

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»**

*На правах рукописи*

**БАРРИ МАМАДУ**

**Роль перспективных сортов озимой тритикале в технологиях различного  
уровня интенсивности на дерново–подзолистых почвах  
Центрального Нечерноземья**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор  
Зеленев Александр Васильевич

**Москва – 2026**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	10
1.1 История культуры тритикале и ее агробиологические особенности.....	10
1.2 Экономическое и агропромышленное значение озимой тритикале.	14
1.3 Биологические характеристики тритикале.....	15
1.4 История возделывания.....	23
1.5 Значение удобрений в повышении плодородия почв, обеспечении растений питательными веществами, увеличении урожайности и улучшении качества сельскохозяйственной продукции.....	25
1.6 Специфика агротехнических приемов при выращивании озимой тритикале.....	33
Глава 2. Условия, материалы и методика проведения исследований.....	49
2.1 Агроклиматические и почвенные характеристики в годы проведения полевых опытов.....	49
2.2 Объекты и методы организации полевых экспериментов, проведения лабораторных анализов и исследований.....	54
2.3 Схема опыта по агротехнологиям озимой тритикале.....	57
2.4 Мониторинг состояния растений и почвы.....	61
Глава 3. Эффективность технологий различного уровня интенсивности в повышении плодородия почвы и элементов продуктивности сортов озимой тритикале.....	63
3.1 Фенологические наблюдения.....	63
3.2 Плотность сложения почвы.....	64
3.3 Влажность и запас продуктивной влаги почвы.....	66
3.4 Содержание нитратного азота в почве.....	73
3.5 Содержание в почве подвижных фосфора и калия.....	78
3.6 Полевая всхожесть.....	83

3.7 Эффективность использования фунгицидов в биологическом аспекте.....	85
3.8 Эффективность использования гербицидов в биологическом аспекте.....	89
3.9 Биологическая эффективность применения инсектицидов.....	92
3.10 Структура урожая.....	95
3.11 Урожайность.....	101
3.12 Качество зерна.....	106
Глава 4. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания озимой тритикале.....	112
4.1 Энергетическая эффективность.....	112
4.2 Экономическая эффективность.....	118
Выводы.....	125
Предложения производству.....	128
Перспективы дальнейшей разработки темы исследований.....	128
Список литературы.....	129
Приложения.....	144

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** Повышение урожайности зерновых культур – одна из ключевых задач современного агропромышленного комплекса России, направленная на обеспечение населения качественными продуктами питания и животноводства – полноценными кормами. Центральное место в решении этой задачи занимает разработка и внедрение в производство новых, перспективных сортов зерновых, адаптированных к конкретным агроэкологическим условиям, а также оптимизация агротехнологий их выращивания. Особую значимость в этом контексте приобретает озимая тритикале – гибрид пшеницы и ржи, способный обеспечивать стабильно высокие урожаи даже при неблагоприятных погодных условиях. Благодаря сочетанию ценных свойств обоих родительских культур, тритикале зачастую превосходит их по таким параметрам, как урожайность и пищевая ценность. В сравнении с пшеницей, которая занимает лидирующее место среди зерновых культур в мировом масштабе, тритикале характеризуется более высоким содержанием белка, витаминов группы В и РР, а также более сбалансированным минеральным составом.

Растущая ценность тритикале для народного хозяйства обусловлена её двойным функциональным потенциалом: она эффективно используется как в пищевой промышленности для производства продуктов питания, так и в животноводстве в качестве высокопитательного корма.

Для успешного внедрения и развития производства озимой тритикале требуется создание высокоэффективной агротехнологии, учитывающей как климатические и почвенные особенности конкретного региона, так и биологические, а также хозяйственные характеристики самой культуры. Ключевым фактором достижения её максимальной продуктивности является правильный подбор наиболее адаптированных сортов и применение оптимальных агротехнических приёмов, обеспечивающих не только высокий урожай, но и отличное качество зерна. Актуальной задачей российского

агропромышленного комплекса является получение стабильно высокой урожайности зерна озимой тритикале с хорошими качественными показателями. Постоянное усовершенствование агротехнических приёмов способствует получению устойчивых урожаев зерна. Такая стабильность достигается благодаря адаптации методов выращивания зерновых культур к условиям конкретных регионов, а также созданию новых, перспективных сортов, отвечающих современным агротехнологическим и качественным требованиям (Никитин С.Н. и др., 2016; Политыко П.М. и др., 2010).

**Степень разработанности темы.** В отечественной литературе имеются сведения по вопросу совершенствования технологии возделывания озимой тритикале, изучению которой посвящены труды Бирюкова К.Н., 2015; Домановой Н.М., Политыко П.М., 2016; Горяниной Т.А., 2020; Грабовец А.И. и др., 2021; Жиленко С.В. и др., 2015; Миникаева Р.В., 2019; Назранова Х.М. и др., 2011; Никитина С.Н. и др., 2015; Новоселова Ю.К. и др., 2004; Осипова А. И., 2016.

**Целью исследования** является оценка воздействия современных агротехнологий разного уровня интенсивности на урожайность и качество зерна перспективных сортов озимой тритикале при выращивании на дерново–подзолистых почвах Центрального Нечерноземья.

**Задачи исследования:**

- выявить влияние современных сортов озимой тритикале и агротехнологий различной интенсивности на улучшение водно–физических свойств дерново–подзолистых почв;
- изучить влияние технологий возделывания перспективных сортов озимой тритикале на режим питания почвы;
- установить уровень полевой всхожести сортов озимой тритикале при использовании агротехнологий с разной степенью интенсивности;
- провести оценку биологической эффективности современных агрохимикатов в зависимости от сорта озимой тритикале и применяемой агротехнологии;

– выяснить влияние агротехнологий с различным уровнем интенсивности на урожайность, структуру урожая и качество зерна перспективных сортов озимой тритикале;

– осуществить энергетический и экономический анализ эффективности возделывания перспективных сортов озимой тритикале в технологиях разного уровня интенсивности.

**Научная новизна.** Впервые в условиях дерново–подзолистых почв Центрального Нечерноземья получены оригинальные данные по реакции регионально адаптированных сортов озимой тритикале – Гера, Нина и Немчиновский 56 – на агротехнологии разного уровня интенсивности (базовая, интенсивная, высокоинтенсивная), что имеет значение для формирования устойчивых и ресурсосберегающих систем земледелия.

Оценено воздействие агротехнологий различной интенсивности на водно–физические свойства и режим питания почвы, фитосанитарное состояние посевов, структуру урожая, урожайность и качество зерна озимой тритикале.

Изучаемые сорта положительно реагировали на повышение уровня агротехнологической интенсивности: урожайность сорта Гера возросла с 7,14 до 9,67 т/га, сорта Немчиновский 56 – с 6,64 до 8,83 т/га, сорта Нина – с 5,98 до 8,24 т/га.

Агротехнологии различного уровня интенсивности способствовали улучшению агрохимических и агрофизических характеристик плодородия дерново–подзолистых почв, повышению содержания нитратного азота в почве с 8,7 мг/кг до 25,3 мг/кг почвы, подвижного фосфора – с 203 мг/кг до 337 мг/кг почвы, подвижного калия – с 51 мг/кг до 111 мг/кг почвы.

С увеличением интенсивности возделывания все структурные показатели урожайности увеличивались: количество продуктивных стеблей у сорта Гера возросло с 550 до 652 шт./м<sup>2</sup>, число зерен в колосе – с 37,9 до 40,4 шт., масса зерна с колоса – с 1,57 г до 1,79 г, масса 1000 зерен – с 41,5 г до 44,4 г.

Содержание белка в зерне повышалось с увеличением интенсивности технологии: у сорта Немчиновский 56 – с 11,3 % до 12,8 %, у сорта Гера – с 11,2

% до 12,3 %, у сорта Нина – с 11,1 % до 12,5 %. Сбор белка возрастал с 663,8 кг/га до 1189,4 кг/га, кормовая продуктивность – с 7,06 т/га к. ед. до 11,41 т/га к. ед.

Наилучший результат получен у сорта Гера при применении высокоинтенсивной технологии: коэффициент энергетической эффективности составил 0,83, уровень рентабельности – 137 %, расчетная прибыль – 55960 руб./га.

**Теоретическая и практическая значимость работы** определяется системным анализом и комплексным подходом на основе общих принципов применения технологий возделывания различной интенсивности при возделывании трех новых сортов озимой тритикале в условиях дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья.

Дисперсионный анализ полученных экспериментальных данных позволил оценить и выявить основные факторы, влияющие на водно-физические свойства и режим питания почвы, структуру урожая, урожайность и качество зерна перспективных сортов озимой тритикале.

Доказано преимущество применения высокоинтенсивной технологии возделывания по сравнению с базовой и интенсивной технологиями и нового сорта озимой тритикале Гера, обеспечивающего среднюю урожайность на уровне 7–10 т/га.

Представленные выводы дают комплексное энергетическое и экономическое обоснование эффективности применения технологий различной интенсивности и современных сортов озимой тритикале. Наиболее эффективный сорт рекомендуется к использованию в сельскохозяйственном производстве, что предоставляет аграриям возможность выбора оптимальной агротехнологии для его выращивания.

**Методология и методы исследований.** Методологическую основу исследования составляют анализ отечественных и зарубежных научных источников, формулировка целей и задач, организация и выполнение полевых экспериментов и лабораторных исследований, энергетическая и экономическая оценка данных. Результаты подвергались статистической обработке и

интерпретации, на основе которых предлагаются наиболее эффективный сорт и оптимальная технология возделывания озимой тритикале.

Экспериментальные данные получены в результате комплекса полевых и лабораторных исследований, проведённых с применением стандартных методик агрохимического анализа сельскохозяйственной продукции и растений, а также с соблюдением методических рекомендаций ЦИНАО. Для обеспечения достоверности результатов в контексте устойчивого земледелия использован дисперсионный анализ по методу Б.А. Доспехова (1985), реализованный в программной среде Microsoft Excel 2010.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Урожайность и качество зерна перспективных новых сортов озимой тритикале при выращивании на дерново–подзолистых почвах Центрального Нечерноземья с применением агротехнологий разного уровня интенсивности.

2. Влияние агротехнологий разной интенсивности и современных сортов озимой тритикале на водно–физические и агрохимические характеристики плодородия почвы.

3. Энергетическая и экономическая эффективность выращивания новых сортов озимой тритикале на дерново–подзолистых почвах Центрального Нечерноземья при использовании агротехнологий разного уровня интенсивности.

**Степень достоверности и апробации результатов исследований.** Достоверность выводов подтверждена репрезентативной выборкой данных, полученных в условиях, приближенных к производственным, с использованием современных методик и технических средств, а также с применением статистических методов, обеспечивающих научную обоснованность в контексте устойчивого сельскохозяйственного производства.

Основные положения исследования были представлены на двух ежегодных международных конференциях молодых учёных «Инновационные процессы в сельском хозяйстве»: XIV (21–22 апреля 2022 г.) и XV (20–21 апреля 2023 г.), проведённых в РУДН (г. Москва).

**Публикация результатов исследования.** Материалы диссертации

легли в основу 8 научных публикаций, из которых одна размещена в журнале, индексируемом в международной базе цитирования CAS, а три – в рецензируемых научных изданиях, соответствующих требованиям Перечня ВАК и рекомендованных РУДН для публикации результатов диссертационных исследований.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырёх содержательных глав, заключения, а также практически ориентированных рекомендаций по внедрению результатов исследования в системы устойчивого сельскохозяйственного производства, списка литературы и приложений. Общий объём работы – 173 страницы. Экспериментальные результаты отражены в 39 таблицах и 13 рисунках, к работе приложено 30 дополнительных материалов. Для обоснования теоретической и методологической основы исследования использовано 137 литературных источников, в том числе 40 зарубежных публикаций, представляющих современные подходы к устойчивому агропроизводству.

**Личный вклад автора.** Всю проектную и исполнительскую часть исследования – от разработки программы и выбора методов до проведения полевых и лабораторных опытов, математической обработки данных и обобщения результатов – автор выполнил самостоятельно, сформулировав научно обоснованные выводы и практические рекомендации, способствующие переходу к устойчивым и эффективным системам растениеводства.

**Благодарность.** Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю – доктору сельскохозяйственных наук, профессору Александру Васильевичу Зеленеву, а также бывшему научному руководителю Валентину Валентиновичу Введенскому за ценные советы, поддержку и помощь в организации исследований и подготовке диссертационной работы. Особая признательность – заведующему лабораторией сортовых технологий озимых зерновых культур и систем применения удобрений ФИЦ «Немчиновка», Дольгану Сергеевичу Тегесову, а также всем сотрудникам лаборатории за профессиональное содействие и сотрудничество.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 История культуры тритикале и ее агробиологические особенности

Тритикале – продукт человеческих исследований, и на протяжении многих лет разные ученые, работающие над улучшением данной культуры, придумывали для нее собственные названия.

Таким образом, от (Wheat×seigle) *Triticosecale* Wittmark получил научное название, а *triticale* сохранился как общепринятое название, где *triti* от *Triticum* и *Sale* от *secale*.

Тритикале, полученная в результате гибридизации пшеницы и ржи, появилась сравнительно недавно.

Во второй половине XIX века биологи и селекционеры начали скрещивать мягкую пшеницу и рожь.

Первая публикация, описывающая экспериментальный успех этой гибридизации, датируется 1876 годом.

Автором работы является шотландский ботаник Уилсон, и в ней не упоминается какая-либо агрономическая цель, а просто объясняется желание понять механизмы стерильности *F1* (Wilson S., 1873).

Наши известные злаки появились еще в доисторические времена (Harlan J.R., 1987). Пшеница была одомашнена несколько тысяч лет назад на Ближнем Востоке, в регионе «Плодородного полумесяца».

Тритикале выходит за рамки этой естественной среды. Как продукт науки, она представляет прорыв, поскольку имеет искусственную генетическую структуру, которая постепенно создавалась, изучалась и совершенствовалась в ходе международных исследований, начавшихся почти столетие назад. Впервые создан вид, который, вероятно, приобретет большое экономическое значение, конкурируя с классическими злаками (Müntzing A. et al, 1979).

Бывает также, хотя и гораздо реже, что цветущее растение пшеницы или ржи дает плодоносные колосья, несущие несколько зерен, и его потомство

оказывается на него похожим, давая начало совершенно новому виду. Таким образом, появилось очень небольшое количество «плодовитых и устойчивых гибридов», первый из которых был замечен немецким селекционером Римпау в 1891 году. Только между 1930 и 1935 годами были изучены хромосомы этих линий; было обнаружено, что клетки обладают всеми хромосомами от каждого из родителей ( $2n + 2n$ ) и способны осуществлять мейоз, потому что каждая хромосома нашла гомологичного партнера: удвоение числа хромосом восстановило фертильность, что привело к появлению новой формы, которая представляет общее сложение двух его родителей.

В 1937 году одновременно во Франции и США было обнаружено, что алкалоид колхицин может искусственно вызывать удвоение хромосом. С этого момента гибриды мягкой пшеницы X ржи F1 систематически удваивались, а количество линий тритикале увеличивалось. Эти линии скрещивают между собой, и из потомства, полученного в результате рекомбинации генов, отбирают более удовлетворительные в агрономическом отношении формы.

Также был достигнут прогресс в изучении пшеницы. В 1919 году было обнаружено, что три группы, уже признанные ботаниками «зерновая» пшеница, твердая пшеница и мягкая пшеница, имеют  $2n = 14, 28$  и  $42$  хромосомы соответственно. Между 1920 и 1950 годами постепенно сформировались понятия диплоидного вида, базового генома и полиплоидии. Базовый геном – это функциональная единица, минимальная группа хромосом, которая позволяет растению жить. У пшеницы и ржи геномы представляют наборы из 7 хромосом: диплоидный вид несет в своей фазе только один геном гаплоид (и особенно гаметы) и вдвое больше этого генома, то есть  $2n = 14$  хромосом, в других его клетках.

Этот значительный прогресс возродил тритикале на международном уровне. Такие скрещивания были проведены в различных странах: Венгрия, США, Канада, Франция, СССР, Польша, Англия, Швейцария, Австралия, Германия, Мексика и др. (Cauderon Y., 1981). Во Франции в результате скрещивания уже упомянутого октоплоидного тритикале № 204 и

гексаплоидного тритикале № 847, созданного в Северной Америке, была получена гексаплоидная линия.

История тритикале демонстрирует нашу способность преодолевать естественные препятствия. Она дает нам замечательную возможность стать свидетелями беспрецедентных «столкновений», затрагивающих не только гены, но и хромосомы, геномы и цитоплазму. Тритикале представляет лишь первый шаг в этом начинании генной инженерии, применение которого расширяется благодаря новым знаниям и методам в области биохимии и молекулярной биологии.

Тритикале впервые была синтезирована в России в 1918 году на опытных участках Саратовской селекционной станции. Более двух десятилетий научный коллектив осуществляет регулярные и целенаправленные исследования по улучшению и адаптации этой культуры (Мейстер Г.К., 1930; Назранов Х.М. и др., 2011).

История межродовой гибридизации в растениеводстве обогатилась важным этапом в 1941 году, когда на Тулунской опытной станции впервые были получены гибриды мягкой пшеницы и яровой ржи. С использованием колхицинового метода учёным удалось создать октоплоидные формы яровой, а затем озимой тритикале ( $2n = 56$ ). Созданные В.Е. Писаревым зимние сорта тритикале отличаются плоидностью (AD-72, LD-122, AD-236, NAD-236, NAD-325, NAD-430 и др.) оказались чрезвычайно ценными с точки зрения зимостойкости (Гаврилов А.А. и др., 2006; Шишлянников Я.И. и др., 2017).

Существенный вклад в селекцию тритикале был сделан в 1971 году в Украинском научно-исследовательском институте растениеводства, селекции и генетики, где с применением оригинального метода удалось получить гексаплоидную форму, сочетающую генетическую основу трёх злаков: озимой мягкой и твёрдой пшеницы, а также ржи. Практическая реализация метода стала возможной только после 1960 года (Шулындин А.Ф., 1973; Шулындин А.Ф., 1971). Актуальность тритикале как объекта исследований подтверждается активной работой с ней в странах Европы, Северной и Центральной Америки

(Канада, США, Мексика). В России ведущую роль в изучении культуры играют Институт цитологии и генетики СО РАН, агронаучные центры Подмосковья, Донской зональный НИИСХ и другие научные организации. Наибольшее внимание уделяется селекции кормовых и продовольственных сортов обоих типов – озимых и яровых. По оценкам специалистов, в обозримой перспективе тритикале способна занять значимое место в структуре возделываемых культур, а её зерно – стать сырьём для хлебопекарной, кондитерской, пивоваренной, спиртовой и комбикормовой промышленности (Кочетов А.Н., 2006; Поздняков Е.П., 2006; Тоноян С.В., 2005).

Растущий интерес к тритикале в современных условиях объясняется её ценными свойствами, соответствующими принципам устойчивого растениеводства. Культура демонстрирует высокий потенциал урожайности зерна и зелёной массы, формирует зерно с высоким содержанием белка и улучшенным аминокислотным профилем (в особенности по лизину), а также обладает выраженной устойчивостью к стрессам. Среди определяющих адаптивных черт – высокая морозостойкость, способность переносить засуху, низкая зависимость от почвенного плодородия и комплексная устойчивость к основным грибным и вирусным патогенам.

Расширение возделывания тритикале способствует активизации исследовательской деятельности, ориентированной на изучение её потенциала в кормопроизводстве. Согласно исследованиям, проведенным в Канаде (Zillinsky F.J., 1974), пищевая ценность зерна тритикале сопоставима с пищевой ценностью ячменя и экономическая эффективность выращивания сопоставима с рентабельностью выращивания данной культуры.

Гибридные амфидиплоиды пшеницы и ржи демонстрируют кормовые свойства, сопоставимые с ячменем и пшеницей. При этом тритикале представляет особый интерес как безопасная альтернатива ржи в кормлении животных: в отличие от этой культуры, её зерно практически не содержит токсичных липидов и фенольных соединений, ограничивающих использование последней, особенно в рационах молодняка. Благодаря этому зерно тритикале

эффективно замещает ячмень и сорго в комбикормах для свиней и входит в состав концентрированных кормов для крупного и мелкого рогатого скота. Экспериментальные данные свидетельствуют, что применение зелёной массы тритикале в рационах дойного стада приводит к росту молочной продуктивности на 12–14 % и увеличению жирности молока на 0,2–0,3 %.

## **1.2 Экономическое и агропромышленное значение озимой тритикале**

Тритикале отличается высоким урожайным потенциалом и богатым содержанием белка, включая незаменимые аминокислоты – в первую очередь лизин и триптофан, что обуславливает её высокую пищевую и кормовую ценность. По содержанию белка она превосходит пшеницу на 1–1,5 % и рожь – на 3–4 %. Количество клейковины в зерне тритикале сопоставимо с пшеничным или даже превышает его на 2–4 %, хотя её качество несколько ниже. Эта культура удачно сочетает экологическую устойчивость и пластичность ржи с высокой продуктивностью и технологическими качествами пшеницы. Многие современные сорта тритикале по своим характеристикам не уступают пшенице, а по некоторым хлебопекарным свойствам даже превосходят рожь. В определённых условиях возделывания тритикале демонстрирует большую продуктивность, чем её родительские культуры.

Зерно тритикале находит применение в хлебопекарной и кондитерской промышленности: хлеб из него уступает пшеничному по органолептическим показателям, но превосходит ржаной. Кроме того, оно используется для производства спирта, промышленного крахмала, а также в пивоварении и виноделии. По данным исследователей, в частности М. Бернарда и соавторов, урожайность белка у тритикале может достигать 1,0–1,1 т/га. Благодаря полному аминокислотному профилю и высокому содержанию белка, культура подходит как для продовольственных, так и для кормовых целей. Биологическая ценность зерна и хлеба из тритикале превышает аналогичные показатели у пшеницы и других злаков, хотя может варьироваться в

зависимости от сорта и агроклиматических условий выращивания.

Тритикале обладает высокой адаптивностью к различным типам почв, что расширяет её ареал возделывания. Как кормовая культура она особенно ценна: её зерно эффективно используется в рационах свиней и птицы. Исследования показали, что замена 40 % традиционных зерновых компонентов корма на зерно тритикале способствует увеличению привесов откормочных свиней на 18–30 % и позволяет сэкономить 15–20 % кормов. Зелёная масса тритикале также широко применяется в кормлении скота. Благодаря поздним срокам посева она успешно заполняет разрыв в «зелёном конвейере» между озимой рожью и многолетними травами. Высокое содержание каротиноидов делает её зелёную массу более привлекательной и поедаемой для животных по сравнению с рожью и пшеницей. Солома тритикале используется как кормовая добавка и подстилочный материал. Кроме того, тритикале рассматривается как перспективное сырьё для промышленного получения крахмала. У отдельных линий зерна наблюдается высокая ферментативная активность и растворимость белка, что открывает возможности для её использования в производстве пива и вина. В Канаде с 1961 года тритикале активно применяется при изготовлении виски и спирта.

Гибрид пшеницы и ржи – кормовая культура, зерно и солома которой используются в качестве корма для крупного рогатого скота, свиней и т. д. Тритикале представляет собой перспективный кормовой ресурс, способный повысить выход питательных веществ с гектара пашни на 20–30 % по сравнению с традиционными кормовыми культурами (Грабовец А.И. и др., 2021).

### **1.3 Биологические характеристики тритикале**

Тритикале успешно объединяет ценные биологические и хозяйственные признаки своих родительских культур: от ржи она унаследовала высокую экологическую пластичность, а от пшеницы – высокую урожайность и хорошие технологические качества зерна. Хлеб, выпеченный и муки

тритикале, превосходит по качеству ржаный, а при использовании смеси пшеничной и тритикалевой муки по своим характеристикам приближается к чисто пшеничному.

Среди других достоинств культуры – высокая адаптивность к разнообразным почвенным условиям: тритикале способна расти даже на кислых и избыточно увлажнённых почвах. Кроме того, растения обладают устойчивостью ко многим распространённым болезням зерновых, в частности практически не поражаются мучнистой росой и бурой ржавчиной.

Вместе с тем, у тритикале имеются и определённые недостатки: значительная вариабельность урожайности по годам, склонность к полеганию и прорастанию зёрен на корню, неравномерное или недостаточное наполнение зерна у отдельных форм, позднее созревание, а также повышенная восприимчивость к снежной плесени и корневым гнилям. Однако эти ограничения могут быть преодолены за счёт селекции – путём создания новых сортов с высоким потенциалом продуктивности, устойчивостью к полеганию и прорастанию, улучшенной зимостойкостью и сокращённым вегетационным периодом.

В течение вегетации тритикале предъявляет определённые требования к условиям роста и развития, что необходимо учитывать при разработке агротехнологий её возделывания.

Для успешного прорастания семян тритикале оптимальной считается температура около 20 °С, при этом процесс возможен в широком диапазоне – от 5 °С до 35 °С. Всходы обычно появляются через 5–7 суток после посева. В случае озимых форм особое значение имеет температура в зоне кущения: её критический уровень составляет 18–20 °С, что необходимо учитывать при планировании сроков посева и ухода за посевами.

В условиях зимне–весеннего периода тритикале выдерживает более низкие температуры, чем озимая пшеница, что свидетельствует о её повышенной адаптивной устойчивости к холодовому стрессу. Осенью она формирует более мощную кустистость, которая сохраняется и в весенний период.

Тритикале относится к самоопыляющимся растениям, однако вероятность перекрёстного опыления также нельзя исключать. Культура отличается длительным вегетационным циклом, характерным для позднеспелых форм: полный период вегетации составляет 250–325 дней в зависимости от сорта и условий возделывания.

Минимальный уровень увлажнения, необходимый для запуска фазы набухания и последующего прорастания семян тритикале, составляет 50–60 % от их сухой массы. Наибольшая продуктивность культуры достигается при поддержании влажности почвы на уровне 65–75 % от её полной влагоёмкости. Пик потребности во влаге приходится на периоды интенсивного роста – фазу всходов, а также этапы формирования и созревания зерна. Оптимальная реакция почвенной среды для выращивания тритикале – слабокислая или близкая к нейтральной, с рН в диапазоне 5,5–6,5.

Согласно концепции Купермана, онтогенез растений условно разделяется на два основных периода. Первый связан с формированием вегетативных органов – корней, стеблей и листьев, которые обеспечивают питание, дыхание, водоснабжение, а также трансформацию и транспортировку веществ внутри растения. Второй период включает развитие генеративных (репродуктивных) структур – соцветий, цветков, плодов и семян. Первый этап традиционно обозначают как вегетативную фазу роста, второй – как генеративную фазу развития.

Следует отметить, что такое разделение носит условный характер: формирование любого органа, включая вегетативные, тесно связано с общим развитием растения и подготовкой к репродукции. Продолжительность фаз и отдельных этапов органогенеза определяется как внешними факторами (климат, агротехника и др.), так и внутренними биологическими особенностями конкретного вида или сорта.

Например, при слишком раннем посеве и тёплой осени растения могут чрезмерно развиться до наступления зимы, что существенно снижает их зимостойкость. Поэтому с момента посева крайне важно вести регулярный

мониторинг состояния посевов. Для этого используются ключевые агробиологические показатели, среди которых основными являются полевая всхожесть и кустистость. При этом кустистость, в свою очередь, подразделяется на общую (все побеги) и продуктивную (побеги, формирующие колос и зерно).

Прорастание coleoptile, достигнув поверхности почвы, под воздействием света прекращает рост и вскоре рождает первый зеленый лист на месте маленького отверстия в верхушке. Это и есть появление проростка. Затем поочередно разворачиваются второй и третий почкующиеся листья. Появление последнего распускающегося листа знаменует окончание фазы прорастания.

В течение всего вегетационного периода, и особенно в зимний сезон, на растения озимой тритикале существенно влияют внешние экологические факторы. В связи с этим были разработаны специальные показатели, отражающие состояние посевов и их продуктивный потенциал: зимостойкость, выживаемость, плотность продуктивных растений на 1 м<sup>2</sup>, а также структурные элементы продуктивности колоса.

Полевая всхожесть определяется как процентное отношение числа реально появившихся всходов к количеству семян, заделанных в почву. Следует учитывать, что не все семена, способные прорасти в лабораторных условиях, успешно всходят в поле. У зерновых, особенно у озимых культур, полевая всхожесть традиционно считается невысокой. По данным Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (БГСХА), у озимой тритикале она варьирует в широких пределах – от 65 до 88 %, что напрямую зависит от погодных и агротехнических условий.

Исследования причин низкой полевой всхожести показали ключевую роль качества посевного материала. В неблагоприятных условиях (например, при сухой или холодной осени, чрезмерной глубине заделки) семена тритикале прорастают хуже, чем пшеничные. Это связано с их морфологическими особенностями: морщинистой поверхностью, наличием пустот, пониженной

устойчивостью к механическим повреждениям, а также скоплением в складках зерна патогенных микроорганизмов, затрудняющих прорастание. Напротив, крупные, выровненные и чистые семена обеспечивают более дружные и быстрые всходы.

Отмечено, что всхожесть семян тритикале в среднем на 3–9 % ниже, чем у пшеницы. Однако при соблюдении оптимальных условий посева (сроки, глубина, влажность почвы) различия в полевой всхожести между этими культурами становятся незначительными.

Помимо качества семян, на всхожесть в полевых условиях влияют и другие факторы: погодные условия осени, норма высева и глубина заделки. Например, в опытах, проведённых в 1990–1993 гг., средняя полевая всхожесть тритикале составила 69 %. Данные БГСХА также подтверждают, что на этот показатель оказывают влияние сортовые особенности культуры.

Кроме всхожести, важным параметром является сохранность посевов, которая рассчитывается как процентное соотношение числа растений, доживших до уборки урожая на единице площади, к количеству появившихся всходов (Кочурко В.И., 2001).

Речь идёт о процессе подземного ветвления стебля, который запускается спустя 20–30 дней после появления всходов и длится около 10–15 дней. В ходе этого процесса из пазушных почек листьев главного стебля формируются узлы и побеги второго порядка, а из их пазух – узлы и побеги третьего порядка и так далее. В фазе кущения побеги образуются в результате удлинения влагалищ листьев вместе с прилегающими узлами, междоузлиями и конусами нарастания, расположенными в почве, в узле кущения. Эти побеги называются псевдостеблями (Кочурко В.И., 2001).

Урожайность культуры на 50 % определяется густотой продуктивного стеблестоя, на 15 % – количеством зёрен в колосе и на 25 % – массой 1000 зёрен. Плотность растений и интенсивность кущения напрямую влияют на формирование продуктивного стеблестоя.

Вопрос о роли кущения в создании продуктивных стеблей до сих пор не

имеет однозначного ответа. В условиях Беларуси отмечается значительная изменчивость как общей, так и продуктивной кустистости у озимых зерновых.

Интенсивность кущения зависит от множества факторов: сортовых особенностей, уровня обеспеченности влагой и питательными элементами, продолжительности светового дня, а также температуры почвы и воздуха. Применение минеральных удобрений способно повысить как общую, так и продуктивную кустистость.

Продуктивный стеблестой выступает как механизм компенсации недостаточной плотности растений и представляет собой форму биологической адаптации культуры к внешним условиям. Однако кущение играет в формировании урожая вспомогательную, а не ведущую роль – главным фактором остаётся оптимальная густота посевов. Даже самая тщательная агротехника не способна полностью нивелировать последствия изреженности, вызванной недостаточным уходом или неблагоприятными погодными условиями.

Сравнительные данные показывают, что по сравнению с озимой пшеницей и рожью тритикале обладает более высокой продуктивной кустистостью. Вместе с тем исследования свидетельствуют: этот признак не является решающим для достижения высоких урожаев. Более эффективным подходом считается выращивание сортов с умеренной способностью к кущению, при этом оптимальную плотность стеблестоя целесообразно регулировать за счёт подбора нормы высева семян.

Уже на стадии кущения в точках роста (конусах нарастания) тиллеров заложены зачатки будущих побегов, включающие узлы, междоузлия и соцветия. Удлинение соломины (стебля) начинается с нижнего междоузлия, расположенного над узлом кущения. За ним последовательно развиваются второе, третье и последующие междоузлия, причём каждое следующее превосходит предыдущее по длине.

В этот период резко возрастает потребность растений во влаге и питательных веществах, что делает фазу выхода в трубку особенно

критической. В это время культура крайне чувствительна к изменениям погодных условий и агротехническим воздействиям. Продуктивность колоса напрямую зависит от количества фертильных (плодущих) цветков, сформировавшихся в соцветии.

Колошение, инициируемое ещё на этапе кущения и завершающееся к концу фазы трубкования, происходит за счёт выдвижения соцветия наружу из влагалища верхнего листа под действием последнего удлиняющегося междоузлия. Момент, когда  $1/3$  колоса появляется из листового влагалища у 10 % растений, считается началом появления колоса. В этой фазе растения также очень требовательны к погодным условиям и чувствительны к негативным воздействиям.

Цветение начинается и распространяется от верхушки до основания колоса. Первыми зацветают цветки в нижней части средних колосьев главного колоса. Тритикале – само- и перекрестноопыляемое растение. При помощи лодиккулы цветочные нити широко расправляются, и появляются пыльники. Наиболее благоприятными условиями для опыления являются тёплая, солнечная погода и лёгкий ветерок. После завершения цветения и оплодотворения рост вегетативных органов – стеблей, листьев и корней – практически останавливается, и основная часть ассимилянтов направляется на формирование и наполнение зёрен. В этот период особенно важно сохранять листовой аппарат (в первую очередь боковые листья) от повреждений, поскольку это способствует увеличению как количества, так и массы зёрен в колосе, а также улучшает их качество.

Этот этап начинается с оплодотворения яйцеклетки (образования зиготы) и длится до наступления молочной спелости зерна. Уже на 2–3-й день после цветения и оплодотворения формируется зачаток зерна с желеобразной, водянистой консистенцией, содержащий около 80 % влаги. К 6–7-му дню наблюдается интенсивный рост размеров и массы сырого зерна, тогда как накопление сухого вещества в этот период происходит относительно медленно. К завершению фазы в сформировавшихся зёрнах содержание

сухого вещества достигает 15–35 %, а влажность снижается до 65 %.

Этот этап характеризуется активным накоплением сухого вещества, при этом зерно значительно увеличивается в ширину и толщину. К его завершению зерно утрачивает зелёную окраску, а влажность снижается до 40 %. Продолжительность стадии составляет 12–18 дней, и к её окончанию процесс накопления сухого вещества в зерне практически завершается. Стадия налива подразделяется на две фазы – молочную и восково–тестовую (или тестообразную).

Тестообразная фаза начинается с наступления восковой спелости и завершается полной зрелостью зерна. На этом этапе поступление влаги и сухого вещества в зерно прекращается, а основные процессы сводятся к биохимической трансформации ранее накопленных соединений и интенсивному испарению влаги. В ходе фазы содержание воды в зерне снижается с 40–36 % до 16–14 %. На этой стадии зрелости зерно проходит две стадии развития: восковая зрелость и полная зрелость.

Морфология зерна тритикале во многом схожа с морфологией её родительских видов – пшеницы и ржи. Внешне зерно тритикале представляет собой сочетание характерных признаков обеих исходных культур. Оно обычно длиннее пшеничного зерна (10–12 мм) и шире ржаного зерна (до 3 мм). Хотя часто встречается, что длина зерна тритикале составляет около 11 мм.

Как и у пшеницы и ржи, зерно тритикале имеет продольную бороздку, расположенную между двумя выступающими щетинками, а также хохолок и зародыш на противоположных концах. Одним из существенных недостатков, ограничивающих более широкое распространение тритикале, являются недостаточно высокие технологические свойства её зерна. В частности, у некоторых зёрен между хохолком и зародышем могут присутствовать складки или морщинистость, что негативно сказывается на их качестве и перерабатываемости.

Строение зерна тритикале в целом аналогично структуре зерен её родительских культур. Крахмальные зёрна преимущественно имеют

сферическую форму, хотя нередко встречаются и многоугольные. Одной из характерных особенностей тритикале является менее упорядоченная, более неправильная форма клеток алейронового слоя. В области продольной бороздки алейроновые клетки располагаются в два–три слоя. Эндосперм обладает типичным для злаков строением, однако в нём иногда наблюдаются участки с отсутствием крахмальных зёрен – так называемые «пустоты».

Процесс формирования эндосперма и крахмальных зёрен у тритикале во многом схож с аналогичными процессами у твёрдой пшеницы, ржи и яровой твёрдой красной пшеницы.

Зрелые крахмальные зёрна тритикале включают как крупные бороздчатые линзовидные гранулы, так и сферические формы. Одной из актуальных селекционных проблем при создании сортов тритикале является увядание семян в процессе созревания. Окраска зёрен обычно варьирует в пределах желтовато-коричневых оттенков. Зародыш тритикале по строению напоминает зародыш пшеницы и состоит из зародышевого стержня и skutelluma, выполняющего функции хранения, переваривания и всасывания питательных веществ.

## **1.4 История возделывания**

Тритикале стремительно завоёвывает популярность по всему миру, вызывая исключительно высокий интерес у исследователей и аграриев. Масштабы её изучения впечатляют: уже в 1975 году международные сортоиспытания этой культуры проводились в 75 странах на пяти континентах, охватывая 338 опытных пунктов. В частности, испытания проходили в 41 стране Северной Америки, 71 – Латинской Америки, 64 – Европы, 60 – Африки, 23 – Ближнего Востока и 79 – Юго-Восточной Азии и Океании.

В России тритикале выращивают на тех же участках, что и озимую пшеницу и рожь. Её выращивают менее чем на 100 тыс. га. Наибольшие площади сосредоточены на Северном Кавказе и в Центрально–Черноземной зоне.

Россия – крупная аграрная страна с большими сельскохозяйственными площадями, которая с каждым годом совершенствует сельскохозяйственное производство для удовлетворения потребностей населения и интенсификации животноводства.

Тритикале занимает более 4 миллионов гектаров по всему миру, среди крупнейших производителей – Польша (5,2 миллиона тонн), Германия (2,97 миллиона тонн), Беларусь (2,07 миллиона тонн) и Франция (2,02 миллиона тонн). В 2019 году посевная площадь тритикале в России составила 147,7 тыс. га при сборе зерна 5,5 млн тонн (Вавилов П.П. и др., 1986; Малкандуев Х.А. и др., 2020). В Госреестре селекционных достижений РФ на 2020 год внесено 87 сортов озимой тритикале, в том числе 57 защищенных патентами.

Гибрид пшеницы и ржи, выведенный в конце XIX века, активно культивируется в Германии, Франции, Польше, Беларуси и других странах. В России тритикале пока занимает менее одного процента от общей площади посевов зерновых и зернобобовых культур. Но эта культура имеет значительный потенциал.

Первые коммерческие сорта тритикале были выведены в 1969 году. Сегодня тритикале выращивается на площади более 3 миллионов гектаров в более чем 27 странах. С момента ее появления мировые площади под тритикале увеличились более чем в 7 раз, а валовой сбор – более чем в 18 раз.

В России ситуация иная. В 2018 году, по данным Росстата, озимая и яровая тритикале были посеяны на площади 153,8 тыс. га. В традиционных тритикалеводческих регионах посевная площадь осталась на прежнем уровне или незначительно увеличилась.

В России посевы тритикале составляют от 63 до 100 тыс. га. Урожайность зерна на серых лесных почвах составляет 2,5–4,3 т/га. На почвах с минеральными удобрениями она выше и соответствует 10 т/га. Об исключительной важности тритикале в растениеводстве России свидетельствует количество сортов, внесенных в национальный реестр селекционных достижений за 2007 год. Список зарегистрированных сортов включает 47 сортов тритикале, в том числе озимой

тритикале 45 сортов, для сравнения, озимая рожь имеет 50 сортов, а озимая пшеница 158 сортов (Айрих Е.В., 2013).

В 2014 году в национальный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, включено 69 сортов (озимых, яровых и двуручек) тритикале, 62 из которых – продукт научных исследований российских ученых (Горбунов В.Н. и др., 2015). С 2010 года тритикале включено в перечень зерновых культур в итоговых данных Росстата. Под урожай 2015 года в Российской Федерации было засеяно 281,6 тыс. га.

### **1.5 Значение удобрений в повышении плодородия почв, обеспечении растений питательными веществами, увеличении урожайности и улучшении качества сельскохозяйственной продукции**

Одним из ключевых условий повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является грамотно организованное питание растений, которое обеспечивается совокупностью агротехнических мероприятий – включая обработку почвы и уход за посевами. Однако при достаточном увлажнении наиболее оперативно и выражено на рост и развитие растений влияют именно удобрения (Долгополова Н.В., 2020).

Внедрение системы удобрения, основанной на научных данных, обеспечивает комплексное решение агротехнологических и экологических задач: от управления урожайностью и качеством продукции до устойчивого повышения почвенного плодородия, оптимизации доз удобрений, повышения трудовой эффективности и минимизации негативного воздействия на экосистемы.

Устойчивое функционирование аграрного сектора предполагает сбалансированное использование органических и минеральных удобрений наряду с интегрированными методами защиты растений. Лишь при условии внедрения системы земледелия, разработанной на основе научных данных и учитывающей специфику агроэкосистемы, можно обеспечить одновременно высокое качество продукции, эффективное использование пахотных земель и

поступательное восстановление плодородия почв (Вавилов П.П. и др., 1986; Понежаев В.П., 2002).

В Нечерноземной зоне главным ограничивающим фактором получения высоких урожаев полевых культур является недостаточный уровень естественного плодородия дерново-подзолистых почв (Сдобников С.С., 1979). Для повышения продуктивности и снижения зависимости от неблагоприятных природных условий требуется систематическое применение как минеральных, так и органических удобрений.

По данным исследований В.Т. Васько (2004), использование удобрений способно повысить валовой сбор сельскохозяйственной продукции на 40–60 %. Следует подчеркнуть, что известкование представляет собой базовую и обязательную агротехническую меру, направленную на улучшение плодородия кислых почв, и является неотъемлемым элементом эффективного ведения сельского хозяйства. Известковые улучшители нейтрализуют избыточную кислотность почвы и увеличивают использование минеральных удобрений. При этом экологическая ситуация улучшается. Оптимизируются условия почвенной биоты. Патогенная грибная микрофлора заменяется бактериями. Увеличивается количество фосфатмобилизующих бактерий, азотфиксирующих бактерий и микроорганизмов, разлагающих целлюлозу. Обеспечивается геохимический барьер для смыва движущихся частей. Уменьшается вынос питательных веществ из водоемов. Известно, что коэффициенты использования азота удобрений и его возврата на сильнокислых почвах в 1,4–2,7 раза ниже, чем на слабокислых и нейтральных почвах. Только 1,7–2,0 % фосфорных удобрений поглощается поверхностью почвы.

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности биопрепаратов в технологии возделывания озимой тритикале: комбинированное применение (инокуляция семян и опрыскивание в фазу кущения) обеспечило прибавку урожайности зерна на 8,0 т/га (глиокладин) и 9,6 т/га (ризоагрин). В случае озимой тритикале внекорневое внесение жидкой удобрительной смеси ЖУСС–3 позволило повысить урожайность зерна на 6,5

т/га (Осипов А.И., 2020).

Минеральные удобрения оказали положительное влияние не только на содержание аммонийного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в выщелоченном черноземе, но и на эффективность агрохимических приемов возделывания зерновых культур (Жиленко С.В. и др., 2015).

Внекорневое внесение азотных удобрений под озимую пшеницу повысило урожайность (с 0,7 до 1,2 т/га), а отдача от 1 кг азота на зерно увеличилась с 7,8 до 10,9 кг. Использование некорневой азотной обработки в технологии озимой пшеницы экономически оправдано.

Предварительная обработка семян медью оказала положительное влияние на содержание элемента меди в зерне. Максимальная урожайность зерна была получена при использовании  $N_{60}P_{60}K_{40}$  и  $N_{90}P_{90}K_{60} + Cu$ , прибавка на этих вариантах составила 24,9 и 28,8 ц/га соответственно. Наиболее выгодно использование минеральных удобрений в норме  $N_{60}P_{60}K_{40}$ , однако оправданная агрохимическая система удобрения озимого ячменя  $N_{90}P_{90}K_{60} + Cu$  обеспечивает более полную реализацию генетического потенциала растений.

Точное внесение средств химизации не только положительно повлияло на повышение урожайности и обеспечило снижение их использования на 28 %, но и значительно улучшило качество продукции растениеводства. В частности, чистота зерна, содержание сырого протеина увеличилось содержание сырого протеина и сырой клейковины, улучшилось его качество и увеличилось количество отрубей в зерне (Писарев В.Е., 1964).

Обработка семян и вегетирующих растений озимой пшеницы такими препаратами, как Новоферт, Ногро, Аквадон-микро, Изагри повышает урожайность и качество зерна, является экономически эффективной и экологически безопасной (Лазарев В.И., 2014).

Применение удобрения Стимулайф под однократное покрытие листьев посевов озимой пшеницы является оптимальным решением по агрономическим и экономическим показателям, при средней розничной цене 370 руб./л и норме внесения 0,3 л/га (Ксенз А.Я. и др., 2016).

Использование микробиологического препарата «Экстрасол» и хелатного микроудобрения «Аквадон-Микро» оказалось экономически выгодным на всех типах залежных земель. Несмотря на относительно низкие затраты (1480–1540 руб./га), их применение обеспечило дополнительный чистый доход в размере 2660–6560 руб./га, а окупаемость каждого вложенного рубля составила от 1,7 до 4,3 рубля (Рысев М.Н. и др., 2018).

Энергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур должна проводиться с учетом динамики запасов гумуса в почве. Учитывая энергетические затраты гумуса на формирование урожая, наиболее энергоэффективными являются варианты с использованием зеленого удобрения и соломы, независимо от контекста исследований (Никитин С.Н. и др., 2015).

Использование органических препаратов позволяет значительно повысить урожайность культур при относительно низких энергетических затратах, связанных с их применением.

Наибольший уровень чистого дохода и рентабельности в севопольных зерновых севооборотах обеспечивают озимая и яровая пшеница, за ними следуют ячмень и горох. Использование химических средств производства экономически оправдано. Инокуляция семян и использование кизельгура еще больше увеличивают чистый доход и рентабельность. Наилучшие экономические результаты были получены в вариантах с биопрепаратами (Никитин С.Н. и др., 2016).

При энергетической оценке агротехнологий возделывания необходимо учитывать их воздействие на плодородие почвы, в первую очередь – на изменение запасов гумуса.

Технологии типа А формируют основу современного интенсивного растениеводства, ориентированного на достижение наивысшей рентабельности при соблюдении экологических норм и учёте профессиональной компетенции агрономов. Ключевые элементы таких технологий – обеспечение реализации не менее 85 % биопотенциала сортов и

гибридов, полное восполнение выноса элементов питания, интегрированная защита посевов и сквозное применение современной техники на всех этапах технологического процесса.

Технологии типа Б формируют основу ресурсоэффективного интенсивного земледелия, направленного на достижение стабильно высоких показателей урожайности и качества продукции. Достигается это за счёт раскрытия более 65 % биологического потенциала современных сортов и гибридов, поддержания сбалансированного питания растений и обеспечения надёжной защиты от основных биотических и абиотических рисков, включая болезни, вредителей, сорняки и полегание.

Технологии типа В формируют основу экологически ориентированной системы земледелия, где приоритет отдаётся сохранению природного потенциала агроэкосистем. Основные направления таких технологий – предотвращение деградации почвы и ландшафта, включая эрозию, ветровую денудацию и химическое загрязнение, а также поддержание умеренной, но стабильной продуктивности за счёт устранения наиболее острых дефицитов минерального питания растений.

Экстенсивные технологии типа Г базируются на принципах минимального вмешательства в агроэкосистему: они используют естественный плодородный потенциал почвы и предполагают отказ или крайне ограниченное применение химических агрохимикатов. В настоящее время подобные подходы встречаются только в отдельных сельскохозяйственных предприятиях независимо от формы собственности и составляют незначительную часть общего объёма сельхозпроизводства.

Все проанализированные агротехнологии, несмотря на различия в интенсивности, предусматривают использование минеральных удобрений как необходимое условие получения высоких и устойчивых урожаев в Нечерноземной зоне РФ. Показатели продуктивности и качества зерна озимой тритикале напрямую коррелируют с уровнем и сбалансированностью минерального питания в течение вегетационного периода. По данным Г.С.

Посыпанова и соавторов (1995), только при научно обоснованной системе удобрения возможно полное раскрытие сортового урожайного потенциала.

Повышенная продуктивность современных сортов озимой тритикале обусловлена их высокой отзывчивостью на минеральное питание. Для достижения максимальных урожаев требуется сбалансированное поступление всех необходимых элементов, каждый из которых играет определённую роль в метаболических путях и оказывает влияние на физиологические процессы, лежащие в основе роста и развития растений. В конечном счёте, именно удобрения стимулируют интенсивный рост и повышают продуктивность культуры.

Вместе с тем, эффективность их действия напрямую зависит от условий применения. Поэтому, как отмечал М.К. Каюмов (1989), необходимо дифференцировать удобрения по типу, дозировке, срокам и методам внесения с учётом конкретных почвенно–климатических особенностей каждого региона России.

Эффективность азотных удобрений особенно высока при их внесении в виде подкормок: такой приём даёт возможность управлять динамикой кущения и редукцией генеративных побегов, оптимизировать структуру посевов и добиваться существенного улучшения технологических и питательных характеристик зерна.

Нормы азотных удобрений, превышающие 110–120 кг д. в./га, создают предпосылки для ослабления механической прочности стеблей озимых культур, что увеличивает вероятность полегания и одновременно снижает их резистентность к грибковым и другим болезням. Наиболее выражено это явление в фазу колошения, особенно при избыточном увлажнении, когда количество осадков значительно превышает средние нормы (Шкель М.П. и др., 1986).

При рациональном удобрении зерновых культур необходимо учитывать ряд факторов: потребность растений в элементах питания, доступность их в почве, восстановление питательных веществ растительными остатками, их количество и химическую форму, содержащихся в минеральных и сельскохозяйственных удобрениях, судьбу питательных элементов в системе

почва – растение – окружающая среда (воздух, вода), а также экономическую рентабельность производства (Sinaj S. et. al., 2017).

Азотные удобрения используются уже более 150 лет. В сочетании с достижениями генетической селекции и техническими подходами они позволяют получать урожайность, достаточную для того, чтобы теоретически прокормить практически все человечество при низких затратах средств (Morot– Gaudry J.F., 1997).

Азот является важным компонентом цитоплазмы, поскольку он способствует: синтезу углеводов благодаря увеличению количества хлоропластов; запасу азота в зерне; размножению клеток и, следовательно, росту тканей; размножению хлоропластов, так как хлорофилл – азотистое вещество, отсюда и темно–зеленая окраска растений после внесения азота (Soltner D., 2003).

Это фактор урожайности, а иногда и качества, поскольку повышает содержание белка в зерне.

Поэтому азот необходим на всех этапах развития растений: в молодости, при росте, размножении и созревании.

На урожайность зерновых культур влияют различные факторы. Важную роль играют азотные удобрения (Brabant C. et. al., 2016; Charles R. et. al., 2012; Levy L. et. al., 2009; Levy L. et. al., 2007). Во многих случаях азотные удобрения повышают урожайность зерна, но за пределами оптимального уровня удобрений эффективность использования азота снижается с увеличением количества азотных удобрений (Brabant C., 2016; Levy L. et. al., 2009).

Четкая закономерность повышения урожайности сельскохозяйственных культур прослеживается при разделении нормы азотных удобрений по этапам органогенеза. Повышение обеспечивается в основном за счет увеличения озерненности и массы семян с одного колоса (Назранов Х.М. и др., 2011).

В засушливых условиях при хорошей агротехнике можно повысить урожайность озимых культур и качество зерна с помощью внекорневых подкормок. В условиях возрастающей засушливости климата их система

должна основываться на содержании подвижного фосфора в почве: при низкой обеспеченности этим элементом, как для пшеницы, так и для тритикале, целесообразно проводить подкормку жидким удобрением из расчета 50 кг/га в физической массе в фазу кущения; при среднем и высоком содержании подвижного фосфора в почве необходимо использовать карбамид из расчета не менее 30 кг/га в фазу кущения для пшеницы и тритикале (Грабовец А.И. и др., 2018).

Новые интенсивные сорта озимой тритикале имеют высокий потенциал продуктивности в условиях северо–западной зоны Ростовской области. Для этого их следует размещать по лучшим предшественникам (пар, бобовые), высевая в оптимальные сроки (25 августа – 15 сентября). Норма посева исследуемых сортов должна составлять 4,0 млн./га для обеспечения хорошего роста на средних и высоких агрофонах. В противном случае, для сортов Сколот и Донослав, логично увеличить его на 20–30 %. Существует определенная тенденция в реакции сортов на удобрения, которая связана с индексом пластичности. Чем пластичнее сорт ( $Y > 1,0$ ), тем лучше он работает (Бирюков К.Н. и др., 2015).

Дерново–подзолистые почвы начали изучать в России в конце прошлого века, после работ В.В. Докучаева и, прежде всего, Н.М. Сибирцева, в период становления почвоведения как науки (Margulis H. et. al., 1954).

Эти высокодифференцированные почвы характеризуются наличием подземного горизонта беловатого цвета и пепловой консистенции (Podzola: зола]; отсюда и название, которое было дано ему и вошло в науку почвоведения. Подзолы – кислые почвы лесных условий, характеризующиеся накоплением железа (Fe) и алюминия (Al) в горизонте В (подзолистый горизонт В). Они охватывают большие площади бореальной и влажно–умеренной зон и связаны с грубо текстурированными субстратами. Знание механизмов, ответственных за образование подзолов, необходимо для понимания, моделирования и управления лесными, сельскохозяйственными и водными экосистемами, а также прогнозирования их реакции на изменения условий окружающей среды

(Courchain F. et. al., 1997). Подзолистые почвы позволяют выращивать различные виды сельскохозяйственных культур, такие как картофель, кукуруза, рожь, овес, тритикале и пшеница, а также создавать пастбища.

Исходными материалами для образования подзолов служат неорганические субстраты (<17 % ОВ) с крупнозернистой и относительно изотропной структурой (пески, суглинки), сложенные минералами, продукты химического преобразования которых имеют кислую реакцию (кварц, полевые шпаты, слюды, амфиболы). Эти пористые и фильтрующие отложения позволяют мигрировать воде, растворенным веществам, а также органическим и минеральным коллоидам. Также, обилие легкоизменяемых минералов, богатых железом, влияет на скорость образования горизонтов и последующую окраску (Mokma D. L., 1993).

Подзолы и песчаные почвы формируются в широком диапазоне климатических условий, на песчаных отложениях различного минералогического и гранулометрического состава. Встречаются в тундре, тайге, лесостепи и степи, в океанических районах Западной Европы, в европейской части СССР, во внеконтинентальных районах Сибири, Якутии, в Забайкалье, во влажных мерзлотных районах Тихого океана Побережье (Апарин Б.Ф. и др., 1981).

## **1.6 Специфика агротехнических приёмов при выращивании озимой тритикале**

Ключевыми элементами технологии возделывания тритикале являются: грамотное построение севооборота, качественная подготовка почвы, подбор наиболее адаптированных сортов, соблюдение оптимальных сроков и норм посева, своевременный уход за посевами, а также применение сбалансированной и рациональной системы удобрений, химическая защита растений и получение качественного урожая (Грабовец А.И. и др., 2021).

Севооборот – это операция, заключающаяся в создании

последовательности культур на сельскохозяйственном участке.

Севооборот оказывает влияние на некоторые заболевания, нарушая циклы их развития и уменьшая количество инокулянта (Charles R. et. al., 2012; Krupinsky J.M. et. al., 2002; Ratnadass A. et. al., 2012). Это предполагает внедрение культур, не являющихся хозяевами вредителя (эффект преемственности или прецедента), чаще всего путем смены семейств культур, чтобы увеличить срок возврата восприимчивой культуры (Krupinsky J.M. et. al., 2002).

В севообороте поступление азота, за исключением минеральных или органических веществ, происходит главным образом за счет бобовых (*Fabaceae*), способных фиксировать атмосферный азот. Их введение в севооборот позволяет снизить поступление азота во время их выращивания, а также обеспечить значительные количества азота для следующей культуры, до 100 кг/га, но чаще всего до нескольких десятков килограмм (Vertès F. et. al., 2015). Эти культуры можно вводить в севооборот по-разному: в качестве основной культуры, в ассоциации, а также во все большей степени в качестве промежуточных культур, что позволит снизить общие поступления азота (Keichinger O. et. al., 2021).

Структура почвы постоянно меняется в зависимости от климатических ограничений (замерзание/оттаивание, высыхание/увлажнение, образование почвенной корки), антропогенных (распыление почвы, уплотнение) и биологических (почвенная макрофауна, рост корней) факторов (Therond O., 2017). Среди всех этих ограничений на структуру почвы оказывают влияние корневые системы с различными характеристиками в зависимости от растений (тип системы, развитие, интенсивность). Этот положительный эффект корней может осуществляться непосредственно за счет перфорационной способности, агрегации компонентов почвы или косвенно за счет содействия взаимодействию с микроорганизмами внутри ризосферы или за счет чередования высыхания/увлажнения (Govindin J.C., 2014).

Качественная обработка почвы – основа получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. При этом наиболее энергоемкими являются

операции обработки почвы перед посевом. Поэтому снижение энергозатрат на предпосевную обработку почвы при сохранении плодородия почвы является актуальной задачей. Существующая технология весенней подготовки почвы под посев зерновых и пропашных культур предполагает боронование (с сохранением влаги), рыхление и посев. Известно, что комбинированные агрегаты выполняют две последние операции одновременно. Однако все эти машины осуществляют непрерывную работу с поверхностным слоем почвы. При подготовке почвы под озимые абсолютная влажность почвы снижается на 3–3,5 % по сравнению с оптимальным значением (Смирнов П.А. и др., 2018).

Формирование благоприятных физико–структурных свойств почвы, рациональное вовлечение растительных остатков в почвенный цикл и сохранение влаги – ключевые задачи агротехнической обработки. Конкретный её тип определяется совокупностью агроэкологических условий: почвенными характеристиками (тип, гранулометрический состав, мощность гумусового горизонта, объёмная масса, структурная устойчивость), гидрологическим режимом (количество и распределение осадков), уровнем и составом сорной растительности, а также особенностями севооборота – культурой–предшественником и возделываемой культурой (Казаков Г.И. и др., 2009).

Результаты многочисленных исследований подтверждают, что выбор технологии обработки почвы является одним из определяющих факторов агротехнологического процесса: он влияет на водный режим почвы, точность размещения семян в профиле, равномерность и сроки появления всходов, уровень фитосанитарного контроля и, в совокупности, – на реализацию урожайного потенциала культуры (Прокошев В.Н., 1965; Ревут И.Б., 1972; Школьник М.Я., 1974; Цупак В.Ф. и др., 1980; Dekemati I. et. al., 2019; Golebiowska H. et. al., 2016).

Эффективная, научно обоснованная стратегия основной обработки почвы играет ключевую роль в управлении биологическими процессами в агроэкосистеме: она направлена на оптимизацию микробиологической активности, ускорение и направленность трансформации органического

вещества, а также на обеспечение устойчивого роста плодородия почвы в долгосрочной перспективе (Салишев Л.И. и др., 1993).

Согласно оценкам В.Т. Васько (2004), степень влияния способа и качества обработки почвы на продуктивность полевых культур составляет порядка 10 % от совокупного воздействия агротехнологических факторов. В условиях Республики Беларусь за счёт агротехнической обработки почвы может быть сформировано до 25 % урожая (Небышинец С.С. и др., 2007).

Подготовка почвы – важнейшее звено в цепи мероприятий по повышению ее плодородия. Известно, что в процессе подготовки почвы решаются такие задачи, как улучшение воздушного, водного, теплового и питательного режимов почвы. Кроме того, создаются предпосылки для благоприятного роста и развития сельскохозяйственных культур.

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к сортам высокие требования, главным из которых является устойчивость к факторам внешней среды, ограничивающим формирование возможного урожая. Поэтому изучение и оценка экологической пластичности сортов является актуальной проблемой современного растениеводства (Гамберова Т.В. и др., 2014).

О правильности выбора сорта свидетельствует его приспособленность к неблагоприятным условиям среды, устойчивости к болезням и вредителям, толерантности к водному стрессу, а также продуктивности, позволяющей получать желаемый высокий урожай.

Для улучшения экономического и экологического положения АПК, а также устойчивого повышения валовых сборов зерна необходимо сеять сорта, сочетающие высокую фенотипическую стабильность, устойчивость к основным заболеваниям и хорошее качество продукции.

Оценка показателей экологической пластичности и устойчивости позволяет более точно выявить лучшие сорта для конкретного полигона. Выращивание тритикале демонстрирует широкий диапазон экологической пластичности по отношению к комплексу факторов внешней среды (Горянина Т.А., 2020).

В условиях недостаточного увлажнения для получения высоких урожаев озимой тритикале решающее значение имеют сроки посева и нормы высева. Норма высева выступает эффективным агроприёмом для формирования оптимальной густоты продуктивных стеблей и варьируется в зависимости от сортового типа, целевого назначения культуры, сроков посева, обеспеченности растений минеральными питательными веществами, влажности почвы и культуры–предшественника (Назранов Х.М., 2011).

Результаты исследований, проведенных в различных регионах страны, показывают, что урожайность и перезимовка озимых культур во многом зависят от элементов технологии возделывания, в первую очередь от норм высева и сроков сева. Оптимальные сроки посева озимых культур определяют исходя из температурных условий, продолжительности осенней вегетации, влажности почвы и других погодных условий. Наибольшую урожайность озимой тритикале обеспечили варианты с нормой высева 6 млн. зерен/га. Следует отметить, что урожайность озимого тритикале при нормах высева 5, 6 и 7 млн зерен/га составила 3,54–3,59 т/га, что значительно ниже максимального. Изучение влияния сроков посева выявило на тенденцию к повышению урожайности тритикале и пшеницы. Урожайность тритикале и пшеницы наиболее высокая при посеве во второй декаде августа. Их можно сеять до конца августа, но в сентябре сеять эти культуры не рекомендуется (Потапова Г.Н. и др., 2017).

На урожайность зерна тритикале озимого влияют не только нормы высева, но и погодные условия и сорт. Однако оптимальная норма высева, гарантирующая максимальную урожайность для всех сортов, составляет 5 млн. шт./га. Уровень нормы высева не является определяющим фактором в формировании технологических и питательных характеристик зерна (Крючкова Т.Е., 2013).

Динамика урожайности озимой тритикале тесно связана с качеством и точностью применяемой агротехники, которая должна основываться на глубоком понимании сортоспецифических биологических и физиологических

особенностей, а также экологических требований культуры на протяжении всего периода вегетации. Использование современных агротехнических приёмов – таких как оптимизация норм и сроков посева, выбор способов заделки семян, рациональное применение удобрений и регуляторов роста – позволяет раскрыть потенциальную продуктивность сортов и обеспечить получение высококачественной продукции.

Наилучшие условия для развития растений осенью и подготовки их к зиме создаются при посеве озимых 15–25 августа. Максимальные урожаи озимой тритикале и озимой ржи были получены при средних и высоких нормах высева – 6, 7 и 8 млн семян на гектар. В случае озимой пшеницы наилучший результат обеспечила средняя норма посева – 6 млн семян/га (Жолобова М.С. и др., 2011). В современных условиях на планете обитает около 30 тыс. видов сорняков, 10 тыс. видов насекомых–вредителей и других членистоногих, 3 тыс. видов нематод, 12 тыс. видов грибов, около 100 видов фитопатогенных бактерий и около 600 фитопатогенных вирусов. Многие из них сформировали устойчивые пищевые связи с определенными группами культурных растений, способны пережидать временное отсутствие основного растения–хозяина, а при его появлении быстро наращивать численность. Сорняки уничтожают культурные растения, значительно снижая их продуктивность, болезни поражают отдельные органы растений, приводя их в негодность, вредители–фитофаги лишают растения тканей и веществ, которые им совсем не нужны, или вовсе поедают их. Сегодня многие видят стратегию развития сельского хозяйства как устойчивое развитие, основанное на совершенствовании и внедрении интегрированных систем земледелия (Спиридонов Ю.Я. и др., 2017).

Зерновые культуры (пшеница, ячмень) часто подвергаются атакам различных паразитов, особенно криптогамных заболеваний и особенно вирусных заболеваний, которые могут представлять серьезные препятствия для их улучшения, их развития и стабильности их производства. Исследования, проведенные в последние годы, показали, что заболевания

вирусного происхождения, становятся все более распространенными в Алжире по сравнению с другими заболеваниями. Это заболевание может оказаться очень серьезным, даже угрожающим выращиванию зерновых, тем более что оно переносится насекомыми–переносчиками, принадлежащими, в частности, к группе *Aphididae* (Ouffroukh A. et. al., 2011).

Озимая пшеница является доминирующей продовольственной культурой в России. Несмотря на в целом благоприятные условия возделывания в Центрально–Черноземном регионе и других аграрных зонах страны, её продуктивность ограничена рядом факторов, среди которых наиболее значимой проблемой выступает высокая степень засорённости посевов, препятствующая полной реализации генетического потенциала сортов (Захаренко В.А., 2005).

Несмотря на широкий арсенал доступных методов борьбы с сорной растительностью – включая профилактические мероприятия, агротехнические приёмы и применение химических гербицидов – засорённость посевов остаётся одной из наиболее острых проблем при возделывании озимой пшеницы. По данным мониторинга, более 70 % посевных площадей в Российской Федерации характеризуются умеренной, сильной и крайне высокой степенью засорённости. Это объясняется совокупностью биологических и агротехнологических факторов: высокой семенной продуктивностью большинства видов сорняков, продолжительной жизнеспособностью их семян в почвенном банке, неоднородными требованиями к условиям прорастания (включая глубину заделки и микроклимат), а также длительным периодом послепокойного созревания.

Кроме того, на уровень засорённости существенно влияют выбранные технологии обработки почвы и наличие «источников» сорной растительности за пределами посевных площадей – таких как необрабатываемые территории в населённых пунктах, прилегающие зоны промышленных объектов, обочины полей и другие неиспользуемые участки, с которых сорняки легко распространяются на сельхозугодья.

Систематическое использование пестицидов в сельском хозяйстве делает практически невозможным уничтожение вредителей, болезней и сорняков в аграрном производстве. По оценкам специалистов, до 30 % валовой продукции полевых культур ежегодно утрачивается вследствие фитосанитарных проблем, главным образом – засорённости посевов. В контексте ускоренной интенсификации сельского хозяйства всё острее встаёт двойная задача: повышение эффективности систем защиты растений при одновременном снижении их экологического следа – включая минимизацию загрязнения окружающей среды пестицидами и ограничение дальнейшего распространения сорной растительности (Жученко А.А. и др., 2011).

Формирующиеся требования к экологической безопасности и эффективности агропроизводства задают новые направления в развитии химического метода защиты растений: его всё чаще встраивают в систему интегрированной защиты, дополняя агротехническими, биологическими, физическими и механическими мерами. Подобная синергия позволяет существенно сократить или полностью отказаться от применения пестицидов, обеспечивая тем самым экологическую устойчивость агроценозов (Пенчуков В.М. и др., 2005).

Современные фитосанитарные технологии строятся на применении экологически безопасных агротехнических приёмов, использовании устойчивых и адаптированных сортов, а также новых поколений биологически активных препаратов с низким экологическим риском. Применение пестицидов в рамках таких технологий носит исключительно оперативный, точечно-целевой характер. При этом крайне важно неукоснительно соблюдать требования техники безопасности и учитывать возможные долгосрочные негативные последствия их применения для устойчивости агроэкосистем и биосферы в целом (Шутко А.П., 2013).

Современная трактовка комплексной защиты растений основана на интеграции организационных, экономических, агротехнических, биологических и климатических факторов в единую стратегию, направленную

на оптимизацию условий возделывания сельскохозяйственных культур. Такой подход позволяет эффективно регулировать численность вредителей, удерживая её ниже экономического порога вредоносности, и способствует масштабному производству продукции, отвечающей требованиям экологической безопасности и высокого качества (Власова О.И., 2014; Пенчуков В.М. и др., 2005).

Современная концепция комплексной защиты растений предполагает долгосрочное поддержание фитосанитарного фона на уровне, не превышающем экономический порог вредоносности, при одновременном обеспечении экологической безопасности и сохранении биоразнообразия агроценозов.

Комплексный подход к защите растений от вредителей должен строиться с учетом взаимоотношений этих видов с другими организмами, как вредными, так и полезными. Основные звенья агросистемы – научно обоснованные севообороты, влаго- и энергосберегающие системы обработки почвы, удобрения, устойчивые сорта и т. д. При научном применении они контролируются с помощью числовых измерений и конкретных сорняков, вредителей и болезней до безопасного уровня. Такое состояние агробиоценозов гарантирует получение максимума качественной, экологически чистой продукции, имеющей не только огромное экономическое, но и социальное значение (Дорожко Г.Р. и др., 2015).

Меры борьбы с болезнями, вредителями и сорной растительностью должны быть направлены на минимизацию воздействия на окружающую среду. Для этого применяются такие подходы, как внедрение систем контроля качества, рациональное построение севооборотов, подбор устойчивых сортов, дифференцированная обработка почвы, сбалансированное внесение удобрений, а также использование растительных препаратов, обладающих меньшей экологической опасностью.

Обоснованное применение фитофармацевтических препаратов должно базироваться на строгом соблюдении эколого-экономических порогов

вредоносности. В рамках интегрированной защиты растений наибольшую перспективу демонстрируют целенаправленные и ресурсосберегающие технологии: точечная (селективная) обработка участков, периметральное опрыскивание, ленточное внесение средств, бандажирование, протравливание семян и совместное использование гранулированных пестицидов с посевным материалом (Спиридонов Ю.Я., 1997; Стрижков Н.И., 2007).

Для ослабления негативного влияния сорняков целесообразно активнее использовать способность высоко конкурентоспособных культур подавлять их развитие. Именно на этом принципе основан фитоценотический метод борьбы с сорной растительностью. Различные его варианты успешно применяются как в отношении отдельных сельскохозяйственных культур, так и для подавления особо вредоносных сорняков, таких как чертополох и другие (Дудкин И.В., 2009).

В каждом регионе необходимо разрабатывать и внедрять средства и подходы, направленные на формирование и поддержание устойчивых агроэкосистем, повышение их биологической ёмкости и видового разнообразия до оптимального уровня. При этом следует стремиться к таким решениям, которые гармонично сочетают экологические и экономические интересы. Это позволит сформировать природно-территориальные комплексы, способные эффективно выполнять функции экологического регулирования. Реализация подобных задач возможна лишь при тесном взаимодействии всех заинтересованных сторон – от научных и производственных структур до органов власти. Безусловно, обеспечение экологической безопасности в аграрном секторе требует надёжной правовой базы и постоянного внимания со стороны государства. Конечной целью деятельности фермеров должно стать производство и реализация экологически безопасной, чистой сельскохозяйственной продукции (Дудкин И.В. и др., 2017).

В настоящее время пестициды являются важным фактором повышения стабилизации урожайности и качества сельскохозяйственных культур

(Гаврилов А.А. и др., 2006; Шутко А.П., 2006). Задача оптимизации фитосанитарной обстановки пшеничных полей решается путем производства новых препаратов, ассортимент которых обновляется каждый год (Глазунова Н.Н. и др., 2008; Глазунова Н.Н. и др., 2013).

Следует отметить, что раздельное использование гербицидов (осенью и весной) на посевах озимой пшеницы очень важно для повышения ее урожайности (Кошеляев В.В. и др., 2015).

Представляется важным оценить потери урожая, вызванные активностью вредителей сельскохозяйственных культур с учетом современной агротехники. Это подразумевает не рассмотрение вредителей по отдельности, как это обычно делается, а непосредственно в целом, чтобы максимально приблизить их к реальным условиям (Padwick G.W. et. al., 1956; Savary S. et. al., 2006). Определить ущерб, который они наносят, непросто, тем более что благоприятные условия для некоторых вредителей часто аналогичны условиям, необходимым для роста растений (Fones H. et. al., 2015). Они также сильно зависят от сельскохозяйственных и биоклиматических условий (Savary S. et. al., 2006). Интуитивно понятно, что он предполагает сравнение урожайности при фитосанитарной защите культуры с урожайностью, которую можно достичь при полном отсутствии вредителей при прочих равных условиях. Затем мы говорим о достижимой урожайности. Этот так называемый подход «разницы в урожайности» регулярно используется в сельскохозяйственных исследованиях и может быть реализован по-разному.

Этот подход фактически может определить потерю урожая, связанную с дефицитом воды, удобрений и т. д.

Фузариоз колоса – заболевание зерновых культур, вызываемое комплексом видов, с различной частотой присутствующих на зерне, которое может привести к значительным потерям урожая. Действительно, вред от поражения «фузариозным увяданием» в экстремальных условиях может достигать более 20 ц/га. Таким образом, многолетнее фузариозное увядание

может привести к значительным экономическим потерям для фермера, тем более что обработки фунгицидами при оптимальных условиях применения эффективны лишь на 50–75 %. С этим прямым экономическим ущербом для фермера связана серьезная проблема со здоровьем, поскольку некоторые виды фузариозного комплекса могут выделять микотоксины в зерне и, таким образом, ухудшать качество урожая и получаемой продукции (Valade R. et. al., 2020).

Для эффективной борьбы с грибными заболеваниями и применения правильных комплексных мер контроля необходимо точно знать, о каком виде гриба идет речь. Однако в случае фузариоза колоса заболевание вызывается комплексом видов родов *Fusarium* и *Microdochium*. Однако визуально связать симптом с одним или несколькими видами *Fusarium*, даже среди основных, остается затруднительным, если не невозможным. С начала 2000–х годов были предприняты значительные усилия по характеристике видов, встречающихся во Франции. Изучение разнообразия комплекса *Fusarium* и *Microdochium* классически проводится с использованием микробиологических методов. Штаммы выделяют из зерен пшеницы, выращенных на подходящих питательных средах, затем очищают и идентифицируют морфологически по различным критериям: внешнему виду мицелия, скорости роста, форме и размерам спор и т. д.

Чтобы снизить риск развития фузариозного увядания, обработку фунгицидами рекомендуется проводить на стадии цветения.

Эффективность обработок фунгицидами переменна и трудно прогнозируема в условиях естественного заражения. Она будет зависеть от типа используемых активных молекул, а также от метода и стадии применения. Кроме того, каждый из видов *Fusarium* в комплексе обладает особой чувствительностью к фунгицидам. Таким образом, эффективность фунгицидов зависит от доминирующей популяции возбудителя на колосе (*Fusarium* и *Microdochium*). Против *F. graminearum* эффективны триазолы, особенно протиокназол, за которым следуют тебуконазол и метконазол. Однако эффективность этих активных ингредиентов в отношении колоса за последние

годы резко снизилась. Так, O. Arvalis продемонстрировал снижение на 2 пункта в год с 2004 года и достиг эффективности, близкой к 30 % (Arvalis O., 2014).

Развиваются новые темы исследований для поиска инновационных комплексных решений. Таким образом, изучение микробиома ушек представляет интересное направление. Характеристика этого микробиома может позволить идентифицировать грибы и бактерии, антагонистические фузариозному увяданию, которые, таким образом, могут быть использованы в качестве средств биоконтроля (Rojas E.C. et. al., 2020).

Для достижения максимальной продуктивности при возделывании данной культуры необходимо использовать научно обоснованные агротехнологии, которые обеспечивают не только высокие и воспроизводимые урожаи, но и экономическую эффективность, а также оптимизированное применение факторов интенсификации – включая удобрения, препараты защиты растений и сорта с высоким генетическим потенциалом урожайности (Иванов А.Л. и др., 2017; Мазалов В.И. и др., 2019; Тютюнов С.И. и др., 2019).

При выращивании озимой пшеницы очень важно иметь научно обоснованный подход к ее размещению в севообороте по лучшим предшественникам, что позволяет заранее обработать почву, накопить достаточное количество влаги и питательных веществ (Доманов Н.М. и др., 2010; Миникаев Р.В. и др., 2019; Stupakov A.G. et. al., 2019).

Как указывают Захаренко В.А. (2005) и Турусов В.И. с соавторами (2015), высокий уровень засорённости посевов является одним из основных факторов, сдерживающих раскрытие генетического потенциала озимой тритикале. При этом, несмотря на широкие возможности современных методов защиты – включая профилактику, агротехнику и гербициды, – проблема сорняков остаётся актуальной в практическом растениеводстве.

Согласно агроэкологическому мониторингу, свыше 70 % посевных площадей в РФ подвержены засорённости умеренной и выше степени. Это связано с комплексом адаптивных свойств сорных растений: высокой

репродуктивной способностью, устойчивостью семян в почвенном банке, низкой и неравномерной энергией прорастания, длительным периодом биологического покоя и широким диапазоном требований к микроклиматическим условиям и глубине залегания в почве (Туровский А.И. и др., 1989).

Эволюция технологий контроля сорной растительности будет определяться как поиском гербицидов с оригинальными мишенями действия, так и активным внедрением биорациональных подходов – в частности, использованием растительных и бактериальных метаболитов в качестве основы для новых средств защиты. Одновременно возрастает значимость разработки мультикомпонентных препаратов, в которых комбинация действующих веществ обеспечивает повышенную эффективность и устойчивость к формированию резистентности у сорняков (Илларионов А.И., 2019).

Зерновое производство занимает ключевое место в российском растениеводстве, а высококачественное продовольственное зерно озимой пшеницы, отличающееся повышенным содержанием белка и клейковины, представляет значительную ценность на мировом рынке (Глазунова Н.Н., 2007; Годунова Е.И. и др., 2011). Формирование зерна требуемого качества обусловлено точным соблюдением агротехнологии, обеспечивающей благоприятные условия для роста и развития культуры. Это достигается как за счёт научно обоснованного подбора агротехнических мероприятий, так и за счёт реализации эффективной системы защиты посевов от основных фитосанитарных угроз – сорной растительности, болезней и вредителей (Дорожко Г.Р. и др., 2015; Шутко А.П., 2000; Шутко А.П., 2014). В последние годы фитосанитарная обстановка в посевах озимой тритикале существенно ухудшилась (Иванов А.Л. и др., 2017; Тойгильдин А.Л. и др., 2017).

Результаты, полученные с использованием препарата Абакус Ультра, подчеркивают значимость эффективной защиты озимой пшеницы от грибковых инфекций.

Фунгицид Аканто Плюс обеспечивает более надёжную и

продолжительную защиту озимой пшеницы от грибковых заболеваний по сравнению с препаратом Абакус Ультра в норме 1,0 л/га, что способствует приросту урожайности на 430–550 кг/га (Безгина Ю.А. и др., 2017).

Вред мучнистой росы, септориоза и бурой ржавчины в период эпифитотного развития зерновых культур проявляется значительными потерями урожая – 25–30 %, пиренофорозом и желтой ржавчиной – до 50 % (Пригге Г. и др., 2004), фузариозом колоса – до 70 % (Martin R.A. et. al., 1982).

Применение фунгицидов в яровых посевах тритикале позволило поддерживать урожайность от 6,0 до 10,6 ц/га (Радивон В.А. и др., 2022).

Регуляторы роста растений представляют преимущественно научный интерес и не получили широкого применения в сельскохозяйственной практике. В условиях глобальных изменений агропромышленный комплекс вынужден адаптироваться к новым экологическим и агрономическим вызовам: усилению температурных аномалий, нарушению режима осадков и возрастающей потребности в повышении биологической доступности и усвояемости питательных веществ растениями.

Адекватный ответ на современные агроэкологические вызовы – включая загрязнение почв химическими соединениями, процессы засоления и ужесточение норм качества сельхозпродукции – требует внедрения физиологически активных веществ, в первую очередь регуляторов роста растений, способных повысить стрессоустойчивость культур и улучшить их технологические характеристики (Шаповал О.А. и др., 2015; Butcher K. et. al., 2016; Chaves M.M. et. al., 2009).

Регуляторы роста растений применяются на всех этапах онтогенеза сельскохозяйственных культур и оказывают многостороннее влияние на морфогенетические, физиологические и ростовые процессы. Их использование способствует повышению всхожести и энергии прорастания семян, улучшает вегетативное восстановление, усиливает корнеобразование и усвоение питательных элементов, а также стимулирует формирование генеративных органов и ускоряет развитие растений в ключевые фазы

вегетации. В фазах налива и созревания регуляторы способствуют укреплению стеблей зерновых культур, что снижает риск полегания и загнивания зерна, облегчает проведение механизированной уборки и улучшает товарные качества урожая. Важным свойством данных препаратов является повышение адаптационного потенциала растений: они усиливают устойчивость к абиотическим стрессам – таким как засуха, заморозки, экстремальные температуры и неблагоприятные условия перезимовки. Кроме того, регуляторы роста способствуют формированию неспецифического иммунитета(иммунокоррекции), повышают конкурентоспособность культур по отношению к сорной растительности и снижают фитотоксическое воздействие пестицидов, уменьшая связанный с ним стресс. Благодаря синергетическому эффекту при совместном применении с средствами защиты растений, регуляторы позволяют снизить нормы расхода пестицидов без потери эффективности. В конечном счёте, их использование способствует не только росту урожайности, но и улучшению качества продукции – в частности, за счёт снижения содержания нитратов и радионуклидов, а также повышения её лёжкости и транспортабельности (Шаповал О.А. и др., 2014).

Внедрение инновационных химических препаратов, включая регуляторы роста растений и их баковые смеси, предоставляет сельхозпроизводителю инструмент для самостоятельной разработки комплексной стратегии управления онтогенезом и фитосанитарным состоянием посевов. Такой подход служит основой для модернизации и повышения энергосберегающего потенциала зональных систем земледелия.

Современные исследования убедительно доказывают, что регуляторы роста оказывают значимое влияние на онтогенез растений, формирование урожая и его технологические свойства, что делает разработку оптимальных схем их применения одной из приоритетных задач в растениеводстве (Шаповал О.А. и др., 2019).

## ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Агроклиматические и почвенные характеристики в годы проведения полевых опытов

В течение 2021–2023 годов научно–опытные работы осуществлялись на аграрной базе Федерального исследовательского центра «Немчиновка» в Соколово (Московская область).

Опыт был заложен на дерново–подзолистых почвах, для которых характерно чёткое дифференцирование профиля на генетически обособленные горизонты. Содержание гумуса в пахотном 0–20 см слое почвы обеспечивалось на уровне 2,17–2,19 %.

Гранулометрические характеристики почв играют важную регулирующую роль, влияя на водный режим и плодородие, которые воздействуют на процессы инфильтрации, накопления и поверхностного стока воды, что непосредственно отражается на общей продуктивности сельскохозяйственных культур и, в частности, на урожайности озимой тритикале. Гранулометрический состав почв, на которых проводились исследования, приведён в табл. 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав почвы опытного участка по фракциям (данные отдела земледелия ФИЦ «Немчиновка»)

Горизонт	Глубина, см	Диаметр частиц, мм					$\Sigma$ частиц 0,01
		> 0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	< 0,001	
Апах	0–10	1,3	7,6	57,9	24,0	9,2	33,2
	11–20	1,5	8,9	56,8	22,3	10,5	32,8
А <sub>1</sub> В <sub>1</sub>	22–28	0,2	14,1	48,0	20,7	17,0	37,7
В <sub>1</sub>	35–45	0	7,1	47,5	20,0	24,2	44,2
В <sub>2</sub>	60–70	0,4	7,5	44,8	20,0	27,3	47,3
ВС	90–100	0,6	6,1	43,1	21,9	28,3	50,2
СД	120–130	8,8	20,4	35,3	15,1	20,3	35,4

Агрохимические свойства почвы – включая реакцию среды (рН), содержание гумуса, азота, подвижного фосфора и калия – отражают уровень её плодородия и приведены в таблице 2 до начала проведения эксперимента.

Таблица 2 – Агрохимические характеристики среднесуглинистой дерново–подзолистой почвы в условиях севооборота (на 01.09.2020 г.)

рН <sub>kcl</sub>	Нг, мг– <u>э</u> кв на 100 г почвы	N <sub>общ.</sub> , %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
			мг/кг		ммоль на 100 г почвы	
4,3–4,7	3,49–4,61	0,13–0,15	168–182	157–181	6,53–7,23	1,39–2,33

Таблица 3 – Агрохимические характеристики среднесуглинистой дерново–подзолистой почвы в условиях севооборота (на 01.09.2021 г.)

рН <sub>kcl</sub>	Нг, мг– <u>э</u> кв на 100 г почвы	N <sub>общ.</sub> , %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
			мг/кг		ммоль на 100 г почвы	
5,7–5,9	1,26–1,34	0,10–0,13	289–293	125–137	7,42–7,92	2,13–2,75

Таблица 4 – Агрохимические характеристики среднесуглинистой дерново–подзолистой почвы в условиях севооборота (на 01.09.2022 г.)

рН <sub>kcl</sub>	Нг, мг– <u>э</u> кв на 100 г почвы	N <sub>общ.</sub> , %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
			мг/кг		ммоль на 100 г почвы	
5,4–5,6	1,43–1,67	0,11–0,15	185–197	144–166	13,9–17,0	1,12–1,48

Климат в районе проведения исследований характеризуется как умеренно- континентальный с холодной зимой и жарким летом. Среднегодовая температура воздуха составляет +7 °С, а средняя относительная влажность – 76 %. В течение года наблюдались как сильные морозы (ниже –20 °С), так и экстремальная жара (свыше +35–36 °С). Среднегодовое количество осадков составляет около 700 мм.

Погодные условия в 2020–2021 годах в целом были благоприятными для возделывания озимой тритикале. Гидротермический коэффициент составил 1,52, что свидетельствует об оптимальной обеспеченности влагой в течение вегетационного периода (рис. 1, приложение А1).

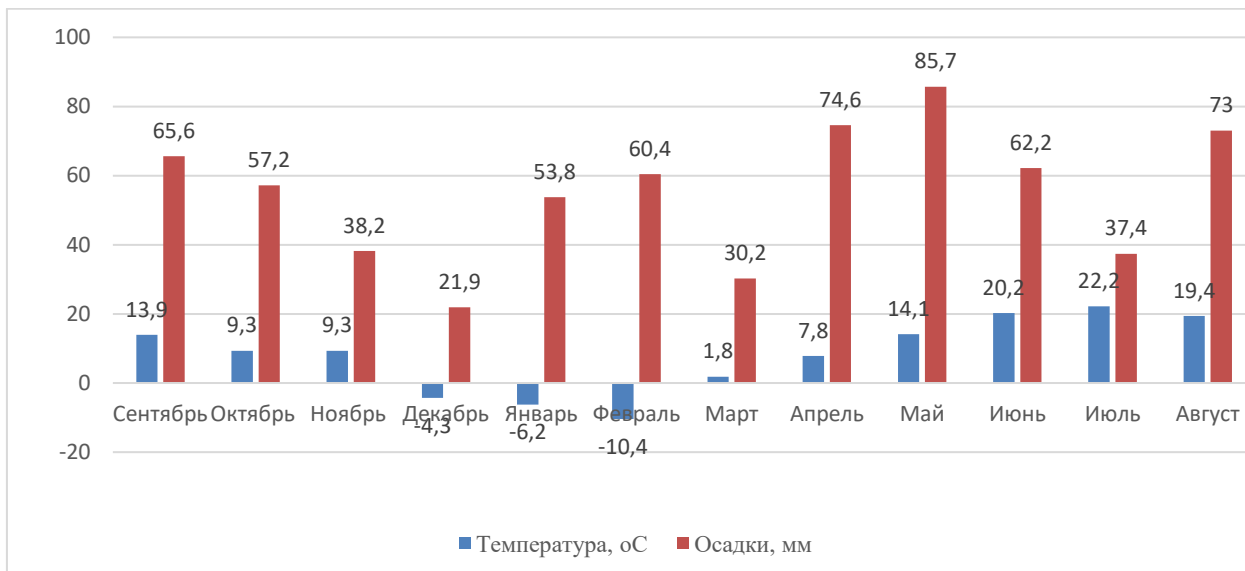


Рисунок 1 – Погодные условия в 2020–2021 гг.

Завершение осенней вегетации озимой тритикале произошло 7 ноября, когда среднесуточная температура опустилась до +5 °C. К этому времени растения накопили в узле кущения 20–23 % сахаров, что свидетельствует об их хорошей зимостойкости. Во второй декаде декабря, при установлении среднесуточных температур на уровне –3,7...–5,3 °C, сформировался устойчивый снежный покров, а температура почвы на глубине залегания узла кущения приблизилась к 0 °C.

По данным метеонаблюдений, январь и февраль были особенно снежными – общее количество осадков за два месяца составило 114,2 мм, из которых 32,3 мм выпало во второй декаде февраля. К марту сформировался мощный снежный покров высотой до 1,5 м, который полностью сошёл лишь в первой декаде апреля.

Благодаря тому, что средняя температура апреля оказалась на 2 °C выше нормы, вегетация озимых культур возобновилась уже во второй декаде месяца, что свидетельствует о своевременном и благоприятном старте весеннего периода. В последующие месяцы – мае, июне и июле – наблюдалось

аномально тёплое лето: во второй декаде мая средняя температура составила 18,3 °С, в третьей декаде июня – 24,4 °С, а во второй декаде июля – 22,2 °С.

Метеорологические данные за вегетационный период озимой тритикале в 2021–2022 годах представлены на рисунке 2 и в приложении А2.

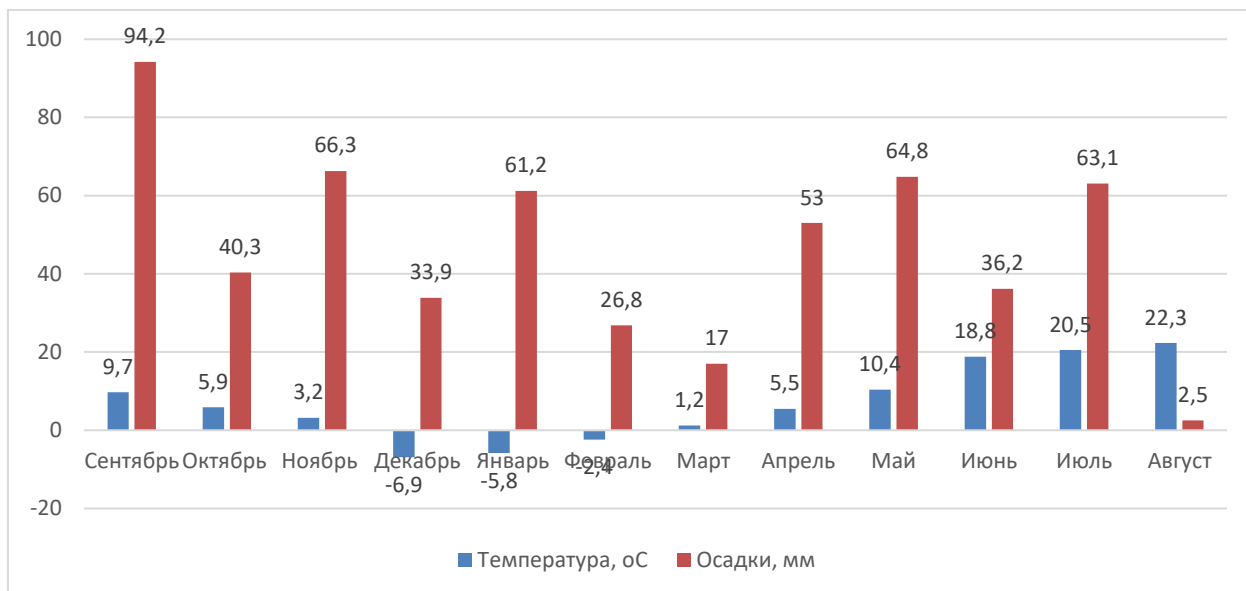


Рисунок 2 – Погодные условия в 2021–2022 годах

ГТК вегетационного периода этой культуры составил 1,5. В сентябре установилась тёплая погода: среднесуточная температура воздуха составила 9,7 °С. Наиболее тёплой оказалась первая декада месяца – 11,3 °С, что, однако, было на 1,7 °С ниже климатической нормы. Температуры во второй и третьей декадах практически соответствовали средним многолетним показателям. Несмотря на неравномерное распределение в течение месяца, общее количество осадков достигло 94,2 мм, что на 51 % превышает среднемноголетние значения для данного периода.

Несмотря на сдвиг сроков посева озимой тритикале на более позднюю дату – 13 сентября, – благоприятные погодные условия позволили получить всходы уже в начале первой декады октября. Среднесуточная температура воздуха в октябре составила 13,9 °С, что на 2,9 °С превысило среднемноголетнее значение (11,0 °С). Общее количество осадков за месяц оказалось пониженным – 40,3 мм, что на 34 % ниже климатической нормы. При этом распределение осадков по декадам было крайне неравномерным: в первой декаде дождей не наблюдалось,

тогда как во второй декаде выпало 29,7 мм осадков, что на 47 % превышает среднесуточный показатель для этого периода.

Переход среднесуточной температуры через отметку +5 °С произошёл 7 ноября – в конце первой декады месяца. Ноябрь отличался аномально тёплой погодой по сравнению с многолетними данными. Осадки в виде дождя и мокрого снега составили 66,3 мм, что на 31 % превышает норму.

В декабре среднесуточные температуры практически не отклонялись от климатической нормы. Устойчивый снежный покров высотой около 1 см сформировался в первой декаде месяца и лег на ещё незамёрзшую почву.

В январе 2022 года снежный покров интенсивно нарастал: к концу первой декады его высота достигла 9–12 см, а к концу месяца – 27–38 см. Количество осадков в январе значительно превысило норму – 61,2 мм против 35,4 мм (на 73 % больше). Средняя температура воздуха в январе составила – 5,8 °С, что на 2,2 °С ниже среднесуточного значения, при колебаниях по декадам от –0,9 °С до –2,4 °С.

Метеорологические условия в 2022–2023 годах в целом были благоприятными для выращивания озимой тритикале. Гидротермический коэффициент составил 1,82, что свидетельствует о достаточной, даже избыточной влагообеспеченности в течение вегетационного периода (рис. 3, приложение А3).

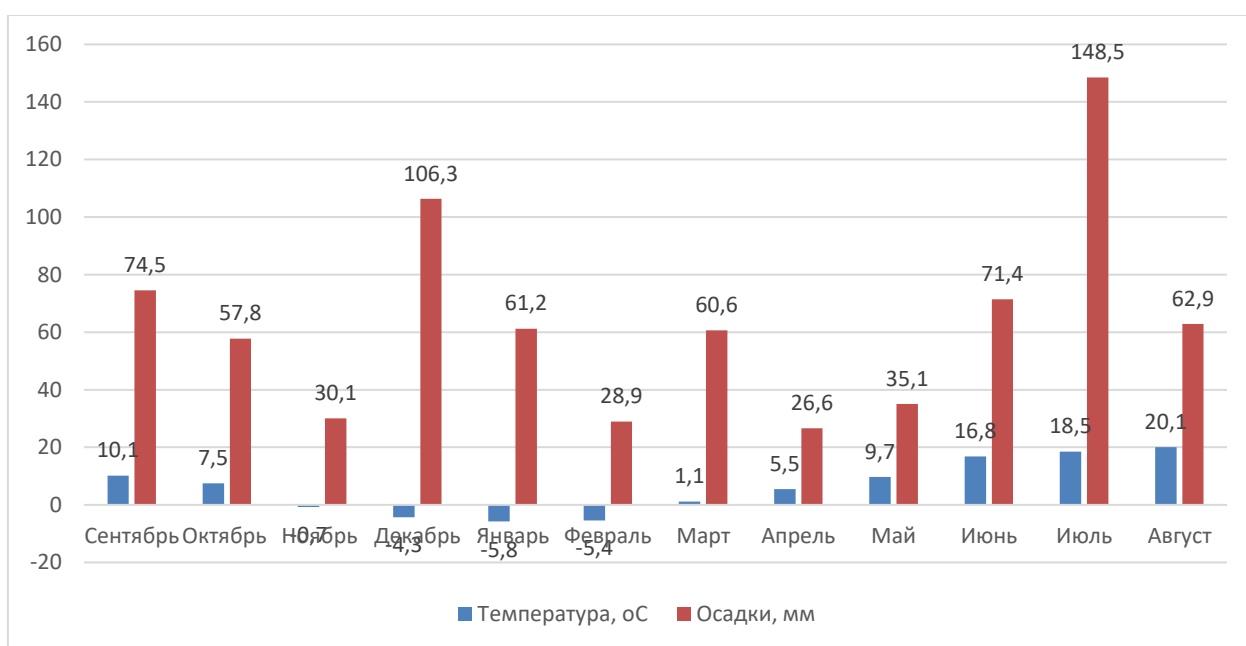


Рисунок 3 – Погодные условия в 2022–2023 годах

При понижении среднесуточной температуры до +5 °С 22 октября озимая тритикале завершила осеннюю вегетацию и вступила в фазу зимнего покоя. Физиологическое состояние растений оценивалось как удовлетворительное: в узле кущения было накоплено 19–21 % сахаров, что свидетельствует о достаточной, хотя и не максимальной, степени подготовки к зимовке.

Зимний период (декабрь–февраль) характеризовался формированием мощного снежного покрова. Устойчивый снег установился в первой декаде декабря при среднесуточных температурах воздуха от –2,5 °С до –10,9 °С. Особенно интенсивные осадки наблюдались во второй декаде декабря: в виде снега выпало 67,9 мм, что превысило среднемноголетнюю норму более чем в четыре раза. В этот период среднесуточная температура воздуха составила –2,9 °С, а температура почвы на глубине расположения узла кущения озимой тритикале – –0,2 °С.

Январь характеризовался пониженным уровнем осадков – всего 28,9 мм, что свидетельствует о малоснежном характере месяца. Температурные условия варьировались в широком диапазоне: наиболее низкие значения (–9,6 °С в среднем за сутки) отмечены в первой декаде, тогда как к концу месяца установилось относительное потепление до –2 °С, сопровождавшееся оттепельными явлениями. Во второй и третьей декадах февраля в виде снега выпало 28 мм осадков. В первой и второй декадах месяца наблюдались кратковременные оттепели, чередующиеся с возвратами морозов.

К первой декаде марта высота снежного покрова достигала 1,3 м, а полное схождение снега произошло в первой декаде апреля.

## **2.2 Объекты и методы организации полевых экспериментов, проведения лабораторных анализов и исследований**

В качестве объектов исследования выступали сорта озимой тритикале Гера, Немчиновский 56 и Нина, а также применяемые технологии возделывания данной культуры различной степени интенсивности.

По данным Немчиновского исследовательского центра, можно отметить следующие характеристики этих сортов:

**Гера.** В среднем за годы опытов в КСИ (2012–2015 гг.) урожай его составил 10,0 т/га, что на 1,8 т/га выше стандарта Виктор и на 1,2 т/га сорта Нина. Следует отметить, что стеблестой у сорта хорошо выровнен, колосья крупные, остистые, белые, хорошо озерненные, продуктивные. На данный момент это наиболее зимостойкий из созданных в Центре сортов, по отмеченному признаку превышение над стандартом составляет 16,7 %, над сортом Немчиновский 56 – 7,8 %. Благодаря этому обеспечивается высокая продуктивная кустистость, а, следовательно, и урожайность нового сорта. Высота растений у сорта составляет 115 см, или на 15,3 см меньше в сравнении со стандартом Виктор и на 8,3 см с сортом Нина. Превосходит все сорта местной селекции по устойчивости к полеганию 8,7 балла (Виктор – 2, Немчиновский 56 – 5,1. Нина – 5,5 балла). Кроме того, новый сорт созревает на 4 дня раньше стандарта Виктор и на 3,2 дня сорта Нина. Сорт получен в результате сложной многоступенчатой гибридизации с участием первичных и вторичных тритикале из разных селекционных учреждений России, а также немецкого сорта *Angus*.

**Немчиновский 56.** Сорт получен в результате многолетнего отбора в ходе первичного семеноводства из исходного сорта Антей. Он отличается высокой зимостойкостью и морозоустойчивостью, а также устойчивостью к засухе – в годы с экстремальными погодными условиями по этим факторам он демонстрировал наивысшую урожайность среди всех изучавшихся сортов тритикале. Весной растения хорошо отрастают.

Сорт обладает генетически обусловленной высокой плотностью продуктивного стеблестоя и отличной вымолачиваемостью. Характеризуется стабильной устойчивостью к прорастанию зерна на корню и минимальной восприимчивостью к комплексу распространённых болезней, включая все основные формы ржавчины (бурой, жёлтой, стеблевой), головню (пыльную и твёрдую), мучнистую росу и спорынью.

По срокам созревания относится к среднеспелым, характеризуется стабильно высокой урожайностью; в благоприятные годы и при хорошем агрофоне способен формировать урожай свыше 8,0 т/га. Результаты государственного сортоиспытания, выполненного в нескольких климатических зонах России, подтвердили превосходство данного сорта над другими изучавшимися образцами тритикале по ключевым показателям продуктивности и устойчивости.

Анализ хозяйственно–биологических характеристик показал, что новый сорт соответствует сорту Антей по большинству ключевых параметров и превосходит его по ряду агрономически значимых показателей.

Результаты конкурсного сортоиспытания подтвердили высокое качество зерна даже в условиях агроклиматического стресса: при внесении 30 кг/га азота весной содержание белка составило 13,7 %, а клейковины в муке – 26,6 %, что соответствует нормативам первой группы качества. Такие характеристики определяют двойное назначение зерна – как в кормопроизводстве, так и в пищевой промышленности, включая хлебопечение, кондитерское, пивоваренное и спиртовое направления.

**Нина.** Селекционный прорыв заключается в создании первого зернового сорта тритикале, в котором в значительной степени преодолены четыре ключевые агробиологические сложности, свойственные культуре: достигнута урожайность до 10 т/га при высокой зимостойкости (более 90 % растений сохранилось после зимовки), ускорено созревание (на 5–8 дней раньше сорта Виктор) и обеспечена выраженная устойчивость к снежной плесени – степень поражения вдвое ниже, чем у стандартного сорта.

Сорт отличается формированием однородного и плотного стеблестоя, а его зерно обладает сбалансированным набором качеств, обеспечивающих его ценность как в кормовых, так и в пищевых целях. Это открывает возможности для его использования в комбикормовой и спиртовой промышленности, а также в производстве продуктов функционального и диетического назначения.

Результаты четырёхлетнего конкурсного сортоиспытания

свидетельствуют о превосходстве нового сорта по продуктивности: средняя урожайность составила 87,7 ц/га, что на 27 % выше, чем у стандарта (69,0 ц/га). В стрессовых условиях – при эпифитотии снежной плесени в 2009 году и сильной засухе в 2010 году – сорт продемонстрировал высокую адаптивную устойчивость, обеспечив урожайность соответственно 93,6 ц/га (против 64,3 ц/га) и 78,2 ц/га (на 13,3 ц/га выше стандарта).

Впервые в селекционной практике создан сорт тритикале зернового направления, в котором в значительной степени преодолены четыре ключевые агробιологические проблемы, традиционно ограничивающие возделывание данной культуры. Новый сорт сочетает высокую продуктивность (до 10 т/га) с высокой зимостойкостью (сохранность растений превышает 90 %), скороспелостью (созревание наступает на 5–8 дней раньше, чем у стандартного сорта Виктор) и выраженной устойчивостью к снежной плесени (степень поражения в два раза ниже, чем у стандарта).

Растения формируют выровненный и густой стеблестой, зерно с высокими технологическими и кормовыми свойствами, что обеспечивает его универсальное применение – в комбикормовом, пищевом и спиртовом производствах, а также при изготовлении продуктов диетического назначения.

По итогам четырёхлетнего конкурсного сортоиспытания средняя урожайность сорта составила 87,7 ц/га, что на 18,7 ц/га превышает показатель стандарта (69,0 ц/га). Особенно высокие результаты были получены в экстремальных условиях: в 2009 году, при массовом развитии снежной плесени, урожайность достигла 93,6 ц/га против 64,3 ц/га у стандарта; в засушливом 2010 году новый сорт обеспечил урожай 78,2 ц/га, превзойдя стандарт на 13,3 ц/га.

### **2.3 Схема опыта по агротехнологиям озимой тритикале**

Для достижения стабильных урожаев в рамках устоявшихся севооборотов, построенных на использовании наиболее благоприятных предшественников, необходимо активнее внедрять новые сорта озимой тритикале. Грамотно спланированные севообороты напрямую влияют на

физические и химические характеристики почвы: они способствуют лучшей доступности питательных веществ, увеличивают катионообменную ёмкость, улучшают водоудерживающую способность и снижают подверженность почвы эрозии. Кроме того, они уменьшают риск формирования устойчивых к агротехническим мерам популяций вредителей и сорняков.

Принятый в исследовании севооборот: занятый пар – озимые зерновые – яровые зерновые – зернобобовые, сформирован с учётом специфики биоклиматических и производственно–хозяйственных условий и признан наиболее рациональным для обеспечения устойчивой продуктивности и сохранения плодородия почв.

Согласно этой схеме, в полевом опыте непосредственным предшественником озимой тритикале выступал занятый пар по вико с овсом, который имеет важное значение для плодородия почвы, поскольку вико–овсяная смесь выступает в роли зеленого удобрения (сидерата). К преимуществам использования такого сидерального пара относится обогащение почвы минеральными элементами, гумусовым веществом и др.

Характеристика применяемых в опыте химических препаратов представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики применяемых препаратов

Тип	Название	Действующее вещество	Вредные объекты	Производитель / регистрант
1	2	3	4	5
Инсектицид	Вантекс, МКС	Гамма–цигалотрин 60 г/л	Жесткокрылые, перепончатокрылые, прямокрылые, двукрылые и чешуекрылые грызущие и сосущие вредители	Кеминова / Кеминова А/С
Гербицид	Линтур, ВДГ	Дикамба 659 г/кг + кислота в форме натриевой соли + Триасульфурон 41 г/кг	Злаковые газонные травы	Сингента / сингента кроп протекшн аг

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5
Акарицид, инсектицид	Данадим Пауер, КЭ	Диметоат 400 г/л + Гамма-цигалотрин 6,4 г/л	Комплекс вредителей	Кеминова / Кеминова А/С
Фунгицид	Альто Супер, КЭ	Пропиконазол 250 г/л + Ципроконазол 80 г/л	Листовые и колосовые грибные заболевания	Сингента / ООО «Сингента»
Фунгицид	Импакт Эксклюзив, КС	Карбендазим 250 г/л + Флутриафол 117,5 г/л	Комплекс болезней листьев и стебля	Кеминова / Кеминова А/С
Гербицид	Тандем, ВДГ	Трибенурон-метил 600 г/кг + Флорасулам 200 г/кг	Двудольные сорняки	Кеминова / Кеминова А/С
Регулятор роста	Сапресс, КЭ	Тринексапак-этил 250 г/л	Полегание	Кеминова / Кеминова А/С
Гербицид	Фокстрот, ВЭ	Клоквинтосет-мексил 34,5 г/л + Феноксапроп- П-этил 69 г/л	Злаковые сорняки	Кеминова/ Кеминова А/С
Фунгицид	Консул, КС	Азоксистробин 125 г/л + Флутриафол 125 г/л	Заболевания листьев и колоса	Кеминова / Кеминова А/С
Гербицид	Атон, ВДГ	Гифенсульфурон-метил 750 г/кг	Двудольные сорняки	Кеминова / Кеминова А/С
Гербицид	Агроксон, ВР	МЦПА (диметиламинная соль) 750 г/л	Однолетние двудольные и некоторые многолетние сорняки	Нуфарм / Нуфарм Лтд
Инсектицид	Пикус, КС	Имидаклоприд 600 г/л	Комплекс почвенных и ранних послеуборочных вредителей	ФМС Корпорейшн, Кеминова А/С
Фунгицид	Винцит Форте, КС	Имазалил 15 г/л + Тиабендазол 25 г/л + Флутриафол 37,5 г/л	Комплекс вредителей	Кеминова / Кеминова А/С

**Система обработки почвы.** В ходе подготовки почвы под посев были реализованы следующие агротехнические приёмы: после уборки предшественника проведена обработка стерни, за которой последовала вспашка на глубину 20–22 см. Для выравнивания поверхности, сохранения влаги и подавления сорной растительности выполнено боронование на глубину 3–4 см. Завершающим этапом являлась предпосевная культивация на глубину 6–8 см. После уборки предшественника использовалась обработка почвы почвообрабатывающим орудием Катрос.

Эксперимент был организован по двухфакторной схеме. Первый фактор (А) представлен тремя сортами озимой тритикале – Гера, Немчиновский 56 и Нина. Второй фактор (В) включал три уровня агротехнологической интенсивности: базовый (Б), интенсивный (И) и высокоинтенсивный (В), что позволило оценить как сортовые особенности, так и их реакцию на изменение уровня агротехнологического фона (табл. 6).

Таблица 6 – Схема опыта по уровням агротехнологий

Вариант	Технология	Система удобрений и защиты растений
1	Базовая	Система удобрений: N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , (N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – основное внесение под вспашку + N <sub>60</sub> – поверхностное внесение в фазу кушения). Система защиты растений: 1) По всходам: инсектицид Вантекс 60 мл/га; 2) Фаза кушения: гербицид Линтур 180 г/га + Данадим Пауер 1 л/га и фунгицид Альто Супер 0,5 л/га + Импакт Эксклюзив 0,75 л/га; 3) Фаза выхода в трубку (по прогнозу).
2	Интенсивная	Нормы удобрений составляли: N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> (N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> – основное внесение, N <sub>60</sub> весной в кушение и N <sub>30</sub> в фазу выхода в трубку). С осени – применение средств защиты растений: 1) Тандем 0,03 кг/га + Данадим Пауер 1 л/га + Импакт Эксклюзив 0,5 л/га; 2) Весной – инсектицид Данадим Пауер 1 л/га + фунгицид Альто Супер 0,5 л/га + ретардант Сапресс 0,3 л/га (фаза GS 21–22); 3) При наличии мятликовых сорняков применяли Фокстрот 1,0 л/га + Сапресс 0,3 л/га (фаза GS 31–32), фунгициды Импакт Эксклюзив 0,75 л/га + Данадим Пауер 0,6 л/га. Защита колоса Консул 1,0 л/га + Вантекс 60 мл/га по прогнозу.
3	Высокоинтенсивная	Нормы удобрений составляли: N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub> (N <sub>30</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub> – основное внесение, N <sub>60</sub> весной в кушение, N <sub>30</sub> в фазу выхода в трубку, N <sub>30</sub> – в колошение). С осени – применение средств защиты растений (гербициды, инсектициды и фунгициды): 1) Атон 0,06 кг/га + Данадим Пауер 1 л/га + Импакт Эксклюзив 0,5 л/га и ретардант Сапресс 0,3 л/га; 2) Весной – Агроксон 0,5 л/га + Данадим Пауер 0,6 л/га + Вантекс 60 мл/га + Альто Супер 0,5 л/га + Фокстрот 1,0 л/га; 3) При массовом появлении вредителей и эпифитотийном развитии болезней дополнительно применяется Консул 0,8 л/га + инсектицид Данадим Пауер 0,6 л/га + Сапресс 0,3 л/га (фаза GS 31–32). Для защиты флагового листа и колоса – Консул 1,0 л/га + Вантекс 0,6 л/га.

Протравливание семян являлось обязательным элементом во всех трёх технологиях и осуществлялось с использованием препаратов Винцит Форте, КС (1,25 л/га) в сочетании с Пикус, КС (1,0 л/га). В осенний период, в фазу кушения

озимой тритикале, для борьбы с сорняками и болезнями проводили обработку гербицидами и фунгицидами; при необходимости применяли также инсектициды. Все опрыскивания выполнялись с помощью опрыскивателя Amazon 605 (производство США). Норма высева составляла 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Общая площадь опытного участка – 1,5 га, размер каждой делянки – 160 м<sup>2</sup>, из них учётная площадь на сорт – 30 м<sup>2</sup>. Опыт заложен с четырёхкратной повторностью. Сроки посева в разные годы были следующими: 2020 г. – 7 сентября, 2021 г. – 13 сентября, 2022 г. – 10 сентября. Весной посева подкармливали азотными удобрениями в соответствии с уровнем интенсивности применяемой технологии.

## **2.4 Мониторинг состояния растений и почвы**

В ходе вегетационного периода растений проводили оценку агрофизических и агрохимических характеристик почвы, включая плотность сложения, запасы продуктивной влаги, а также содержание основных питательных элементов – азота, фосфора и калия (NPK). Одновременно велись фенологические наблюдения за развитием растений. При уборке урожая анализировали структуру и урожайность новых сортов, а также определяли качество зерна по содержанию белка.

Полевые и лабораторные исследования проводились с использованием общепринятых методик агрохимического анализа. Гранулометрический состав почвы определяли по методу Н.А. Качинского. Содержание гумуса устанавливали по И.В. Тюрину в соответствии с ГОСТ 26113–91. Сумму обменных оснований анализировали методом Каппена–Гильковица (ГОСТ 21821–88), а гидролитическую кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212–84). Подвижные формы фосфора и калия отбирали и количественно определяли по А.Т. Кирсанову (ГОСТ 26207–91). Реакцию среды (рН) солевой вытяжки измеряли потенциометрическим методом согласно ГОСТ 26487–85. Содержание нитратного азота определяли по методике, рекомендованной ЦИНАО (ГОСТ 26488–85).

Плотность сложения и влажность почвы измеряли по методике А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной (ГОСТ 28268–89). Образцы отбирали буром Алексева из слоёв 0–10 см и 10–20 см в шести точках каждого варианта опыта, используя мерные стаканы объёмом 100 см<sup>3</sup>. Влажность почвы определяли термостатно–весовым методом при температуре 105 °С, а влажность устойчивого завядания – с использованием проросткового метода. Общий запас продуктивной влаги рассчитывали в почвенном профиле 0–20 см с дискретным замером через каждые 10 см в ключевые фазы онтогенеза растений.

Фенологические наблюдения осуществлялись в соответствии с методикой Г.Ф. Никитенко. Оценку степени поражения растений болезнями, повреждения вредителями, а также уровня засорённости посевов проводили по методическим рекомендациям Всероссийского института защиты растений (ВИЗР). Показатели структуры урожая учитывали в соответствии с методикой, принятой в системе Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Урожайность определяли путём поделяночной комбайновой уборки с последующим приведением результатов к стандартным условиям – влажности 14 % и чистоте 100 % – в соответствии с требованиями ГОСТ 10106–87.

Технологические свойства зерна исследовали в лабораторных условиях в соответствии с действующими стандартами: ГОСТ 10846–74 (масса 1000 зёрен), ГОСТ 10842–76 (натура) и ГОСТ 13586.1–84 (содержание клейковины и её качество). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова. Энергетическую и экономическую эффективность возделывания культуры оценивали по рекомендациям А.Ф. Ченкина, В.А. Черкасова и В.А. Захаренко. Уборку урожая озимой тритикале осуществляли поделяночно комбайном «Сампо 500». Экономические затраты на возделывание культуры рассчитывали по типовым технологическим картам с применением текущих рыночных цен на агросредства. Информацию о погодных условиях в годы исследований получали из наблюдений агрометеорологической станции ФИЦ «Немчиновка».

# ГЛАВА 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ИНТЕНСИВНОСТИ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВЫ И ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

## 3.1 Фенологические наблюдения

На величину и качество урожая зерна при использовании различных агротехнологий оказывают влияние комплексные факторы – климатические условия, технология обработки почвы, уровень и динамика её плодородия, а также обоснованность применения удобрений и фитосанитарных средств, каждый из которых по-разному модулирует состояние почвы и растений.

Фенологические фазы развития озимой тритикале сорта Гера при высокоинтенсивной агротехнологии представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Фенологические стадии развития озимой тритикале в 2020–2023 годах

Фазы развития растений	Годы, даты		
	2020– 2021	2021–2022	2022–2023
Посев*	07.09.2020	13.09.2021	10.09.2022
Всходы	17.09.2020	25.09.2021	21.09.2022
Кущение	02.10.2020	28.10.2021	06.10.2022
Выход в трубку	03.06.2021	18.05.2022	07.06.2023
Колошение	25.06.2021	10.06.2022	29.06.2023
Цветение	28.06.2021	15.06.2022	03.07.2023
Молочная спелость	12.07.2021	20.06.2022	15.07.2023
<u>Молочно–Восковая спелость</u>	15.07.2021	07.07.2022	19.07.2023
Восковая спелость	18.07.2021	25.07.2022	24.07.2023
Полная спелость	28.07.2021	01.08.2022	02.08.2023
Уборка*	28.07.2021	05.08.2022	04.08.2023

\*Примечание: посев и уборка не относятся к фенологическим фазам развития растений.

В 2020 году всходы озимой тритикале появились на 10-й день после посева, что указывает на высокие качество семян и подготовку почвы, обеспечившую благоприятные условия для прорастания. Созревание урожая было зафиксировано 28 июля 2021 года. Различия в сроках созревания между сортами и агротехнологиями составили не более 3–5 дней.

Посев озимой тритикале в 2021 году был проведён с некоторым опозданием – 13 сентября. Всходы появились на 12-й день после посева, а полная всхожесть была зафиксирована 25 сентября 2021 года. Весной 2022 года растения вступили в фазу выхода в трубку 18 мая, что стало возможным благодаря достаточному количеству положительных температур выше +10 °С в мае. Цветение началось 15 июня 2022 года, а полное созревание урожая наступило 1 августа 2022 года. Различия в сроках прохождения фенофаз между сортами и уровнями агротехнологий не превышали 3–5 дней.

Осенний посев в 2022 году был проведён в оптимальные агротехнические сроки – 10 сентября. Всходы озимой тритикале появились на 11-й день после посева, а полная всхожесть была зафиксирована 3 октября. Кущение началось спустя 5 дней после появления всходов. Благодаря своевременной весенней азотной подкормке, которая несколько ускорила отрастание растений, а также достаточному количеству положительных температур выше +10 °С в мае, фаза выхода в трубку наступила 7 июня 2023 года. Полное созревание урожая озимой тритикале было отмечено 2 августа 2023 года. Различия в сроках прохождения фенофаз между сортами и уровнями агротехнологий составили не более 3–5 дней.

### **3.2 Плотность сложения почвы**

Для озимых культур оптимальная плотность сложения почвы находится в пределах 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup> (Ревут И.Б., 1972).

Согласно данным таблицы 8, в 2021 году плотность сложения почвы под посевами озимой тритикале находилась в пределах 1,10–1,31 г/см<sup>3</sup>, в 2022 году – 1,09–1,29 г/см<sup>3</sup>, а в 2023 году – 1,11–1,21 г/см<sup>3</sup>.

Таблица 8 – Плотность сложения почвы в слое 0–20 см под посевами озимой тритикале, г/см<sup>3</sup>

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
2021 г.				
Гера	Б	1,11	1,17	1,27
	И	1,14	1,21	1,27
	В	1,1	1,15	1,27
Немчиновский 56	Б	1,13	1,22	1,3
	И	1,1	1,18	1,27
	В	1,12	1,17	1,28
Нина	Б	1,12	1,23	1,31
	И	1,15	1,19	1,26
	В	1,1	1,18	1,28
2022 г.				
Гера	Б	1,12	1,19	1,27
	И	1,11	1,19	1,27
	В	1,1	1,17	1,26
Немчиновский 56	Б	1,09	1,24	1,27
	И	1,09	1,21	1,28
	В	1,12	1,17	1,28
Нина	Б	1,12	1,21	1,29
	И	1,12	1,21	1,29
	В	1,11	1,19	1,28
2023 г.				
Гера	Б	1,14	1,17	1,18
	И	1,13	1,18	1,16
	В	1,15	1,17	1,17
Немчиновский 56	Б	1,13	1,2	1,17
	И	1,12	1,18	1,18
	В	1,11	1,21	1,17
Нина	Б	1,13	1,18	1,19
	И	1,13	1,19	1,17
	В	1,12	1,21	1,19
Среднее за 2021–2023 гг.				
Гера	Б	1,12	1,18	1,24
	И	1,13	1,19	1,23
	В	1,12	1,16	1,23
Немчиновский 56	Б	1,12	1,22	1,25
	И	1,1	1,19	1,24
	В	1,12	1,18	1,24
Нина	Б	1,12	1,21	1,26
	И	1,13	1,2	1,24
	В	1,11	1,19	1,25

Примечание: Б – базовая; И – интенсивная; В – высокоинтенсивная технологии.

В разрезе фенофаз за весь период исследований плотность сложения почвы составляла:

- в фазу кущения – от 1,09 до 1,15 г/см<sup>3</sup>,
- в фазу выхода в трубку – от 1,17 до 1,24 г/см<sup>3</sup>,
- в фазу колошения – от 1,16 до 1,31 г/см<sup>3</sup>.

В среднем за три года исследований в фазе кущения растений озимой тритикале плотность сложения почвы была наименьшей по сравнению с другими фазами развития и находилась в оптимальных параметрах для произрастания культурных растений.

Анализ полученных данных показал, что значения плотности сложения почвы находились в узком диапазоне (1,10–1,13 г/см<sup>3</sup>), а достоверных различий между изучаемыми агротехнологиями и сортами выявлено не было. Вместе с тем отмечалась чёткая закономерность увеличения плотности сложения почвы от фазы кущения растений к фазе выхода в трубку (1,16–1,22 г/см<sup>3</sup>) и к фазе колошения (1,23–1,26 г/см<sup>3</sup>).

### **3.3 Влажность и запас продуктивной влаги почвы**

В 2021 году влажность почвы (рис. 4) варьировала в зависимости от сорта, технологии и фенофазы:

- в фазу кущения – от 16,9 % (сорт Гера, интенсивная технология) до 19,4 % (сорт Немчиновский 56, базовая технология);
- в фазу выхода в трубку – от 14,7 % (Гера, высокоинтенсивная технология) до 17,2 % (Немчиновский 56, высокоинтенсивная технология);
- в фазу колошения, когда влажность была минимальной, – от 10,4 % (Немчиновский 56, интенсивная технология) до 12,4 % (Гера, интенсивная технология).

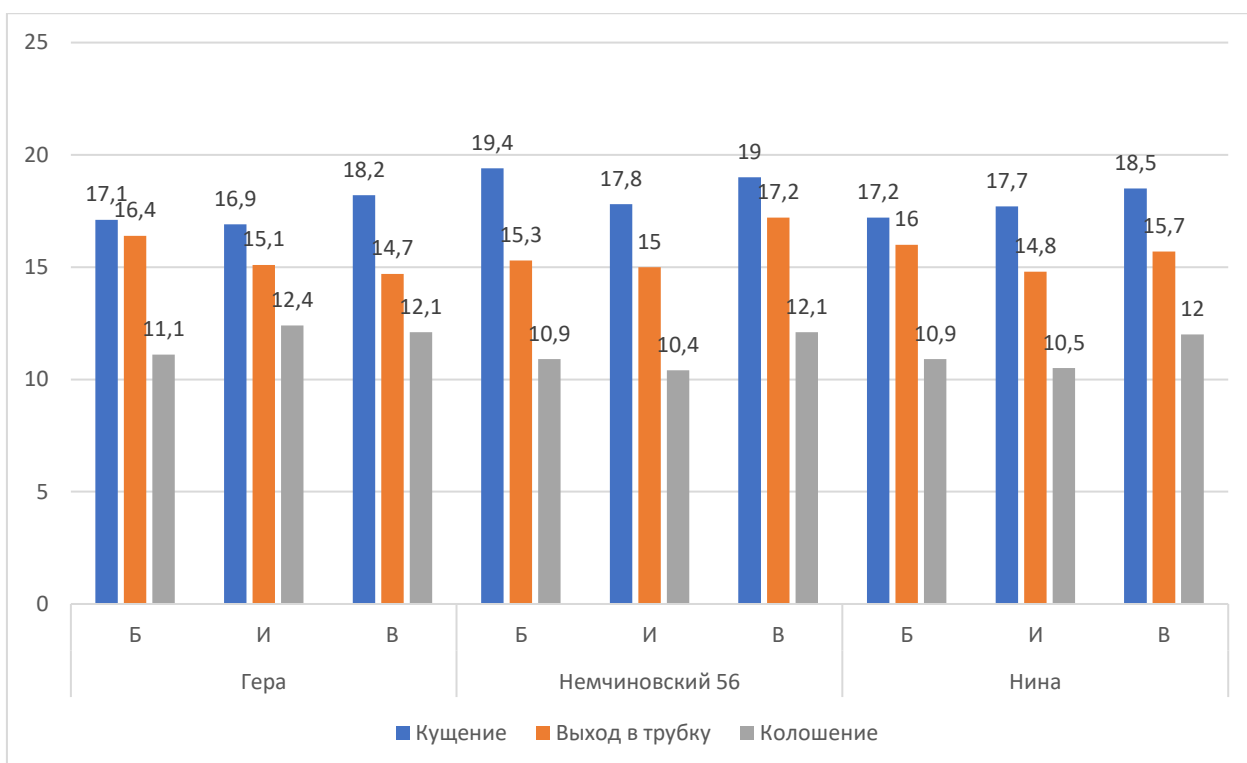


Рисунок 4 – Влажность почвы в слое 0–20 см под посевами озимой тритикале в 2021 году, %

В 2022 году (рис. 5) влажность почвы в слое 0–20 см под озимой тритикале в фазу кущения находилась в узком диапазоне – от 18,0 % (сорт Немчиновский 56, интенсивная технология) до 18,9 % (сорта Гера и Нина при базовой и интенсивной технологиях).

В фазу выхода в трубку влажность почвы практически не различалась между опытными вариантами: её значения находились в пределах 15,5–15,8 %. Минимальный уровень (15,5 %) зафиксирован у сортов Немчиновский 56 и Нина на всех технологиях, а также у Геры на интенсивной технологии; максимальный (15,8 %) – у Геры при базовой и высокоинтенсивной технологиях.

Наиболее низкий уровень почвенной влажности в ходе вегетации был зафиксирован в фазе колошения: он составил от 10,2 % (сорта Гера на высокоинтенсивной технологии) до 10,9 % (все сорта на базовом уровне агротехнологии).

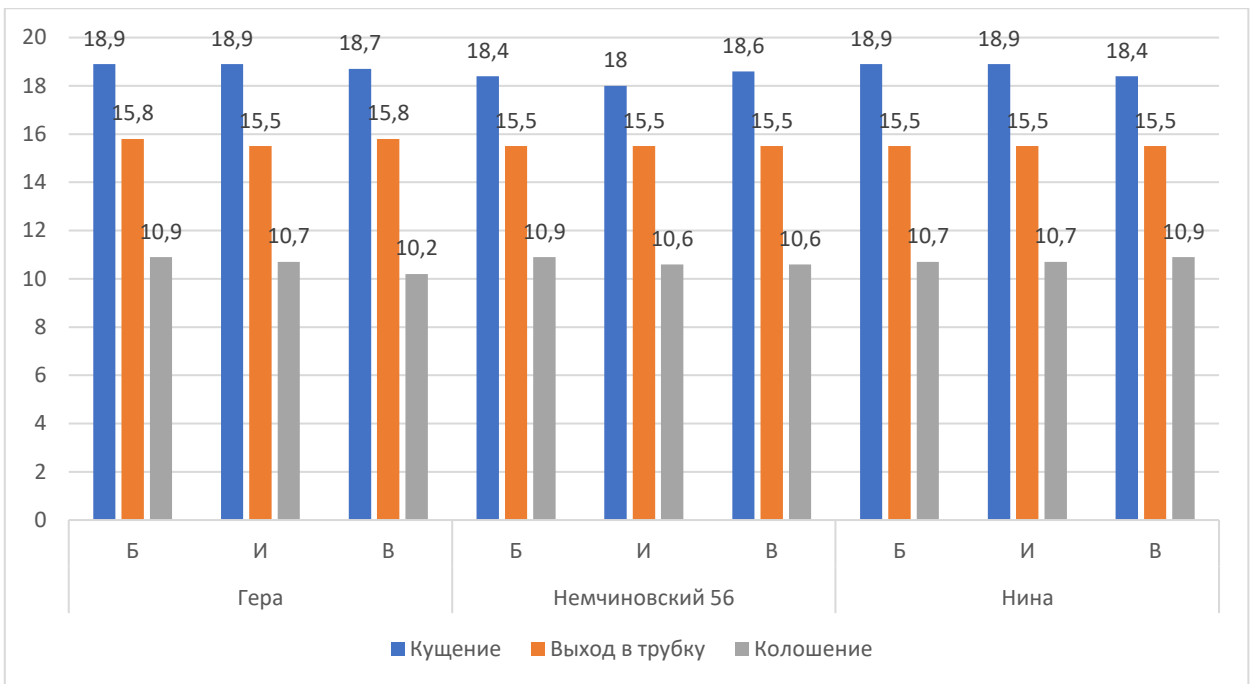


Рисунок 5 – Влажность почвы в слое 0–20 см под посевами озимой тритикале в 2022 году, %

В 2023 году (рис. 6) влажность почвы в слое 0–20 см в фазу кущения озимой тритикале варьировала от 16,7 % (сорт Немчиновский 56, базовая технология) до 19,4 % (сорт Нина, высокоинтенсивная технология).

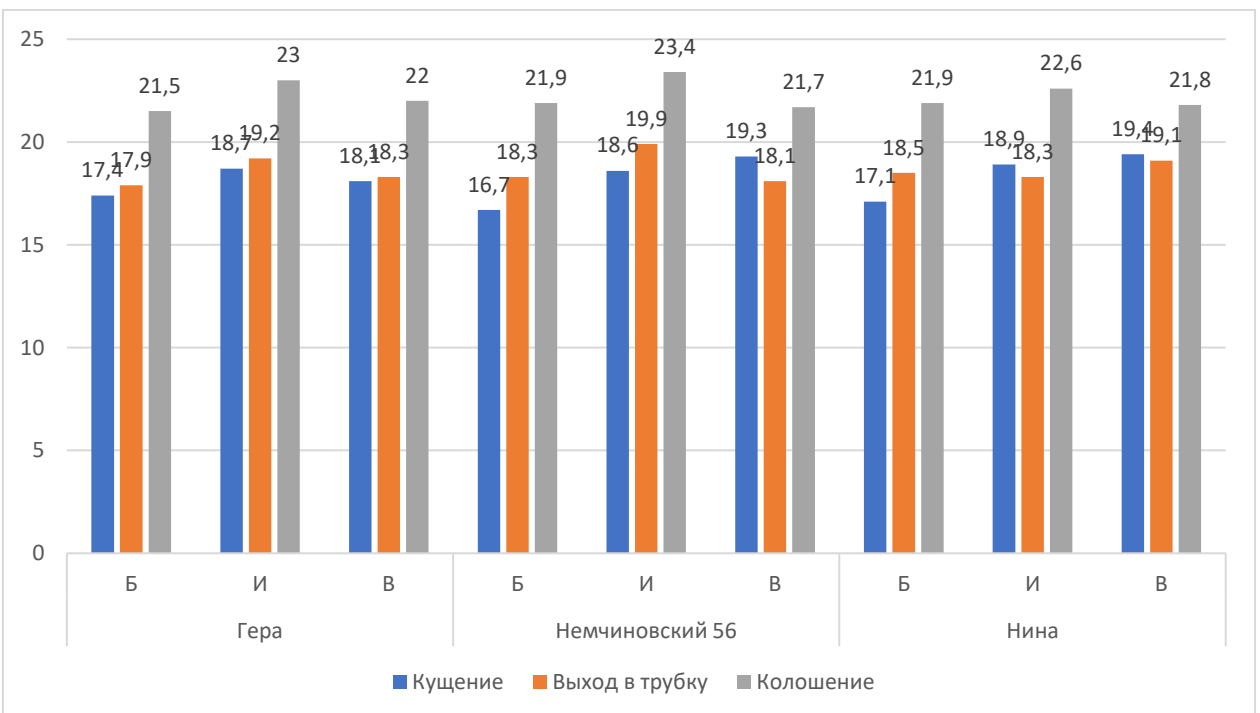


Рисунок 6 – Влажность почвы в слое 0–20 см под посевами озимой тритикале в 2023 году, %

В фазу выхода в трубку уровень влажности оказался выше, чем в предыдущие годы, и составил от 17,9 % (Гера, базовая технология) до 19,9 % (Немчиновский 56, интенсивная технология).

Наиболее высокие значения влажности за весь период исследований были зафиксированы в фазу колошения: они колебались от 21,5 % (Гера, базовая технология) до 23,4 % (Немчиновский 56, интенсивная технология).

В среднем за три года исследований (табл. 9) максимальная влажность почвы в слое 0–20 см наблюдалась в фазу кущения озимой тритикале и составляла от 17,7 % (сорт Нина, базовая технология) до 19,0 % (сорт Немчиновский 56, высокоинтенсивная технология).

Таблица 9 – Средняя за 2021–2023 гг. влажность почвы в слое 0–20 см под посевами озимой тритикале, %

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
Гера	Б	17,8	16,7	14,5
	И	18,2	16,6	15,4
	В	18,3	16,3	14,8
Немчиновский 56	Б	18,2	16,4	14,6
	И	18,1	16,8	14,8
	В	19,0	16,9	14,8
Нина	Б	17,7	16,7	14,5
	И	18,5	16,2	14,6
	В	18,8	16,8	14,9

Примечание: Б – базовая; И – интенсивная; В – высокоинтенсивная технологии.

По мере перехода от фазы кущения к выходу в трубку наблюдалось снижение влажности почвы, которая в этот период варьировала в пределах 16,2–16,9 %. Наименьший показатель (16,2 %) отмечен у сорта Нина при интенсивной технологии, тогда как у сорта Немчиновский 56, возделываемого по высокоинтенсивной технологии, влажность достигала 16,9 %.

В фазу колошения наблюдался наиболее низкий уровень увлажнения почвы: влажность варьировала от 14,5 % у сортов Гера и Нина на базовом уровне агротехнологии до 15,4 % у сорта Гера, возделываемого по интенсивной технологии.

Влага в почве играет решающую роль как в росте надземной части растений, так и в развитии их корневой системы. Особенно важна её достаточность в ранний период – от появления всходов до начала кущения, когда состояние посевов напрямую определяется влажностью пахотного слоя (0–20 см). Для нормального развития растений запасы продуктивной влаги в этом слое должны превышать 10 мм.

Дефицит влаги в этот период приводит к уменьшению числа зёрен в колосе, возникновению череззерницы и пустоколосости, а также снижению массы зерна. В то же время избыток влаги вызывает полегание посевов, что способствует распространению болезней и вредителей и, в конечном итоге, также ухудшает массу зерна в колосе.

Согласно данным П.М. Политыко и соавт. (2016), оптимальный уровень запасов продуктивной влаги для озимых культур в посевном слое почвы должен превышать 10 мм. В ходе исследований в разные годы наблюдалась неоднородность влагообеспеченности. Наименьшие запасы продуктивной влаги были зафиксированы в 2021 году: в фазу колошения они составили 11,9–15,8 мм. В 2022 году отмечалось постепенное снижение влагозапасов от фазы кущения (20,9 мм) к фазе колошения (12,8 мм). В 2023 году, напротив, в фазу колошения уровень продуктивной влаги оказался выше, чем в 2022 году (рис. 7–9, приложение С).

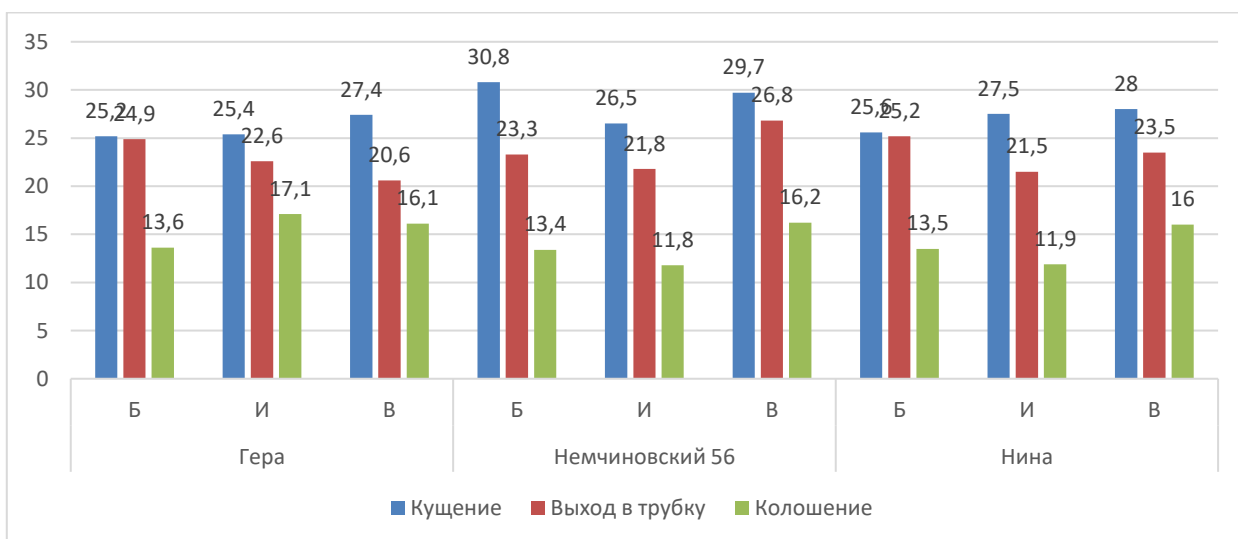


Рисунок 7 – Запасы продуктивной влаги (мм) в почвенном слое 0–20 см под посевами сортов озимой тритикале в 2021 году

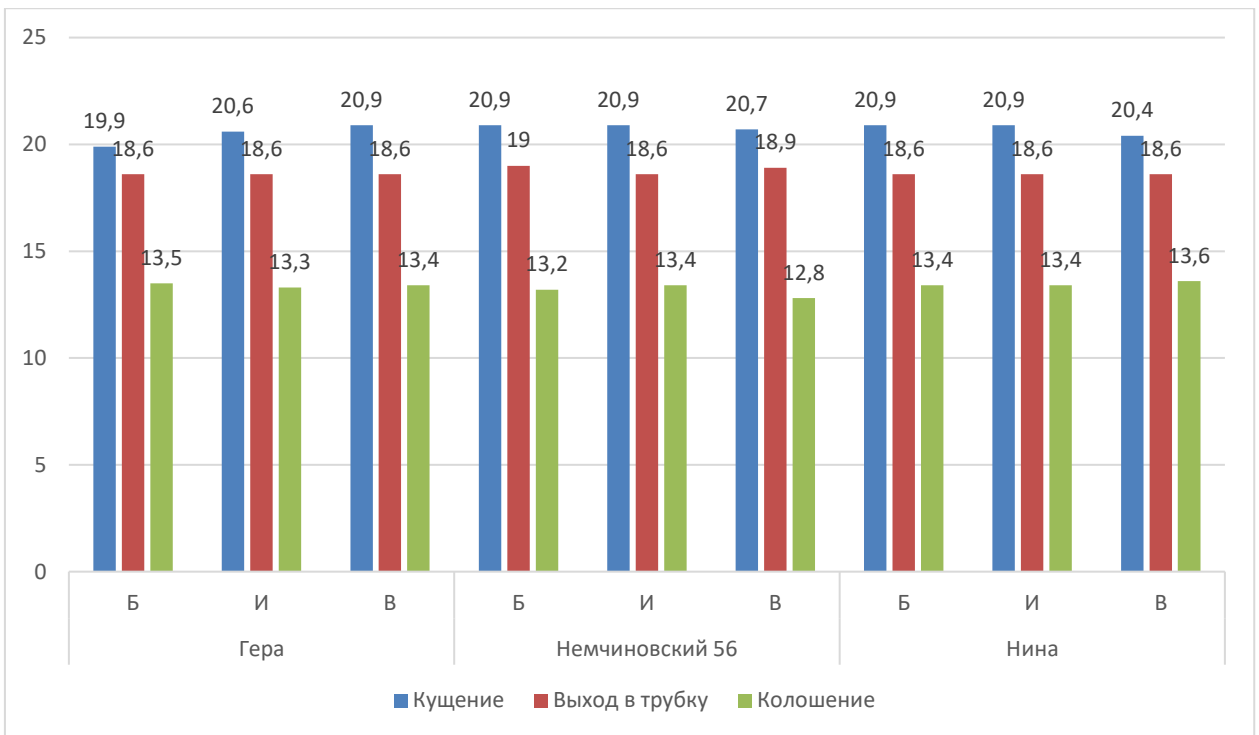


Рисунок 8 – Запасы продуктивной влаги (мм) в почвенном слое 0–20 см под посевами сортов озимой тритикале в 2022 году

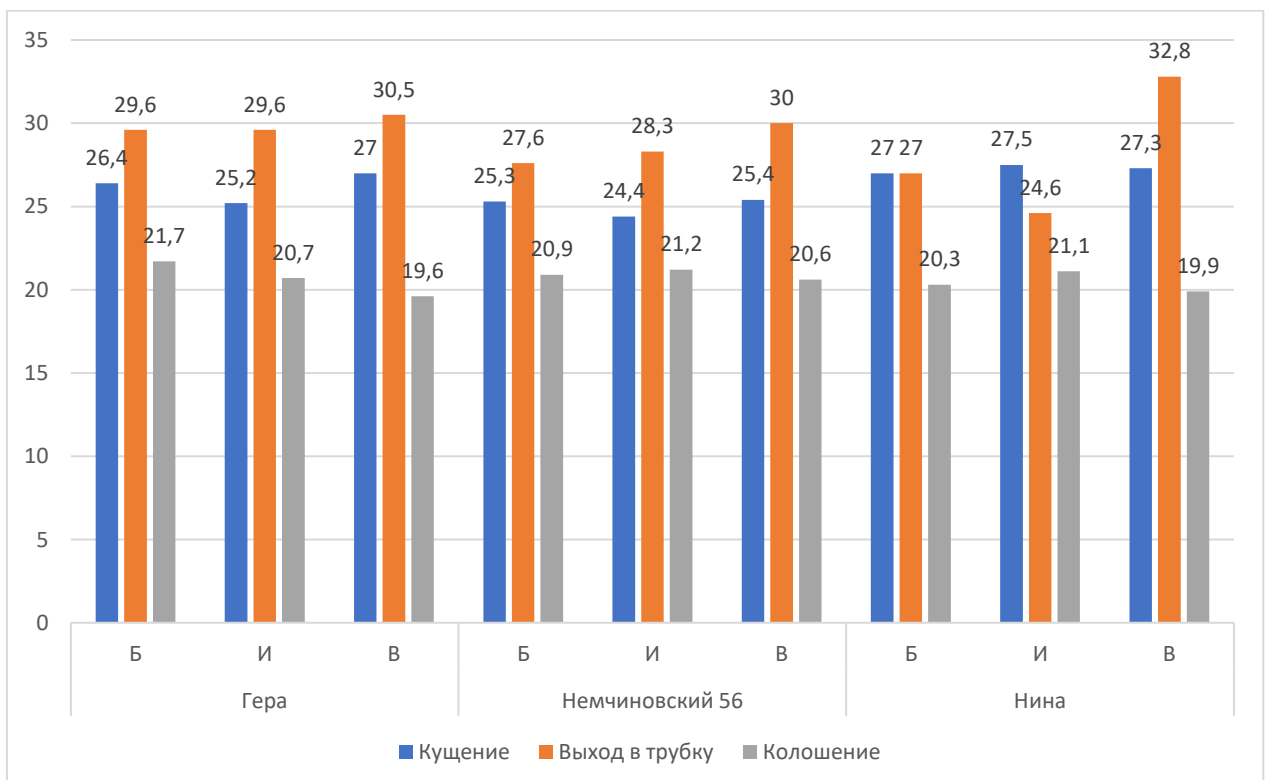


Рисунок 9 – Запасы продуктивной влаги (мм) в почвенном слое 0–20 см под посевами сортов озимой тритикале в 2023 году

В среднем за три года исследований в фазу кущения растений озимой тритикале (табл. 10) запас продуктивной влаги в 0–20 см слое почвы не сильно отличался в зависимости от сорта и агротехнологии и варьировал от 23,7 мм у сорта Гера при возделывании по интенсивной технологии до 25,7 мм у сорта Немчиновский 56 по базовой технологии.

Таблица 10 – Средние за 2021–2023 гг. запасы продуктивной влаги (мм) в почвенном слое 0–20 см под посевами сортов озимой тритикале

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
Гера	Б	23,8	24,4	16,3
	И	23,7	23,6	17,0
	В	25,1	23,2	16,4
<u>Немчиновский 56</u>	Б	25,7	23,3	15,8
	И	23,9	22,9	15,5
	В	25,3	25,2	16,5
Нина	Б	24,5	23,6	15,7
	И	25,3	21,6	15,5
	В	25,2	25,0	16,5

Примечание: Б – базовая; И – интенсивная; В – высокоинтенсивная технологии.

В фазу выхода в трубку запасы продуктивной влаги в почве под озимой тритикале оставались на уровне, близком к показателям фазы кущения, и варьировали от 21,6 мм (сорт Нина, интенсивная технология) до 25,2 мм (сорт Немчиновский 56, высокоинтенсивная технология).

К фазе колошения влагозапасы снизились и находились в диапазоне от 15,5 мм (сорта Немчиновский 56 и Нина, интенсивная технология) до 17,0 мм (сорт Гера, интенсивная технология).

Следует отметить, что влажность почвы и запасы продуктивной влаги в верхнем слое (0–20 см) в течение вегетационного периода обеспечивали благоприятные условия для роста, развития и формирования урожайности сортов озимой тритикале при использовании различных агротехнологий.

### 3.4 Содержание нитратного азота в почве

Анализ полученных данных свидетельствует, что концентрация нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве на протяжении вегетационного периода находилась в пределах, оптимальных для роста и развития растений (рис. 10–13, приложение D).

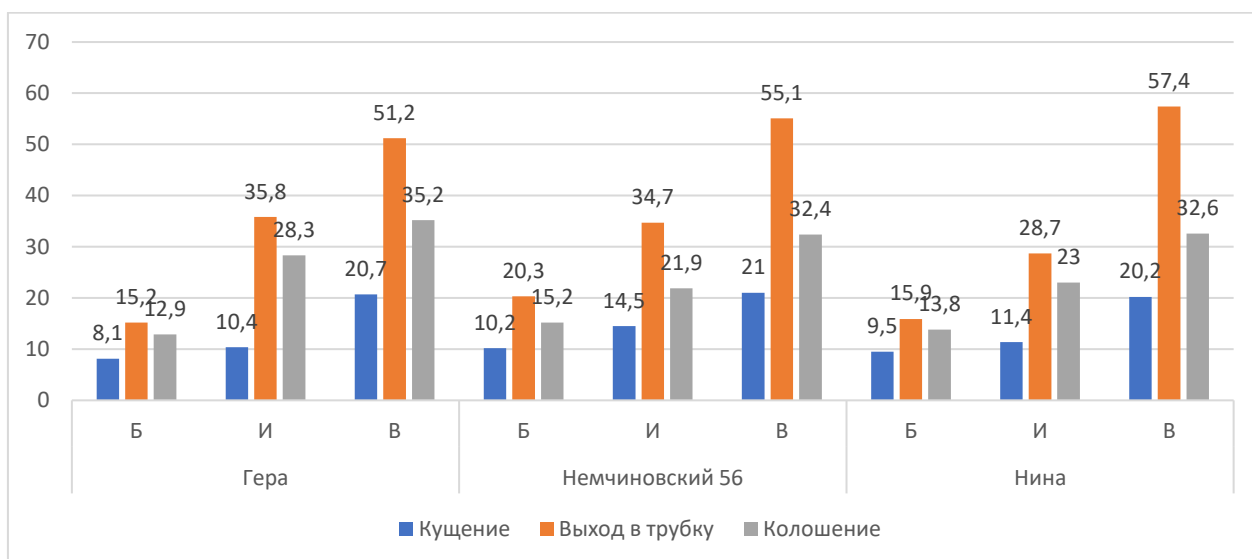


Рисунок 10 – Изменение содержания нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в пахотном слое почвы (0–20 см) под посевами озимой тритикале, мг/кг (2021 г.)

В фазу кущения озимой тритикале в 2021 году содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве зависело от сорта и уровня применяемой агротехнологии:

- при базовой технологии – от 8,1 до 10,2 мг/кг,
- при интенсивной – от 10,4 до 14,5 мг/кг,
- при высокоинтенсивной – от 20,2 до 21,0 мг/кг.

Максимальная концентрация  $N-NO_3$  (21,0 мг/кг) была зафиксирована у сорта Немчиновский 56 при высокоинтенсивной технологии, минимальная (8,1 мг/кг) – у сорта Гера при базовой технологии.

В фазу выхода в трубку содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве составило:

- по базовой технологии – от 15,2 до 20,3 мг/кг,

- по интенсивной – от 28,7 до 35,8 мг/кг,
- по высокоинтенсивной – от 51,2 до 57,4 мг/кг.

Наибольшая концентрация N–NO<sub>3</sub> (57,4 мг/кг) была зафиксирована у сорта Нина при высокоинтенсивной технологии, наименьшая (15,2 мг/кг) – у сорта Гера при базовой технологии.

В фазу колошения содержание нитратного азота (N–NO<sub>3</sub>) у всех исследуемых сортов снизилось и находилось в следующих пределах:

- при базовой технологии – от 12,9 до 15,2 мг/кг,
- при интенсивной – от 21,9 до 28,3 мг/кг,
- при высокоинтенсивной – от 32,4 до 35,2 мг/кг.

Максимальный уровень N–NO<sub>3</sub> (35,2 мг/кг) был зафиксирован у сорта Гера при высокоинтенсивной технологии, минимальный (12,9 мг/кг) – у того же сорта, но при базовой технологии.

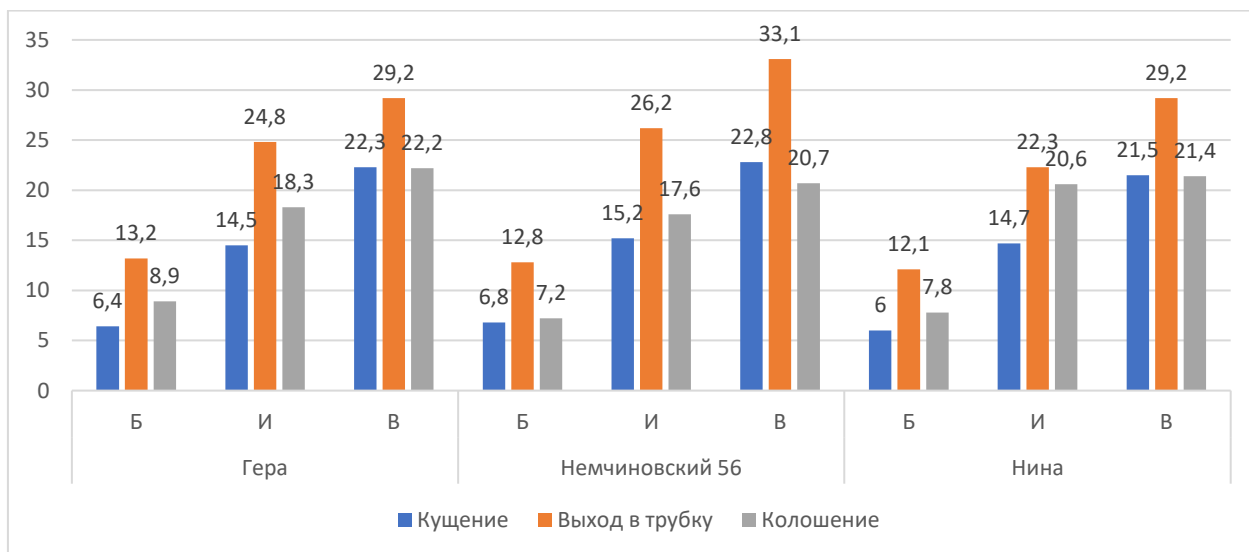


Рисунок 11 – Изменение содержания нитратного азота (N–NO<sub>3</sub>) в пахотном слое почвы (0–20 см) под посевами озимой тритикале, мг/кг (2022 г.)

В 2022 году в фазу кущения озимой тритикале содержание нитратного азота (N–NO<sub>3</sub>) в почве варьировало в зависимости от уровня агротехнологии:

- при базовой технологии – от 6,0 до 6,8 мг/кг,
- при интенсивной – от 14,5 до 15,2 мг/кг,
- при высокоинтенсивной – от 21,5 до 22,8 мг/кг.

Наибольшая концентрация N–NO<sub>3</sub> (22,8 мг/кг) была зафиксирована у сорта Немчиновский 56 при высокоинтенсивной технологии, наименьшая (6,0 мг/кг) – у сорта Нина при базовой технологии.

В фазу выхода в трубку содержание нитратного азота (N–NO<sub>3</sub>) в почве составило:

- по базовой технологии – от 12,1 до 13,2 мг/кг,
- по интенсивной – от 22,3 до 26,2 мг/кг,
- по высокоинтенсивной – от 29,2 до 33,1 мг/кг.

Максимальный уровень N–NO<sub>3</sub> (33,1 мг/кг) был зафиксирован у сорта Немчиновский 56 при высокоинтенсивной технологии, минимальный (12,1 мг/кг) – у сорта Нина при базовой технологии.

В фазу колошения содержание нитратного азота (N–NO<sub>3</sub>) в почве находилось в пределах, близких к оптимальным:

- при базовой технологии – 7,2–8,9 мг/кг,
- при интенсивной – 17,6–20,6 мг/кг,
- при высокоинтенсивной – 20,7–22,2 мг/кг.

Наибольшая концентрация N–NO<sub>3</sub> (22,2 мг/кг) была зафиксирована у сорта Гера при высокоинтенсивной технологии, наименьшая (7,2 мг/кг) – у сорта Немчиновский 56 при базовой технологии.

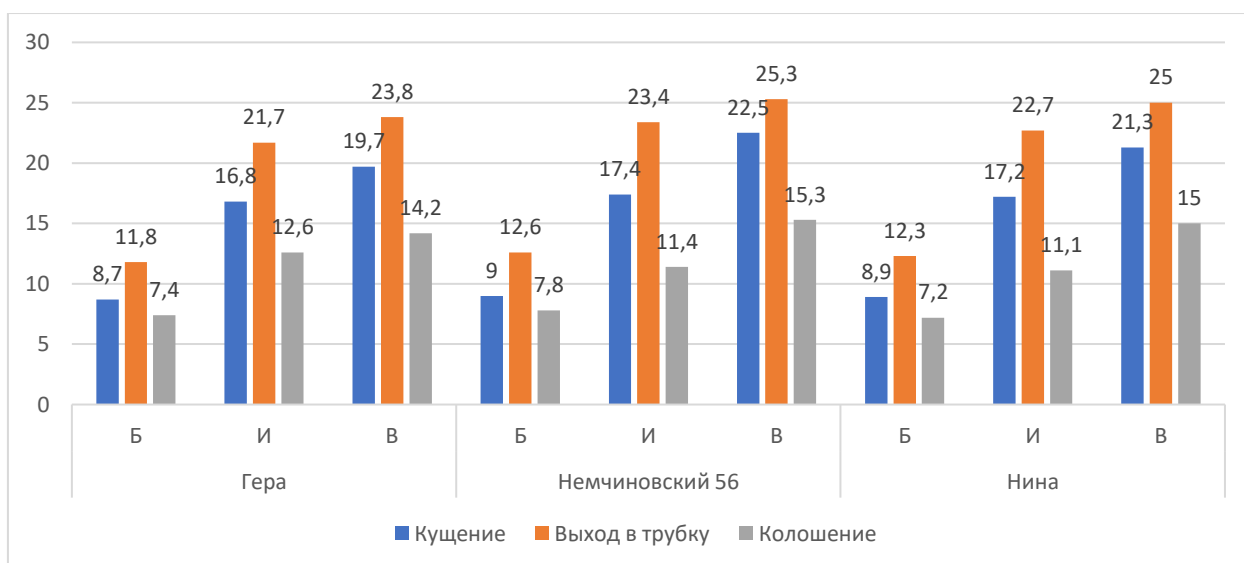


Рисунок 12 – Изменение содержания нитратного азота (N–NO<sub>3</sub>) в пахотном слое почвы (0–20 см) под посевами озимой тритикале, мг/кг (2023 г.)

В 2023 году в фазу кущения содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве варьировало в зависимости от уровня агротехнологии:

- при базовой технологии – от 8,7 до 9,0 мг/кг (по всем сортам),
- при интенсивной – от 16,8 до 17,4 мг/кг,
- при высокоинтенсивной – от 19,7 до 22,5 мг/кг.

В фазу выхода в трубку концентрация нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве демонстрировала чёткую зависимость от интенсивности применяемой агротехнологии: минимальные значения (11,8–12,6 мг/кг) зафиксированы на базовом уровне, тогда как при интенсивной и высокоинтенсивной технологиях они составили соответственно 21,7–23,4 мг/кг и 23,8–25,3 мг/кг.

К моменту колошения наблюдалось снижение концентрации нитратного азота по сравнению с предыдущими фазами развития, однако сохранялась чёткая градация по уровням агротехнологий: минимальные значения (7,2–7,8 мг/кг) отмечены на базовом уровне, в то время как интенсивная и высокоинтенсивная технологии обеспечили более высокое содержание  $N-NO_3$  – соответственно 11,1–12,6 мг/кг и 14,2–15,3 мг/кг.

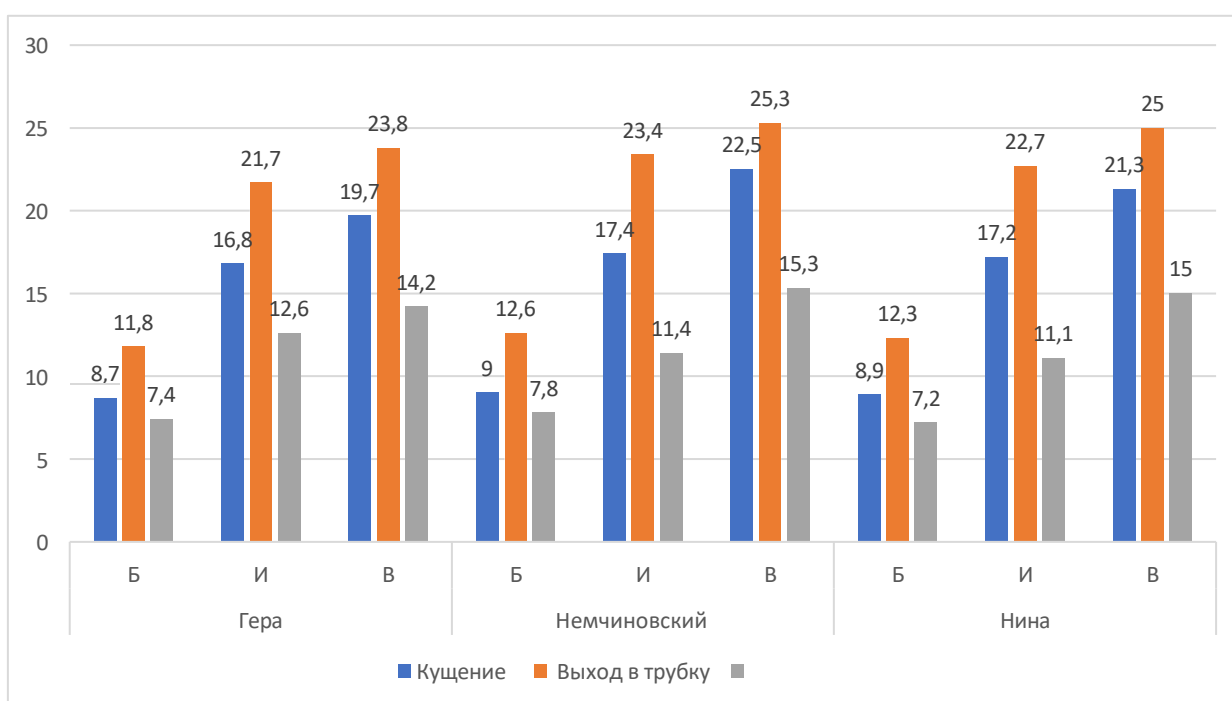


Рисунок 13 – Изменение содержания нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в пахотном слое почвы (0–20 см) под посевами озимой тритикале, мг/кг (среднее за 2021–2023 гг.)

В среднем в фазу кущения озимой тритикале содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почвенном слое 0–20 см составило: по базовой технологии – от 8,7 мг/кг (сорт Гера) до 9,0 мг/кг (сорт Немчиновский 56); по интенсивной – от 16,8 мг/кг (Гера) до 17,4 мг/кг (Немчиновский 56); по высокоинтенсивной – от 19,7 мг/кг (Гера) до 22,5 мг/кг (Немчиновский 56).

При базовой технологии содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) по всем сортам не превышало 10 мг/кг, что свидетельствует о его дефиците. В то же время у сортов Немчиновский 56 и Нина (интенсивная технология) и у сорта Гера (интенсивная и высокоинтенсивная технологии) уровень  $N-NO_3$  составлял 15–20 мг/кг, что соответствует средней степени обеспеченности растений азотом. Наиболее высокие значения (свыше 20 мг/кг), характеризующиеся как повышенные, были зафиксированы при возделывании сортов Немчиновский 56 и Нина по высокоинтенсивной технологии.

В фазу выхода в трубку содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве варьировало следующим образом: по базовой технологии – от 11,8 мг/кг (сорт Гера) до 12,6 мг/кг (сорт Немчиновский 56); по интенсивной – от 21,7 мг/кг (Гера) до 23,4 мг/кг (Немчиновский 56); по высокоинтенсивной – от 23,8 мг/кг (Гера) до 25,3 мг/кг (Немчиновский 56).

Отмечено, что при возделывании озимой тритикале по базовой технологии уровень нитратного азота в почве оставался низким – в диапазоне 10–15 мг/кг.

Во всех остальных вариантах (при интенсивной и высокоинтенсивной технологиях) содержание  $N-NO_3$  было повышенным – превышало 20 мг/кг.

В фазу колошения содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в почве различалось в зависимости от сорта и уровня агротехнологии:

- по базовой технологии – от 7,2 мг/кг (сорт Нина) до 7,8 мг/кг (сорт Немчиновский 56);
- по интенсивной – от 11,1 мг/кг (Нина) до 12,6 мг/кг (Гера);
- по высокоинтенсивной – от 14,2 мг/кг (Гера) до 15,3 мг/кг (Немчиновский 56).

Следует отметить, что при выращивании всех сортов по базовой технологии содержание N-NO<sub>3</sub> в почве было очень низким – менее 10 мг/кг. При возделывании сортов Немчиновский 56 и Нина по интенсивной технологии, а также сорта Гера по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям, уровень нитратного азота в слое 0–20 см оценивался как низкий – в пределах 10–15 мг/кг. Лишь при выращивании сорта Немчиновский 56 по высокоинтенсивной технологии содержание N-NO<sub>3</sub> достигало среднего уровня – 15–20 мг/кг.

### **3.5 Содержание в почве подвижных фосфора и калия**

Содержание подвижного фосфора и калия в пахотном слое зависело от выноса этих элементов питания сортами озимой тритикале на единицу основной с соответствующим количеством побочной продукции, фенологической фазы развития культуры и применяемых агротехнологий (табл. 11).

Из таблицы 11 видим, что количество фосфора в почве варьировало в зависимости от технологии. В 2021 году в фазу кущения содержание подвижного фосфора в почве составляло: по базовой технологии – от 225 до 239 мг/кг, по интенсивной – от 235 до 318 мг/кг, по высокоинтенсивной – от 280 до 340 мг/кг.

В фазу выхода в трубку уровень подвижного фосфора варьировал следующим образом: базовая технология – 220–228 мг/кг, интенсивная – 230–260 мг/кг, высокоинтенсивная – 240–291 мг/кг.

Во время колошения содержание подвижного фосфора находилось в пределах:

- 204–220 мг/кг – при базовой технологии,
- 220–237 мг/кг – при интенсивной,
- 232–251 мг/кг – при высокоинтенсивной технологии.

Таблица 11 – Изменение содержания подвижных форм фосфора и калия в почвенном слое 0–20 см по фазам развития озимой тритикале, мг/кг

Сорт	Технологии	Содержание фосфора и калия в почве					
		Кущение		Выход в трубку		Колошение	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2021 г.							
Гера	Б	239	90	220	86	220	56
	И	262	93	245	90	237	54
	В	314	106	291	96	251	95
Немчиновский 56	Б	225	88	228	86	204	52
	И	235	90	230	87	220	55
	В	280	102	240	95	220	55
Нина	Б	238	93	220	90	211	52
	И	318	97	260	93	220	49
	В	340	109	273	100	244	95
2022 г.							
Гера	Б	268	50	221	58	214	50
	И	232	68	218	60	229	49
	В	273	83	243	68	239	60
Немчиновский 56	Б	305	55	270	50	202	50
	И	295	73	282	68	211	54
	В	319	89	290	82	214	80
Нина	Б	291	65	250	60	232	50
	И	302	65	272	60	236	50
	В	320	103	273	90	245	90
2023 г.							
Гера	Б	360	85	225	78	214	48
	И	367	96	244	80	229	56
	В	379	105	253	98	239	90
Немчиновский 56	Б	338	91	231	105	202	50
	И	347	105	240	102	211	53
	В	375	115	250	110	214	111
Нина	Б	328	110	291	95	293	97
	И	335	115	302	96	299	90
	В	350	120	320	99	305	95
Среднее за 2021–2023 гг.							
Гера	Б	289	75	222	74	216	51
	И	287	86	236	77	232	53
	В	322	98	262	87	243	82
Немчиновский 56	Б	289	78	243	80	203	51
	И	292	89	251	86	214	54
	В	325	102	260	96	216	82
Нина	Б	286	89	254	82	245	66
	И	318	92	278	83	252	63
	В	337	111	289	96	265	93

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

В 2022 году в условиях высокоинтенсивной агротехнологии наблюдалась дифференцированная сортовая реакция на содержание подвижного фосфора в почве. В фазу кущения максимальные значения зафиксированы у сортов Немчиновский 56 (319 мг/кг) и Нина (320 мг/кг), тогда как у сорта Гера этот показатель был ниже на 46–47 мг/кг. К фазе выхода в трубку соотношение изменилось: наивысшее содержание подвижного фосфора отмечено у Геры (291 мг/кг), в то время как у Нины и Немчиновского 56 оно составило соответственно 273 и 240 мг/кг. Подобная закономерность сохранялась и в фазу колошения, что указывает на различия в динамике усвоения фосфора между сортами в зависимости от фазы онтогенеза.

В 2023 году максимальные значения подвижного фосфора в пахотном слое почвы были зафиксированы при высокоинтенсивной технологии:

- в фазу кущения – у сорта Гера (379 мг/кг),
- в фазу выхода в трубку – у сорта Нина (320 мг/кг),
- в фазу колошения – также у сорта Нина (305 мг/кг).

В среднем в фазу кущения озимой тритикале содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в почвенном слое 0–20 см составило:

- по базовой технологии – от 286 мг/кг (сорт Нина) до 289 мг/кг (сорта Гера и Немчиновский 56);
- по интенсивной – от 287 мг/кг (Гера) до 318 мг/кг (Нина);
- по высокоинтенсивной – от 322 мг/кг (Гера) до 337 мг/кг (Нина).

Следует подчеркнуть, что во всех изученных вариантах содержание подвижного фосфора превышало 251 мг/кг, что соответствует очень высокому уровню обеспеченности почвы этим элементом.

В фазу выхода в трубку содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в почве составило:

- по базовой технологии – от 222 мг/кг (сорт Гера) до 254 мг/кг (сорт Нина);
- по интенсивной – от 236 мг/кг (Гера) до 278 мг/кг (Нина);
- по высокоинтенсивной – от 260 мг/кг (Немчиновский 56) до 289 мг/кг (Нина).

Отмечено, что при выращивании сортов Гера и Немчиновский 56 по базовой и интенсивной технологиям уровень подвижного фосфора находился в пределах 151–251 мг/кг, что соответствует высокому уровню обеспеченности. Во всех остальных вариантах содержание  $P_2O_5$  превышало 251 мг/кг, то есть оценивалось как очень высокое.

В фазу колошения содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в почве варьировало следующим образом:

- по базовой технологии – от 203 мг/кг (сорт Немчиновский 56) до 245 мг/кг (сорт Нина);
- по интенсивной – от 214 мг/кг (Немчиновский 56) до 252 мг/кг (Нина);
- по высокоинтенсивной – от 216 мг/кг (Немчиновский 56) до 265 мг/кг (Нина).

При возделывании сортов Гера и Немчиновский 56 по всем технологиям, а также сорта Нина по базовой технологии, уровень подвижного фосфора находился в диапазоне 151–251 мг/кг, что соответствует высокому уровню обеспеченности. В то же время при выращивании сорта Нина по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям содержание  $P_2O_5$  превышало 251 мг/кг, что классифицируется как очень высокий уровень.

В 2021 году максимальное содержание подвижного калия в почве в фазу кущения наблюдалось у Нины независимо от уровня агротехнологии:

- при базовой технологии – 93 мг/кг,
- при интенсивной – 97 мг/кг,
- при высокоинтенсивной – 109 мг/кг.

Аналогичная закономерность сохранялась и в фазу выхода в трубку.

Однако в фазу колошения лидерство по содержанию подвижного калия распределилось иначе:

- по базовой технологии – у сорта Гера (56 мг/кг),
- по интенсивной – у сорта Немчиновский 56 (55 мг/кг),
- по высокоинтенсивной – у сортов Гера и Нина (по 95 мг/кг).

В 2022 году, независимо от сорта и уровня агротехнологии, содержание подвижного калия в почве составляло:

- в фазу кущения – от 50 до 103 мг/кг,
- в фазу выхода в трубку – от 50 до 90 мг/кг,
- в фазу колошения – от 49 до 90 мг/кг.

В 2023 году максимальные значения подвижного калия в почве были зафиксированы в фазу кущения у сорта Нина:

- 110 мг/кг – при базовой технологии,
- 115 мг/кг – при интенсивной,
- 120 мг/кг – при высокоинтенсивной технологии.

В фазу выхода в трубку наивысшее содержание калия наблюдалось под сортом Немчиновский 56:

- 105 мг/кг – по базовой технологии,
- 102 мг/кг – по интенсивной,
- 110 мг/кг – по высокоинтенсивной.

В фазу колошения максимальный уровень подвижного калия (111 мг/кг) был зафиксирован у Немчиновского 56 при высокоинтенсивной технологии.

Отсюда высокоинтенсивная технология показала наивысшую ценность для всех технологий и фаз развития сортов озимой тритикале.

В среднем за три года исследований в фазу кущения озимой тритикале содержание подвижного калия ( $K_2O$ ) в почвенном слое 0–20 см составило:

- по базовой технологии – от 75 мг/кг (сорт Гера) до 89 мг/кг (сорт Нина);
- по интенсивной – от 86 мг/кг (Гера) до 92 мг/кг (Нина);
- по высокоинтенсивной – от 98 мг/кг (Гера) до 111 мг/кг (Нина).

Следует отметить, что при выращивании сортов Гера и Немчиновский 56 по базовой технологии уровень подвижного калия в почве оценивался как низкий (41–81 мг/кг). Во всех остальных вариантах содержание калия находилось в пределах среднего уровня (81–121 мг/кг).

В фазу выхода в трубку содержание подвижного калия ( $K_2O$ ) в почве составило:

- по базовой технологии – от 74 мг/кг (сорт Гера) до 82 мг/кг (сорт Нина);
- по интенсивной – от 77 мг/кг (Гера) до 86 мг/кг (Немчиновский 56);
- по высокоинтенсивной – от 87 мг/кг (Гера) до 96 мг/кг (Немчиновский 56 и Нина).

Отмечено, что при возделывании сорта Гера по базовой и интенсивной технологиям, а также сорта Немчиновский 56 по базовой технологии, уровень подвижного калия в почве находился в пределах низкого диапазона – 41–81 мг/кг. Во всех остальных вариантах обеспеченность калием оценивалась как средняя – 81–121 мг/кг.

В фазу колошения содержание подвижного калия ( $K_2O$ ) в почве варьировало следующим образом:

- по базовой технологии – от 51 мг/кг (сорта Гера и Немчиновский 56) до 66 мг/кг (сорт Нина);
- по интенсивной – от 53 мг/кг (Гера) до 63 мг/кг (Нина);
- по высокоинтенсивной – от 82 мг/кг (Гера и Немчиновский 56) до 93 мг/кг (Нина).

Следует отметить, что при возделывании всех сортов озимой тритикале по высокоинтенсивной технологии уровень подвижного калия в почве соответствовал среднему диапазону – 81–121 мг/кг. Во всех остальных вариантах (базовая и интенсивная технологии) содержание калия оценивалось как низкое – 41–81 мг/кг.

### **3.6 Полевая всхожесть**

Полевая всхожесть – это отношение количества взошедших растений по сравнению с количеством растений, высеянных жизнеспособными семенами, выраженное в процентах. Она, как правило, ниже, чем всхожесть в лаборатории, поскольку в реальных полевых условиях семена часто прорастают в неоптимальной обстановке. Основными причинами отсутствия всходов являются образование почвенной корки, загнивание семян при посеве

во влажную и холодную почву, а также повреждение вредителями. Оценка полевой всхожести играет важную роль при анализе эффективности различных агротехнических приёмов.

Хорошая всхожесть семян – верный признак успешного развития сельскохозяйственного производства. Для получения семян хорошего качества, их перед посевом следует тщательно обработать против грибных заболеваний, а хорошо разрыхленная почва будет способствовать лучшему их прорастанию.

В наших исследованиях всхожесть семян в полевых условиях оставалась достаточно высокой и незначительно варьировала в зависимости от агротехнологий различного уровня интенсивности и сортов озимой тритикале. Обработка семян перед посевом протравителями проводилась в соответствии с агротехническими требованиями. Кроме того, запасы продуктивной влаги в почвенном слое 0–10 см на момент посева составили 11–13 мм, что способствовало получению дружных и равномерных всходов (табл. 12).

Таблица 12 – Полевая всхожесть озимой тритикале

Сорт	Технология	2021 г.		2022 г.		2023 г.		Среднее	
		шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%
Гера	Б	423	85	410	82	456	91	430	86
	И	426	85	423	85	460	92	436	87
	В	434	87	440	88	466	93	447	89
Немчиновский 56	Б	437	87	422	84	475	95	445	89
	И	441	88	436	87	477	95	451	90
	В	443	89	444	89	480	96	456	91
Нина	Б	421	84	412	82	462	91	432	86
	И	423	85	416	83	468	94	436	87
	В	426	85	432	86	472	94	443	89

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Согласно данным таблицы 12, в 2021 году густота всходов составляла 421–443 растения на 1 м<sup>2</sup>, что соответствовало полевой всхожести 84–89 %. В 2022 году полевая всхожесть в некоторых опытных вариантах снизилась по сравнению с 2021 годом и находилась в пределах 410–444 всходов на 1 м<sup>2</sup>. В 2023 году ситуация улучшилась: густота стояния растений составила 456–

480 шт./м<sup>2</sup>, что соответствует высокому уровню полевой всхожести – 91–96 % от нормы высева.

В среднем полевая всхожесть озимой тритикале составила:

– по базовой технологии – от 430 шт./м<sup>2</sup> (86 %) у сорта Гера до 445 шт./м<sup>2</sup> (89 %) у сорта Немчиновский 56;

– по интенсивной технологии – от 436 шт./м<sup>2</sup> (87 %) у сортов Гера и Нина до 451 шт./м<sup>2</sup> (90 %) у сорта Немчиновский 56;

– по высокоинтенсивной технологии – от 443 шт./м<sup>2</sup> (89 %) у сорта Нина до 456 шт./м<sup>2</sup> (91 %) у сорта Немчиновский 56.

### **3.7 Эффективность использования фунгицидов в биологическом аспекте**

В течение исследовательского периода (2021–2023 гг.) сложились метеорологические условия, способствовавшие развитию ряда заболеваний: снежной плесени, корневых гнилей, мучнистой росы, септориоза, фузариоза и бурой ржавчины. Оценка степени поражения озимой тритикале проводилась в две наиболее уязвимые фазы развития – выход в трубку и колошение. Применение фунгицидов в рамках изучаемых агротехнологий обеспечило достоверное снижение развития болезней у всех исследованных сортов (табл. 13–15).

В 2021 году в контроле (без обработки фунгицидами) после схода снега степень поражения снежной плесенью составила 17,8 %. В последующие фазы вегетации отмечалось развитие других болезней: мучнистой росы – 17,3 %, бурой ржавчины – 10,8 %, септориоза – 7,5 %, фузариоза колоса – 1,5 %, корневых гнилей – 6,2 %. Применение современных фунгицидов – Импакт Эксклюзив, КС, Альто Супер, КЭ и Консул, КС – обеспечило эффективное подавление возбудителей грибных заболеваний. Наибольший защитный эффект был достигнут при двукратной обработке препаратом Консул, КС: 0,8 л/га в фазу выхода в трубку и 1,0 л/га в фазу колошения. Биологическая эффективность этого варианта составила 92–99 % в зависимости от вида болезни.

Таблица 13 – Биологическая эффективность фунгицидов на озимой тритикале, % (2021 г.)

Вариант	Болезни					
	Корневые гнили	Снежная плесень	Мучнистая роса	Септориоз	Бурая ржавчина	Фузариоз колоса
<u>Импакт Эксклюзив</u> , КС 0,75 л/га	68	84	79	93	87	92
<u>Альто Супер</u> , КЭ 0,5 л/га	85	91	86	95	94	93
Консул, КС 0,8 л/га + Консул, КС 1,0 л/га	92	96	98	98	99	98
Консул, КС 0,8 л/га	87	90	93	94	96	94
Контроль	6,2	17,8	17,3	7,5	10,8	1,5

Препарат Импакт Эксклюзив, КС в норме 0,75 л/га продемонстрировал высокую результативность в борьбе с септориозом и фузариозом, снизив их развитие на 92–93 %. Хорошие показатели также получены при использовании Альто Супер, КЭ в норме 0,5 л/га: степень поражения болезнями снизилась на 85–95 %.

Таблица 14 – Эффективность фунгицидов в борьбе с болезнями озимой тритикале, % (2022 г.)

Вариант	Болезни					
	Корневые гнили	Снежная плесень	Мучнистая роса	Септориоз	Бурая ржавчина	Фузариоз колоса
<u>Импакт Эксклюзив</u> , КС 0,75 л/га	61	79	75	92	84	89
<u>Альто Супер</u> , КЭ 0,5 л/га	80	91	88	94	95	93
Консул, КС 0,8 л/га + Консул, КС 1,0 л/га	90	94	99	98	99	97
Консул, КС 0,8 л/га	88	90	91	92	95	93
Контроль	5,5	11,7	12,3	4,2	5,2	1,7

В 2022 году в контроле (без обработки фунгицидами) наибольшее развитие болезней озимой тритикале весной после схода снега отмечалось по снежной плесени (11,7 %) и мучнистой росе (12,3 %). В последующие фазы вегетации наблюдалось снижение уровня поражения: корневая гниль – 5,5 %, бурая ржавчина – 5,2 %, септориоз – 4,2 %, фузариоз колоса – 1,7 %.

Наибольшей биологической эффективностью обладала двукратная обработка препаратом Консул, КС: 0,8 л/га в фазу выхода в трубку и 1,0 л/га в фазу колошения. Она обеспечила подавление болезней на уровне:

- мучнистая роса и бурая ржавчина – 99 %,
- септориоз – 98 %,
- фузариоз колоса – 97 %,
- снежная плесень – 94 %,
- корневые гнили – 90 %.

Хорошие результаты также показал фунгицид Альто Супер, КЭ в норме 0,5 л/га: максимальное снижение отмечено по септориозу (94 %) и бурой ржавчине (95 %), минимальное – по корневым гнилям (80 %). При однократном применении Консул, КС (0,8 л/га) биологическая эффективность составила 88– 95 % в зависимости от вида заболевания. Наименьшую эффективность среди испытанных препаратов продемонстрировал Импакт Эксклюзив, КС в норме 0,75 л/га, хотя он показал заметное действие против септориоза – 92 %.

В 2023 году в контроле (без применения фунгицидов) наиболее сильное развитие болезней озимой тритикале весной после схода снега отмечалось по снежной плесени – 20,5 %. В дальнейшем, по мере вегетации, регистрировались следующие уровни поражения (в порядке убывания): мучнистая роса – 14,2 %, бурая ржавчина – 10,7 %, септориоз – 6,9 %, корневая гниль – 5,2 %, фузариоз колоса – 1,3 %.

Наибольшей биологической эффективностью обладала двукратная обработка препаратом Консул, КС: 0,8 л/га в фазу выхода в трубку и 1,0 л/га в фазу колошения. Она обеспечила подавление заболеваний на следующем уровне:

- бурая ржавчина – 98 %,
- септориоз – 96 %,
- мучнистая роса и фузариоз колоса – 95 %,
- снежная плесень и корневые гнили – 89 %.

Таблица 15 – Эффективность фунгицидов в борьбе с болезнями озимой тритикале, % (2023 г.)

Вариант	Болезни					
	Корневые гнили	Снежная плесень	Мучнистая роса	Септориоз	Бурая ржавчина	Фузариоз колоса
<u>Импакт Эксклюзив</u> , КС 0,75 л/га	60	75	72	88	81	86
<u>Альто Супер</u> , КЭ 0,5 л/га	77	88	85	91	93	91
Консул, КС 0,8 л/га + Консул, КС 1,0 л/га	89	89	95	96	98	95
Консул, КС 0,8 л/га	85	86	87	90	91	91
Контроль	5,2	20,5	14,2	6,9	10,7	1,3

Хорошие результаты также показали другие варианты защиты:

- Альто Супер, КЭ в норме 0,5 л/га продемонстрировал эффективность в диапазоне 77–93 %;
- однократное применение Консул, КС (0,8 л/га) обеспечило подавление болезней на 85–91 %.

Наименьшую эффективность среди всех испытанных препаратов показал Импакт Эксклюзив, КС в норме 0,75 л/га, хотя он оказал наибольшее влияние на снижение септориоза – 88 %.

В результате проведения трехлетнего опыта можно отметить, что все фунгициды, применявшиеся против грибных болезней озимой тритикале, оказывали существенное влияние на защиту растений по сравнению с контролем. Биологическая эффективность применяемых фунгицидов

колебалась от 60 до 99 % по годам исследований. Препараты более эффективны при одном заболевании по сравнению с другим. Комбинация Консул, КС, 0,8 л/га + Консул, КС 1,0 л/га была эффективна во все годы и при всех заболеваниях, а уровень контроля колебался в пределах 89–99 %.

### 3.8 Эффективность использования гербицидов в биологическом аспекте

Анализ фитосанитарного состояния посевов озимой тритикале показал, что структура сорного фона варьировала в зависимости от годовых погодных условий и степени интенсификации агротехнологий.

В посевах озимой тритикале в ходе исследований были выявлены следующие виды сорной растительности: просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), звездчатка средняя (*Stellaria media* L.), ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), пикульник (*Galeopsis tetrahit* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), мятликовые (*Poa annua* L.), сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), метлица обыкновенная (*Apera spica venti* L.), осот розовый (*Cirsium arvense* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), гречишка вьюнковая (*Poligonum convolvulus* L.), дымянка аптечная (*Fumaria officinalis* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa pastoris* L.), горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench), щетинник сизый (*Cetaria glauca* L.), одуванчик обыкновенный (*Taraxacum officinale* Wigg.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis*) и другие.

В период 2021–2023 гг. в опытах использовались гербициды: Тандем, ВДГ и Аккурат Экстра, ВДГ (по 25 г/га) – на интенсивном и высокоинтенсивном уровнях агротехнологий, а также Линтур, ВДГ (150 г/га) – на базовом уровне.

Эффективность гербицидов в биологическом аспекте при их использовании в различных агротехнологиях приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Эффективность гербицидов в защите озимой тритикале от сорной растительности

Сорт	Технология	Количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>		Биологическая эффективность, %
		До обработки	После обработки	
2021 г.				
Гера	Б	45	6	88
	И	40	4	90
	В	50	5	91
<u>Немчиновский</u> 56	Б	54	6	89
	И	48	5	90
	В	35	2	94
Нина	Б	57	5	92
	И	36	2	94
	В	43	1	97
2022 г.				
Гера	Б	28	2	92
	И	24	1	94
	В	20	1	95
<u>Немчиновский</u> 56	Б	25	1	94
	И	23	1	96
	В	32	1	96
Нина	Б	27	3	88
	И	33	3	90
	В	38	2	94
2023 г.				
Гера	Б	66	11	83
	И	76	9	88
	В	62	6	90
<u>Немчиновский</u> 56	Б	60	12	80
	И	84	8	90
	В	68	6	91
Нина	Б	48	8	84
	И	72	8	89
	В	44	3	93

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

В 2021 году после обработки гербицидами биологическая эффективность составила:

- у сорта Гера – 88–91 % (по всем уровням технологии),
- у сорта Немчиновский 56 – 89–94 %,
- у сорта Нина – 92–97 %.

До применения гербицидов засорённость посевов составляла:

- у Геры – 40–50 шт./м<sup>2</sup>,
- у Немчиновского 56 – 35–54 шт./м<sup>2</sup>,
- у Нины – 36–57 шт./м<sup>2</sup>.

После обработки количество сорняков сократилось до:

- 4–6 шт./м<sup>2</sup> у Геры,
- 2–6 шт./м<sup>2</sup> у Немчиновского 56,
- 1–5 шт./м<sup>2</sup> у Нины.

В 2022 году засорённость посевов до обработки гербицидами была ниже, чем в 2021 году, и варьировала от 20 шт./м<sup>2</sup> (сорт Гера, высокоинтенсивная технология) до 38 шт./м<sup>2</sup> (сорт Нина, та же технология).

После применения гербицидов количество сорняков значительно сократилось:

- у сорта Гера – до 1–2 шт./м<sup>2</sup> по всем технологиям,
- у сорта Немчиновский 56 – до 1 шт./м<sup>2</sup>,
- у сорта Нина – до 2–3 шт./м<sup>2</sup>.

Оценка биологической эффективности гербицидов показала высокий уровень подавления сорняков у всех изучаемых сортов:

- Гера – 92–95 %,
- Немчиновский 56 – 94–96 %,
- Нина – 88–94 %.

Различия в эффективности находились в пределах погрешности и не зависели от уровня агротехнологической интенсивности.

По сравнению с 2022 годом, в 2023 году отмечено увеличение плотности сорной растительности до обработки гербицидами – от 44 до 84 шт./м<sup>2</sup>. После применения гербицидов количество сорняков снизилось, но оставалось относительно высоким – от 3 до 12 шт./м<sup>2</sup> в зависимости от сорта и уровня агротехнологии. Это привело к снижению биологической эффективности гербицидов, которая в этом году варьировала в пределах 80–93 %.

В целом, результаты трёхлетних исследований показали, что эффективность гербицидов снижалась по мере увеличения засорённости посевов озимой тритикале. Это, вероятно, связано с формированием устойчивости отдельных видов сорняков к применяемым препаратам. Тем не менее, все проведённые обработки в целом оказались достаточно эффективными и оказали положительное влияние на формирование урожайности.

### 3.9 Биологическая эффективность применения инсектицидов

Погодные условия способствовали активному развитию вредителей, среди которых преобладали проволочник, клопы, цикадки, шведская муха, жужелицы и тли.

В 2021 году для протравливания семян использовался препарат Пикус, КС в норме 1,0 л/т, а в период вегетации растения обрабатывали Данадим Пауер, КЭ (0,6 л/га) – по интенсивной технологии и Вантекс, МКС (0,06 л/га) – по высокоинтенсивной технологии. Использование Пикуса, КС для протравливания семян (1,0 л/т) оказало профилактическое действие против ключевых вредителей ранних фаз развития озимой тритикале, таких как шведская муха, цикадки, проволочник и хлебная полосатая блошка, что способствовало формированию равномерного и здорового стеблестоя (табл. 17).

Таблица 17 – Эффективность инсектицидов в защите озимой тритикале от вредителей, % (2021 г.)

Вариант	Биологическая эффективность				
	Проволочник	Клопы	Шведская муха	<u>Цикадки</u>	Другие вредители
<u>Пикус, КС 1,0 л/т</u>	90	78	74	79	96
<u>Пикус, КС 1,0 л/т + Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га</u>	98	99	78	84	99
<u>Пикус, КС 1,0 л/т + Вантекс, МКС 60 мл/га</u>	95	94	82	96	99
Контроль (поврежденность растений, %)	23,4	4,8	0,8	24,2	2,2

Обработка вегетирующих растений озимой тритикале препаратом Данадим Пауер, КЭ в норме 0,6 л/га обеспечила снижение вредоносности:

- проволочника – на 98 %,
- цикадок – на 84 %,
- шведской мухи – на 78 %,
- клопов и других вредителей – на 99 %.

Биологическая эффективность препарата Вантекс, МКС (60 мл/га), применённого на фоне протравливания семян Пикусом, КС (1,0 л/т), составила от 82 до 99 % в зависимости от вида вредителя.

Использование препарата Пикус, КС для протравливания семян в сочетании с обработкой вегетирующих посевов инсектицидами Данадим Пауер, КЭ или Вантекс, МКС позволило значительно снизить повреждение растений вредителями и тем самым способствовало сохранению урожая. Полученный фитосанитарный эффект способствовал оптимизации структуры урожая и росту продуктивности озимой тритикале, а также улучшил развитие растений и качество зерна.

В 2022 году для обработки вегетирующих растений озимой тритикале применяли инсектицид Вантекс, МКС в норме 0,06 л/га, а при протравливании семян использовали Пикус, КС в норме 0,7 л/т. В отдельных вариантах, где семена обрабатывались Пикусом, КС в норме 1,0 л/т, по вегетирующим растениям дополнительно применяли фунгицид Винцит Форте, КС в количестве 1,5 л/т. Также использовали одноразово Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га и Пикус, КС 1,0 л/т, что способствовало снижению поврежденности посевов озимой тритикале вредителями (табл. 18).

Применение указанных препаратов обеспечило значительное снижение повреждения растений озимой тритикале:

- проволочником – на 90–98 %,
- цикадками – на 75–91 %,
- шведской мухой – на 70–83 %,
- клопами – на 76–98 %,

– другими вредителями – на 94–99 %.

Таблица 18 – Эффективность инсектицидов в защите озимой тритикале от вредителей, % (2022 г.)

Вариант	Биологическая эффективность				
	Проволочник	Клопы	Шведская муха	<u>Цикадки</u>	Другие вредители
<u>Пикус</u> , КС 1,0 л/т + <u>Винцит Форте</u> , КС 1,5 л/т	90	78	73	75	95
<u>Данадим Пауер</u> , КЭ 0,6 л/га	98	98	70	75	99
<u>Пикус</u> , КС 1,0 л/т	95	76	83	90	95
<u>Пикус</u> , КС 0,7 л/т + <u>Вантекс</u> , МКС 60 мл/га	91	90	77	91	94
Контроль (поврежденность растений, %)	15,1	3,5	0,1	18,4	1,2

Таким образом, использование Пикуса, КС в качестве протравителя семян способствовало надёжной защите растений от вредителей и сыграло важную роль в сохранении урожая. Наиболее эффективен препарат при норме 1,0 л/т.

Биологическая эффективность применения инсектицидов при протравливании семян и по вегетации растений озимой тритикале в 2023 г. представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Биологическая эффективность применения инсектицидов на озимой тритикале, % (2023 г.)

Вариант	Биологическая эффективность			
	Клопы	Шведская муха	<u>Цикадки</u>	Другие вредители
<u>Пикус</u> , КС 1,0 л/т + <u>Винцит Форте</u> , КС 1,5 л/т	73	71	70	94
<u>Данадим Пауер</u> , КЭ 0,6 л/га	95	67	72	97
<u>Пикус</u> , КС 1,0 л/т	71	80	87	91
<u>Пикус</u> , КС 0,7 л/т + <u>Вантекс</u> , МКС 60 мл/га	87	72	89	87
Контроль (поврежденность растений, %)	5,2	0,6	22,4	1,7

Степень снижения повреждения растений озимой тритикале вредителями варьировала в зависимости от применяемых препаратов: по клопам – от 73 % (при комбинации Пикус, КС 1,0 л/т + Винцит Форте, КС 1,5 л/т) до 95 % (при обработке Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га); по шведской мухе – от 67 % (Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га) до 80 % (Пикус, КС 1,0 л/т); по цикадкам – от 70 % (Пикус, КС 1,0 л/т + Винцит Форте, КС 1,5 л/т) до 89 % (Пикус, КС 0,7 л/т + Вантекс, МКС 60 мл/га); по другим вредителям – от 87 % (Пикус, КС 0,7 л/т + Вантекс, МКС 60 мл/га) до 97 % (Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га).

### **3.10 Структура урожая**

Биологическая урожайность представляет собой урожай, собранный с единицы посевной площади (в тоннах или килограммах) без учёта потерь при уборке. Данный показатель отражает потенциальную продуктивность растений и определяется совокупным влиянием генетических характеристик сорта, агротехнологии его выращивания и условий окружающей среды (Бугаев П.Д. и др., 2005; Макарова В.М., 1995).

Одним из ключевых условий получения высоких урожаев, а следовательно, и важным резервом роста производства зерновых культур является формирование оптимальной структуры урожая. Термин «структура урожая» впервые был введён русским агрономом А.Т. Болотовым (цит. по: Бердышев А.П., 1988). Впоследствии М.С. Савицкий (1948) предложил первую формулу биологической продуктивности, основанную на количественных характеристиках её структурных элементов. В условиях интенсивных технологий возделывания зерновых культур анализ структуры урожая приобретает особое значение, поскольку закладка оптимальных компонентов продуктивности должна происходить на ранних этапах органогенеза, а не непосредственно перед уборкой урожая.

При разработке программ и математических моделей, прогнозирующих урожайность и её структурные компоненты, необходимо учитывать ряд

фундаментальных закономерностей, лежащих в основе научного земледелия и растениеводства. Для полноценного роста и развития растениям требуются определённые условия: наличие питательных веществ, достаточное увлажнение, свет, тепло и доступ к атмосферному воздуху.

Достижение максимальной продуктивности возможно лишь при гармоничном взаимодействии всех условий роста и развития растений (закон совместного действия факторов). В то же время урожайность ограничивается наиболее дефицитным из них – в соответствии с законом лимитирующего фактора. Формирование биологического урожая культуры обуславливалось рядом структурных элементов продуктивности: количеством продуктивных стеблей на растение, числом зёрен в колосе, массой зерна с колоса и другими морфологическими признаками (табл. 20, 21, 22, 23).

Таблица 20 – Структурные элементы урожая сортов озимой тритикале в 2021 г.

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса, г		Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
				Зерна с колоса	1000 зерен	
Гера	Б	589	39,3	1,64	41,7	965
	И	654	40,7	1,75	43,0	1145
	В	705	41,3	1,85	44,7	1304
<u>Немчиновский 56</u>	Б	483	40,0	1,61	40,3	778
	И	501	41,0	1,70	41,4	852
	В	608	41,0	1,75	42,8	1064
Нина	Б	457	39,0	1,57	40,2	717
	И	502	40,0	1,68	42,1	843
	В	583	40,0	1,78	44,6	1038
НСР <sub>05</sub> А		0,93	0,23	0,01	0,19	7,42
НСР <sub>05</sub> В, АВ		1,07	0,27	0,02	0,22	8,56
НСР <sub>05</sub> частных различий		1,61	0,4	0,02	0,33	12,84

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Данные по структуре урожая свидетельствуют о положительной динамике кустистости с ростом интенсивности агротехнологий. На высокоинтенсивном фоне максимальное количество продуктивных стеблей зафиксировано у Геры (705 шт./м<sup>2</sup>), у Немчиновского 56 – 608 шт./м<sup>2</sup>, у Нины – 583 шт./м<sup>2</sup>. По базовой технологии лидирующие позиции по кустистости

занял сорт Немчиновский 56, тогда как на высокоинтенсивном уровне значимых различий между сортами не отмечено.

Максимальное количество зёрен в колосе озимой тритикале – 41,3 шт. – было получено у сорта Гера при использовании высокоинтенсивной технологии, тогда как минимальное значение – 39,0 шт. – зафиксировано у сорта Нина на базовой технологии. Высокие показатели также отмечены у сорта Немчиновский 56: 41,0 шт. зёрен в колосе при интенсивной и высокоинтенсивной технологиях возделывания.

Наибольшее значение массы зерна с колоса – 1,85 г – получено у сорта Гера при применении высокоинтенсивной агротехнологии. Схожие результаты (1,75– 1,78 г) отмечены у сортов Гера (интенсивная технология), Немчиновского 56 и Нины (высокоинтенсивная технология). Минимальный показатель – 1,57 г – зафиксирован у сорта Нина на базовом уровне агротехнологии, что свидетельствует о значимом влиянии интенсивности агротехнологического фона на формирование продуктивности колоса.

Повышение интенсивности агротехнологий оказало положительное, хотя и умеренное, влияние на массу 1000 зёрен. Максимальные значения обеспечивали Гера (44,7 г) и Нина (44,6 г) на высокоинтенсивном фоне, тогда как у Немчиновского 56 на том же уровне интенсивности этот показатель составил 42,8 г. Наименьшая масса 1000 зёрен отмечена у Нины (40,2 г) и Немчиновского 56 (40,3 г) при возделывании по базовой технологии.

Повышение уровня интенсивности агротехнологий повлияло на урожайность зерна озимой тритикале с 1 м<sup>2</sup>, причём эффект зависел от сорта. Сорт Гера показал наилучшие результаты: 1304 г/м<sup>2</sup> при высокоинтенсивной технологии и 1145 г/м<sup>2</sup> – при интенсивной. За ним следовали сорта Немчиновский 56 с показателем 1064 г/м<sup>2</sup> и Нина с результатом 1038 г/м<sup>2</sup> по высокоинтенсивным технологиям. Самая низкая биологическая урожайность отмечалась по базовой технологии у сорта Гера – 965 г/м<sup>2</sup>, у сорта Немчиновский 56 – 778 г/м<sup>2</sup> и у сорта Нина – 717 г/м<sup>2</sup>.

Анализ данных 2022 года показал, что все изучаемые сорта озимой тритикале продемонстрировали рост кустистости на фоне повышенной агротехнологической интенсивности: у Геры показатель повысился с 529 до 678 шт./м<sup>2</sup>, у Немчиновского 56 – с 552 до 672 шт./м<sup>2</sup>, у Нины – с 519 до 552 шт./м<sup>2</sup>.

Таблица 21 – Сравнительная характеристика структуры урожая сортов озимой тритикале в 2022 году

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса, г		Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
				Зерна с колоса	1000 зерен	
Гера	Б	529	36,3	1,47	40,5	778
	И	564	38,0	1,59	41,9	897
	В	678	39,0	1,69	43,4	1146
Немчиновский 56	Б	552	37,0	1,45	39,1	800
	И	659	37,8	1,52	40,2	1002
	В	672	39,0	1,62	41,6	1089
Нина	Б	519	37,0	1,44	39,0	747
	И	521	37,0	1,51	40,9	787
	В	552	39,0	1,69	43,3	933
НСР <sub>05</sub> А		0,66	0,15	0,01	0,18	6,66
НСР <sub>05</sub> В, АВ		0,77	0,17	0,01	0,21	7,69
НСР <sub>05</sub> частных различий		1,15	0,25	0,02	0,31	11,53

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

На количество зерен в колосе также влияли технологии. Самый высокий показатель отмечался при высокоинтенсивной технологии у всех сортов озимой тритикале и был одинаковым – 39 шт. Самое низкое количество зерен в колосе обеспечивалось у сорта Гера при базовой технологии – 36,3 шт.

Самая высокая масса зерна с колоса отмечалась у сортов Гера и Нина при высокоинтенсивной технологии – 1,69 г. Также высокая масса обеспечивалась у сорта Немчиновский 56 при этой же технологии – 1,62 г. Минимальная масса зерна с колоса у всех изученных сортов была зафиксирована при использовании базовой технологии и составила 1,44–1,47 г.

Наибольшая масса 1000 зёрен – 43,3 г и 43,4 г – была получена у сортов Нина и Гера соответственно при использовании высокоинтенсивной технологии. Наименьшие значения – 39,0 г и 39,1 г – зафиксированы у сортов

Нина и Немчиновский 56 при использовании базовой технологии.

Урожайность озимой тритикале с 1 м<sup>2</sup> зависела от сорта и уровня применяемой агротехнологии, при этом наилучшие показатели продемонстрировал сорт Гера, возделываемый по высокоинтенсивной технологии – 1146 г/м<sup>2</sup>. Ему уступали сорта Немчиновский 56 с показателем 1089 г/м<sup>2</sup> и Нина – 933 г/м<sup>2</sup>. Самая низкая урожайность отмечалась у сорта Нина по базовой технологии – 747 г/м<sup>2</sup>.

В 2023 году у сорта озимой тритикале Гера количество продуктивных стеблей возрастало с 533 шт./м<sup>2</sup> (базовая технология) до 573 шт./м<sup>2</sup> (высокоинтенсивная технология), у сорта Немчиновский 56 с 593 шт./м<sup>2</sup> до 622 шт./м<sup>2</sup>, у сорта Нина с 574 шт./м<sup>2</sup> до 593 шт./м<sup>2</sup>, соответственно.

Таблица 22 – Структурные элементы урожая сортов озимой тритикале в 2023 г.

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса, г		Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
				Зерна с колоса	1000 зерен	
Гера	Б	533	38,0	1,60	42,2	853
	И	547	40,1	1,75	43,6	957
	В	573	41,0	1,85	45,2	1060
<u>Немчиновский 56</u>	Б	593	39,0	1,59	40,8	943
	И	620	39,0	1,63	41,9	1011
	В	622	40,0	1,69	42,3	1051
Нина	Б	574	39,2	1,59	40,7	913
	И	582	40,2	1,71	42,6	995
	В	593	40,2	1,73	43,1	1026
НСР <sub>05</sub> А		0,84	0,34	0,02	0,27	11,37
НСР <sub>05</sub> В, АВ		0,97	0,39	0,02	0,32	13,13
НСР <sub>05</sub> частных различий		1,46	0,59	0,03	0,48	19,7

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Максимальное количество зёрен в колосе озимой тритикале – 41,0 шт. – было получено у сорта Гера при возделывании по высокоинтенсивной технологии, тогда как минимальное значение – 38,0 шт. – было отмечено у того же сорта при возделывании по базовой технологии.

Наибольшее значение массы зерна с колоса (1,85 г) отмечено у сорта Гера на высокоинтенсивной технологии, тогда как на интенсивной технологии этот показатель составил 1,75 г. Минимальная масса зерна с колоса (1,59 г) зафиксирована у сортов Немчиновский 56 и Нина при выращивании по базовой технологии, что подчёркивает значимость уровня агротехнологического фона для формирования продуктивности колоса.

Наибольшую массу 1000 зёрен показал сорт Гера, у которого этот показатель вырос с 42,2 г (базовая технология) до 45,2 г (высокоинтенсивная технология). У сорта Немчиновский 56 масса 1000 зёрен увеличилась с 40,8 г до 42,3 г, а у сорта Нина – с 40,7 г до 43,1 г при переходе от базовой технологии к высокоинтенсивной.

Повышение уровня интенсивности агротехнологий оказало достоверное влияние на среднюю биологическую урожайность озимой тритикале с 1 м<sup>2</sup>, причём степень отклика зависела от сорта. Максимальный урожай – 1060 г/м<sup>2</sup> – был получен у Геры при использовании высокоинтенсивной технологии. На этом же фоне урожайность Немчиновского 56 составила 1051 г/м<sup>2</sup>, а Нины – 1026 г/м<sup>2</sup>. Наименьшее значение – 853 г/м<sup>2</sup> – зафиксировано у Геры по базовой технологии.

В среднем за три года исследований при анализе структуры урожая сортов озимой тритикале сохранялась схожая закономерность по таким компонентам, как масса зерна с колоса и масса 1000 зёрен (табл. 23).

Рост интенсивности агротехнологий сопровождался увеличением структурных компонентов урожайности. Лидером по продуктивности колоса стал сорт Гера (1,79 г при высокоинтенсивной технологии). В условиях влажной погоды и ветровой нагрузки сорта Немчиновский 56 и Нина склонялись к полеганию, что снизило массу зерна с колоса: у первого сорта – до 1,55–1,69 г, у второго – до 1,54–1,73 г в зависимости от уровня агротехнологии. Технологии и сорта также повлияли на массу 1000 зерен. Этот важный показатель несколько отличался от средних многолетних значений и имел более низкую величину. Так, масса 1000 зерен у сорта Гера варьировала

по агротехнологиям от 41,5 г до 44,4 г, у сорта Немчиновский 56 – от 40,1 г до 42,2 г, а у сорта Нина – от 40,0 г до 43,7 г.

Таблица 23 – Структурные показатели урожая сортов озимой тритикале  
(в среднем за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса, г		Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
				Зерна с колоса	1000 зерен	
Гера	Б	550	37,9	1,57	41,5	864
	И	588	39,6	1,69	42,8	994
	В	652	40,4	1,79	44,4	1167
Немчиновский 56	Б	543	38,7	1,55	40,1	842
	И	593	39,3	1,62	41,2	961
	В	634	40,0	1,69	42,2	1071
Нина	Б	517	38,4	1,54	40,0	796
	И	535	39,1	1,64	41,9	877
	В	576	39,7	1,73	43,7	996
НСР <sub>05</sub> А		0,68	0,15	0,01	0,19	8,07
НСР <sub>05</sub> В, АВ		0,78	0,18	0,02	0,22	9,32
НСР <sub>05</sub> частных различий		1,17	0,26	0,02	0,32	13,99

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Основные показатели структуры урожая определяли биологическую урожайность сортов озимой тритикале. У сорта Гера она была самой высокой и по агротехнологиям варьировала от 864 г/м<sup>2</sup> до 1167 г/м<sup>2</sup>, у сорта Немчиновский 56 – от 842 г/м<sup>2</sup> до 1071 г/м<sup>2</sup>, у сорта Нина – от 796 г/м<sup>2</sup> до 996 г/м<sup>2</sup>.

### 3.11 Урожайность

В экспериментальном 2021 году обеспечивались благоприятные погодные условия, которые оказали решающее влияние на уровень урожайности (табл. 24). Переход от базовой к высокоинтенсивной агротехнологии обеспечил достоверный рост урожайности озимой тритикале. Наиболее выраженную и стабильную реакцию на повышение уровня агротехнологии продемонстрировал сорт Гера, который также показал повышенную устойчивость к полеганию в условиях текущего года. Его урожайность варьировалась от 8,0 до 10,78 т/га в

зависимости от технологии.

Полегание оказало существенное влияние на реализацию урожайного потенциала сортов. Так, у Нины урожайность снизилась на 18 % при базовой технологии и на 45 % – при интенсивной и высокоинтенсивной по сравнению с сортом Гера. У Немчиновского 56 потери были умеренными: 9 % и 37 % соответственно, что свидетельствует о более высокой устойчивости этого сорта к полеганию.

Таблица 24 – Результаты урожайности сортов озимой тритикале в 2021 году при применении различных агротехнологий, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям					+/- к базовой технологии		Среднее по технологиям (фактор В)			
		И	II	III	IV	среднее	т/га	%	Б	И	В	
Гера	Б	7,94	8,2	7,87	7,99	8,0	-	-	6,80	7,85	9,41	
	И	9,42	9,58	9,37	9,63	9,5	+1,50	+19				
	В	10,63	10,94	10,56	10,99	10,78	+2,78	+35				
Среднее по сорту (фактор А) 9,43 т/га												
Немчиновский 56	Б	6,48	6,53	6,42	6,37	6,45	-	-	6,80	7,85	9,41	
	И	7,22	7,18	6,92	6,84	7,04	+0,59	+9				
	В	8,79	9,0	8,72	8,85	8,84	+2,39	+37				
Среднее по сорту (фактор А) 7,44 т/га												
Нина	Б	5,63	6,2	5,88	6,05	5,94	-	-	Прибавки к базовой технологии			
	И	7,3	6,7	6,9	7,1	7,0	+1,06	+18				
	В	8,33	8,89	8,49	8,73	8,61	+2,67	+45	т/га	-	1,05	2,61
Среднее по сорту (фактор А) 7,18 т/га									%	-	15	38
НСР <sub>05</sub> А = 0,14 т/га												
НСР <sub>05</sub> В, АВ = 0,17 т/га												
НСР <sub>05</sub> частных различий = 0,25 т/га												

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Максимальная прибавка урожайности по сравнению с базовой технологией была получена у сорта Гера при использовании высокоинтенсивной технологии – 2,78 т/га (35 %). Значительную прибавку также обеспечили сорта Нина – 2,39 т/га (37 %) и Немчиновский 56 – 2,67 т/га (45 %).

Погодные условия играют определяющую роль в формировании урожайности культуры (Meisam Z. et al., 2017). В годы с избыточным

увлажнением снижение урожайности зерна, как правило, связано с полеганием растений. Сорт и применяемая агротехнология являются ключевыми факторами, влияющими на продуктивность озимой тритикале. Согласно исследованиям (Политыко П. М. и др., 2010), для раскрытия генетического потенциала каждого сорта необходимо адаптировать и оптимизировать технологии его возделывания. В 2022 году выполнение агротехнических мероприятий на должном уровне (табл. 25) позволило получить урожайность сорта Гера в диапазоне 6,57–9,71 т/га, что соответствует прибавке в 15–39 % по сравнению с базовым фоном. Положительный эффект от повышения интенсивности технологий проявился и у других сортов: у Немчиновского 56 урожайность выросла с 5,91 т/га (базовая технология) до 9,21 т/га (высокоинтенсивная технология), а у Нины – с 4,65 до 7,88 т/га.

Таблица 25 – Результаты урожайности сортов озимой тритикале в 2022 году при применении различных агротехнологий, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям					+/- к базовой технологии		Среднее по технологиям (фактор В)			
		I	II	III	IV	среднее	т/га	%	Б	И	В	
Гера	Б	6,79	6,46	6,64	6,39	6,57	-	-	5,71	7,5	8,93	
	И	7,6	7,84	7,36	7,52	7,58	+1,01	15				
	В	9,73	9,57	9,86	9,68	9,71	+2,73	39				
Среднее по сорту (фактор А)						7,95 т/га						
Немчиновский 56	Б	5,81	6,02	5,96	5,85	5,91	-	-	5,71	7,5	8,93	
	И	8,73	8,6	8,01	8,54	8,47	+2,56	+43				
	В	9,22	9,12	9,32	9,18	9,21	+3,85	+65				
Среднее по сорту (фактор А)						7,86 т/га						
Нина	Б	4,45	4,95	4,38	4,82	4,65	-	-	5,71	7,5	8,93	
	И	6,53	6,7	6,35	6,26	6,46	+1,81	+39				
	В	7,82	8,08	7,77	7,85	7,88	+3,23	+69				
Среднее по сорту (фактор А)						6,33 т/га						
									т/га	-	1,79	3,22
									%	-	31	56
НСР <sub>05</sub> А = 0,16 т/га												
НСР <sub>05</sub> В, АВ = 0,18 т/га												
НСР <sub>05</sub> частных различий = 0,27 т/га												

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

В результате перехода на более высокий уровень агротехнологий прибавка урожайности составила 1,01–2,56 т/га в зависимости от сорта, что свидетельствует о целесообразности индивидуализации агротехнологических приёмов под конкретные сорта озимой тритикале.

В 2023 году прибавка урожайности (табл. 26) составила 8–12 % при использовании интенсивной технологии и 12–25 % – при высокоинтенсивной. Наиболее высокие урожаи зерна на высокоинтенсивном фоне получены у всех изученных сортов: у Геры – 8,53 т/га, у Немчиновского 56 – 8,44 т/га, у Нины – 8,24 т/га.

Таблица 26 – Результаты урожайности сортов озимой тритикале в 2023 году при применении различных агротехнологий, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям					+/- к базовой технологии		Среднее по технологиям (фактор В)			
		I	II	III	IV	среднее	т/га	%	Б	И	В	
Гера	Б	6,72	6,8	7,0	6,88	6,85	-	-	7,25	7,93	8,4	
	И	7,32	7,7	7,85	7,81	7,67	+0,82	12				
	В	8,52	8,58	8,3	8,72	8,53	+1,68	25				
Среднее по сорту (фактор А) 7,68 т/га												
Немчиновский 56	Б	7,46	7,76	7,47	7,55	7,56	-	-	7,25	7,93	8,4	
	И	8,32	7,95	8,2	8,05	8,13	+0,57	8				
	В	8,57	8,25	8,51	8,43	8,44	+0,88	12				
Среднее по сорту (фактор А) 8,04 т/га												
Нина	Б	7,37	7,54	7,2	7,25	7,34	-	-	7,25	7,93	8,4	
	И	8,24	7,69	8,08	7,99	8,0	+0,66	9				
	В	8,46	7,86	8,37	8,27	8,24	+0,9	12				
Среднее по сорту (фактор А) 7,86 т/га												
									т/га	-	0,68	1,15
									%	-	9	16
НСР <sub>05</sub> А = 0,16 т/га НСР <sub>05</sub> В, АВ = 0,19 т/га НСР <sub>05</sub> частных различий = 0,28 т/га												

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

В течение трёхлетнего периода исследований (табл. 27) урожайность сорта Гера колебалась от 7,14 т/га (базовая технология) до 9,67 ± 2,53 т/га (высокоинтенсивная технология), что подчёркивает значительный потенциал повышения продуктивности при оптимизации

агротехнологического фона.

Урожайность сорта Немчиновский 56 колебалась от 6,64 т/га (базовая технология) до  $8,83 \pm 2,19$  т/га (высокоинтенсивная технология), что свидетельствует о его положительной отзывчивости на повышение уровня агротехнологического фона.

Таблица 27 – Урожайность сортов озимой тритикале в технологиях разного уровня интенсивности, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям				+/- к базовой технологии		Среднее по технологиям (фактор В)			
		2021	2022	2023	среднее	т/га	%	Б	И	В	
Гера	Б	8,0	6,57	6,85	7,14	-	-	6,59	7,76	8,91	
	И	9,5	7,58	7,67	8,25	+1,11	12				
	В	10,78	9,71	8,53	9,67	+2,53	25				
Среднее по сорту (фактор А)		9,43	7,95	7,68	8,35	-	-				
Немчиновский 56	Б	6,45	5,91	7,56	6,64	-	-				
	И	7,04	8,47	8,13	7,88	+1,24	19				
	В	8,84	9,21	8,44	8,83	+2,19	33				
Среднее по сорту (фактор А)		7,44	7,86	8,04	7,78	-	-				
Нина	Б	5,94	4,65	7,34	5,98	-	-	Прибавки к базовой технологии			
	И	7,0	6,46	8,0	7,15	+1,17	20				
	В	8,61	7,88	8,24	8,24	+2,26	38	т/га	-	1,17	2,32
Среднее по сорту (фактор А)		7,18	6,33	7,86	7,12	-	-	%	-	18	35
НСР <sub>05</sub> А		0,14	0,16	0,16	0,1	-					
НСР <sub>05</sub> В, АВ		0,17	0,18	0,19	0,11	-					
НСР <sub>05</sub> частных различий		0,25	0,27	0,28	0,17	-					

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Сорт Нина показал рост урожайности с 5,98 до 8,24 т/га в ответ на повышение интенсивности агротехнологий. Максимальная урожайность –  $8,24 \pm 2,26$  т/га – была достигнута на высокоинтенсивном фоне, тогда как при базовой технологии она оказалась минимальной – 5,98 т/га.

Анализ полученных данных показал, что все исследованные сорта озимой тритикале достигали максимальной урожайности при повышении уровня агротехники – от базовой через интенсивную к высокоинтенсивной. Для оценки влияния двух факторов – «технология» и «сорт» – на урожайность

культуры был проведён многофакторный дисперсионный анализ. Его результаты подтвердили, что оба фактора оказывают статистически достоверное влияние на продуктивность озимой тритикале.

### 3.12 Качество зерна

Одной из ключевых задач современного растениеводства является улучшение белкового состава зерна основных злаковых культур. В этом отношении тритикале, представляющая собой гексаплоидный гибрид пшеницы (28 хромосом) и ржи (14 хромосом), обладает значительными преимуществами: по данным А.А. Созинова (1976), её зерно содержит на 3–4 % больше белка, чем рожь, и на 1,5–2 % больше, чем пшеница, а содержание лизина в белке достигает 3,5–3,8 %.

Несмотря на высокую пищевую и кормовую ценность, широкому внедрению тритикале в производство препятствуют значительные колебания урожайности от года к году. В настоящее время нет убедительных предпосылок для того, чтобы рассматривать тритикале как возможную замену пшенице в качестве ведущей хлебной культуры, хотя некоторые авторы допускают такую перспективу в долгосрочной перспективе. Вместе с тем её роль в кормопроизводстве оценивается как весьма перспективная (Кочетов А.Н., 2006).

Зерно озимой тритикале по питательной ценности сопоставимо с ячменём и пригодно для включения в рационы концентратов для КРС, дойных коров и овец. Использование её зелёной массы в ранневесенний период как витаминизированного сочного корма обеспечивает рост надоя на 12–14 % и увеличение жирности молока на 0,2–0,3 %.

С учётом имеющихся данных целесообразно в полной мере использовать агробиологический потенциал тритикале, в том числе в системе «зелёного конвейера», которая, по данным Бугаева П.Д. и соавторов (2005), повышает продуктивность животных летом и укрепляет их здоровье в зимний период.

Сравнительный анализ кормовой ценности злаковых показал, что тритикале выделяется по ряду ключевых показателей: она входит в число лидеров по содержанию обменной энергии (вместе с пшеницей, ячменём и рожью), протеина (с пшеницей и рожью), незаменимых аминокислот (с пшеницей, ячменём и овсом) и лизина (с ячменём и рожью). Это обосновывает её эффективное использование в рационах откормочных групп КРС, свиней и птицы (Новосёлов Ю. К. и др., 2004).

Биологическая и пищевая ценность зерна тритикале выше, чем у пшеницы, что обусловлено повышенным уровнем витаминов группы В и никотиновой кислоты (витамина РР), а также оптимальным соотношением макро- и микроэлементов. Это обуславливает её высокую хозяйственную значимость и универсальность использования в агропромышленном комплексе России (Жиляев А.М. и др., 2004).

В северных штатах США, где климат затрудняет выращивание кукурузы и сорго, тритикале успешно применяется в качестве кормовой культуры: её посевы используются для осенне–весеннего выпаса КРС (Сулима Ю.Г., 1976). Преимущества тритикале перед рожью и пшеницей заключаются в более быстром отрастании, лучшей кустистости и повышенной продуктивности зелёной массы.

Благодаря нежной структуре и высокому содержанию сахаров и каротиноидов зелёная масса тритикале лучше поедается животными, чем рожь, на всём протяжении укосного периода – от выхода в трубку до полного колошения. Максимальная питательная ценность отмечается от фазы выхода в трубку до начала колошения.

Озимая тритикале колосится на 12–15 дней позже ржи, что делает её важным звеном в системе «зелёного конвейера», обеспечивая непрерывность поступления сочных кормов до начала укоса многолетних и однолетних трав. Её зелёная масса также пригодна для приготовления травяной муки и силоса.

Качество зерна определяется совокупностью физических и химических характеристик, а также технологическими и хлебопекарными свойствами

получаемой из него муки. Как отмечают Е.П. Поздняков с соавторами (1995), усиление минерального питания способствует улучшению качества зерна по ключевым физико–химическим и технологическим параметрам. Однако степень реализации этого потенциала в значительной мере лимитируется погодными условиями в критические фазы налива и созревания зерна.

Технологические и кормовые характеристики зерна, в частности его белковость, формируется под влиянием ряда факторов: уровня интенсивности применяемых агротехнологий, генетических особенностей сорта и погодных условий в период вегетации (табл. 28, 29, 30, 31).

Таблица 28 – Сбор белка и кормовая продуктивность сортов озимого тритикале при различных уровнях агротехнологий (2021 г.)

Сорт	Технология	Урожайность, т/га	Содержание белка в зерне, %	Сбор белка, кг/га	± к базовой технологии		Кормовая продуктивность, т/га к. е.	± к базовой технологии	
					кг/га	%		т/га к. е.	%
Гера	Б	8,00	11,3	904,0	-	-	9,44	-	-
	И	9,50	12,3	1168,5	+264,5	+10	11,21	+1,77	19
	В	10,78	12,7	1369,1	+465,1	+27	12,72	+3,28	35
Немчиновский 56	Б	6,45	12,1	780,5	-	-	7,61	-	-
	И	7,04	12,7	894,1	+113,6	+5	8,31	+0,70	9
	В	8,84	13,4	1184,6	+404,1	+11	10,43	+2,82	37
Нина	Б	5,94	11,7	695,0	-	-	7,01	-	-
	И	7,00	12,4	868,0	+173,0	+14	8,26	+1,25	18
	В	8,61	13,0	1119,3	+424,3	+17	10,16	+3,15	45

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

В 2021 году по базовой технологии уровень протеина варьировал от 11,3 до 12,7 % для всех сортов. По высокой технологии у сорта Гера содержание белка в зерне составило 12,7 %, Немчиновский 56 – 13,4 %, Нина – 13,0 %. Кормовая продуктивность увеличивалась в зависимости от технологии и сорта, лучшая была получена по сорту Гера при высокой технологии 12,72 т/га к. е. Базовые технологии, обеспечившие выход кормовых единиц в пределах 7,01–9,44 т/га, уступали по продуктивности интенсивной технологии, где этот показатель составил 8,26–11,21 т/га к. е.

Таблица 29 – Сбор белка и кормовая продуктивность сортов озимого тритикале при различных уровнях агротехнологий (2022 г.)

Сорт	Технология	Урожайность, т/га	Содержание белка в зерне, %	Сбор белка, кг/га	± к базовой технологии		Кормовая продуктивность, т/га к. е.	± к базовой технологии	
					кг/га	%		т/га к. е.	%
Гера	Б	6,57	11,2	735,8	-	-	7,75	-	-
	И	7,58	12,7	962,7	+226,8	+31	8,94	1,19	15
	В	9,71	12,9	1252,6	+516,8	+54	11,46	2,51	32
<u>Немчиновский 56</u>	Б	5,91	11,3	667,8	-	-	6,97	-	-
	И	8,47	13,0	1101,1	+433,3	+65	9,99	3,02	39
	В	9,21	13,4	1234,1	+566,3	+51	10,87	3,89	50
Нина	Б	4,65	11,8	548,7	-	-	5,49	-	-
	И	6,46	12,7	820,4	+271,7	+50	7,62	2,14	30
	В	7,88	13,7	1079,6	+530,9	+65	9,30	3,81	54

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

В 2022 году при базовой технологии содержание белка варьировало от 11,2 до 13,7 % у всех сортов. При высокой технологии у сорта Гера этот показатель составлял 12,9 %, у сорта Нина – 13,7 %, у Немчиновского 56 – 13,4 %. Кормовая продуктивность увеличивалась в зависимости от технологии и сорта, наилучшая была получена у сорта Гера по высокой технологии 11,46 т/га к. е. Базовые технологии с показателем 5,49–7,75 т/га к. е. уступали интенсивной с показателем 7,62–9,99 т/га к. е. Прибавка в валовом сборе белка при использовании интенсивной и высокоинтенсивной технологий по сравнению с базовой составила 31–65 %.

В 2023 году при использовании базовой технологии содержание белка в зерне озимой тритикале составило: у сорта Гера – 11,0 %, у Немчиновского 56 – 10,5 %, у Нины – 9,7 %. На интенсивном фоне этот показатель варьировался в пределах 10,4–11,3 % у всех трёх сортов. При переходе на высокоинтенсивную технологию содержание белка у Геры составило 11,3 %, что на 0,3 % превысило уровень базовой технологии; у Немчиновского 56 прибавка составила 1,2 %, а у Нины – 1,0 %.

Таблица 30 – Сбор белка и кормовая продуктивность сортов озимого тритикале при различных уровнях агротехнологий (2023 г.)

Сорт	Технология	Урожайность, т/га	Содержание белка в зерне, %	Сбор белка, кг/га	± к базовой технологии		Кормовая продуктивность, т/га к. е.	± к базовой технологии	
					кг/га	%		т/га к. е.	%
Гера	Б	6,85	11,0	785,4	-	-	8,43	-	-
	И	7,67	11,1	915,8	130,4	+17	9,74	1,31	16
	В	8,53	11,3	1092,7	307,3	+34	11,41	1,68	20
Немчиновский 56	Б	7,56	10,5	697,2	-	-	7,84	-	-
	И	8,13	11,3	890,4	193,2	+28	9,30	1,46	19
	В	8,44	11,7	1033,1	335,9	+38	10,42	2,58	33
Нина	Б	7,34	9,7	580,1	-	-	7,06	-	-
	И	8,00	10,4	743,6	163,5	+28	8,44	1,38	20
	В	8,24	10,7	881,7	301,6	+41	9,72	2,67	38

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Таблица 31 – Сравнительная оценка валового производства белка и кормовой продуктивности сортов озимой тритикале на фоне базовой, интенсивной и высокоинтенсивной технологий (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт	Технология	Урожайность, т/га	Содержание белка в зерне, %	Сбор белка, кг/га	± к базовой технологии		Кормовая продуктивность, т/га к. е.	± к базовой технологии	
					кг/га	%		т/га к. е.	%
Гера	Б	7,14	11,2	799,7	-	-	8,43	-	-
	И	8,25	12,0	990,0	190,3	24	9,74	1,31	16
	В	9,67	12,3	1189,4	389,7	39	11,41	1,68	20
Немчиновский 56	Б	6,64	11,3	750,3	-	-	7,84	-	-
	И	7,88	12,3	969,2	218,9	29	9,30	1,46	19
	В	8,83	12,8	1130,2	379,9	39	10,42	2,58	33
Нина	Б	5,98	11,1	663,8	-	-	7,06	-	-
	И	7,15	11,8	843,7	179,9	27	8,44	1,38	20
	В	8,24	12,5	1030,0	366,2	43	9,72	2,67	38

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Результаты трёхлетних исследований свидетельствуют о чёткой тенденции к повышению содержания белка в зерне озимой тритикале по мере совершенствования агротехники, при этом динамика зависит от сорта. Наибольшие значения показал сорт Немчиновский 56: 11,3 % – при базовой технологии, 12,3 % – при интенсивной и 12,8 % – при высокоинтенсивной. У

сорта Гера содержание белка последовательно возрастало от 11,2 % (базовая обработка) до 12,0 % (интенсивная обработка) и 12,3 % (высокоинтенсивная обработка). У сорта Нина этот показатель составил 11,1 %, 11,8 % и 12,5 % соответственно на тех же технологических фонах.

Количество белка, производимого с гектара, зависит от сорта и технологии. Наибольшее количество было получено при высокоинтенсивной технологии у сорта Гера 1189,4 кг/га, Немчиновский 56 – 1130,2 кг/га и Нина – 1030,0 кг/га. Кормовая продуктивность увеличивалась в зависимости от технологии и сорта, наилучшая была получена у сорта Гера по высокоинтенсивной технологии 11,41 т/га к. е. Базовые технологии с показателем 7,06–8,43 т/га к. е. уступали интенсивной с показателем 8,44–9,74 т/га к. е. Превышение в сборе белка по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям по сравнению с базовой составляло от 24 до 43 %, а в кормовой продуктивности от 16 до 38 %.

## ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

### 4.1 Энергетическая эффективность

Конечная энергоэффективность сельскохозяйственного производства определяется экономической эффективностью – стоимостью продукции и уровнем рентабельности, являющимися основными критериями успешности аграрного бизнеса. Это делает снижение себестоимости и рост рентабельности приоритетными задачами как научного сопровождения, так и управленческой практики в сельском хозяйстве.

В отличие от многих энергоёмких секторов экономики, сельское хозяйство изначально функционирует с положительным энергетическим балансом: энергетический потенциал выращенной продукции превышает затраты энергии на все этапы её производства. Однако в последние десятилетия наблюдается постепенное снижение этого преимущества. Это связано с ростом финансовой и энергетической насыщенности аграрного производства, что ведёт к увеличению расходов на топливно-энергетические ресурсы в АПК и, как следствие, к повышению энергетической ценности калорий в пищевой продукции.

По оценкам экономистов, в СССР на производство 100 калорий сельскохозяйственной продукции в 1928 году тратилось 48 калорий общей энергии, к 1950 году этот показатель вырос до 57, в 1960 году – до 70, а к 1980 году достиг 86 калорий. В современных условиях соотношение приближается к паритету: на 1 калорию продукции тратится примерно 1 калория энергии.

Аграрный сектор является одним из крупнейших потребителей энергетических ресурсов в мире. Сельское хозяйство уже сегодня является крупнейшим потребителем углеводородного топлива: на его долю приходится 40–45 % мирового расхода дизельного топлива, 30–35 % бензина и около 7 % электроэнергии. Как предупреждал А.А. Жученко (1990), без перехода к

ресурсосберегающим подходам – при сохранении технократической модели интенсификации, росте населения в развивающихся регионах и экспансии энергоёмкой евро–американской аграрной модели – доля аграрного сектора в глобальном энергопотреблении может увеличиться до 80 %.

Только в растениеводстве осуществляется первичное накопление энергии: солнечная энергия преобразуется в биомассу через фотосинтез. Во всех прочих отраслях агропромышленного комплекса – от животноводства до переработки – энергия лишь передаётся или меняет форму, не создавая новой органической массы. Тем не менее и в растениеводстве растущий дефицит энергии всё больше ограничивает применение ресурсоёмких машинных технологий, что ставит вопрос о необходимости пересмотра существующих подходов к оценке их эффективности.

Актуальность этой задачи возрастает в условиях перехода к рыночной экономике, постоянной инфляции и систематических колебаний цен на материалы, технику и услуги. В таких условиях крайне сложно провести объективную экономическую оценку эффективности возделывания той или иной культуры, а также применяемых агротехнологий (Посыпанов Г. С. и др., 1995). В связи с этим особую значимость приобретает энергетический подход, то есть оценка эффективности сельскохозяйственных культур через призму их энергоэффективности в зависимости от используемых методов ведения производства.

Показатели энергетической эффективности выращивания сортов озимой тритикале при технологиях разного уровня интенсивности приведены в таблицах 32–35.

Анализ данных таблицы 32 показывает, что в 2021 году наибольшие совокупные энергозатраты на производство пришлось на высокоинтенсивную технологию: у сорта Гера – 118,6 ГДж/га, у Немчиновского 56 – 102,6 ГДж/га, у Нины – 102,3 ГДж/га. Наименьшие затраты отмечены при использовании базовой технологии: Гера – 94,0 ГДж/га, Немчиновский 56 – 80,0 ГДж/га, Нина – 75,8 ГДж/га.

Таблица 32 – Энергетическая эффективность возделывания сортов озимой тритикале по технологиям различного уровня интенсивности в 2021 году

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Затраты энергии всего, ГДж/га	94,0	109,3	118,6	80,0	84,0	102,6	75,8	86,0	102,3
Урожайность, т/га	8,0	9,5	10,8	6,5	7,0	8,8	5,9	7,0	8,6
Получено энергии, ГДж/га	159,5	190,8	216,5	133,9	143,1	182,7	124,2	144,1	175,4
Чистый энергетический доход, ГДж/га	65,5	81,5	97,9	53,9	59,1	80,1	48,4	58,1	73,1
Энергетический коэффициент	0,7	0,75	0,83	0,67	0,7	0,78	0,64	0,68	0,71
Энергетическая себестоимость продукции, ГДж/т	11,8	11,5	11,0	12,3	12,0	11,7	12,8	12,3	11,9

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Валовой энергетический выход с урожая составил: у Геры – 159,5–216,5 ГДж/га, у Немчиновского 56 – 133,9–182,7 ГДж/га, у Нины – 124,2–175,4 ГДж/га, что свидетельствует о положительной динамике энергопродуктивности с ростом интенсивности агротехнологий.

Анализ энергетической эффективности показал, что чистый энергетический доход варьировал в широких пределах в зависимости от сорта и уровня агротехнологии: от 48,4 ГДж/га (сорт Нина, базовая технология) до 97,9 ГДж/га (сорт Гера, высокоинтенсивная технология), что подчёркивает как сортоспецифическую отзывчивость, так и влияние интенсификации на энергетическую рентабельность возделывания.

Коэффициент энергетической эффективности повышался с увеличением уровня интенсивности агротехнологии с 0,7 до 0,83 у сорта Гера, у сорта Немчиновский 56 с 0,67 до 0,78 и у сорта Нина с 0,64 до 0,71. Наименьшая энергетическая себестоимость продукции отмечалась у сорта Гера при высокоинтенсивной агротехнологии (11,0 ГДж/т), наибольшая – у сорта Нина при базовой агротехнологии (12,8 ГДж/т).

Согласно данным таблицы 33, в 2022 году наибольшие совокупные энергозатраты пришлось на высокоинтенсивную технологию: у сорта Гера – 108,4 ГДж/га, у Немчиновского 56 – 105,4 ГДж/га, у Нины – 92,8 ГДж/га. Минимальные затраты отмечены при использовании базовой технологии: Гера – 77,2 ГДж/га, Немчиновский 56 – 70,8 ГДж/га, Нина – 60,7 ГДж/га.

Таблица 33 – Энергетическая эффективность возделывания сортов озимой тритикале по технологиям различного уровня интенсивности в 2022 году

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Затраты энергии всего, ГДж/га	77,2	87,2	108,4	70,8	99,8	105,4	60,7	78,0	92,8
Урожайность, т/га	6,6	7,6	9,7	5,9	8,5	9,2	4,7	6,5	7,9
Получено энергии, ГДж/га	128,5	147,9	195,5	114,3	163,2	177,2	92,3	123,9	150,9
Чистый энергетический доход, ГДж/га	51,3	60,7	87,1	43,5	63,4	71,8	31,6	45,9	58,1
Энергетический коэффициент	0,66	0,7	0,8	0,61	0,64	0,68	0,52	0,59	0,63
Энергетическая себестоимость продукции, ГДж/т	11,7	11,5	11,2	12,0	11,7	11,5	12,9	12,0	11,7

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Повышение агротехнологического фона привело к достоверному росту валового энергетического выхода у всех изученных сортов. Наибольшие значения зафиксированы у Геры (195,5 ГДж/га), наименьшие – у Нины (92,3 ГДж/га) на базовом уровне, что свидетельствует о различной отзывчивости сортов на интенсификацию возделывания.

Анализ энергетической эффективности выявил значительные различия между сортами: чистый энергетический доход варьировал от 31,6 ГДж/га (сорт Нина, базовая технология) до 87,1 ГДж/га (сорт Гера, высокоинтенсивная технология), что подчеркивает более высокую энергетическую рентабельность сорта Гера при интенсификации агротехнологий.

Коэффициент энергетической эффективности (отношение валовой энергии к затраченной) последовательно возрастал по мере повышения уровня агротехники: у Геры – с 0,41 до 0,53, у Немчиновского 56 – с 0,36 до 0,46, у Нины – с 0,32 до 0,43.

Наименьшая энергетическая себестоимость продукции отмечалась у сорта Гера при высокоинтенсивной агротехнологии (11,2 ГДж/т), наибольшая – у сорта Нина при базовой агротехнологии (12,9 ГДж/т).

Исследования, проведенные в 2023 году, показывают (табл. 34), что совокупные энергозатраты варьировались в пределах 84,8–100,4 ГДж/га у сорта Гера, 94,8–100,1 ГДж/га у Немчиновского 56 и 93,5–98,9 ГДж/га у Нины. По мере повышения уровня агротехнологий у всех сортов наблюдался рост как урожайности, так и валового выхода энергии. Наибольшие значения энергии, полученной с урожая, были достигнуты при использовании высокоинтенсивной технологии: 187,7 ГДж/га – у Геры, 185,1 ГДж/га – у Немчиновского 56 и 181,9 ГДж/га – у Нины.

Таблица 34 – Энергетическая эффективность возделывания сортов озимой тритикале по технологиям различного уровня интенсивности в 2023 году

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Затраты энергии всего, ГДж/га	84,8	92,4	100,4	94,8	98,2	100,1	93,5	97,5	98,9
Урожайность, т/га	6,9	7,7	8,5	7,6	8,1	8,4	7,3	8,0	8,2
Получено энергии, ГДж/га	141,4	166,6	187,7	146,9	167,2	185,1	144,2	165,1	181,9
Чистый энергетический доход, ГДж/га	56,6	74,2	87,3	52,1	69,0	85,0	50,7	67,6	83,0
Энергетический коэффициент	0,67	0,8	0,87	0,55	0,7	0,85	0,54	0,69	0,84
Энергетическая себестоимость продукции, ГДж/т	12,3	12,0	11,8	12,5	12,1	11,9	12,8	12,2	12,1

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Результаты энергетической оценки выявили выраженные сортовые различия: чистый энергетический доход колебался от 50,7 ГДж/га (сорт Нина, базовая технология) до 87,3 ГДж/га (сорт Гера, высокоинтенсивная технология), что свидетельствует о более высокой энергоэффективности сорта Гера в условиях интенсивного агротехнологического фона.

Коэффициент энергоэффективности увеличивался с повышением технологической интенсивности с 0,67 до 0,87 у сорта Гера, с 0,55 до 0,85 у сорта Немчиновский 56 и с 0,54 до 0,84 у сорта Нина.

Наименьшая энергетическая себестоимость продукции отмечалась у сорта Гера при высокоинтенсивной агротехнологии (11,8 ГДж/т), наибольшая – у сорта Нина при базовой агротехнологии (12,8 ГДж/т).

В среднем за три года исследований (табл. 35) совокупные затраты энергии на производство по высокоинтенсивным технологиям были максимальными: для сорта Гера составляли 109,1 ГДж/га, для сорта Немчиновский 56 – 102,7 ГДж/га, для сорта Нина – 98,0 ГДж/га.

Таблица 35 – Энергетическая эффективность выращивания сортов озимой тритикале при использовании технологий разного уровня интенсивности  
(в среднем за 2021–2023 гг.)

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Затраты энергии всего, ГДж/га	85,3	96,3	109,1	81,9	94,0	102,7	76,7	87,2	98,0
Урожайность, т/га	7,1	8,3	9,7	6,6	7,9	8,8	6,0	7,2	8,2
Получено энергии, ГДж/га	143,1	168,4	199,9	131,7	157,8	181,7	120,2	144,4	169,4
Чистый энергетический доход, ГДж/га	57,8	72,1	90,8	49,8	63,8	79,0	43,5	57,2	71,4
Энергетический коэффициент	0,68	0,75	0,83	0,61	0,68	0,77	0,57	0,66	0,73
Энергетическая себестоимость продукции, ГДж/т	12,0	11,6	11,2	12,4	11,9	11,7	12,8	12,1	12,0

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Наименьшие энергозатраты отмечены при использовании базовой технологии: у сорта Гера – 85,3 ГДж/га, у Немчиновского 56 – 81,9 ГДж/га, у Нины – 76,7 ГДж/га. При переходе на интенсивную технологию совокупные затраты энергии увеличились и составили: Гера – 96,3 ГДж/га, Немчиновский 56 – 94,0 ГДж/га, Нина – 87,2 ГДж/га.

Валовой выход энергии с урожая озимой тритикале зависел как от сорта, так и от уровня агротехники. У сорта Гера он колебался от 143,1 ГДж/га (базовая технология) до 199,9 ГДж/га (высокоинтенсивная технология), у Немчиновского 56 – от 131,7 до 181,7 ГДж/га, у Нины – от 120,2 до 169,4 ГДж/га.

Наибольший чистый энергетический доход – 90,8 ГДж/га – был получен у Геры при использовании высокоинтенсивной технологии, наименьший – 43,5 ГДж/га – у Нины при использовании базовой технологии.

Коэффициент энергетической эффективности (отношение валовой энергии к затраченной) последовательно возрастал по мере повышения интенсивности агротехнологий: у Геры – с 0,68 до 0,83, у Немчиновского 56 – с 0,61 до 0,77, у Нины – с 0,57 до 0,73.

Наименьшая энергетическая себестоимость продукции отмечалась у сорта Гера при высокоинтенсивной агротехнологии (11,2 ГДж/т), наибольшая – у сорта Нина при базовой агротехнологии (12,8 ГДж/т).

## **4.2 Экономическая эффективность**

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства определяется его способностью создавать максимальную экономическую ценность при минимальных затратах. Это подразумевает оптимизацию использования земельных, водных и агроклиматических ресурсов, с таким расчетом, чтобы получить максимально возможную отдачу. Сельскохозяйственное производство считается экономически эффективным, если оно максимизирует производство и одновременно снижает себестоимость продукции, что может привести к повышению прибыльности производителя.

Для оценки экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в условиях современного аграрного производства расчет рентабельности необходим и незаменим. Поскольку все остальные параметры производства одинаковы, за основу принимаются фактические затраты, связанные с применением технологий различной степени интенсивности.

Анализируя данные таблицы 36, можно сделать вывод, что в 2021 году затраты средств увеличивались при возделывании сортов озимой тритикале от базовой технологии к интенсивной и высокоинтенсивной технологиям, где соответственно составляли 36580 руб./га, 38217 руб./га и 40584 руб./га.

Таблица 36 – Экономическая целесообразность выращивания сортов озимой тритикале с применением технологий различного уровня интенсивности (2021 г.)

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Урожайность, т/га	8,0	9,5	10,78	6,45	7,04	8,84	5,94	7,0	8,61
Затраты средств на 1 га, руб.	36580	38217	40584	36580	38217	40584	36580	38217	40584
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	80000	95000	107800	64500	70400	88400	59400	70000	86100
Себестоимость 1 т, руб.	4573	4023	3765	5671	5429	4591	6158	5460	4714
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	5427	5977	6235	4329	4571	5409	3842	4540	5286
Расчетная прибыль на 1 га, руб.	43416	56782	67213	27922	32180	47816	22821	31780	45512
Уровень рентабельности, %	119	149	166	76	84	118	62	83	112

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

При переходе от базовой к высокоинтенсивной технологии себестоимость производства 1 тонны зерна озимой тритикале снизилась: у сорта Нина – с 6158 до 4714 рублей, у сорта Немчиновский 56 – с 5671 до 4591 рубля, а у сорта Гера – с 4573 до 3765 рублей.

Наибольшая экономическая эффективность на единицу продукции отмечена у сорта Гера: прибыль на 1 тонну зерна достигла 6235 руб. на фоне высокоинтенсивной технологии. В то же время у сорта Нина, выращенного по базовой технологии, этот показатель оказался минимальным – 3842 руб., что подчеркивает значимость как сортоспецифических особенностей, так и уровня агротехнологической интенсивности для экономической рентабельности производства.

Экономическая оценка показала, что расчётная прибыль с 1 га урожая озимой тритикале существенно различалась в зависимости от комбинации «сорт × технология»: наименьший показатель – 22821 руб. – получен у сорта Нина при базовой технологии, в то время как у сорта Гера, выращенного по высокоинтенсивной технологии, прибыль достигла 67213 руб. с гектара.

Максимальный уровень рентабельности – 166 % – наблюдался у сорта Гера при применении высокоинтенсивной технологии, тогда как минимальный – 62 % – у сорта Нина при базовой технологии.

Расчет экономической эффективности агротехнологий различного уровня интенсивности при выращивании сортов озимой тритикале в 2022 году показал (табл. 37), что затраты средств на 1 га увеличивались при возделывании сортов озимой тритикале от базовой агротехнологии к интенсивной и высокоинтенсивной технологиям и составляли, соответственно 36712 руб., 38373 руб. и 40748 руб.

Себестоимость производства 1 тонны зерна озимой тритикале уменьшалась по мере перехода от базовой к интенсивной и далее к высокоинтенсивной технологии: у сорта Нина – с 7895 руб. до 5940 руб. и 5171 руб., у сорта Немчиновский 56 – с 6212 руб. до 4530 руб. и 4424 руб., а у сорта Гера – с 5588 руб. до 5060 руб. и 4197 руб. соответственно.

Наибольшая расчетная прибыль на 1 т обеспечивалась у сорта Гера по высокоинтенсивной агротехнологии – 5803 руб., наименьшая – у сорта Нина по базовой агротехнологии – 2105 руб.

Таблица 37 – Экономическая целесообразность выращивания сортов озимой тритикале с применением технологий различного уровня интенсивности (2022 г.)

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Урожайность, т/га	6,57	7,58	9,71	5,91	8,47	9,21	4,65	6,46	7,88
Затраты средств на 1 га, руб.	36712	38373	40748	36712	38373	40748	36712	38373	40748
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	65700	75800	97100	59100	84700	92100	46500	64600	78800
Себестоимость 1 т, руб.	5588	5062	4197	6212	4530	4424	7895	5940	5171
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	4412	4938	5803	3788	5470	5576	2105	4060	4829
Расчетная прибыль на 1 га, руб.	28987	37430	56347	22387	46331	51355	9788	26228	38053
Уровень рентабельности, %	79	98	138	61	121	126	27	68	93

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Расчётная прибыль с 1 га возрастала по мере повышения урожайности озимой тритикале. Так, у сорта Гера она составляла от 28987 руб. при использовании базовой технологии до 56347 руб. по высокоинтенсивной; у сорта Немчиновский 56 – от 22387 руб. до 51355 руб.; у сорта Нина – от 9788 руб. до 38053 руб. соответственно.

Самый высокий уровень рентабельности был отмечен у сорта Гера по высокоинтенсивной технологии – 138 %, самый низкий – у сорта Нина по базовой технологии – 27 %.

Расчет экономической эффективности агротехнологий различного уровня интенсивности при возделывании сортов озимой тритикале в 2023 году показал (табл. 38), что затраты на 1 га при выращивании сортов озимой тритикале возрастали по мере перехода от базовой к интенсивной и высокоинтенсивной технологиям, составив соответственно 36814 руб., 38492 руб. и 40875 руб.

Себестоимость 1 тонны зерна озимой тритикале уменьшалась при переходе от базовой к интенсивной и высокоинтенсивной технологиям,

однако у некоторых сортов наблюдалось незначительное повышение на последнем этапе. Так, у сорта Нина она снизилась с 5016 руб. до 4812 руб., а затем немного выросла до 4961 руб.; у сорта Немчиновский 56 – с 4870 руб. до 4735 руб., после чего составила 4843 руб.; у сорта Гера – сократилась с 5374 руб. до 5019 руб. и далее до 4777 руб.

Наибольшая расчетная прибыль на 1 т обеспечивалась у сорта Немчиновский 56 по интенсивной агротехнологии – 5265 руб., наименьшая – у сорта Гера по базовой агротехнологии – 4626 руб.

Таблица 38 – Экономическая целесообразность выращивания сортов озимой тритикале с применением технологий различного уровня интенсивности (2023 г.)

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Урожайность, т/га	6,85	7,67	8,53	7,56	8,13	8,44	7,34	8,0	8,24
Затраты средств на 1 га, руб.	36814	38492	40875	36814	38492	40875	36814	38492	40875
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	68500	76700	85300	75600	81300	84400	73400	80000	82400
Себестоимость 1 т, руб.	5374	5019	4777	4870	4735	4843	5016	4812	4961
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	4626	4981	5223	5130	5265	5157	4984	5188	5039
Расчетная прибыль на 1 га, руб.	31688	38204	44552	38783	42805	43525	36583	41504	41521
Уровень рентабельности, %	86	99	109	105	111	106	99	108	102

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Расчетная прибыль на 1 га увеличивалась с ростом урожайности озимой тритикале. У сорта Гера показатель колебался от 31688 руб. при использовании базовой технологии до 44552 руб. по высокоинтенсивной; у сорта Немчиновский 56 – от 38783 руб. до 43525 руб.; у сорта Нина – от 36583 руб. до 41521 руб. соответственно.

Наибольший уровень рентабельности – 111 % – был достигнут у сорта Немчиновский 56 при применении интенсивной технологии, самый низкий – у сорта Гера по базовой технологии – 86 %.

В среднем за три года экспериментальных исследований (табл. 39) затраты средств по всем сортам варьировали в зависимости от использования уровня интенсивности агротехнологий. Наименьшие они были у сортов озимой тритикале по базовой технологии – 36702 руб./га, наибольшие – 40736 руб./га при высокоинтенсивной технологии. По интенсивной агротехнологии они составляли 38361 руб./га.

Таблица 39 – Экономическая эффективность выращивания сортов озимой тритикале при использовании технологий различной интенсивности (средние показатели за 2021–2023 гг.)

Показатель	Гера			Немчиновский 56			Нина		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Урожайность, т/га	7,14	8,25	9,67	6,64	7,88	8,83	5,98	7,15	8,24
Затраты средств на 1 га, руб.	36702	38361	40736	36702	38361	40736	36702	38361	40736
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	71400	82500	96700	66400	78800	88300	59800	71500	82400
Себестоимость 1 т, руб.	5140	4650	4213	5527	4868	4613	6138	5365	4944
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	4860	5350	5787	4473	5132	5387	3862	4635	5056
Расчетная прибыль на 1 га, руб.	34700	44138	55960	29701	40440	47567	23095	33140	41661
Уровень рентабельности, %	95	115	137	81	105	117	63	86	102

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Максимальная стоимость валовой продукции с гектара составила 96700 руб. (сорт Гера, высокоинтенсивная технология), тогда как у сорта Нина, выращенного по базовой технологии, она оказалась минимальной – 59800 руб., что подчёркивает значительное влияние как сортовых особенностей, так и уровня агротехнологического фона на объём производимой продукции в стоимостном выражении.

Себестоимость производства 1 тонны зерна озимой тритикале последовательно снижалась при переходе от базовой к интенсивной и далее к

высокоинтенсивной технологии: у сорта Нина – с 6138 руб. до 5365 руб. и 4944 руб., у сорта Немчиновский 56 – с 5527 руб. до 4868 руб. и 4613 руб., у сорта Гера – с 5140 руб. до 4650 руб. и 4213 руб. соответственно.

Наибольшая расчетная прибыль на 1 т обеспечивалась у сорта Гера по высокоинтенсивной агротехнологии – 5787 руб., наименьшая – у сорта Нина по базовой агротехнологии – 3862 руб.

Самая высокая расчетная прибыль на 1 га обеспечивалась у сорта Гера по высокоинтенсивной технологии – 55960 руб. Несколько ниже показатель наблюдался у сорта Немчиновский 56 от 29701 руб. по базовой технологии до 47567 руб. по высокоинтенсивной технологии. У сорта Нина обеспечивалась самая низкая расчетная прибыль на 1 га от 23095 руб. по базовой технологии до 33140 руб. по интенсивной и 41661 руб. по высокоинтенсивной технологиям.

Анализ экономической эффективности выявил чёткую дифференциацию сортов по уровню рентабельности. Лидером выступил сорт Гера, у которого рентабельность возросла с 95 % (базовая технология) до 137 % (высокоинтенсивная). У сорта Немчиновский 56 показатель составил 81–117 %, тогда как у сорта Нина он оказался самым низким – от 63 % до 102 % в зависимости от уровня агротехнологии.

## ВЫВОДЫ

1. Результаты трёхлетних полевых исследований в Московской области показали, что погодные условия в 2021–2023 гг. в целом способствовали нормальному росту, развитию и реализации продуктивного потенциала озимой тритикале при возделывании по технологиям разного уровня интенсивности.

2. В условиях дерново–подзолистых почв Центрального Нечерноземья все изученные сорта озимой тритикале – Гера, Немчиновский 56 и Нина – продемонстрировали положительную отзывчивость на повышение уровня агротехнологической интенсивности: переход от базовой к высокоинтенсивной технологии обеспечил как увеличение урожайности, так и улучшение качества зерна.

3. В отдельные фазы развития озимой тритикале – кущение, выход в трубку и колошение – запасы продуктивной влаги в почве находились на уровне, близком к средним многолетним значениям. Плотность сложения почвы соответствовала оптимальным условиям для выращивания этой культуры.

4. Рост уровня агротехнологической интенсивности сопровождался увеличением содержания в почве доступных форм азота (в виде  $\text{NO}_3^-$ ), фосфора и калия. В сочетании с эффективной фитосанитарной защитой это создавало оптимальные условия для развития культуры, что проявлялось в формировании густого, однородного и высокоурожайного травостоя озимой тритикале, особенно при использовании высокоинтенсивных приёмов возделывания.

5. В среднем за три года исследований при анализе структуры урожая была выявлена схожая закономерность по таким параметрам, как масса зерна в колосе и масса 1000 зёрен. С ростом интенсивности агротехнологий эти структурные показатели увеличивались. Наилучшие результаты показал сорт Гера, у которого продуктивность одного колоса при высокоинтенсивной технологии составила 1,79 г. У сортов Немчиновский 56 и Нина продуктивность колоса была существенно ниже и составляла от 1,69 до 1,73 г при высокоинтенсивной технологии. Агротехнологии различного уровня интенсивности и сорта также оказывали влияние на массу 1000 зёрен. Этот

важный показатель отличался от средних многолетних значений и имел более низкие показатели. Наибольшая масса 1000 зёрен отмечена у сорта Гера (41,5–44,4 г), в то время как у сортов Немчиновский 56 и Нина этот показатель находился в пределах 40,1–42,2 г и 40,0–43,7 г соответственно, что свидетельствует о положительной, хотя и неодинаковой, реакции сортов на повышение уровня агротехнологической интенсивности.

6. Анализ биологической урожайности показал, что все изученные сорта положительно реагировали на повышение интенсивности агротехнологий, при этом наиболее высокие значения (864–1167 г/м<sup>2</sup>) продемонстрировал сорт Гера. У сортов Немчиновский 56 и Нина биологическая продуктивность была несколько ниже и находилась в диапазонах 842–1071 г/м<sup>2</sup> и 796–996 г/м<sup>2</sup> соответственно.

7. На урожайность озимой тритикале существенно влияли технологии различного уровня интенсивности, сорта и погодные условия. В среднем за годы исследований урожайность зерна сорта Гера при использовании базовой технологии составила 7,14 т/га, Немчиновский 56 – 6,64 т/га, Нина – 5,98 т/га; по интенсивной технологии у сорта Гера – 8,25 т/га, Немчиновский 56 – 7,88 т/га, Нина – 7,15 т/га и высокоинтенсивной технологии у сорта Гера – 9,67 т/га, Немчиновский 56 – 8,83 т/га и Нина – 8,24 т/га соответственно.

8. Результаты трехлетних исследований показали, что обеспечивается динамическое повышение содержания белка в зерне озимой тритикале в зависимости от сорта и агротехнологии. По урожайности наибольшее превосходство показал сорт Немчиновский 56, опережавший другие сорта на 11,3 % (базовая технология), 12,3 % (интенсивная) и 12,8 % (высокоинтенсивная). Сорт Гера уступал в меньшей степени – на 11,2–12,3 % в зависимости от уровня агротехнологии. В то же время у сорта Нина отмечена устойчивая положительная динамика содержания белка в зерне: от 11,1 % при базовой технологии до 11,8 % и 12,5 % на интенсивном и высокоинтенсивном фоне соответственно.

9. Анализ энергетической эффективности показал, что все применявшиеся технологии возделывания озимой тритикале были рентабельны с

энергетической точки зрения: коэффициент энергетической эффективности колебался от 0,57 у сорта Нина (базовая технология) до 0,83 у сорта Гера (высокоинтенсивная технология). Высокоинтенсивная технология оказалась наиболее энергоэффективной, что связано с более высоким уровнем урожайности, который приводил к увеличению выхода энергии на единицу севооборотной площади: у Геры – 0,83; у Немчиновского 56 – 0,77 и у Нины – 0,73. Среди изученных сортов наибольшую энергоэффективность во все годы исследований и при всех уровнях агротехнологий продемонстрировал сорт Гера: её коэффициент составлял от 0,68 при базовой технологии до 0,83 при высокоинтенсивной. В целом значения коэффициента энергоэффективности зависели как от сорта озимой тритикале, так и от интенсивности применяемой технологии.

10. В среднем за три года исследований объём затрат по всем сортам варьировал в зависимости от уровня интенсивности применяемых агротехнологий. Наименьшие отмечались у сортов озимой тритикале по базовой технологии – 36702 руб./га, наибольшие – 40736 руб./га при высокоинтенсивной технологии. По интенсивной агротехнологии затраты средств на 1 га составляли 38361 руб.

11. Самая высокая расчетная прибыль на 1 га обеспечивалась у сорта Гера по высокоинтенсивной технологии – 55960 руб. Несколько ниже данный показатель наблюдался у сорта Немчиновский 56 от 29701 руб. по базовой технологии до 47567 руб. по высокоинтенсивной технологии. У сорта Нина обеспечивалась самая низкая расчетная прибыль на 1 га от 23095 руб. по базовой технологии до 33140 руб. по интенсивной и 41661 руб. по высокоинтенсивной технологиям.

12. Сравнительный анализ экономической эффективности выявил чёткую дифференциацию сортов по уровню рентабельности. Лидером выступил сорт Гера, у которого рентабельность возросла с 95 % до 137 % по мере повышения интенсивности технологии. У сорта Немчиновский 56 показатель находился в диапазоне 81–117 %, тогда как у сорта Нина он оказался самым низким – от 63 % до 102 %.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

В условиях дерново–подзолистых почв Центрального Нечерноземья для получения стабильного урожая высококачественного зерна озимой тритикале предлагается:

– рекомендовать сельскохозяйственным производителям новый перспективный сорт озимой тритикале Гера, как более урожайный по сравнению с сортами Нина и Немчиновский 56;

– для крупных хозяйств с высокими доходами предлагается высокоинтенсивная технология возделывания озимой тритикале, обеспечивающая среднюю урожайность до 9,7 т/га при уровне рентабельности 137 %;

– для мелких хозяйств с более низкими экономическими показателями рекомендуется интенсивная технология возделывания озимой тритикале, обеспечивающая среднюю урожайность до 8,3 т/га при уровне рентабельности 115 %.

### **Перспективы дальнейшей разработки темы исследований**

В перспективе результаты данного исследования могут послужить основой для ученых по улучшению и ускорению достижения целей совершенствования агротехнологий возделывания озимой тритикале путем внедрения новых перспективных сортов местной селекции. Эту тему можно изучить в других регионах для подтверждения или уточнения результатов нашего исследования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айрих, Е.В. Распространение и перспективы использования тритикале / Е.В. Айрих // Животноводство и кормопроизводство. – 2013. – Т. 3. – №. 81. – С. 106-109.
2. Апарин, Б.Ф. Подзолистые почвы центральной и восточной частей Европейской территории СССР: (На песчаных почвообразующих породах) / Б.Ф. Апарин, И.В. Забоева, Г.С. Липкина и др.; отв. ред. А.А. Роде и др. – Л.: Наука, 1981. – 200 с.
3. Безгина, Ю.А. Биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы и их влияние на урожайность культуры / Ю.А. Безгина, Н.Н. Глазунова, Е.В. Волосова и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 132. – С. 1035-1044.
4. Бердышев, А.П. Андрей Тимофеевич Болотов – выдающийся деятель науки и культуры. 1738-1833. – М.: Наука, 1988. – 320 с.
5. Бирюков, К.Н. Агротехнологические особенности возделывания новых сортов озимой тритикале в Ростовской области / К.Н. Бирюков, П.В. Михайленко // Известия Оренбургского аграрного университета. – 2015. – №3 (53). – С. 45-48.
6. Бугаев, П.Д. Рабочая тетрадь к лабораторно – практическим занятиям по курсу растениеводства / П.Д. Бугаев, А.В. Корниенко. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2005. – 81 с.
7. Вавилов, П.П. Растениеводство: учебник / П.П. Вавилов, В.В. Грещенко, В.С. Кузнецов [и др.]; под. ред. П.П. Вавилова. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
8. Васько, В.Т. Теоретические основы растениеводства / В.Т. Васько. – СПб.: «ПРОФИ-ИНФОРМ», 2004. – 200 с.
9. Власова, О.И. Плодородие чернозёмных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья: монография / О.И. Власова. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 308 с.

10. Воронин, И.К. Организация зеленого конвейера для молочных комплексов / И.К. Воронин, В.С. Швыркин, Л.П. Рындыч. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 46 с.
11. Гаврилов, А.А. Совершенствование защиты озимой пшеницы от болезней в Ставропольском крае / А.А. Гаврилов, А.П. Шутко, С.Ю. Гребенник // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве: материалы науч.-практ. конференции / АГРУС. – Ставрополь, 2006. – С. 94-99.
12. Гамберова, Т.В. Экологическая оценка сортов озимой тритикале / Т.В. Гамберова, Т.А. Бабайцева, А.М. Ленточкина // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 12 (130). – С. 6-8.
13. Глазунова, Н.Н. Защита озимой пшеницы в Ставропольском крае современными пестицидами / Н.Н. Глазунова / Интегрированная защита сельскохозяйственных культур и фитосанитарный мониторинг в современном земледелии: материалы Международной науч.-практ. конференции / АГРУС. – Ставрополь, 2007. – С. 75-80.
14. Глазунова, Н.Н. Химические средства защиты растений и основы их применения: учебное пособие / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина. – Ставрополь: АГРУС, 2008. – 216 с.
15. Глазунова, Н.Н. Системы защиты основных полевых культур юга России: справочное и учебное пособие / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына и др.; под ред. Н.Н. Глазуновой. – Ставрополь: Параграф, 2013. – 184 с.
16. Годунова, Е.И. Состояние и пути оптимизации зерновой отрасли Ставрополья / Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова, В.И. Удовыдченко // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 8-12.
17. Горбунов, В.Н. Селекционные достижения по тритикале в научных центрах России и ближайшего зарубежья / В.Н. Горбунов, В.Е. Шевченко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 4. – С. 24-27.
18. Горянина, Т.А. Сравнительная оценка сортов озимой тритикале по адаптивной способности и стабильности / Т.А. Горянина // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – №. 1. – С. 37-41.

19. Грабовец, А.И. Роль некорневых подкормок при возделывании озимых пшеницы и тритикале в условиях засухи / А.И. Грабовец, К.Н. Бирюков // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 36-39.
20. Грабовец, А.И. Технология возделывания и использования кормового озимого тритикале: новое дополненное научное издание / А.И. Грабовец, В.Н. Василенко, А.И. Клименко и др.; под общей ред. А.И. Грабовца. – Ростов-на-Дону: ООО «Издательство «Юг», 2021. – 50 с.
21. Грабовец, А.И. Прогрессивная технология возделывания нового сорта озимой тритикале зернового направления Атаман Платов: рекомендации / А.И. Грабовец, К.Н. Бирюков, А.В. Крохмаль и др.; под общей ред. А.И. Грабовца. – п. Рассвет: ООО «Издательство «Юг», 2021. – 30 с.
22. Долгополова, Н.В. Влияние удобрений на урожай однолетних трав и яровой пшеницы на лесостепных почвах / Н.В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 5. – С. 32-36.
23. Доманов, Н.М. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур различной степени интенсификации / Н.М. Доманов, К.Б. Ибадуллаев, П.И. Солнцев. – Белгород: Отчий край, 2010. – 220 с.
24. Дорожко, Г.Р. Система интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности, вредителей и болезней / Г.Р. Дорожко, В.К. Целовальников, А.П. Шутко // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2015. – №. 2. – С. 67-72.
25. Дудкин, И.В. Научное обоснование приёмов и систем регулирования засорённости посевов сельскохозяйственных культур в ландшафтном земледелии лесостепи центрального черноземья: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук: 06.01.01 / Дудкин Игорь Витальевич. – Курск, 2009. – 38 с.
26. Дудкин, И.В. Экологические аспекты формирования систем земледелия и защиты растений / И.В. Дудкин, В.М. Дудкин, А.Я. Айдиев и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 7. – С. 2-7.

27. Жиленко, С.В. Эффективность агрохимических приемов при возделывании озимых зерновых культур / С.В. Жиленко, Л.Б. Винничек, Н.И. Аканова // Нива Поволжья. – 2015. – №. 2 (35). – С. 19-25.
28. Жилиев, А.М. Влияние предшественников на урожайность озимой тритикале сорта Антей в условиях ЦР Нечерноземной зоны / А.М. Жилиев, В.К. Афанасьева, С.В. Тоноян. – М.: Вестник РГАЗУ, 2004. – С. 82-83.
29. Жолобова, М.С. Урожайность озимых культур в зависимости от нормы высева и сроков посева семян в условиях Свердловской области / М.С. Жолобова, Н.В. Кандаков, Г.Н. Потапова // Аграрный вестник Урала. – 2011. – №. 11. – С. 4-6.
30. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 431 с.
31. Жученко, А.А. Системы земледелия Ставрополя / А.А. Жученко, В.И. Трухачев. – Ставрополь: АГРУС, 2011. – 842 с.
32. Захаренко, В.А. Состояние и перспективы развития практической защиты посевов от сорняков, ее научного обеспечения / В.А. Захаренко // Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы III Международного науч.-произв. Сопещения / ВНИИФ: Голицино, 2005. – С. 7–21.
33. Защепкин, Е.Е. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы при технологии прямого посева на черноземе выщелоченном / Е.Е. Защепкин, А.П. Шутко, А.Н. Есаулко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 9. – С. 25-28.
34. Иванов, А.Л. Ресурсный потенциал земель России для развития растениеводства / А.Л. Иванов, И.Ю. Савин, В.С. Столбовой // Доклады академии наук. – 2017. – Т. 473. – №. 2. – С. 218-221.
35. Илларионов, А.И. Современные методы и средства защиты озимой пшеницы от сорных растений / А.И. Илларионов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12. – №. 3. – С. 78-93.

36. Казаков, Г.И. Почвозащитная обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, В.А. Корчагин // Земледелие. – 2009. – №. 1. – С. 26-28.
37. Каюмов, М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник / М.К. Каюмов. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 368 с.
38. Кисс, А. Исследования скрещиваемости внутри подсемейства *Triticinae* / А. Кисс, Т. Раджхати // *Der Züchter*, 1956. – № 26. – С. 127–136.
39. Кочетов, А.Н. Влияние агроприемов на формирование урожая озимых зерновых культур: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Кочетов Александр Николаевич. – Мичуринск, 2006. – 158 с.
40. Кочетов, А.Н. Влияние предшественников и норм высева на величину урожая и качество зерна тритикале озимого / А.Н. Кочетов. – Тамбов: ФГУ Тамбовский ЦНТИ, 2006. – 5 с.
41. Кочурко, В.И. Технология возделывания озимой тритикале: лекция для студентов агрономических специальностей / В.И. Кочурко. – Горки: Белорусская ГСХА, 2001. – 38 с.
42. Кошеляев, В.В. Урожайность семян озимой пшеницы при различных сроках применения гербицидов / В.В. Кошеляев, С.М. Кудин, И.П. Кошеляева // *Нива Поволжья*. – 2015. – №. 4 (37). – С. 67-72.
43. Крючкова, Т.Е. Определение оптимальной нормы высева различных сортов озимой тритикале / Т.Е. Крючкова // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2013. – №. 91. – С. 918-928.
44. Ксенз, А.Я. Влияние микроэлементных удобрений на продуктивность озимой пшеницы / А.Я. Ксенз, С.И. Камбулов, Е.Б. Демина // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2016. – Т. 4. – № 36. – С. 69-78.
45. Лазарев, В.И. Влияние комплексных удобрений с микроэлементами на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Курской области / В.И. Лазарев, А.Б. Вартанова // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2014. – № 6. – С. 45-48.

46. Мазалов, В.И. Влияние различных доз азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В.И. Мазалов, О.М. Мосина, Н.Г. Хмызова и др. // Земледелие. – 2019. – №. 4. – С. 19-21.
47. Макарова, В.М. Структура урожайности зерновых культур и ее регулирование / В.М. Макарова. – Пермь: Перм. гос. с.-х. акад., 1995. – 143 с.
48. Малкандуев, Х.А. Новый сорт озимой тритикале Берекет / Х.А. Малкандуев, В.Я. Ковтуненко, А.Х. Малкандуева и др. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 1 (93). – С. 73-80.
49. Мейстер, Г.К. Современные задачи изучения межвидовых гибридов / Г.К. Мейстер // Труды Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству. – Л.: Ред. коллегия Съезда, 1930. – Т. 2. – 392 с.
50. Миникаев, Р.В. Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Д.А. Фатихов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 4-1 (55). – С. 74–79.
51. Назранов, Х.М. Влияние системы удобрений на урожайность озимого тритикале / Х.М. Назранов, В.С. Бжеумыхов, А.М. Калмыков // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – № 10. – С. 53-57.
52. Назранов, Х.М. Оптимизация сроков посева и норм высева при адаптивной технологии возделывания озимого тритикале / Х.М. Назранов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 82. – №. 8. – С. 12-16.
53. Небышинец, С.С. Энергосберегающие системы обработки почвы / С.С. Небышинец, Н.Г. Бачило, Л.А. Булавин, Н.Е. Мурашко, А.П. Гвоздов, Д.Г. Симченков // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 48–66.
54. Никитин, С.Н. Влияние средств химизации и биологизации на

эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте / С.Н. Никитин, А.И. Якунин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 28-32.

55. Никитин, С.Н. Влияние удобрений на урожайность и биоэнергетическую эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте / С.Н. Никитин, А.Х. Куликова, А.В. Карпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4 (32). – С. 45-51.

56. Новоселов, Ю.К. Состояние и экономические аспекты развития полевого кормопроизводства в Российской Федерации / Ю.К. Новоселов, Л.С. Шпаков, В.В. Рудоман. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2004. – 136 с.

57. Осипов, А.И. Роль удобрений в плодородии почв и питании растений / А.И. Осипов // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2020. – Т. 15. – № 2. – С. 874-887.

58. Осипов, А.И. Роль удобрений в получении качественных урожаев возделываемых культур / А.И. Осипов, Е.С. Шкрабак // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2016. – Т. 11. – № 2. – С. 803-807.

59. Понажев, В.П. Повышение урожайных свойства свойств элитных семян льна-долгунца в процессе их предпосевной подготовки / В.П. Понажев // Научные труды ВНИИЛ Всероссийской НИИ льна. – Вып. 30. – Т.1.– Торжок, 2002 – С. 159–164.

60. Пенчукова, В.М. Основы систем земледелия Ставрополя / В.М. Пенчуков, Г.Р. Дорожко. – Ставрополь: АГРУС, 2005. – 464 с.

61. Писарев, В.Е. Селекция зерновых культур: избранные работы / В.Е. Писарев. – М.: Колос, 1964. – 317с.

62. Поздняков, Е.П. Особенности формирования урожая озимой тритикале в зависимости от норм высева и уровня минерального питания в условиях центрального района нечерноземной зоны Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Поздняков Евгений Петрович. – М., 2006. – 19 с.

63. Политыко, П.М. Воздействие удобрений и средств защиты растений на качество зерна интенсивных сортов озимой пшеницы (*triticum aestivum* L.) / П.М. Политыко, Е.Ф. Киселев, А.В. Долгих и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2016. – № 1. – С. 10-17.

64. Политыко, П.М. Изменение качества зерна у различных сортов озимой и яровой пшеницы в зависимости от технологий возделывания / П.М. Политыко, М.Н. Парыгина, А.А. Вольпе и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 3. – С. 71-74.

65. Посыпанов, Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур: учебное пособие / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов. – М.: изд-во МСХА, 1995. – 22 с.

66. Потапова, Г.Н. Зависимость урожайности озимой тритикале от срока посева и нормы высева семян в условиях Свердловской области / Г.Н. Потапова, М.С. Иванова, Н.В. Кандаков // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №. 10 (164). – С. 24-29.

67. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер. – Лимбургерхоф: ландвиртшафтсферлаг мюнстер-хилтруп и БАСФ АГ, 2004. – 192 с.

68. Прокошев, В. Н. Калийные соли и их применение / В.Н. Прокошев. – Пермь: Пермское кн. изд-во, 1965. – 39 с.

69. Радивон, В.А. Эффективность фунгицидов в защите ярового тритикале от болезней / В.А. Радивон, А.Г. Жуковский // Защита растений. – 2022. – №. 42. – С. 141-150.

70. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – 2-е изд. доп. и перераб. – Л.: Колос. [Ленингр. отд-ние], 1972. – 366 с.

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

72. Савицкий, М.С. Биологические и агротехнические факторы высоких урожаев зерновых культур / М.С. Савицкий. – М.: Сельхозиздат, 1948. – 172 с.
73. Салишев, Л.И. и др. Минимальная обработка и воспроизводство плодородия типичного чернозема / Л.И. Салишев, Н.Р. Бахтизин, Р.Я. Рамазанов и др.; отв. ред. Ф.Х. Хазиев. – Уфа: БНИИЗИС, 1993. – 114 с.
74. Сдобников, С.С. Увеличение производства зерна в Нечерноземной зоне / С.С. Сдобников. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 48 с.
75. Смирнов, П.А. Оптимизация подготовки почвы под посев пропашных культур / П.А. Смирнов, И.И. Максимов, М.П. Смирнов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – №. 4. – С. 124-129.
76. Созинов, А.А. Урожай и качество зерна / А.А. Созинов. – М.: Знание, 1976. – 63 с.
77. Спиридонов, Ю.Я. Возделывание льна с применением секатора турбо, фулоре супер, баритона и других препаратов в условиях Поволжья / Ю.Я. Спиридонов, Н.И. Будынков, Р.А. Автаев и др. // АПК России. – 2017. – Т. 24. – №. 2. – С. 308-313.
78. Спиридонов, Ю.Я. Засоренность посевов и борьба с ней / Ю.Я. Спиридонов // Защита и карантин растений. – 1997. – №. 2. – С. 16-18.
79. Стрижков, Н.И. Экологически обоснованные минимально необходимые нормы и сроки применения гербицидов на полевых культурах / Н.И. Стрижков // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 9. – С. 19-20.
80. Сулима, Ю.Г. Тритикале: достижения, проблемы, перспективы / Ю.Г. Сулима. – Кишинев: Штиинца, 1976. – 200 с.
81. Тойгильдин, А.Л. Эффективность применения средств защиты растений от болезней при возделывании озимой пшеницы / А.Л. Тойгильдин, Д.Э. Аюпов, И.А. Тойгильдина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3 (39). – С. 26.
82. Тоноян, С.В. Влияние предшественников на урожайность озимого

тритикале в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.01 / Тоноян Светлана Владимировна. – М., 2005. – 21 с.

83. Туровский, А.И. Система мер борьбы с сорняками в полевых севооборотах при интенсивном земледелии ЦЧР / А.И. Туровский [и др.]. – Воронеж, 1989. – 62 с.

84. Турусов, В.И. Влияние системы обработки почвы, удобрений, гербицида и регулятора роста на сорный компонент в посевах озимой пшеницы / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, И.М. Корнилов и др. // Защита и карантин растений. – 2015. – №. 12. – С. 26-28.

85. Тютюнов, С.И. Динамика урожайности озимой пшеницы по ротациям севооборота в зависимости от применяемых удобрений и способов основной обработки почвы / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев // Сахарная свекла. – 2019. – №. 9. – С. 19-22.

86. Шаповал, О.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях / О.А. Шаповал, И.П. Можарова, А.А. Коршунов // Защита и карантин растений. – 2014. – № 6. – С. 16-20.

87. Шаповал, О.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях основных сельскохозяйственных культур (к 150-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова) / О.А. Шаповал, И.П. Можарова, Т.Ю. Грабовская и др.; под ред. акад. РАН Сычева В.Г. – М.: ВНИИА, 2015. – 347 с.

88. Шаповал, О.А. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / О.А. Шаповал, И.П. Можарова // Защита и карантин растений. – 2019. – №. 4. – С. 9-14.

89. Шишлянников Я. И. и др. Горка–новый сорт озимого тритикале/ Я.И. Шишлянников, Т.П. Богомолова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №. 12-3 (66). – С. 95-99.

90. Шкель, М.П. Справочник по зерновым культурам / М.П. Шкель и др.; под ред. В.И. Самсонова и Н.Д. Мухина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Ураджай, 1986. – 303 с.

91. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.

92. Шулындин, А.Ф. Хлебопекарные качества пшенично-ржаных амфидиплоидов / А.Ф. Шулындин // Доклады ВАСХНИЛ. – 1973. – № 5. – С. 5-7.
93. Шулындин, А.Ф. О выведении зерновых и кормовых пшенично-ржаных амфидиплоидов различной геномной структуры / А.Ф. Шулындин // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1971. – № 11. – С. 60-71.
94. Шутко, А.П. Биологическое обоснование оптимизации систем защиты озимой пшеницы от болезней в Ставропольском крае: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.07 / Шутко Анна Петровна. – Санкт-Петербург – Пушкин, 2013. – 48 с.
95. Шутко, А.П. Совершенствование системы мероприятий по защите озимой пшеницы от болезней в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16 / Шутко Анна Петровна. – Ставрополь, 2000. – 175 с.
96. Шутко, А.П. Экологический мониторинг в защите зерновых культур от фитопатогенов / А.П. Шутко // Актуальные вопросы экологии и природопользования: материалы международной науч.-практ. конференции / АГРУС. – Ставрополь, 2014. – С. 89-93.
97. Цупак, В.Ф. Полевые культуры Нечерноземной зоны / В.Ф. Цупак, Л.А. Синякова, Ф.Г. Гусинцев. – Л.: Колос, 1980. – 326 с.
98. Arvalis, Optimiser l'alimentation de la plante en fractionnant l'azote. In: Interventions de printemps: un tournant décisif pour réussir ses cultures. Arvalis-cetiom infos, Janvier. – 2014. – pp. 3-4.
99. Brabant, C. Influence de la fumure azotée et de son fractionnement sur la qualité boulangère du blé / C. Brabant, H.L. Levy // Recherche Agronomique Suisse. – 2016. – Vol. 7. – № (2). – pp. 88-97.
100. Buschbell, T. The effects of different nitrogen regimes on the epidemiologic development of pathogen on winter-wheat and their control / T. Buschbell, G.M. Hoffmann // Journal of Plant Diseases and Protection. – 1992. – № 99. – pp. 381–403.
101. Butcher, K. Soil salinity: A threat to global food security / K. Butcher,

A.F. Wick, T. Desutter et al. // *Agronomy Journal*. – 2016. – Vol. 108. – № 6. – pp. 2189-2200.

102. Cauderon, Y. Origine et evolution des triticales / Y. Cauderon // *Industries des céréales*. France. – 1981. (no.10) – и pp. 3-9.

103. Charles, R. Maladies et rendement de blé d'automne: influence du système de culture / R. Charles, E. Cholley, F. Mascher-Frutschi // *Recherche Agronomique Suisse*. – 2011. – № 2 (6). – pp. 264–271.

104. Charles, R. Variétés, densité de semis et fumure azotée sur orge d'automne / R. Charles, J.-F. Collaud, L. Levy et. al. // *Recherche Agronomique Suisse*. – 2012. – № 3 (2). – pp. 88-95.

105. Chaves, M.M. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell / M.M. Chaves, J. Flexas, C. Pinheiro // *Annals of Botany*. – 2009. – № 103 (4). – pp. 551-560.

106. Courchain, F. Genèse Des Podzols / F. Courchain, W.H. Hendershot // *Géographie physique et Quaternaire*. – 1997. – Vol. 51. – № 2. – pp. 235-250.

107. Dekemati, I. The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary / I. Dekemati, B. Simon, S. Vinogradov, M. Birkás // *Soil and Tillage Research*. – 2019. – T. 194. – pp. 12.

108. Fones, H. The impact of Septoria tritici Blotch disease on wheat: An EU perspective / H. Fones, S. Gurr // *Fungal genetics and biology*. – 2015. – Vol. 79. – pp. 3-7.

109. Gash, A.F.J. Wheat nitrogen fertilisation effects on the performance of the cereal aphid *Metopolophium dirhodum* / A.F.J. Gash // *Agronomy*. – 2012. – Vol. 2. – №. 1. – pp. 1-13.

110. Golebiowska, H. The competitive ability of *Chenopodium album* and *Echinochloa crus-galli* in maize crops depending on the time of their occurrence or removal / H. Golebiowska, R. Kieloch // *Acta Agrobotanica*. – 2016. – T. 69. – №. 4.

111. Govindin, J.C. Les Plantes De Service: Une Alternative Au Travail Du Sol Dans Les Systèmes De Culture D'ananas/ J.C. Govindin // *cirad.fr*. Дис. – UAG, 2014.

112. Harlan J.R. Les plantes cultivées et l'homme (traduction de l'anglais: Crops and man) / J.R. Harlan // Paris – 1987. PUF, 416 p.

113. Jordan, V.W.L. Fungicide and nitrogen applications in relation to the improvement of disease control and yield in winter barley / V.W.L. Jordan, G.R. Stinchcombe, J.A. Hutcheon // *Plant Pathology*. – 1989. – № 38. – pp. 26-34.
114. Keichinger, O. Un indicateur évaluant la diversité globale des rotations: de la diversité des cultures aux services écosystémiques / O. Keichinger, L. Viguier, G. Corre-Hellou et. al. // *Agronomie, Environnement & Sociétés*. – 2021. – Vol. 11. – №. 1. – pp. 183-201.
115. Krnjaja, V. Influence of N-fertilisation on Fusarium head blight and mycotoxin levels in winter wheat / V. Krnjaja, V. Mandic, J. Levic et. al. // *Crop Protection*. – 2015. – № 67. – pp. 251-256.
116. Krupinsky, J.M. Managing plant disease risk in diversified cropping systems / J.M. Krupinsky, K.L. Bailey, M.P. McMullen et. al. // *Agronomy Journal*. – 2002. – Vol. 94. – №. 2. – pp. 198-209.
117. Levy, L. Fumure azotée et performances agronomiques de variétés de blé et de triticale / L. Levy, R. Schwaerzel // *Revue suisse d'Agriculture*. – 2009. – № 41(3). – pp. 161-165.
118. Levy, L. Influence de la fumure azotée sur la qualité des céréales panifiables / L. Levy, R. Schwaerzel, G. Kleijer // *Revue suisse d'Agriculture*. – 2007. – № 39. – pp. 255-260.
119. Martin, R.A. Effects and control of Fusarium diseases of cereal grains in the Atlantic Provinces / R.A. Martin, H.W. Johnston // *Can. J. Plant Pathol.* – 1982. – № 4. – pp. 210-216.
120. Margulis, H. Aux sources de la pedologie (Dokoutchaiev-Sibirtzev) / H. Margulis, V.V. Dokuchaev, N.M. Sibirtsev // *Ecole Nationale Supérieure Agronomique*, 1954. – pp. 85.
121. Meisam, Z. Impact of climate change on cereal production in the highlands of eastern Algeria / Z. Meisam, N. Rebouh, E. Pakina et. al. // *Res. on Crops*. – 2017. – № 18 (4). – pp. 575-582.

122. Mokma, D. L. Color and amorphous materials in Spodosols from Michigan / D. L. Mokma // Soil Science Society of America Journal. – 1993. – T. 57. – №. 1. – C. 125-128.
123. Morot-Gaudry, J.F. Assimilation de l'azote chez les plantes: Aspects physiologique, biochimique et moléculaire / J.F. Morot-Gaudry. – Paris: Editions Quae, 1997. – 422 pp.
124. Müntzing, A. et al. Triticale-Results and problems/ A. Müntzing et al // Fortschritte der Pflanzenzuechtung (Germany). – 1979. – №. 10. – 103 p.
125. Ouffroukh, A. Contribution à l'étude des maladies foliaires des céréales" approche a l'étude epidemiologique et identification de la jaunisse nanisante de l'orge dans les cereales d'hiver dans les regions de l'est d'algerie" / A. Ouffroukh, D. Khelifi, L. Dehimat // Sciences & Technologie. C, Biotechnologies. – 2011. – pp. 53-61.
126. Padwick, G.W. Losses caused by plant diseases in the colonies / G.W. Padwick // (No Title). Phytopathological papers CMI. – 1956. – № 1. – pp. 60.
127. Ratnadass, A. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review / A. Ratnadass, P. Fernandes, J. Avelino et. al. // Agronomy for sustainable development. – 2012. – Vol. 32. – pp. 273-303.
128. Rojas, E.C. Fusarium head blight modifies fungal endophytic communities during infection of wheat spikes / E.C. Rojas, R. Sapkota, B. Jensen et al. // Microbial Ecology. – 2020. – № 79. – pp. 397-408.
129. Savary S. Quantification and modeling of crop losses: a review of purposes / S. Savary, P.S. Teng, L. Willocquet // Annu. Rev. Phytopathol. – 2006. – T. 44. – №. 1. – pp. 89-112.
130. Sinaj ,S. Fertilisation des grandes cultures / S. Sinaj, R. Charles, A. Baux, B. Dupuis, J. Hiltbrunner, L. Levy, D. Pellet, G. Blanchet // Recherche agronomique suisse. – 2017. – T. 8. – №. 8. – pp. 1-8.
131. Soltner, D. 2003. Les bases de la production végétale. Le sol et son amelioration / D. Soltner. – Paris: Collection Sciences et techniques agricoles. – Vol.

1. – 2003. – 472 p.

132. Stupakov, A.G. Ecological and agrochemical bases of the nitrogen regime of typical chernozem depending on agrotechnical methods / A.G. Stupakov, A.A. Orekhovskaya, M.A. Kulikova et al. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 315. – Article 052027.

133. Therond, O. Volet "Ecosystèmes Agricoles" De l'Évaluation Française Des Ecosystèmes Et Des Services Écosystémiques: Дис. – Inra, 2017.

134. Valade, R. La fusariose des épis des céréales à paille: synthèse de 10 années de recherche pour une meilleure gestion intégrée de la maladie / R. Valade, B. Orlando, C. Maumené et al. // Phloème 2020: biennales de l'innovation céréalière. – 2020.

135. Vertès, F. Légumineuses et prairies temporaires: des fournitures d'azote pour les rotations / F. Vertès, M-H. Jeuffroy, G. Louarn et al. // Fourrages. – 2015. – Vol. 223. – pp. 221-232.

136. Wilson, S. The Wheat and Rye Hybrids of Edinburgh are described in detail in the Transactions of the Botanical Society of Edinburgh / S. Wilson // Botanical Journal of Scotland. – 1873. – Vol. 12. – pp. 286-288.

137. Zillinsky, F.J. The development of triticale / F.J. Zillinsky // Advances in Agronomy. – 1974. – Elsevier. – T. 26. – pp. 315-348.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

А1 – Метеорологические условия за 2020–2021 сельскохозяйственный год  
(метеостанция «Немчиновка»)

Год	Месяц	Декада	Температура по декадам, °С		Осадки по декадам, мм		Температура в среднем за месяц, °С		Осадки в сумме за месяц, мм	
			Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.
2020	Сентябрь	1	13,0	16,5	24,7	13,9	10,6	13,9	62,3	65,6
		2	10,2	11,5	20,9	48,9				
		3	8,5	13,8	16,7	2,8				
	Октябрь	1	6,7	13,3	20,2	9,4	4,6	9,3	61,1	57,2
		2	5,1	8,0	20,2	31,1				
		3	2,0	6,7	20,7	16,7				
	Ноябрь	1	-0,1	5,7	20,0	13,4	-2,0	0,1	50,3	38,2
		2	-1,5	-5,7	15,2	7,4				
		3	-4,4	0,4	15,1	17,4				
Декабрь	1	-4,7	-5,3	13,1	1,5	-5,9	-4,3	48,1	21,9	
	2	-6,4	-3,7	16,3	13,9					
	3	-6,7	-3,8	18,7	6,5					
2021	Январь	1	-7,9	-3,0	12,9	13,1	-8,0	-6,2	35,4	53,8
		2	-8,0	-13,7	9,5	24,5				
		3	-8,0	-1,8	13,0	16,2				
	Февраль	1	-8,0	-10,4	10,5	16,6	-7,2	-10,4	26,8	60,4
		2	-7,9	-14,2	9,0	32,3				
		3	-5,7	-6,5	7,3	11,5				
	Март	1	-4,4	-4,7	7,4	9,3	-2,1	-1,8	25,8	30,2
		2	-2,4	-2,8	9,9	13,0				
		3	0,4	2,2	8,5	7,9				
	Апрель	1	3,6	4,3	11,1	24,4	5,9	7,8	26,9	74,6
		2	5,6	11,8	8,8	5,4				
		3	8,6	7,3	7,0	44,8				
	Май	1	11,1	9,2	14,7	48,3	12,6	14,1	52,4	85,7
		2	12,5	18,3	18,0	9,7				
		3	14,2	14,8	19,7	27,7				
	Июнь	1	16,3	16,3	23,0	17,6	16,9	20,2	75,9	62,2
		2	16,7	20,0	23,1	21,1				
		3	17,6	24,4	29,8	23,5				
Июль	1	17,8	22,2	29,8	12,2	18,1	22,2	85,8	37,4	
	2	18,3	24,9	27,2	6,3					
	3	18,3	19,6	28,8	18,9					
Август	1	18,2	20,4	27,4	24,4	16,3	19,4	79,2	73,0	
	2	15,9	20,5	26,1	36,8					
	3	14,8	17,4	25,7	11,8					

А2 – Метеорологические условия за 2021–2022 сельскохозяйственный год  
(метеостанция «Немчиновка»)

Год	Месяц	Декада	Температура по декадам, °С		Осадки по декадам, мм		Температура в среднем за месяц, °С		Осадки в сумме за месяц, мм	
			Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.
2021	Сентябрь	1	13,0	11,3	24,7	29,3	10,6	9,7	62,3	94,2
		2	10,2	10,2	20,9	28,0				
		3	8,5	7,6	16,7	36,9				
	Октябрь	1	6,7	5,4	20,2	-	4,6	5,9	61,1	40,3
		2	5,1	6,0	20,2	29,7				
		3	2,0	6,2	20,7	10,6				
	Ноябрь	1	-0,1	4,5	20,0	18,3	-2,0	3,2	50,3	66,3
		2	-1,5	0,5	15,2	24,2				
		3	-4,4	4,6	15,1	23,8				
Декабрь	1	-4,7	-4,6	13,1	19,6	-5,9	-6,9	48,1	50,1	
	2	-6,4	-4,2	16,3	23,6					
	3	-6,7	-11,8	18,7	6,9					
2022	Январь	1	-7,9	-5,3	12,9	18,5	-8,0	-5,8	35,4	61,2
		2	-8,0	-6,5	9,5	19,0				
		3	-8,0	-5,7	13,0	23,7				
	Февраль	1	-8,0	-3,7	10,5	13,5	-7,2	-1,4	26,8	26,8
		2	-7,9	-0,1	9,0	7,5				
		3	-5,7	-0,4	7,3	5,8				
	Март	1	-4,4	-3,5	7,4	4,8	-2,1	-1,2	25,8	17,0
		2	-2,4	-1,3	9,9	-				
		3	0,4	1,3	8,5	12,2				
	Апрель	1	3,6	2,8	11,1	29,1	5,9	5,5	26,9	63,0
		2	5,6	5,6	8,8	19,9				
		3	8,6	8,2	7,0	14,0				
	Май	1	11,1	9,1	14,7	7,5	12,6	10,4	52,4	64,8
		2	12,5	11,2	18,0	18,3				
		3	14,2	10,9	19,7	39,0				
	Июнь	1	16,3	17,7	23,0	9,0	16,9	18,8	75,9	36,2
		2	16,7	17,7	23,1	25,1				
		3	17,6	20,9	29,8	2,1				
Июль	1	17,8	21,7	29,8	23,6	18,1	20,5	85,8	63,1	
	2	18,3	18,9	27,2	20,5					
	3	18,3	21,0	28,8	19,0					
Август	1	18,2	21,6	27,4	1,9	16,3	22,3	79,2	2,5	
	2	15,9	22,5	26,1	0,3					
	3	14,8	22,9	25,7	0,3					

А3 – Метеорологические условия за 2022–2023 сельскохозяйственный год  
(метеостанция «Немчиновка»)

Год	Месяц	Декада	Температура по декадам, °С		Осадки по декадам, мм		Температура в среднем за месяц, °С		Осадки в сумме за месяц, мм	
			Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.	Ср. мног.	Факт.
2022	Сентябрь	1	13,0	9,3	24,7	8,3	10,6	10,1	62,3	74,5
		2	10,2	11,4	20,9	24,8				
		3	8,5	9,5	16,7	41,4				
	Октябрь	1	6,7	11,3	20,2	39,9	4,6	7,5	61,1	57,8
		2	5,1	6,7	20,2	9,4				
		3	2,0	4,5	20,7	8,5				
	Ноябрь	1	-0,1	1,5	20,0	3,9	-2,0	-0,2	50,3	31,2
		2	-1,5	1,7	15,2	17,1				
		3	-4,4	-3,9	15,1	10,2				
Декабрь	1	-4,7	-8,7	13,1	10,1	-5,9	-4,3	48,1	106,3	
	2	-6,4	-2,9	16,3	67,9					
	3	-6,7	-1,4	18,7	28,3					
2023	Январь	1	-7,9	-9,6	12,9	18,0	-8,0	-5,4	35,4	28,9
		2	-8,0	-4,5	9,5	9,0				
		3	-8,0	-2,0	13,0	1,9				
	Февраль	1	-8,0	-2,0	10,5	5,8	-7,2	-4,1	26,8	33,8
		2	-7,9	-4,0	9,0	16,3				
		3	-5,7	-6,4	7,3	11,7				
	Март	1	-4,4	-2,8	7,4	9,6	-2,1	1,1	25,8	60,6
		2	-2,4	0,6	9,9	25,2				
		3	0,4	5,6	8,5	25,8				
	Апрель	1	3,6	8,0	11,1	5,6	5,9	9,7	26,9	26,6
		2	5,6	9,7	8,8	0,2				
		3	8,6	11,5	7,0	20,8				
	Май	1	11,1	7,5	14,7	3,8	12,6	12,6	52,4	35,1
		2	12,5	14,9	18,0	2,1				
		3	14,2	15,5	19,7	29,2				
	Июнь	1	16,3	14,7	23,0	18,1	16,9	11,8	75,9	71,4
		2	16,7	9,3	23,1	0,6				
		3	17,6	11,4	29,8	52,7				
Июль	1	17,8	9,5	29,8	2,1	18,1	9,2	85,8	148,5	
	2	18,3	11,3	27,2	69,1					
	3	18,3	6,7	28,8	77,3					
Август	1	18,2	4,5	27,4	0,1	16,3	2,6	79,2	62,9	
	2	15,9	1,5	26,1	58,6					
	3	14,8	1,7	25,7	4,2					

В1 – Влажность почвы в посевах озимой тритикале в слое почвы 0–20 см, %

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
2021 г.				
Гера	Б	17,1	16,4	11,1
	И	16,9	15,1	12,4
	В	18,2	14,7	12,1
Немчиновский 56	Б	19,4	15,3	10,9
	И	17,8	15,0	10,4
	В	19,0	17,2	12,1
Нина	Б	17,2	16,0	10,9
	И	17,7	14,8	10,5
	В	18,5	15,7	12,0
2022 г.				
Гера	Б	18,9	15,8	10,9
	И	18,9	15,5	10,7
	В	18,7	15,8	10,2
Немчиновский 56	Б	18,4	15,5	10,9
	И	18,0	15,5	10,6
	В	18,6	15,5	10,6
Нина	Б	18,9	15,5	10,7
	И	18,9	15,5	10,7
	В	18,4	15,5	10,9
2023 г.				
Гера	Б	17,4	17,9	21,5
	И	18,7	19,2	23,0
	В	18,1	18,3	22,0
Немчиновский 56	Б	16,7	18,3	21,9
	И	18,6	19,9	23,4
	В	19,3	18,1	21,7
Нина	Б	17,1	18,5	21,9
	И	18,9	18,3	22,6
	В	19,4	19,1	21,8

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

С1 – Запас продуктивной влаги в посевах озимой тритикале в слое почвы  
0–20 см, мм

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
2021 г.				
Гера	Б	25,2	24,9	13,6
	И	25,4	22,6	17,1
	В	27,4	20,6	16,1
Немчиновский 56	Б	30,8	23,3	13,4
	И	26,5	21,8	11,8
	В	29,7	26,8	16,2
Нина	Б	25,6	25,2	13,5
	И	27,5	21,5	11,9
	В	28,0	23,5	16,0
2022 г.				
Гера	Б	19,9	18,6	13,5
	И	20,6	18,6	13,3
	В	20,9	18,6	13,4
Немчиновский 56	Б	20,9	19,0	13,2
	И	20,9	18,6	13,4
	В	20,7	18,9	12,8
Нина	Б	20,9	18,6	13,4
	И	20,9	18,6	13,4
	В	20,4	18,6	13,6
2023 г.				
Гера	Б	26,4	29,6	21,7
	И	25,2	29,6	20,7
	В	27,0	30,5	19,6
Немчиновский 56	Б	25,3	27,6	20,9
	И	24,4	28,3	21,2
	В	25,4	30,0	20,6
Нина	Б	27,0	27,0	20,3
	И	27,5	24,6	21,1
	В	27,3	32,8	19,9

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

## D1 – Динамика содержание нитратного азота в слое почвы 0–20 см в посевах озимой тритикале, мг/кг

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
2021 г.				
Гера	Б	8,1	15,2	12,9
	И	10,4	35,8	28,3
	В	20,7	51,2	35,2
Немчиновский 56	Б	10,2	20,3	15,2
	И	14,5	34,7	21,9
	В	21,0	55,1	32,4
Нина	Б	9,5	15,9	13,8
	И	11,4	28,7	23,0
	В	20,2	57,4	32,6
2022 г.				
Гера	Б	6,4	13,2	8,9
	И	14,5	24,8	18,3
	В	22,3	29,2	22,2
Немчиновский 56	Б	6,8	12,8	7,2
	И	15,2	26,2	17,6
	В	22,8	33,1	20,7
Нина	Б	6,0	12,1	7,8
	И	14,7	22,3	20,6
	В	21,5	29,2	21,4
2023 г.				
Гера	Б	8,7	11,8	7,4
	И	16,8	21,7	12,6
	В	19,7	23,8	14,2
Немчиновский 56	Б	9,0	12,6	7,8
	И	17,4	23,4	11,4
	В	22,5	25,3	15,3
Нина	Б	8,9	12,3	7,2
	И	17,2	22,7	11,1
	В	21,3	25,0	15,0

Примечание: Б – базовая, И – интенсивная, В – высокоинтенсивная технологии.

Приложение Е

Е1 – Количество продуктивных стеблей у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2021 году, шт./м<sup>2</sup>

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	587	590	585	594	2356	589
	Интенсивная	653	656	651	656	2616	654
	Высокоинтенсивная	702	707	700	711	2820	705
Немчиновский 56	Базовая	481	484	479	488	1932	483
	Интенсивная	499	503	497	505	2004	501
	Высокоинтенсивная	605	609	607	611	2432	608
Нина	Базовая	455	459	453	461	1828	457
	Интенсивная	501	503	499	505	2008	502
	Высокоинтенсивная	581	585	580	586	2332	583
Суммы Р		5064	5096	5051	5117	Σ=20328	x=564,7

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	218,0	35	-	-	-
Повторений	300,7	3	-	-	-
Фактор (А)	698,7	2	349,3	467,6	3,4
Фактор (В)	530,7	2	265,3	853,5	3,4
Взаимодействия (АВ)	658,7	4	914,7	748,4	2,78
Остаточное (ошибки)	29,3	24	1,2	-	-

Ошибка опыта	0,55
Ошибка разности средних	0,78
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	1,61
Ошибка разности средних по фактору А	0,45
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,93
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,52
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	1,07

Е2 – Количество продуктивных стеблей у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2022 году, шт./м<sup>2</sup>

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	527	531	526	532	2116	529
	Интенсивная	563	565	561	567	2256	564
	Высокоинтенсивная	676	680	674	682	2712	678
Немчиновский 56	Базовая	550	554	549	555	2208	552
	Интенсивная	657	660	656	663	2636	659
	Высокоинтенсивная	670	674	668	676	2688	672
Нина	Базовая	517	520	515	524	2076	519
	Интенсивная	518	524	517	525	2084	521
	Высокоинтенсивная	551	554	549	554	2208	552
Суммы Р		5229	5262	5215	5278	Σ=20984	x=582,9

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>фактич.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	739,6	35	-	-	-
Повторений	281,1	3	-	-	-
Фактор (А)	451,6	2	725,8	304,2	3,4
Фактор (В)	846,2	2	423,1	40,2	3,4
Взаимодействия (АВ)	145,8	4	286,4	133,4	2,78
Остаточное (ошибки)	14,9	24	0,6	-	-

Ошибка опыта	0,39
Ошибка разности средних	0,56
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	1,15
Ошибка разности средних по фактору А	0,32
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,66
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,37
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,77

ЕЗ – Количество продуктивных стеблей у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2023 году, шт./м<sup>2</sup>

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	531	534	529	538	2132	533
	Интенсивная	546	548	544	550	2188	547
	Высокоинтенсивная	571	575	570	576	2292	573
Немчиновский 56	Базовая	591	595	589	597	2372	593
	Интенсивная	619	621	617	623	2480	620
	Высокоинтенсивная	620	624	619	625	2488	622
Нина	Базовая	573	575	571	577	2296	574
	Интенсивная	579	585	577	587	2328	582
	Высокоинтенсивная	590	596	588	598	2372	593
Суммы Р		5220	5253	5204	5271	Σ=20948	x=581,9

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	561,6	35	-	-	-
Повторений	310,0	3	-	-	-
Фактор (А)	104,9	2	52,4	176,8	3,4
Фактор (В)	184,9	2	592,4	435,6	3,4
Взаимодействия (АВ)	937,8	4	234,4	256,9	2,78
Остаточное (ошибки)	24,0	24	1,0	-	-

Ошибка опыта	0,5
Ошибка разности средних	0,71
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	1,46
Ошибка разности средних по фактору А	0,41
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,84
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,47
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,97

Е4 – Количество продуктивных стеблей у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий, шт./м<sup>2</sup> (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	548	552	547	553	2200	550
	Интенсивная	587	590	585	590	2352	588
	Высокоинтенсивная	650	654	648	656	2608	652
Немчиновский 56	Базовая	541	544	539	548	2172	543
	Интенсивная	592	595	590	595	2372	593
	Высокоинтенсивная	632	636	631	637	2536	634
Нина	Базовая	515	518	513	522	2068	517
	Интенсивная	533	537	531	539	2140	535
	Высокоинтенсивная	574	578	572	580	2304	576
Суммы Р		5172	5204	5156	5220	Σ=20752	x=587,6

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	292,9	35	-	-	-
Повторений	284,4	3	-	-	-
Фактор (А)	803,6	2	401,8	48,5	3,4
Фактор (В)	691,6	2	345,8	933,5	3,4
Взаимодействия (АВ)	497,8	4	624,4	963,4	2,78
Остаточное (ошибки)	15,6	24	0,7	-	-

Ошибка опыта	0,4
Ошибка разности средних	0,57
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	1,17
Ошибка разности средних по фактору А	0,33
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,68
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,38
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,78

Приложение F

F1 – Число зерен в колосе у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2021 году, штук

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Число зерен в колосе по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	39,1	39,4	39,0	39,7	157,2	39,3
	Интенсивная	40,5	40,9	40,3	41,1	162,8	40,7
	Высокоинтенсивная	41,0	41,5	40,7	42,0	165,2	41,3
Немчиновский 56	Базовая	39,8	40,6	39,5	40,1	160,0	40,0
	Интенсивная	40,7	41,8	40,4	41,1	164,0	41,0
	Высокоинтенсивная	40,5	41,7	40,2	41,6	164,0	41,0
Нина	Базовая	38,4	39,7	38,1	39,8	156,0	39,0
	Интенсивная	39,5	40,6	39,2	40,7	160,0	40,0
	Высокоинтенсивная	39,7	40,9	39,1	40,3	160,0	40,0
Суммы P		359,2	367,1	356,5	366,4	$\Sigma=1449,2$	$\bar{x}=40,3$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	31,3	35	-	-	-
Повторений	9,2	3	-	-	-
Фактор (А)	6,6	2	3,3	44,1	3,4
Фактор (В)	12,4	2	6,2	83,3	3,4
Взаимодействия (АВ)	1,4	4	0,3	4,5	2,78
Остаточное (ошибки)	1,8	24	0,07	-	-

Ошибка опыта	0,14
Ошибка разности средних	0,19
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,4
Ошибка разности средних по фактору А	0,11
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,23
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,13
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,27

F2 – Число зерен в колосе у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2022 году, штук

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Число зерен в колосе по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	36,0	36,8	35,4	37,0	145,2	36,3
	Интенсивная	37,6	38,5	37,2	38,7	152,0	38,0
	Высокоинтенсивная	38,5	39,7	38,1	39,7	156,0	39,0
Немчиновский 56	Базовая	36,3	37,9	36,0	37,8	148,0	37,0
	Интенсивная	37,4	38,3	36,9	38,6	151,2	37,8
	Высокоинтенсивная	38,4	39,6	38,0	40,0	156,0	39,0
Нина	Базовая	36,5	37,8	36,1	37,6	148,0	37,0
	Интенсивная	36,2	37,9	35,9	38,0	148,0	37,0
	Высокоинтенсивная	38,6	39,7	38,2	39,5	156,0	39,0
Суммы P		335,5	346,2	331,8	346,9	$\Sigma=1360,4$	$\bar{x}=37,8$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	54,1	35	-	-	-
Повторений	19,3	3	-	-	-
Фактор (А)	0,4	2	0,2	7,2	3,4
Фактор (В)	30,6	2	15,3	507,9	3,4
Взаимодействия (АВ)	3,1	4	0,8	25,8	2,78
Остаточное (ошибки)	0,7	24	0,03	-	-

Ошибка опыта	0,09
Ошибка разности средних	0,12
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,25
Ошибка разности средних по фактору А	0,07
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,15
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,08
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,17

F3 – Число зерен в колосе у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2023 году, штук

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Число зерен в колосе по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	37,5	38,6	37,0	38,9	152,0	38,0
	Интенсивная	39,6	40,7	39,2	40,9	160,4	40,1
	Высокоинтенсивная	40,7	41,6	40,4	41,3	164,0	41,0
Немчиновский 56	Базовая	38,4	39,9	38,0	39,7	156,0	39,0
	Интенсивная	38,3	39,5	38,1	40,1	156,0	39,0
	Высокоинтенсивная	39,4	39,5	39,0	42,1	160,0	40,0
Нина	Базовая	38,7	39,8	38,2	40,1	156,8	39,2
	Интенсивная	40,0	40,8	39,5	40,5	160,8	40,2
	Высокоинтенсивная	39,6	40,9	39,3	41,0	160,8	40,2
Суммы Р		352,2	361,3	348,7	364,6	$\Sigma=1426,8$	$\bar{x}=39,6$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	48,6	35	-	-	-
Повторений	18,6	3	-	-	-
Фактор (А)	1,8	2	0,9	5,5	3,4
Фактор (В)	17,0	2	8,5	52,6	3,4
Взаимодействия (АВ)	7,3	4	1,8	11,3	2,78
Остаточное (ошибки)	3,9	24	0,2	-	-

Ошибка опыта	0,2
Ошибка разности средних	0,28
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,59
Ошибка разности средних по фактору А	0,16
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,34
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,19
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,39

F4 – Число зерен в колосе у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий, штук (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Число зерен в колосе по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	37,5	38,3	37,1	38,7	151,6	37,9
	Интенсивная	39,2	40,0	38,9	40,3	158,4	39,6
	Высокоинтенсивная	40,1	40,9	39,7	40,9	161,6	40,4
Немчиновский 56	Базовая	38,2	39,5	37,8	39,3	154,8	38,7
	Интенсивная	38,8	39,9	38,5	40,0	157,2	39,3
	Высокоинтенсивная	39,4	40,3	39,1	41,2	160,0	40,0
Нина	Базовая	37,9	39,1	37,5	39,1	153,6	38,4
	Интенсивная	38,6	39,8	38,2	39,8	156,4	39,1
	Высокоинтенсивная	39,3	40,5	38,9	40,1	158,8	39,7
Суммы P		349,0	358,3	345,7	359,4	$\Sigma=1412,4$	$\bar{x}=39,2$

#### Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	36,5	35	-	-	-
Повторений	15,4	3	-	-	-
Фактор (А)	0,5	2	0,3	7,7	3,4
Фактор (В)	17,5	2	8,8	265,0	3,4
Взаимодействия (АВ)	2,3	4	0,6	17,3	2,78
Остаточное (ошибки)	0,8	24	0,03	-	-

Ошибка опыта	0,09
Ошибка разности средних	0,13
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,26
Ошибка разности средних по фактору А	0,07
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,15
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,09
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,18

Приложение G

G1 – Масса зерна с колоса у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2021 году, г

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса зерна с колоса по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	1,61	1,66	1,59	1,7	6,56	1,64
	Интенсивная	1,73	1,78	1,7	1,79	7,0	1,75
	Высокоинтенсивная	1,82	1,88	1,79	1,91	7,4	1,85
Немчиновский 56	Базовая	1,59	1,66	1,56	1,63	6,44	1,61
	Интенсивная	1,67	1,74	1,64	1,75	6,8	1,70
	Высокоинтенсивная	1,72	1,81	1,69	1,78	7,0	1,75
Нина	Базовая	1,52	1,6	1,5	1,66	6,28	1,57
	Интенсивная	1,64	1,72	1,62	1,74	6,72	1,68
	Высокоинтенсивная	1,75	1,84	1,71	1,82	7,12	1,78
Суммы Р		15,05	15,69	14,8	15,78	$\Sigma=61,3$	$\bar{x}=1,7$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	0,3	35	-	-	-
Повторений	0,08	3	-	-	-
Фактор (А)	0,03	2	0,02	66,8	3,4
Фактор (В)	0,2	2	0,1	407,7	3,4
Взаимодействия (АВ)	0,007	4	0,002	6,7	2,78
Остаточное (ошибки)	0,006	24	0,0003	-	-

Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,01
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,02
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,01
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,02

G2 – Масса зерна с колоса у сортов озимой тритикале в зависимости от  
уровня интенсивности агротехнологий в 2022 году, г

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса зерна с колоса по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	1,44	1,51	1,4	1,53	5,88	1,47
	Интенсивная	1,56	1,63	1,53	1,64	6,36	1,59
	Высокоинтенсивная	1,66	1,74	1,62	1,74	6,76	1,69
Немчиновский 56	Базовая	1,39	1,51	1,37	1,53	5,8	1,45
	Интенсивная	1,48	1,56	1,45	1,59	6,08	1,52
	Высокоинтенсивная	1,58	1,66	1,55	1,69	6,48	1,62
Нина	Базовая	1,4	1,5	1,37	1,49	5,76	1,44
	Интенсивная	1,47	1,57	1,44	1,56	6,04	1,51
	Высокоинтенсивная	1,66	1,72	1,63	1,75	6,76	1,69
Суммы P		13,64	14,4	13,36	14,52	$\Sigma=55,9$	$\bar{x}=1,55$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	0,4	35	-	-	-
Повторений	0,1	3	-	-	-
Фактор (А)	0,02	2	0,01	70,4	3,4
Фактор (В)	0,3	2	0,1	1088,9	3,4
Взаимодействия (АВ)	0,01	4	0,003	24,2	2,78
Остаточное (ошибки)	0,003	24	0,0001	-	-

Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,01
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,02
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,01
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,01

G3 – Масса зерна с колоса у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2023 году, г

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса зерна с колоса по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	1,56	1,65	1,52	1,67	6,4	1,6
	Интенсивная	1,7	1,79	1,68	1,83	7,0	1,75
	Высокоинтенсивная	1,82	1,9	1,8	1,88	7,4	1,85
Немчиновский 56	Базовая	1,54	1,66	1,51	1,65	6,36	1,59
	Интенсивная	1,59	1,68	1,57	1,68	6,52	1,63
	Высокоинтенсивная	1,65	1,69	1,61	1,81	6,76	1,69
Нина	Базовая	1,56	1,63	1,51	1,66	6,36	1,59
	Интенсивная	1,69	1,75	1,66	1,74	6,84	1,71
	Высокоинтенсивная	1,68	1,78	1,64	1,82	6,92	1,73
Суммы P		14,79	15,53	14,5	15,74	$\Sigma=60,56$	$\bar{x}=1,68$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	0,4	35	-	-	-
Повторений	0,1	3	-	-	-
Фактор (А)	0,06	2	0,03	56,7	3,4
Фактор (В)	0,2	2	0,1	164,1	3,4
Взаимодействия (АВ)	0,03	4	0,007	14,5	2,78
Остаточное (ошибки)	0,01	24	0,0005	-	-

Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,02
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,03
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,02
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,02

G4 – Масса зерна с колоса у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий, г (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса зерна с колоса по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	1,54	1,61	1,5	1,63	6,28	1,57
	Интенсивная	1,66	1,73	1,64	1,73	6,76	1,69
	Высокоинтенсивная	1,77	1,84	1,74	1,81	7,16	1,79
Немчиновский 56	Базовая	1,51	1,61	1,48	1,6	6,2	1,55
	Интенсивная	1,58	1,66	1,55	1,69	6,48	1,62
	Высокоинтенсивная	1,65	1,72	1,62	1,77	6,76	1,69
Нина	Базовая	1,49	1,58	1,46	1,63	6,16	1,54
	Интенсивная	1,6	1,68	1,57	1,71	6,56	1,64
	Высокоинтенсивная	1,7	1,78	1,66	1,78	6,92	1,73
Суммы P		14,5	15,21	14,22	15,35	$\Sigma=59,28$	$\bar{x}=1,65$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	0,3	35	-	-	-
Повторений	0,1	3	-	-	-
Фактор (А)	0,03	2	0,01	54,4	3,4
Фактор (В)	0,2	2	0,1	424,2	3,4
Взаимодействия (АВ)	0,007	4	0,002	7,0	2,78
Остаточное (ошибки)	0,006	24	0,0002	-	-

Ошибка опыта	0,01
Ошибка разности средних	0,01
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,02
Ошибка разности средних по фактору А	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,01
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,01
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,02

Приложение Н

Н1 – Масса 1000 зерен у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2021 году, г

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса 1000 зерен по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	41,2	42,1	40,7	42,8	166,8	41,7
	Интенсивная	42,8	43,6	42,3	43,3	172,0	43,0
	Высокоинтенсивная	44,3	45,2	44,0	45,3	178,8	44,7
Немчиновский 56	Базовая	39,9	40,8	39,5	41,0	161,2	40,3
	Интенсивная	41,0	41,7	40,6	42,3	165,6	41,4
	Высокоинтенсивная	42,5	43,5	42,0	43,2	171,2	42,8
Нина	Базовая	39,7	40,4	39,4	41,3	160,8	40,2
	Интенсивная	41,6	42,3	41,2	43,3	168,4	42,1
	Высокоинтенсивная	44,1	44,9	43,8	45,6	178,4	44,6
Суммы Р		377,1	384,5	373,5	388,1	$\Sigma=1523,2$	$\bar{x}=42,3$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	101,8	35	-	-	-
Повторений	14,9	3	-	-	-
Фактор (А)	16,0	2	8,0	153,0	3,4
Фактор (В)	65,7	2	32,9	628,1	3,4
Взаимодействия (АВ)	3,9	4	1,0	18,7	2,78
Остаточное (ошибки)	1,3	24	0,05	-	-

Ошибка опыта	0,11
Ошибка разности средних	0,16
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,33
Ошибка разности средних по фактору А	0,09
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,19
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,11
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,22

Н2 – Масса 1000 зерен у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2022 году, г

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса 1000 зерен по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	40,1	40,9	39,5	41,5	162,0	40,5
	Интенсивная	41,6	42,4	41,1	42,5	167,6	41,9
	Высокоинтенсивная	43,0	43,9	42,4	44,3	173,6	43,4
Немчиновский 56	Базовая	38,3	39,8	38,0	40,3	156,4	39,1
	Интенсивная	39,7	40,7	39,2	41,2	160,8	40,2
	Высокоинтенсивная	41,2	42,0	40,7	42,5	166,4	41,6
Нина	Базовая	38,4	39,6	37,9	40,1	156,0	39,0
	Интенсивная	40,5	41,5	40,1	41,5	163,6	40,9
	Высокоинтенсивная	42,9	43,3	42,8	44,2	173,2	43,3
Суммы Р		365,7	374,1	361,7	378,1	Σ=1479,6	x=41,1

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	102,5	35	-	-	-
Повторений	18,9	3	-	-	-
Фактор (А)	16,0	2	8,0	172,1	3,4
Фактор (В)	62,9	2	31,5	675,3	3,4
Взаимодействия (АВ)	3,6	4	0,9	19,5	2,78
Остаточное (ошибки)	1,1	24	0,05	-	-

Ошибка опыта	0,11
Ошибка разности средних	0,15
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,31
Ошибка разности средних по фактору А	0,09
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,18
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,1
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,21

НЗ – Масса 1000 зерен у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2023 году, г

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса 1000 зерен по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	41,7	42,8	41,2	43,1	168,8	42,2
	Интенсивная	43,0	43,9	42,9	44,6	174,4	43,6
	Высокоинтенсивная	44,8	45,7	44,5	45,8	180,8	45,2
Немчиновский 56	Базовая	40,1	41,5	39,8	41,8	163,2	40,8
	Интенсивная	41,5	42,6	41,3	42,2	167,6	41,9
	Высокоинтенсивная	41,9	42,8	41,4	43,1	169,2	42,3
Нина	Базовая	40,2	41,0	39,6	42,0	162,8	40,7
	Интенсивная	42,3	43,0	42,0	43,1	170,4	42,6
	Высокоинтенсивная	42,4	43,4	41,7	44,9	172,4	43,1
Суммы Р		377,9	386,7	374,4	390,6	$\Sigma=1529,6$	$\bar{x}=42,5$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>фактич.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	83,4	35	-	-	-
Повторений	18,9	3	-	-	-
Фактор (А)	26,3	2	13,1	123,5	3,4
Фактор (В)	32,5	2	16,3	152,9	3,4
Взаимодействия (АВ)	3,1	4	0,8	7,4	2,78
Остаточное (ошибки)	2,6	24	0,1	-	-

Ошибка опыта	0,16
Ошибка разности средних	0,23
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,48
Ошибка разности средних по фактору А	0,13
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,27
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,15
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,32

Н4 – Масса 1000 зерен у сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий, г (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Масса 1000 зерен по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	41,0	41,9	40,5	42,6	166,0	41,5
	Интенсивная	42,5	43,3	42,1	43,3	171,2	42,8
	Высокоинтенсивная	44,0	44,9	43,6	45,1	177,6	44,4
Немчиновский 56	Базовая	39,4	40,7	39,1	41,2	160,4	40,1
	Интенсивная	40,7	41,7	40,4	42,0	164,8	41,2
	Высокоинтенсивная	41,9	42,8	41,4	42,7	168,8	42,2
Нина	Базовая	39,4	40,3	39,0	41,3	160,0	40,0
	Интенсивная	41,5	42,3	41,1	42,7	167,6	41,9
	Высокоинтенсивная	43,1	43,9	42,8	45,0	174,8	43,7
Суммы Р		373,5	381,8	370,0	385,9	Σ=1511,2	x=42,0

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	90,4	35	-	-	-
Повторений	17,9	3	-	-	-
Фактор (А)	18,2	2	9,1	185,9	3,4
Фактор (В)	50,5	2	25,2	514,1	3,4
Взаимодействия (АВ)	2,6	4	0,7	13,4	2,78
Остаточное (ошибки)	1,2	24	0,05	-	-

Ошибка опыта	0,11
Ошибка разности средних	0,16
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,32
Ошибка разности средних по фактору А	0,09
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,19
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,1
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,22

Приложение I

II – Биологическая урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2021 году, г/м<sup>2</sup>

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Биологическая урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	945	979	930	1006	3860	965
	Интенсивная	1130	1168	1107	1175	4580	1145
	Высокоинтенсивная	1278	1329	1253	1356	5216	1304
Немчиновский 56	Базовая	765	803	747	797	3112	778
	Интенсивная	833	875	815	885	3408	852
	Высокоинтенсивная	1041	1102	1026	1087	4256	1064
Нина	Базовая	692	734	680	762	2868	717
	Интенсивная	822	865	808	877	3372	843
	Высокоинтенсивная	1017	1076	992	1067	4152	1038
Суммы Р		8523	8931	8358	9012	$\Sigma=34824$	$\bar{x}=967,3$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	184,0	35	-	-	-
Повторений	206,0	3	-	-	-
Фактор (А)	432,0	2	216,0	411,1	3,4
Фактор (В)	298,7	2	149,3	886,2	3,4
Взаимодействия (АВ)	381,3	4	845,3	36,6	2,78
Остаточное (ошибки)	866,0	24	77,8	-	-

Ошибка опыта	4,41
Ошибка разности средних	6,24
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	12,84
Ошибка разности средних по фактору А	3,6
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	7,42
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	4,16
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	8,56

12 – Биологическая урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2022 году, г/м<sup>2</sup>

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Биологическая урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	759	802	736	815	3112	778
	Интенсивная	878	921	858	931	3588	897
	Высокоинтенсивная	1122	1183	1092	1187	4584	1146
Немчиновский 56	Базовая	765	837	752	846	3200	800
	Интенсивная	972	1030	951	1055	4008	1002
	Высокоинтенсивная	1059	1119	1035	1143	4356	1089
Нина	Базовая	724	780	706	778	2988	747
	Интенсивная	761	823	744	820	3148	787
	Высокоинтенсивная	915	953	895	969	3732	933
Суммы Р		7955	8448	7769	8544	$\Sigma=32716$	$\bar{x}=908,8$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	30,2	35	-	-	-
Повторений	95,8	3	-	-	-
Фактор (А)	774,2	2	887,1	99,1	3,4
Фактор (В)	19,6	2	509,8	805,4	3,4
Взаимодействия (АВ)	636,4	4	409,1	229,9	2,78
Остаточное (ошибки)	504,2	24	62,7	-	-

Ошибка опыта	3,96
Ошибка разности средних	5,6
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	11,53
Ошибка разности средних по фактору А	3,23
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	6,66
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	3,73
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	7,69

13 – Биологическая урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2023 году, г/м<sup>2</sup>

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Биологическая урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	828	881	804	899	3412	853
	Интенсивная	928	981	914	1005	3828	957
	Высокоинтенсивная	1039	1093	1026	1082	4240	1060
Немчиновский 56	Базовая	910	988	889	985	3772	943
	Интенсивная	984	1043	969	1048	4044	1011
	Высокоинтенсивная	1023	1055	997	1129	4204	1051
Нина	Базовая	894	937	862	959	3652	913
	Интенсивная	979	1024	958	1019	3980	995
	Высокоинтенсивная	991	1061	964	1088	4104	1026
Суммы Р		8576	9063	8383	9214	$\Sigma=35236$	$\bar{x}=978,8$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	962,2	35	-	-	-
Повторений	589,6	3	-	-	-
Фактор (А)	160,9	2	80,4	33,2	3,4
Фактор (В)	544,9	2	772,4	337,7	3,4
Взаимодействия (АВ)	276,4	4	319,1	18,1	2,78
Остаточное (ошибки)	390,4	24	182,9	-	-

Ошибка опыта	6,76
Ошибка разности средних	9,56
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	19,7
Ошибка разности средних по фактору А	5,52
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	11,37
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	6,38
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	13,13

14 – Биологическая урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий, г/м<sup>2</sup> (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Биологическая урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	844	887	823	902	3456	864
	Интенсивная	979	1023	960	1014	3976	994
	Высокоинтенсивная	1146	1202	1124	1196	4668	1167
Немчиновский 56	Базовая	813	876	796	883	3368	842
	Интенсивная	930	983	912	1019	3844	961
	Высокоинтенсивная	1041	1092	1019	1132	4284	1071
Нина	Базовая	770	817	749	848	3184	796
	Интенсивная	854	904	837	913	3508	877
	Высокоинтенсивная	974	1030	950	1030	3984	996
Суммы Р		8351	8814	8170	8937	$\Sigma=34272$	$\bar{x}=952,0$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>фактич.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	786,0	35	-	-	-
Повторений	685,6	3	-	-	-
Фактор (А)	138,7	2	569,3	461,8	3,4
Фактор (В)	368,0	2	184,0	943,7	3,4
Взаимодействия (АВ)	381,3	4	95,3	33,6	2,78
Остаточное (ошибки)	212,4	24	92,2	-	-

Ошибка опыта	4,8
Ошибка разности средних	6,79
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	13,99
Ошибка разности средних по фактору А	3,92
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	8,07
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	4,53
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	9,32

J1 – Урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2021 году, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	7,94	8,2	7,87	7,99	32,0	8,0
	Интенсивная	9,42	9,58	9,37	9,63	38,0	9,5
	Высокоинтенсивная	10,63	10,94	10,56	10,99	43,12	10,78
Немчиновский 56	Базовая	6,48	6,53	6,42	6,37	25,8	6,45
	Интенсивная	7,22	7,18	6,92	6,84	28,16	7,04
	Высокоинтенсивная	8,79	9,0	8,72	8,85	35,36	8,84
Нина	Базовая	5,63	6,2	5,88	6,05	23,76	5,94
	Интенсивная	7,3	6,7	6,9	7,1	28,0	7,0
	Высокоинтенсивная	8,33	8,89	8,49	8,73	34,44	8,61
Суммы Р		71,74	73,22	71,13	72,55	$\Sigma=288,6$	$\bar{x}=8,0$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	79,5	35	-	-	-
Повторений	0,3	3	-	-	-
Фактор (А)	36,1	2	18,1	622,0	3,4
Фактор (В)	41,5	2	20,8	714,4	3,4
Взаимодействия (АВ)	0,8	4	0,2	7,3	2,78
Остаточное (ошибки)	0,7	24	0,03	-	-

Ошибка опыта	0,09
Ошибка разности средних	0,12
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,25
Ошибка разности средних по фактору А	0,07
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,14
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,08
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,17

Л2 – Урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2022 году, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	6,79	6,46	6,64	6,39	26,28	6,57
	Интенсивная	7,6	7,84	7,36	7,52	30,32	7,58
	Высокоинтенсивная	9,73	9,57	9,86	9,68	38,84	9,71
Немчиновский 56	Базовая	5,81	6,02	5,96	5,85	23,64	5,91
	Интенсивная	8,73	8,6	8,01	8,54	33,88	8,47
	Высокоинтенсивная	9,22	9,12	9,32	9,18	36,84	9,21
Нина	Базовая	4,45	4,95	4,38	4,82	18,6	4,65
	Интенсивная	6,53	6,7	6,35	6,26	25,84	6,46
	Высокоинтенсивная	7,82	8,08	7,77	7,85	31,52	7,88
Суммы Р		66,68	67,34	65,65	66,09	$\Sigma=265,8$	$\bar{x}=7,4$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>фактич.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	86,5	35	-	-	-
Повторений	0,2	3	-	-	-
Фактор (А)	20,0	2	10,0	287,0	3,4
Фактор (В)	62,6	2	31,3	899,4	3,4
Взаимодействия (АВ)	2,9	4	0,7	20,9	2,78
Остаточное (ошибки)	0,8	24	0,03	-	-

Ошибка опыта	0,09
Ошибка разности средних	0,13
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,27
Ошибка разности средних по фактору А	0,08
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,16
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,09
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,18

13 – Урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий в 2023 году, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	6,72	6,8	7,0	6,88	27,4	6,85
	Интенсивная	7,32	7,7	7,85	7,81	30,68	7,67
	Высокоинтенсивная	8,52	8,58	8,3	8,72	34,12	8,53
Немчиновский 56	Базовая	7,46	7,76	7,47	7,55	30,24	7,56
	Интенсивная	8,32	7,95	8,2	8,05	32,52	8,13
	Высокоинтенсивная	8,57	8,25	8,51	8,43	33,76	8,44
Нина	Базовая	7,37	7,54	7,2	7,25	29,36	7,34
	Интенсивная	8,24	7,69	8,08	7,99	32,0	8,0
	Высокоинтенсивная	8,46	7,86	8,37	8,27	32,96	8,24
Суммы Р		70,98	70,13	70,98	70,95	$\Sigma=283,0$	$\bar{x}=7,9$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	10,7	35	-	-	-
Повторений	0,06	3	-	-	-
Фактор (А)	0,8	2	0,4	10,5	3,4
Фактор (В)	8,1	2	4,0	109,3	3,4
Взаимодействия (АВ)	0,9	4	0,2	6,1	2,78
Остаточное (ошибки)	0,9	24	0,04	-	-

Ошибка опыта	0,1
Ошибка разности средних	0,14
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,28
Ошибка разности средних по фактору А	0,08
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,16
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,09
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,19

14 – Урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий, т/га (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по повторениям				Суммы V	Средние
		I	II	III	IV		
Гера	Базовая	7,15	7,15	7,17	7,09	28,56	7,14
	Интенсивная	8,11	8,37	8,19	8,33	33,0	8,25
	Высокоинтенсивная	9,63	9,7	9,57	9,78	38,68	9,67
Немчиновский 56	Базовая	6,58	6,77	6,62	6,59	26,56	6,64
	Интенсивная	8,09	7,91	7,71	7,81	31,52	7,88
	Высокоинтенсивная	8,86	8,79	8,85	8,82	35,32	8,83
Нина	Базовая	5,82	6,23	5,82	6,05	23,92	5,98
	Интенсивная	7,36	7,03	7,11	7,1	28,6	7,15
	Высокоинтенсивная	8,2	8,28	8,21	8,27	32,96	8,24
Суммы P		69,8	70,23	69,25	69,84	$\Sigma=279,1$	$\bar{x}=7,8$

Результаты дисперсионного анализа

Вид варьирования	Сумма квадратов отклонения	Число степеней свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F <sub>фактич.</sub>	F <sub>05</sub>
Общее	42,2	35	-	-	-
Повторений	0,05	3	-	-	-
Фактор (А)	9,1	2	4,5	352,6	3,4
Фактор (В)	32,5	2	16,2	1259,6	3,4
Взаимодействия (АВ)	0,3	4	0,06	4,9	2,78
Остаточное (ошибки)	0,3	24	0,01	-	-

Ошибка опыта	0,06
Ошибка разности средних	0,08
t <sub>05</sub>	2,06
НСР <sub>05</sub> (частных различий)	0,17
Ошибка разности средних по фактору А	0,05
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,1
Ошибка разности средних по фактору В, АВ	0,05
НСР <sub>05</sub> (фактор В, АВ)	0,11