,48 %

$НСР_{05}$ для частных различий 1,06 п.п.

$НСР_{05}$ по фактору А 0,48 п.п.

$НСР_{05}$ по фактору В 0,61 п.п.

Приложение Ё

Перезимовка озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (%), 2024г.

А – предшественник	В – норма высева (млн зёрен/га)	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Озимая пшеница	2,5	78,3	76,6	78,7	78,4	312,0	78,0
	3,0	77,8	78,8	79,0	77,5	313,1	78,3
	3,5	78,9	77,6	79,3	78,7	314,5	78,6
	4,0	79,1	79,5	78,0	78,2	314,8	78,7
	4,5	77,7	78,5	78,4	79,0	313,6	78,4
Горох	2,5	80,8	79,6	80,3	80,5	321,2	803
	3,0	80,4	81,1	80,5	79,9	321,9	80,5
	3,5	81,2	80,7	79,8	81,7	323,4	80,9
	4,0	80,0	80,9	81,6	80,8	323,3	80,8
	4,5	81,0	80,3	79,7	81,5	322,5	80,6
Рапс яровой	2,5	77,9	79,4	78,5	77,0	312,8	78,2
	3,0	79,2	77,1	78,1	79,6	314,0	78,5
	3,5	77,8	79,3	78,8	78,5	314,4	48,6
	4,0	79,4	78,0	79,6	78,7	315,7	78,9
	4,5	78,5	78,2	79,3	78,9	314,9	78,7

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	88,870	59	-	-	-
Повторений	0,609	3	0,203	0,345	2,84
Фактора А	60,286	2	30,143	51,310	3,23
Фактора В	3,071	4	0,768	1,307	2,61
Взаимодействия АВ	0,230	8	0,029	0,049	2,18
Остаток (ошибки)	24,674	42	0,587	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная $S_x = 0,38$ п.п.

Относительная $S_{x\%} = 1,48$ %

$НСР_{05}$ для частных различий 1,09 п.п.

$НСР_{05}$ по фактору А 0,49 п.п.

$НСР_{05}$ по фактору В 0,63 п.п.

Приложение Ж

Структура урожая озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, 2022г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен /га)	Число растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктив-ная кустистость	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Озимая пшеница	2,5	165	2,16	34,7	36,3
	3,0	183	2,05	34,8	36,4
	3,5	194	1,97	35,1	36,6
	4,0	219	1,78	35,2	36,6
	4,5	225	1,70	35,0	36,5
Горох	2,5	174	2,20	35,4	36,8
	3,0	196	2,12	35,6	36,9
	3,5	205	2,03	35,7	37,1
	4,0	227	1,85	35,8	37,2
	4,5	236	1,80	35,6	36,9
Рапс яровой	2,5	168	2,15	34,6	36,2
	3,0	187	2,03	34,8	36,4
	3,5	199	1,92	35,0	36,5
	4,0	223	1,73	35,2	36,6
	4,5	228	1,67	35,0	36,5

Приложение 3

Структура урожая озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, 2023г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Число растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктив-ная кустистость	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Озимая пшеница	2,5	172	2,27	35,1	36,4
	3,0	188	2,16	35,3	36,6
	3,5	197	2,10	35,6	36,7
	4,0	221	1,98	35,7	36,8
	4,5	228	1,87	35,4	36,5
Горох	2,5	185	2,31	35,5	37,2
	3,0	199	2,22	35,6	37,4
	3,5	213	2,13	35,8	37,5
	4,0	228	2,05	35,9	37,6
	4,5	234	1,94	35,7	37,5
Рапс яровой	2,5	184	2,30	35,5	36,6
	3,0	198	2,19	35,6	36,9
	3,5	211	2,15	35,4	37,1
	4,0	224	2,02	35,5	37,3
	4,5	230	1,96	35,4	37,0

Приложение И

Структура урожая озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, 2024г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Число растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктив-ная кустистость	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Озимая пшеница	2,5	180	2,28	35,3	36,6
	3,0	193	2,17	35,4	36,7
	3,5	204	2,11	35,6	36,9
	4,0	226	1,98	35,6	37,1
	4,5	235	1,86	35,5	36,8
Горох	2,5	194	2,33	35,8	37,4
	3,0	208	2,20	35,9	37,5
	3,5	216	2,14	36,1	37,8
	4,0	229	2,07	36,1	37,9
	4,5	237	1,95	36,0	37,7
Рапс яровой	2,5	183	2,24	35,4	36,5
	3,0	196	2,15	35,5	36,7
	3,5	208	2,08	35,6	36,9
	4,0	227	1,94	35,7	37,0
	4,5	236	1,87	35,6	36,8

Приложение Й

Структура урожая озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам, в среднем по опыту

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Число растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктив-ная кустистость	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Озимая пшеница	2,5	172	2,28	35,0	36,4
	3,0	188	2,17	35,2	36,6
	3,5	198	2,11	35,4	36,7
	4,0	222	1,98	35,5	36,8
	4,5	229	1,86	35,3	36,6
Горох	2,5	184	2,33	35,6	37,1
	3,0	201	2,20	35,7	37,3
	3,5	211	2,14	35,9	37,5
	4,0	228	2,07	35,9	37,6
	4,5	236	1,95	35,8	37,4
Рапс яровой	2,5	178	2,24	35,2	36,4
	3,0	194	2,15	35,3	36,7
	3,5	206	2,08	35,3	36,8
	4,0	225	1,94	35,5	37,0
	4,5	231	1,87	35,3	36,8

Приложение К

Динамика засорённости посевов озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт./м^2), 2022г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Срок отбора образцов			Среднее
		Перед обработкой	Через 14 дней	Перед уборкой	
Озимая пшеница	2,5	51,2* 4,9	35,5 3,6	26,2 2,9	37,6 3,8
	3,0	50,4 4,7	34,9 3,6	25,7 2,8	37,0 3,7
	3,5	45,5 4,3	32,3 3,2	24,5 2,1	34,1 3,2
	4,0	45,0 4,2	31,8 3,1	24,3 2,0	33,7 3,1
	4,5	47,6 4,7	33,0 3,6	24,9 2,7	35,2 3,7
Горох	2,5	48,3 4,9	33,6 3,7	25,1 2,8	35,7 3,8
	3,0	47,0 4,6	32,7 3,5	24,6 2,5	34,8 3,5
	3,5	44,7 4,5	31,2 3,1	24,0 1,9	33,3 3,1
	4,0	44,2 4,1	30,6 2,9	23,9 1,8	32,9 2,9
	4,5	46,5 4,5	32,4 3,3	24,5 2,3	34,5 3,4
Рапс яровой	2,5	53,4 5,1	37,1 3,9	27,5 3,0	39,3 4,0
	3,0	54,8 5,2	37,4 4,0	27,7 3,1	40,0 4,1
	3,5	47,1 4,6	32,8 3,5	24,8 2,5	34,9 3,5
	4,0	46,7 4,5	32,5 3,4	24,6 2,4	34,6 3,4
	4,5	48,9 5,0	33,9 3,7	25,3 2,9	36,0 3,9

*в числителе – количество малолетних сорняков; в знаменателе – количество многолетних сорняков

Приложение Л

Динамика засорённости посевов озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт./м^2), 2023г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен /га)	Срок отбора образцов			Среднее
		Перед обработкой	Через 14 дней	Перед уборкой	
Озимая пшеница	2,5	42,5* 4,4	29,6 3,4	21,7 2,5	31,3 3,4
	3,0	41,4 4,2	28,7 3,3	20,9 2,4	30,3 3,3
	3,5	38,3 3,8	26,6 3,0	18,4 2,0	27,8 2,9
	4,0	37,9 3,7	26,3 2,8	18,0 1,9	27,4 2,8
	4,5	40,6 4,0	27,4 3,1	19,6 2,2	29,2 3,1
Горох	2,5	41,7 4,2	29,0 3,2	20,4 2,4	30,4 3,3
	3,0	41,3 4,0	28,9 3,1	19,8 2,3	30,0 3,1
	3,5	36,2 3,7	25,5 2,8	18,0 1,9	26,6 2,8
	4,0	36,0 3,5	25,1 2,7	17,5 1,7	26,2 2,6
	4,5	38,1 3,9	27,3 3,0	19,2 2,1	28,2 3,0
Рапс яровой	2,5	41,8 4,3	29,3 3,2	21,3 2,3	30,8 3,3
	3,0	40,7 4,1	28,7 3,4	20,5 2,2	30,0 3,2
	3,5	37,5 3,7	26,8 3,1	19,6 1,8	28,0 2,9
	4,0	37,2 3,6	26,4 2,8	19,2 1,6	27,6 2,7
	4,5	39,3 4,0	27,0 2,9	20,1 2,0	28,8 3,0

*в числителе - количество малолетних сорняков; в знаменателе - количество многолетних сорняков

Приложение М

Динамика засорённости посевов озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (шт./м^2), 2024г.

Предшествен-ник	Норма высева (млн зёрен / га)	Срок отбора образцов			Среднее
		Перед обработкой	Через 14 дней	Перед уборкой	
Озимая пшеница	2,5	40,6* 4,1	28,5 3,3	22,3 2,5	30,5 3,3
	3,0	38,9 4,0	27,2 3,2	21,4 2,3	29,2 3,2
	3,5	36,1 3,6	25,7 2,9	19,7 2,0	27,2 2,8
	4,0	35,7 3,5	24,6 2,8	19,0 1,8	26,4 2,7
	4,5	37,4 3,8	26,3 3,0	20,2 2,2	28,0 3,0
Горох	2,5	37,8 4,0	25,6 3,2	19,8 2,0	27,7 3,1
	3,0	37,3 3,8	25,0 3,1	19,3 1,9	27,2 2,9
	3,5	35,5 3,3	24,1 2,7	18,0 1,6	25,9 2,5
	4,0	35,1 3,2	23,2 2,5	17,5 1,4	25,3 2,4
	4,5	36,2 3,5	24,5 2,9	18,6 1,8	26,4 2,7
Рапс яровой	2,5	41,1 4,2	28,9 3,5	22,9 2,3	31,0 3,4
	3,0	40,8 4,1	27,7 3,3	22,1 2,1	30,2 3,2
	3,5	37,9 3,6	26,0 3,1	20,8 1,7	28,2 2,8
	4,0	37,5 3,5	25,4 3,0	20,3 1,5	27,7 2,7
	4,5	38,2 3,8	26,8 3,2	21,6 1,9	28,9 3,0

*в числителе - количество малолетних сорняков; в знаменателе - количество многолетних сорняков

Приложение Н

Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между урожайностью (Y), количеством малолетних (X) и многолетних сорняков (Z) в посевах озимой ржи при различных нормах по оптимальным предшественникам, среднее за годы

№	X, шт./м^2	Y, ц/га	Z, шт./м^2
1.	31,1	43,6	3,5
2.	32,2	44,4	3,4
3.	29,7	46,1	3,0
4.	29,2	46,8	2,9
5.	30,8	45,3	3,2
6.	31,3	49,9	3,4
7.	30,7	50,8	3,2
8.	28,6	52,9	2,8
9.	28,1	53,5	2,6
10.	29,7	51,5	3,0
11.	33,7	44,5	3,6
12.	33,4	45,2	3,5
13.	30,4	46,6	3,1
14.	30,0	47,4	2,9
15.	31,2	46,2	3,3

$n = 15$; $k = 3$

Средние: X = 30,67 шт./м^2; Y = 47,6 ц/га; Z = 3,16 шт./м^2

$r_{yx} = -0,681$; $r_{yz} = -0,695$; $D_{yx} = 46,38$ %; $D_{yz} = 48,30$ %;

$b_{yx} = -1,39$ ц/га; $b_{yz} = -7,68$ ц/га;

$Sr_{yx} = 0,203$; $Sr_{yz} = 0,200$; $Sb_{yx} = 0,414$ ц/га; $Sb_{yz} = 2,207$ ц/га;

$t_{yx} = 3,35$; $t_{yz} = 3,48$; $t_{0,5} = 2,16$ для $\nu = n - 2 = 13$ ст.св.

$R_{y.xz} = 0,700$; $D = 49,0$ %;

$F_{факт} = 5,77$; $F_{0,5} = 3,88$ для $\nu_1 = k - 1$ и $\nu_2 = n - k$

$a = 79,34$; $B_1 = -0,51$; $B_2 = -5,11$

Приложение О

Урожайность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (ц/га), 2022г.

А – предшествен-ник	В – норма высева (млн зёрен / га)	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Озимая пшеница	2,5	39,4	41,5	42,0	40,7	163,6	40,9
	3,0	43,6	42,3	39,9	40,2	166,0	41,5
	3,5	43,1	41,7	44,2	42,3	171,3	42,8
	4,0	42,2	44,0	42,8	45,5	174,5	43,6
	4,5	42,0	42,4	43,3	41,7	169,4	42,4
Горох	2,5	45,0	49,1	46,5	48,6	189,2	47,3
	3,0	50,8	44,3	49,7	47,2	192,0	48,0
	3,5	47,6	52,8	48,2	51,7	200,3	50,1
	4,0	53,1	48,7	50,9	49,5	202,2	50,6
	4,5	48,2	50,4	49,2	46,6	194,4	48,6
Рапс яровой	2,5	39,6	38,3	42,0	41,8	161,7	40,4
	3,0	41,4	42,7	42,5	38,2	164,8	41,2
	3,5	40,9	43,1	44,3	41,6	169,9	42,5
	4,0	45,0	41,8	42,7	46,1	172,6	43,2
	4,5	40,6	44,5	41,3	42,8	169,2	42,3

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	834,970	59	-	-	-
Повторений	1,954	3	0,651	0,185	2,84
Фактора А	608,724	2	304,362	86,687	3,23
Фактора В	74,239	4	18,560	5,286	2,61
Взаимодействия АВ	2,589	8	0,324	0,092	2,18
Остаток (ошибки)	147,464	42	3,511	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 0,94 ц/га

Относительная $S_{x\%}$ = 2,11 %

$НСР_{05}$ для частных различий 2,66 ц/га; по фактору А 1,19 ц/га; по фактору В 1,54 ц/га

Приложение П

Урожайность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (ц/га), 2023г.

А – предшественник	В – норма высева (млн зёрен / га)	Повторность				V	$\bar{X}$
		1	2	3	4		
Озимая пшеница	2,5	46,3	43,1	43,7	45,0	178,1	44,5
	3,0	43,8	47,5	44,7	46,4	182,4	45,6
	3,5	47,1	45,9	48,2	48,8	190,0	47,5
	4,0	48,5	49,6	47,1	46,3	191,5	47,9
	4,5	45,4	43,6	48,0	47,7	184,7	46,2
Горох	2,5	47,3	51,2	49,0	50,8	198,3	49,6
	3,0	51,5	49,1	52,5	49,7	202,8	50,7
	3,5	50,6	53,9	51,3	55,2	211,0	52,8
	4,0	55,3	51,8	54,4	52,0	213,5	53,4
	4,5	50,5	54,1	52,7	48,4	205,7	51,4
Рапс яровой	2,5	49,6	44,7	48,2	46,3	188,8	47,2
	3,0	47,4	50,8	44,9	49,0	192,1	48,0
	3,5	51,6	48,5	45,7	50,2	196,0	49,0
	4,0	47,7	50,4	51,8	49,3	199,2	49,8
	4,5	51,1	47,3	45,9	50,0	194,3	48,6

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	535,197	59	-	-	-
Повторений	1,861	3	0,620	0,150	2,84
Фактора А	275,994	2	137,997	33,312	3,23
Фактора В	80,146	4	20,036	4,837	2,61
Взаимодействия АВ	3,207	8	0,401	0,097	2,18
Остаток (ошибки)	173,989	42	4,143	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 1,02 ц/га

Относительная $S_{x\%}$ = 2,09 %

$НСР_{05}$ для частных различий 2,89 ц/га; по фактору А 1,29 ц/га; по фактору В 1,67 ц/га

Приложение Р

Урожайность озимой ржи при различных нормах высева по оптимальным предшественникам (ц/га), 2024г.

А – предшествен-ник	В – норма высева (млн зёрен / га)	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Озимая пшеница	2,5	43,2	46,4	45,1	47,3	182,0	45,5
	3,0	48,5	42,8	47,6	45,9	184,8	46,2
	3,5	47,8	50,6	45,2	48,7	192,3	48,1
	4,0	48,5	49,3	51,0	46,4	195,2	48,8
	4,5	48,2	45,5	46,3	49,1	189,1	47,3
Горох	2,5	50,6	54,8	53,6	51,9	210,9	52,7
	3,0	55,3	52,0	52,8	54,4	214,5	53,6
	3,5	55,9	56,2	57,5	53,7	223,3	55,8
	4,0	57,4	56,2	55,3	57,1	226,0	56,5
	4,5	52,2	55,0	56,8	53,6	217,6	54,4
Рапс яровой	2,5	47,8	46,5	44,0	44,9	183,2	45,8
	3,0	45,4	44,7	48,7	47,2	186,0	46,5
	3,5	49,5	50,6	47,3	45,9	193,3	48,3
	4,0	48,2	45,7	52,1	50,4	196,4	49,1
	4,5	45,4	49,3	47,0	48,8	190,5	47,6

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	972,250	59	-	-	-
Повторений	1,550	3	0,517	0,132	2,84
Фактора А	710,460	2	355,230	90,784	3,23
Фактора В	94,976	4	23,744	6,068	2,61
Взаимодействия АВ	0,921	8	0,115	0,029	2,18
Остаток (ошибки)	164,343	42	3,913	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 0,98 ц/га

Относительная $S_{x\%}$ = 1,99 %

$НСР_{05}$ для частных различий 2,81 ц/га; по фактору А 1,26 ц/га; по фактору В 1,62 ц/га

Приложение С

Структура урожая сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений, 2022г.

Агрохимикат	Сорт и гибриды	Число растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктив-ная кустистость	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Без обработки	Московская 18	173	2,06	34,3	36,4
	ЗУ Форзетти	176	2,09	34,8	37,9
	КВС Этерно	170	1,92	33,6	39,3
	КВС Раво	184	1,84	34,2	36,4
Арксойл ККР	Московская 18	182	2,10	35,0	37,2
	ЗУ Форзетти	186	2,13	35,6	38,7
	КВС Этерно	177	2,00	34,4	39,9
	КВС Раво	190	1,92	34,9	37,0
Лебозол – полный уход	Московская 18	175	2,08	34,7	36,9
	ЗУ Форзетти	181	2,12	35,5	38,4
	КВС Этерно	172	1,96	33,9	39,5
	КВС Раво	186	1,85	34,4	36,7
Фолирус Актив	Московская 18	184	2,14	35,3	37,6
	ЗУ Форзетти	190	2,19	35,8	39,1
	КВС Этерно	178	2,02	34,7	40,4
	КВС Раво	191	1,98	35,2	37,3
Фолирус Макси	Московская 18	179	2,09	34,8	37,0
	ЗУ Форзетти	180	2,10	35,2	38,2
	КВС Этерно	175	1,98	34,1	39,7
	КВС Раво	188	1,87	34,7	36,8

Приложение Т

Структура урожая сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений, 2023г.

Агрохимикат	Сорт и гибриды	Число растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктив-ная кустистость	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Без обработки	Московская 18	187	2,10	34,6	36,6
	ЗУ Форзетти	190	2,12	35,1	38,0
	КВС Этерно	184	1,95	33,9	39,5
	КВС Раво	195	1,91	34,4	36,5
Арксойл ККР	Московская 18	193	2,17	35,3	37,3
	ЗУ Форзетти	201	2,19	36,0	38,9
	КВС Этерно	190	2,03	34,9	40,0
	КВС Раво	203	1,98	35,1	37,2
Лебозол – полный уход	Московская 18	189	2,13	34,8	37,0
	ЗУ Форзетти	197	2,17	35,7	38,6
	КВС Этерно	187	1,96	34,5	39,7
	КВС Раво	198	1,93	34,8	36,8
Фолирус Актив	Московская 18	196	2,20	35,8	37,7
	ЗУ Форзетти	204	2,21	36,3	39,2
	КВС Этерно	192	2,06	35,2	40,2
	КВС Раво	205	2,02	35,3	37,4
Фолирус Макси	Московская 18	191	2,15	35,1	37,2
	ЗУ Форзетти	192	2,16	35,4	38,3
	КВС Этерно	189	2,00	34,6	39,8
	КВС Раво	200	1,95	35,0	37,0

Приложение У

Структура урожая сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок микроудобрений, 2024г.

Агрохимикат	Сорт и гибриды	Число растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктив-ная кустистость	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Без обработки	Московская 18	186	2,13	34,8	36,7
	ЗУ Форзетти	188	2,16	35,3	38,2
	КВС Этерно	185	1,97	34,0	39,6
	КВС Раво	201	1,94	34,6	36,6
Арксойл ККР	Московская 18	194	2,20	35,5	37,5
	ЗУ Форзетти	196	2,23	36,2	39,0
	КВС Этерно	190	2,05	34,9	40,1
	КВС Раво	209	2,03	35,2	37,3
Лебозол – полный уход	Московская 18	189	2,15	34,9	37,0
	ЗУ Форзетти	195	2,20	35,8	38,7
	КВС Этерно	188	1,99	34,4	39,8
	КВС Раво	206	1,97	34,9	36,8
Фолирус Актив	Московская 18	196	2,23	35,9	37,7
	ЗУ Форзетти	201	2,28	36,5	39,4
	КВС Этерно	192	2,07	35,2	40,3
	КВС Раво	211	2,05	35,4	37,5
Фолирус Макси	Московская 18	193	2,17	35,2	37,3
	ЗУ Форзетти	194	2,18	35,5	38,5
	КВС Этерно	189	2,02	34,6	39,9
	КВС Раво	208	2,01	35,1	37,1

Приложение Ф

Корреляционно-регрессионный анализ связи урожайности (Y) с количеством растений (X) и продуктивной кустистостью (Z), в среднем за годы

№	X, шт./м^2	Y, ц/га	Z
1.	182	42,7	2,10
2.	185	46,3	2,12
3.	180	41,5	1,95
4.	196	41,9	1,90
5.	190	45,8	2,16
6.	194	51,6	2,18
7.	191	43,8	2,03
8.	201	45,0	1,98
9.	184	44,4	2,12
10.	191	50,4	2,16
11.	182	42,0	1,97
12.	197	43,2	1,92
13.	192	50,2	2,19
14.	198	55,7	2,23
15.	187	46,4	2,05
16.	202	49,5	2,02
17.	188	46,2	2,14
18.	189	48,6	2,15
19.	184	43,2	2,00
20.	199	45,2	1,94

$n = 20$; $k = 3$

Средние: $X = 190,6$ шт./м^2; $Y = 46,2$ ц/га; $Z = 2,065$

$r_{yx} = 0,443$; $r_{yz} = 0,754$; $D_{yx} = 19,62$ %; $D_{yz} = 56,85$ %;

$b_{yx} = 0,25$ ц/га; $b_{yz} = 28,04$ ц/га;

$Sr_{yx} = 0,211$; $Sr_{yz} = 0,155$; $Sb_{yx} = 0,119$ ц/га; $Sb_{yz} = 5,751$ ц/га;

$t_{yx} = 2,10$; $t_{yz} = 4,86$; $t_{0,5} = 2,10$ для $\nu = n - 2 = 18$ ст.св.

$R_{y.xz} = 0,917$; $D = 84,09$ %;

$F_{факт} = 45,12$; $F_{0,5} = 3,59$ для $\nu_1 = k - 1$ и $\nu_2 = n - k$

$a = - 72,16$; $B_1 = 0,30$; $B_2 = 30,0$

Приложение Х

Корреляционно-регрессионный анализ связи урожайности (Y) с количеством зёрен в колосе (X) и массой 1000 зёрен (Z) в опыте по изучению реакции озимой ржи на различные агрохимикаты, в среднем за годы

№	X, шт.	Y, ц/га	Z, г
1.	392	42,7	32,0
2.	398	46,3	32,3
3.	405	41,5	32,5
4.	402	41,9	32,4
5.	409	45,8	32,5
6.	425	51,6	32,7
7.	385	43,8	31,9
8.	393	45,0	32,0
9.	400	44,4	32,2
10.	354	50,4	31,4
11.	369	42,0	31,6
12.	383	43,2	31,8
13.	399	50,2	32,4
14.	412	55,7	32,6
15.	428	46,4	32,8
16.	463	49,5	32,9
17.	473	46,2	33,0
18.	481	48,6	33,1
19.	475	43,2	33,0
20.	488	45,2	33,2

$n = 20$; $k = 3$

Средние: $X = 35,0$ шт.; $Y = 46,2$ ц/га; $Z = 38,15$ г

$r_{yx} = 0,950$; $r_{yz} = 0,127$; $D_{yx} = 90,25$ %; $D_{yz} = 1,61$ %;

$b_{yx} = 6,06$ ц/га; $b_{yz} = 0,384$ ц/га;

$Sr_{yx} = 0,074$; $Sr_{yz} = 0,234$; $Sb_{yx} = 0,47$ ц/га; $Sb_{yz} = 0,70$ ц/га;

$t_{yx} = 12,90$; $t_{yz} = 0,55$; $t_{0,5} = 2,10$ для $\nu = n - 2 = 18$ ст.св.

$R_{y.xz} = 0,963$; $D = 92,74$ %;

$F_{факт} = 109,95$; $F_{0,5} = 3,59$ для $\nu_1 = k - 1$ и $\nu_2 = n - k$

$a = - 185,8$; $B_1 = 6,10$; $B_2 = 0,48$

Приложение Ц

Урожайность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок агрохимикатов (ц/га), 2022г.

Агрохимикат	Сорт и гибриды	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Без обработки	Московская 18	37,5	41,5	38,3	40,2	157,5	39,4
	ЗУ Форзетти	41,4	43,6	41,8	43,6	170,4	42,6
	КВС Этерно	39,3	38,4	38,0	37,0	152,7	38,2
	КВС Раво	37,4	35,6	43,1	37,9	154,0	38,5
Арксойл ККР	Московская 18	42,7	40,5	44,4	41,2	168,8	42,2
	ЗУ Форзетти	49,1	48,4	46,3	46,9	190,7	47,7
	КВС Этерно	40,4	42,1	38,4	40,3	161,2	40,3
	КВС Раво	41,4	43,4	40,6	40,0	165,4	41,4
Лебозол – полный уход	Московская 18	39,8	40,5	41,7	41,6	163,6	40,9
	ЗУ Форзетти	46,6	46,0	47,4	45,5	185,5	46,4
	КВС Этерно	37,9	38,6	37,0	41,0	154,5	38,6
	КВС Раво	40,3	39,7	38,5	40,5	159,0	39,8
Фолирус Актив	Московская 18	47,4	44,6	45,1	48,0	185,1	46,3
	ЗУ Форзетти	52,2	54,1	50,6	48,8	205,7	51,4
	КВС Этерно	42,9	44,0	41,8	41,9	170,6	42,7
	КВС Раво	44,5	49,1	46,3	43,0	182,9	45,7
Фолирус Макси	Московская 18	42,3	42,4	43,5	41,8	170,0	42,5
	ЗУ Форзетти	44,1	46,0	43,1	46,1	179,3	44,8
	КВС Этерно	39,7	39,0	39,5	41,0	159,2	39,8
	КВС Раво	41,1	42,3	39,8	43,1	166,3	41,6

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	1097,188	79	-	-	-
Повторений	6,100	3	2,033	0,78	2,79
Фактора А	410,094	4	102,523	39,23	2,56
Фактора В	493,356	3	164,452	62,92	2,79
Взаимодействия АВ	38,673	12	3,223	1,23	1,95
Остаток (ошибки)	148,965	57	2,613	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 0,81 ц/га

Относительная $S_{x\%}$ = 2,90 %

$НСР_{05}$ для частных различий 2,30 ц/га; по фактору А 1,15 ц/га; по фактору В 1,03 ц/га

Приложение Ч

Урожайность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок агрохимикатов (ц/га), 2023г.

Агрохимикат	Сорт и гибриды	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Без обработки	Московская 18	41,8	47,0	42,7	44,6	176,1	44,0
	ЗУ Форзетти	46,5	48,9	47,3	48,0	190,7	47,7
	КВС Этерно	42,4	44,5	43,8	40,5	171,2	42,8
	КВС Раво	43,8	42,0	42,9	44,3	173,0	43,3
Арксойл ККР	Московская 18	48,0	48,7	47,6	44,2	188,5	47,1
	ЗУ Форзетти	51,8	53,4	52,3	54,5	212,0	53,0
	КВС Этерно	44,2	43,1	47,6	46,0	180,9	45,2
	КВС Раво	48,1	47,3	44,8	45,4	185,6	46,4
Лебозол – полный уход	Московская 18	47,3	44,5	45,7	46,2	183,7	45,9
	ЗУ Форзетти	51,0	53,1	51,9	52,3	208,3	52,1
	КВС Этерно	44,3	43,5	42,6	43,7	174,1	43,5
	КВС Раво	43,2	43,8	45,4	46,0	178,4	44,6
Фолирус Актив	Московская 18	52,1	53,4	51,8	49,3	206,6	51,7
	ЗУ Форзетти	59,7	54,7	56,6	58,5	229,5	57,4
	КВС Этерно	46,5	48,2	49,7	46,8	191,2	47,8
	КВС Раво	53,2	52,8	48,4	49,3	203,7	50,9
Фолирус Макси	Московская 18	47,3	46,6	47,5	48,5	189,9	47,5
	ЗУ Форзетти	48,9	51,7	50,4	47,8	198,8	49,7
	КВС Этерно	44,7	43,2	44,3	45,1	177,3	44,3
	КВС Раво	45,6	47,0	47,4	46,4	186,4	46,6

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	1257,095	79	-	-	-
Повторений	2,673	3	0,891	0,37	2,79
Фактора А	486,378	4	121,594	49,84	2,56
Фактора В	578,766	3	192,922	79,07	2,79
Взаимодействия АВ	50,208	12	4,184	1,71	1,95
Остаток (ошибки)	139,069	57	2,440	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 0,78 ц/га

Относительная $S_{x\%}$ = 2,64 %

$НСР_{05}$ для частных различий 2,22 ц/га; по фактору А 1,11 ц/га; по фактору В 0,99 ц/га

Приложение Ш

Урожайность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок агрохимикат (ц/га), 2024г.

Агрохимикат	Сорт и гибриды	Повторность				V	$\overline{X}$
		1	2	3	4		
Без обработки	Московская 18	46,0	44,5	42,8	45,9	179,2	44,8
	ЗУ Форзетти	46,5	49,7	50,1	47,6	193,9	48,5
	КВС Этерно	44,2	43,8	42,2	43,3	173,5	43,4
	КВС Раво	44,7	41,9	45,8	43,6	176,0	44,0
Арксойл ККР	Московская 18	48,5	47,1	47,8	49,4	192,8	48,2
	ЗУ Форзетти	54,4	52,9	55,3	53,7	216,3	54,1
	КВС Этерно	45,9	46,5	44,0	47,2	183,6	45,9
	КВС Раво	48,1	47,0	47,6	46,4	189,1	47,3
Лебозол – полный уход	Московская 18	45,7	46,8	45,3	47,9	185,7	46,4
	ЗУ Форзетти	54,0	51,2	53,2	51,8	210,2	52,6
	КВС Этерно	42,6	44,1	43,6	45,0	175,3	43,8
	КВС Раво	44,7	45,2	47,3	43,6	180,8	45,2
Фолирус Актив	Московская 18	53,4	51,4	50,8	54,5	210,1	52,5
	ЗУ Форзетти	58,2	59,3	58,9	57,0	233,4	58,4
	КВС Этерно	50,1	47,4	47,8	49,6	194,9	48,7
	КВС Раво	50,8	52,7	53,3	51,2	208,0	52,0
Фолирус Макси	Московская 18	48,5	46,9	50,0	49,1	194,5	48,6
	ЗУ Форзетти	51,4	52,3	49,2	51,7	204,6	51,2
	КВС Этерно	45,6	43,8	44,8	47,5	181,7	45,4
	КВС Раво	46,1	48,1	49,0	46,6	189,8	47,5

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	1287,775	79	-	-	-
Повторений	2,622	3	0,874	0,49	2,79
Фактора А	527,363	4	131,841	74,51	2,56
Фактора В	613,783	3	204,594	115,63	2,79
Взаимодействия АВ	43,155	12	3,596	2,03	1,95
Остаток (ошибки)	100,854	57	1,769	-	-

Ошибки опыта:

Абсолютная S_x = 0,665 ц/га

Относительная $S_{x\%}$ = 2,37 %

$НСР_{05}$ для частных различий 1,89 ц/га; по фактору А 0,95 ц/га; по фактору В 0,85 ц/га

Приложение Щ

Урожайность сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок агрохимикатов (ц/га)

Агрохимикат	Сорт и гибриды	2022г.	2023г.	2024г.	Среднее по опыту
Без обработки	Московская 18	39,4	44,0	44,8	42,7
	ЗУ Форзетти	42,6	47,7	48,5	46,3
	КВС Этерно	38,2	42,8	43,4	41,5
	КВС Раво	38,5	43,3	44,0	41,9
Арксойл ККР	Московская 18	42,2	47,1	48,2	45,8
	ЗУ Форзетти	47,7	53,0	54,1	51,6
	КВС Этерно	40,3	45,2	45,9	43,8
	КВС Раво	41,4	46,4	47,3	45,0
Лебозол – полный уход	Московская 18	40,9	45,9	46,4	44,4
	ЗУ Форзетти	46,4	52,1	52,6	50,4
	КВС Этерно	38,6	43,5	43,8	42,0
	КВС Раво	39,8	44,6	45,2	43,2
Фолирус Актив	Московская 18	46,3	51,7	52,5	50,2
	ЗУ Форзетти	51,4	57,4	58,4	55,7
	КВС Этерно	42,7	47,8	48,7	46,4
	КВС Раво	45,7	50,9	52,0	49,5
Фолирус Макси	Московская 18	42,5	47,5	48,6	46,2
	ЗУ Форзетти	44,8	49,7	51,2	48,6
	КВС Этерно	39,8	44,3	45,4	43,2
	КВС Раво	41,6	46,6	47,5	45,2

Приложение Ъ

Качество зерна сорта и гибридов озимой ржи под действием различных марок агрохимикатов, в среднем по опыту

Агрохимикат	Сорт и гибриды	Белок, %	Натура зерна, г/л	Число падения, с
Без обработки	Московская 18	9,6	673	239
	ЗУ Форзетти	86	662	254
	КВС Этерно	9,6	674	240
	КВС Раво	9,3	670	244
Арксойл ККР	Московская 18	10,2	686	233
	ЗУ Форзетти	8,7	665	252
	КВС Этерно	9,8	681	240
	КВС Раво	9,8	677	238
Лебозол – полный уход	Московская 18	9,8	678	238
	ЗУ Форзетти	8,6	666	253
	КВС Этерно	9,7	676	239
	КВС Раво	9,9	682	235
Фолирус Актив	Московская 18	10,2	687	229
	ЗУ Форзетти	9,0	667	245
	КВС Этерно	10,5	696	229
	КВС Раво	10,4	690	232
Фолирус Макси	Московская 18	10,0	682	233
	ЗУ Форзетти	8,7	671	250
	КВС Этерно	10,2	688	231
	КВС Раво	9,6	674	239

Приложение Ы

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура Озимая рожь – сорт Московская 18
Площадь 1 га
Предшественник Горох на зерно

Производство продукции	Урожайность, ц/га	Валовый сбор, т
основной	45	4,5

Норма высева 1,2 ц/га

№ пп	Наименование работ	Объём работы		Состав агрегата	Количество человек		Норма выработки за 7 часов	Кол-во нормо-смен	Затраты труда	
		т, га	усл. га		Трактористы водители	рабочие			Трактористы водители	рабочие
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Дискование стерни	1	0,5	МТЗ-1221, ЛДГ-12	1		60	0,02	0,0167	
2.	Транспортировка и внесение минеральных удобрений	1	1,2	МТЗ-1221, РУМ-8	1		65	0,02	0,0154	
3.	Предпосевная культивация	1	0,8	МТЗ-1221, КПУ-9	1		50	0,02	0,0200	
4.	Протравливание и погрузка семян	0,12		ПС-10		1	700	0,001		0,0014
5.	Транспортировка семян	0,12		КамАЗ 689011	1		50	0,02	0,0200	
6.	Посев с прикатыванием	1	0,7	МТЗ-1221, СЗ-3,6-02	1	1	28	0,04	0,0357	0,0357
7.	Транспортировка и внесение аммиачной селитры для подкормки	1	1,2	МТЗ-1221, РУМ-8	1		65	0,02	0,0154	
8.	Ранневесеннее боронование	1	0,5	МТЗ-1221, БЗСС-1	1		75	0,01	0,0133	
9.	Подвоз воды	0,3		АКН КамАЗ 65115-39	1		300	0,01	0,0033	
10.	Опрыскивание посевов против вредителей, болезней и сорняков	1	0,4	МТЗ-1221, ОП-600	1		200	0,01	0,005	
11.	Уборка (прямое комбайнирование)	1	1,5	Terrion-Sampo SR 2010	1		12	0,08	0,0833	
12.	Транспортировка зерна	4,5		КамАЗ 689011	1		50	0,02	0,0200	
13.	Всего		6,8							

Продолжение приложения Ы

№ пп	Тарифная ставка		Тарифный фонд		Дополнительная оплата	Доплата за классность	Отпуск	Итого зарплата	Всего зарплата	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Всего затрат, руб
	Трактористы водители	Рабочие	Трактористы, водители	Рабочие						Всего, кг	Стоимость, руб.	Количество, т/км	Стоимость, руб.	Количество, кВт*ч	Стоимость, руб.	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27
1.	1840,0		30,73			4,61	5,39	40,73	52,95	7,2	360,0					412,95
2.	1840,0		28,34			4,25	4,97	37,56	48,83	6,4	320,0					368,83
3.	1840,0		36,80			5,52	6,46	48,78	63,14	3,5	175,0					238,14
4.		1520,0		2,13		0,32	0,37	2,82	3,67					0,03	0,18	3,85
5.	1630,0		32,60			4,89	5,72	43,21	56,17	4,5	211,5	0,72	18,0			285,67
6.	2150,0	1520,0	76,75	54,26	38,38	11,51	13,47	194,37	252,68	4,0	200,0					452,68
7.	1840,0		28,34			4,25	4,97	37,56	48,83	6,4	320,0					368,83
8.	1840,0		24,47			3,67	4,29	32,43	42,16	2,5	125,0					167,16
9.	1630,0		5,38			0,81	0,95	7,14	9,28	3,8	178,6	1,8	45,0			232,88
10.	1840,0		9,20			1,38	1,61	12,19	15,85	4,0	200,0					215,85
11.	2150,0		179,10		89,55	26,87	31,44	326,96	425,05	8,2	410,0					835,05
12.	1840,0		36,80			5,52	6,46	48,78	63,14	5,5	258,5	2,7	67,5			389,14
13.									1081,75		2758,6		130,5		0,18	3971,03

14. Доплата за продукцию 1189,93 руб.
15. Доплата за стаж 594,96 руб.
16. Всего доплат 1784,89 руб.
17. Отпуска на доплаты 176,52 руб.
18. Начисления на доплаты 838,90 руб.
19. Всего доплат с начислениями 2800,31 руб.
20. Семена 1,2 ц/га - 1800,0 руб.
21. Минеральные удобрения в дозе $N_{115}P_{20}K_{30}$

Удобрения	Цена за 1 т, руб.	Количество, ц/га	Стоимость, руб.
Карбамид	32 800,0	1,0	3 280,0
Аммиачная селитра	28 500,0	2,1	5 985,0
Двойной суперфосфат	34 200,0	0,5	1 710,0
Хлористый калий	30 900,0	0,5	1 545,0
Всего			12 520,0

22. Ядохимикаты 2545,0 руб.

23. Амортизация и текущий ремонт

Показатель	На 1 условный га, руб.	Всего, руб.
Амортизация	520,0	3 636,0
Текущий ремонт	440,0	2 992,0
Всего		6 528,0

24. Всего прямых затрат 30 164,34 руб.

Приложение Ь

Акт внедрения НИР в производство в условиях ООО племзавод «Барыбино»

АКТ
внедрения научных разработок в сельскохозяйственное производство соискателем Шкуркиной Анны Сергеевны

Предприятие ООО племзавод «Барыбино» Домодедовского района Московской области подтверждает то, что результаты исследований по изучению элементов технологии производства зерна озимой ржи, разработанные соискателем Шкуркиной Анной Сергеевны были использованы и внедрены в условиях предприятия в 2024-2025 гг., на общей площади 33 га.

В процессе работы соискателем выполнены исследования по выявлению реакции озимой ржи Московская 18 на внесение удобрений Арксойл ККР, Лебозол–полный уход, Фолирус Актив, Фолирус Макси в качестве некорневых подкормок.

По результатам внедрения, в среднем за годы, максимальная сохранность растений озимой ржи сорта Московская 18 к уборке выявлена на вариантах с действием рекомендуемых агрохимикатов, и составила 88,3-91,5%. При этом лучшие варианты выявлены при действии агрохимикатов марки Фолирус Актив и Лебозол – полный уход, где урожайность составила 53,6 ц/га и 49,3 ц/га соответственно, что больше на 18,7% и 15,9% к контролю (без обработки препаратами), и на 10,9-15,4% выше средних значений по данному предприятию.

Отметим высокую среднюю рентабельность предлагаемой соискателем агротехнологии озимой ржи, которая находилась в пределах 70,2-81,4%, в зависимости от предложенного соискателем вариантов.

Главный агроном ООО племзавод «Барыбино»
Домодедовского района Московской области Тарвердян А.К.

Приложение Э

Акт внедрения НИР в производство в условиях АО «Макеево»

АО «Макеево»
140633, Московская область, Зарайский район,
с. Макеево, ул. Центральная, д. 12

АКТ

внедрения в производство материалов научно-исследовательской работы

соискателя Шкуркиной Анны Сергеевны

Подтверждаем, что в период с 2023-2025 гг. в условиях предприятия АО «Макеево» Зарайский район с. Макеево, Московской области были использованы и внедрены разработки научно-исследовательской работы Шкуркиной А.С. (научный руководитель – д.б.н., профессор Виноградов Д.В.), на общей площади 41 га.

Внедрение элементов технологии выращивания озимой ржи сорта Московская 18 (оценка эффективности некорневых подкормок удобрениями, выявление лучших предшественников в севообороте, предложение оптимальной нормы высева) в условиях Центральной части Нечерноземной зоны России позволило обеспечить оптимальный рост, развитие растений и продуктивность культуры.

Размещение экспериментальных производственных посевов озимой ржи в севообороте после зернобобового предшественника (горох на зерно) в комплексе с нормами высева 3,5 млн. и 4,0 млн. зёрен на 1 га позволило получить высокие, устойчивые урожаи от 45,5 ц/га до 58,3 ц/га в разные годы исследования в зависимости от варианта. Предложенные соискателем рекомендации по выращиванию озимой ржи показали в условиях предприятия высокую агрономическую и экономическую эффективность элементов технологии, при уровне рентабельности производства в 74,1-77,2%, что на 5-7% выше средних показателей по АО «Макеево».

Директор

АО «Макеево» Московской области _____ Рыбаков В.И.

М.П.

Приложение Ю

Акт внедрения НИР в производство в условиях ООО «Пламя»

ООО «Пламя»

Тел.: +7 (920) 952-30-51
Эл.почта: plamya@ra-group.ru

АКТ

о внедрении научной разработки
в сельскохозяйственное производство
Шкуркиной Анны Сергеевны

Подтверждаем, что в период с 2023 по 2025 гг. на предприятии ООО «Пламя» Кораблинского района Рязанской области были использованы и внедрены результаты научно-исследовательской работы по совершенствованию элементов технологии возделывания озимой ржи в условиях Нечерноземной зоны России, на общей площади 48 га. Научно-исследовательская работа по внедрению Шкуркиной А.С. выполнялась в соответствии с тематическим планом НИОКР, под руководством д.б.н., профессора Виноградова Д.В..

В процессе работы соискателем выполнены исследования по оценке продуктивности озимой ржи сорта Московская 18 и гибридов ЗУ Форзетти, КВС Этерно, КВС Раво, а так же оценке эффективности агрохимикатов Арксойл ККР, Лебозол–полный уход, Фолирус Актив, Фолирус Макси в качестве некорневых подкормок в агроценозе культуры.

По результатам опыта получено, что лучшим микроудобрением, имевшим в среднем по внедрению в производство урожайность озимой ржи 44,5 ц/га и 5,4 ц/га (14,2 %) прибавки урожая зерна в сравнении с необрабатываемым контролем являлась марка Фолирус Актив.

При внедрении выявлена высокая средняя рентабельность предлагаемой соискателем агротехнологии озимой ржи, которая находилась по вариантам в пределах 74,5-101,0%, что выше, чем общепринятая технология в данном с/х предприятии.

Директор ООО «Пламя»
Кораблинского района Рязанской области В.Л. Лебедев

Юридический адрес
ул. Молодежная, д.1,
д.Ковалинка,
Кораблинский район,
Рязанская область, Россия,
391226

ИНН 6206002725
КПП 620601001
ОГРН 1046226000523

Филиал «Центральный»
Банка ВТБ (ПАО) г. Москва

Р/С 40702810525250000069
К/С 30101810145250000411
БИК 044525411