

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2026

Диссертационная работа выполнена в агробиологическом департаменте аграрно-технологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Научный руководитель: **Зеленев Александр Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Официальные оппоненты: **Солодовников Анатолий Петрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Горянин Олег Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «___» мая 2026 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета ПДС 2021.004 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) по адресу: 117198, ул. Миклухо–Маклая, д. 8, корп. 2. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке в УНИБЦ (Научной библиотеке) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) по адресу: 117198, ул. Миклухо–Маклая, д. 6, и на сайте: <https://www.rudn.ru/science/dissovet>.

Автореферат разослан «___» апреля 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук

В.А. Бурлуцкий

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 агротехническим и качественным требованиям

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 и др.

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./м², 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 возрос 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, а также энергетическая и экономическая оценка полученных данных. Результаты подвергаются 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 Зеленеу и 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

В данной главе приводится анализ истории создания культуры озимой тритикале и ее агробиологические особенности; народнохозяйственного значения; биологических особенностей; специфичности технологии возделывания; роли удобрений в улучшении плодородия почвы, питания растений, повышения урожайности и качества продукции.

Глава 2. Условия, материалы и методы проведения исследований

Агроклиматические и почвенные условия

Экспериментальные исследования проводились в течение 2020–2023 годов на полях Федерального исследовательского центра «Немчиновка» (д. Соколово) Московской области.

Агрохимические характеристики дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, на которой был проведен опыт, характеризовались следующими показателями: обменная кислотность ($pH_{\text{ккл}}$) равнялась 5,1–5,4; гидролитическая кислотность (Нг) – 1,72–2,54 мг – экв на 100 г почвы; общий азот ($N_{\text{общ}}$) – 0,11–0,14 %; подвижный фосфор (P_2O_5) – 214–224

мг/кг почвы; подвижный калий (K_2O) – 142–161 мг/кг почвы; содержание гумуса в пахотном слое почвы 2,17–2,19 %.

Климат на территории проведения исследований складывался умеренно–континентальный с очень прохладной зимой и жарким летом. Среднегодовая температура воздуха $+7\text{ }^{\circ}C$, влажность воздуха 76 %. Наблюдались сильные морозы (ниже $-20\text{ }^{\circ}C$) и палящая жара (выше $+35\text{--}36\text{ }^{\circ}C$). Среднемноголетнее выпадение осадков – 700 мм в год.

Погодные условия 2020–2021 сельскохозяйственного года были для озимой тритикале благоприятные. Гидротермический коэффициент составил 1,52. Растения ушли зиму в хорошем состоянии. Сахаристость в узле кущения составляла 20–23 %. Температура почвы на глубине залегания узла кущения приближалась к температуре замерзания. Зимние месяцы были снежными. Снег полностью растаял в первой декаде апреля. Среднемесячная температура воздуха в апреле была на $2\text{ }^{\circ}C$ выше среднемноголетней. Vegetация возобновилась во второй декаде апреля. Температура воздуха в мае, июне и июле отмечалась более высокими значениями, особенно вторая декада мая – в среднем $18,3\text{ }^{\circ}C$, третья декада июня – в среднем $24,4\text{ }^{\circ}C$, вторая декада июля – в среднем $22,2\text{ }^{\circ}C$. В сентябре и октябре 2020 года выпало 65,6 и 57,2 мм осадков соответственно, а в апреле, мае, июне и июле 2021 года их выпало 74,6; 85,7; 62,2 и 37,4 мм соответственно.

Погодные условия 2021–2022 сельскохозяйственного года. ГТК вегетационного периода озимой тритикале составил 1,5. Растения вступили в зиму в хорошем состоянии, весенние условия позволили растениям нормально развиваться. В сентябре наблюдалась теплая погода со среднесуточной температурой воздуха $9,7\text{ }^{\circ}C$. Всего за месяц выпало 94,2 мм осадков (на 51 % выше многолетнего среднего). Несмотря на перенос посева озимой тритикале на более поздний срок (13 сентября), климатические условия способствовали появлению всходов растений уже в начале первой декады октября. Среднесуточная температура в октябре была на $2,9\text{ }^{\circ}C$ выше среднемноголетней ($13,9\text{ }^{\circ}C$ против $11,0\text{ }^{\circ}C$). Сумма осадков составила 40,3 мм (на 34 % ниже нормы) и носила крайне неоднородный характер. В первой декаде октября осадков не было. Большая часть из них – 29,7 мм (на 47 % выше нормы) – приходилась на 2–ю декаду месяца. Переход на $+5\text{ }^{\circ}C$ отмечен в конце первой декады ноября (7 ноября). Температура воздуха в апреле, мае, июне и июле обеспечивалась на уровне $+5,5$; $+10,4$; $+18,8$ и $+20,5\text{ }^{\circ}C$ соответственно, а количество осадков в эти месяцы составляло 53,0; 64,8; 36,2 и 63,1 мм соответственно.

Погодные условия 2022–2023 сельскохозяйственного года для озимой тритикале оценивались как благоприятные. Гидротермический коэффициент составил 1,82. Изменение среднесуточной температуры воздуха до $+5\text{ }^{\circ}C$ произошло 22 октября. Растения перезимовали в удовлетворительных условиях. Сахаристость в узле кущения составляла 19–21 %. Снежный покров установился в первой декаде декабря при среднесуточных температурах воздуха от $-2,5\text{ }^{\circ}C$ до $-10,9\text{ }^{\circ}C$. Снег полностью растаял в первой декаде апреля. Температура воздуха в апреле, мае, июне и июле обеспечивалась на уровне $+5,5$; $+9,7$; $+16,8$ и $+18,5\text{ }^{\circ}C$ соответственно, а количество осадков в эти месяцы составляло 26,6; 35,1; 71,4 и 148,5 мм соответственно.

Схема исследований и агротехника. Эксперимент проводился по двухфакторной схеме. Возделывали сорта озимой тритикале Гера, Нечиновский 56, Нина (фактор А) по технологиям различного уровня интенсивности – базовая (Б), интенсивная (И), высокоинтенсивная (В) (фактор В).

Таблица 1. Схема исследований по технологиям

Вариант	Технология	Система удобрений и защиты растений
1	2	3
1	Базовая	Система удобрений: N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ , (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ – основное внесение под вспашку + N ₆₀ – поверхностное внесение в фазу кущения). Система защиты растений: 1) По всходам: инсектицид Вантекс 60 мл/га; 2) Фаза кущения: 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 ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – основное внесение, N ₆₀ весной в кущение и N ₃₀ 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 ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀ (N ₃₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀ – основное внесение, N ₆₀ весной в кущение, N ₃₀ в фазу выхода в трубку, N ₃₀ – 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.

Озимую тритикале возделывали в полевом севообороте: пар занятый – озимые зерновые – яровые зерновые – зернобобовые, в котором предшественником данной культуры был занятый викой с овсом пар. Система обработки почвы включала дисковую обработку, вспашку на глубину 20–22 см, боронование (закрытие влаги и борьба с сорняками) на глубину 3–4 см, предпосевную культивацию на 6–8 см. Протравливание семян являлось обязательным приемом по всем трем технологиям, и включало применение Винцит Форте, КС 1,25 л/га + Пикус, КС 1,0 л/га. Для борьбы с сорняками и болезнями осенью в фазу кущения озимой тритикале применяли гербициды и фунгициды, и при необходимости обрабатывали инсектицидом с помощью опрыскивателя Амазон 605. Площадь опытного поля была 1,5 га, размер делянки составлял 160 м², учетная площадь на сортах – 30 м², повторность опыта – четырехкратная. Даты посева в 2020 году – 07.09; в 2021 году – 13.09; в 2022 году – 10.09. Весной проводили подкормку азотными удобрениями с учетом применяемой технологии.

Наблюдения за растениями. Во время вегетации растений озимой тритикале определяли агрофизические и агрохимические свойства почвы (плотность сложения, запасы продуктивной влаги, содержание NPK) и фенологические наблюдения. При уборке урожая – структуру урожая и урожайность сортов, качество зерна (белок).

При проведении полевых и лабораторных исследований использовали методы: гумус – по И.В. Тюрину ГОСТ 26113–91, гидролитическая кислотность – по Каппену ГОСТ 26212–84, содержание подвижного фосфора – по А.Т. Кирсанову ГОСТ 26207–91, содержание подвижного калия – по А.Т. Кирсанову ГОСТ 26207–91, рНкcl солевой вытяжки – потенциометрическим методом ГОСТ 26487–85, нитратный азот – по методу ЦИНАО ГОСТ 26488–85, плотность сложения почвы, влажность и запасы продуктивной влаги – по А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной ГОСТ 28268–89, фенологические наблюдения проводились по методике Г.Ф. Никитенко, пораженность растений болезнями, вредителями и засоренность посевов по методике ВИЗР, структуру урожая учитывали по методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур, учет урожая методом комбайновой уборки с учетных площадок и приведением урожайности зерна к 14 % влажности и 100 % чистоте по ГОСТу 10106–87, технологические свойства зерна по ГОСТу 10846–74, ГОСТу 10842–76, ГОСТу 13586.1–84, статистическая обработка результатов исследований – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову, энергетическую и экономическую оценку определяли согласно рекомендациям А.Ф. Ченкина, В.А. Черкасова, В.А. Захаренко.

Глава 3. Эффективность технологий различного уровня интенсивности в повышении плодородия почвы и элементов продуктивности сортов озимой тритикале

Фенологические наблюдения

Сроки и динамика прохождения фенологических фаз озимой тритикале определяются условиями возделывания: применение высокоинтенсивной агротехнологии способствует более полной реализации фотосинтетического потенциала. Фенологическое развитие сорта Гера в данных условиях представлено в таблице 2.

Таблица 2. Фенологические фазы развития озимой тритикале в 2020–2023 гг.

Фаза 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
Молочно–Восковая спелость	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 являются фенологическими фазами развития растений.

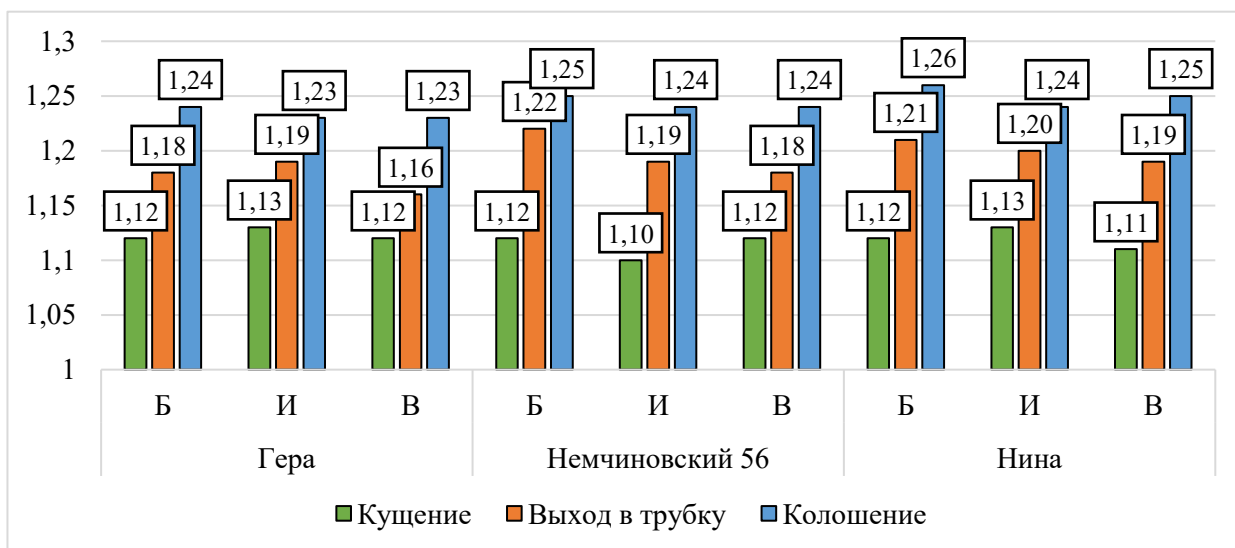
В 2020 году озимая тритикале взошла на 10–й день после посева, что свидетельствует о хорошем качестве семян и достаточной обработке почвы, способствующей хорошей всхожести. Созревание культуры отмечено 28.07.2021 г. Различия с остальными сортами и технологиями не превышали 3–5 дней.

Осенний посев 2021 года был проведен позже обычного (13 сентября). Озимая тритикале взошла на 12–й день после посева. Полные всходы отмечены 25 сентября 2021 г. Растения зацвели 15.06.2022 г. Положительных температур в мае было достаточно (выше +10 °С), выход в трубку начался 18.05.2022 г. Созревание культуры отмечено 01.08.2022 г. Различия с остальными сортами и технологиями не превышали 3–5 дней.

Посев осенью 2022 г. выполнен в оптимальные сроки (10 сентября). Озимая тритикале взошла на 11 день после посева. Полные всходы отмечены 3 октября. Растения раскустились через 5 дней. За счет вовремя проведенной весенней подкормки азотными удобрениями, что несколько ускорило отрастание, и достаточности положительных температур в мае (выше +10 °С), фаза выхода в трубку наступила 07.06.2023 г. Созревание культуры отмечено 02.08.2023 г. Различия с остальными сортами и технологиями не превышали 3–5 дней.

Плотность сложения почвы

В среднем за три года (рис. 1) в фазе кушения растений озимой тритикале плотность сложения почвы была наименьшей (1,1–1,13 г/см³) по сравнению с другими фазами развития: выходом в трубку (1,16–1,22 г/см³) и колошением (1,23–1,26 г/см³).



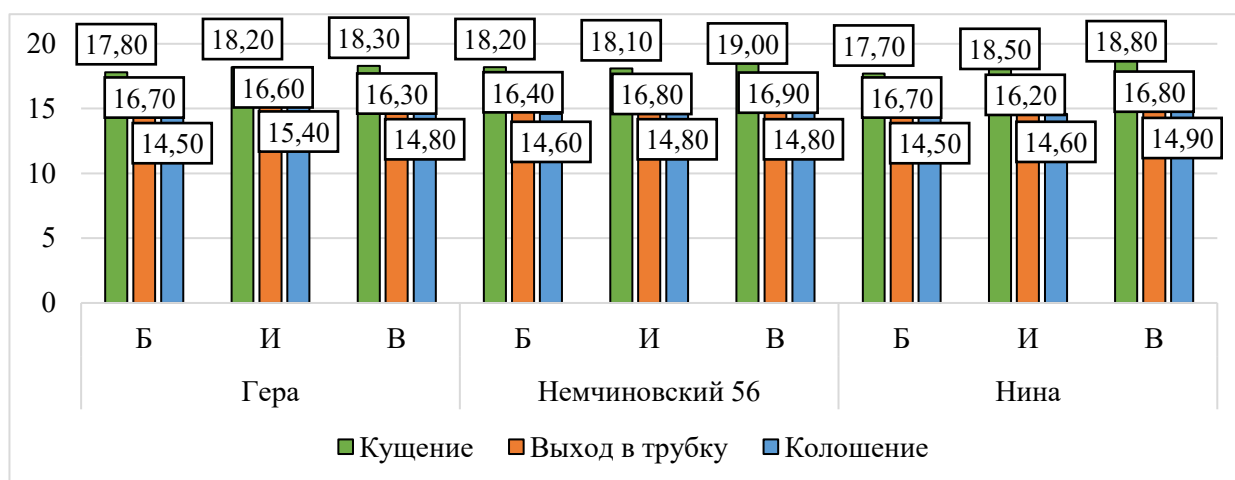
Примечание: Б – базовая; И – интенсивная; В – высокоинтенсивная технологии.

Рисунок 1. Плотность сложения почвы под озимой тритикале в слое 0–20 см, г/см³ (среднее за 2021–2023 гг.)

Значения плотности сложения почвы находилась в оптимальных параметрах для произрастания культурных растений. По полученным данным можно констатировать, что данный показатель был близким во все фазы развития озимой тритикале и существенных различий по технологиям и сортам не выявлено. Однако наблюдалась четкая зависимость увеличения плотности сложения почвы от фазы кушения растений к фазе выхода в трубку и к фазе колошения.

Влажность и запас продуктивной влаги почвы

В среднем самая высокая влажность почвы в 0–20 см слое (рис. 2) отмечалась в фазу кущения озимой тритикале и варьировала от 17,7 % у сорта Нина при возделывании по базовой технологии до 19,0 % у сорта Немчиновский 56 по высокоинтенсивной технологии.

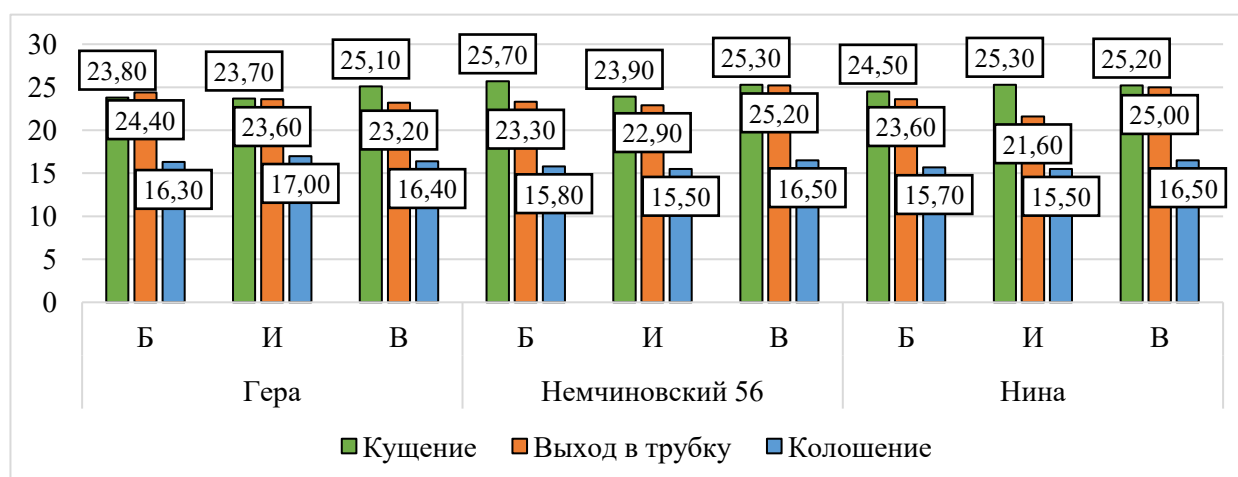


Примечание: Б – базовая; И – интенсивная; В – высокоинтенсивная технологии.

Рисунок 2. Влажность почвы под озимой тритикале в слое 0–20 см, % (среднее за 2021–2023 гг.)

В фазу выхода в трубку влажность почвы под озимой тритикале снижалась по сравнению с фазой кущения и колебалась от 16,2 % у сорта Нина по интенсивной технологии до 16,9 % у сорта Немчиновский 56 по высокоинтенсивной технологии. В фазу колошения данный показатель был минимальным и варьировал от 14,5 % у сортов Гера и Нина при возделывании по базовой технологии до 15,4 % у сорта Гера по интенсивной технологии.

В среднем за три года исследований в фазу кущения растений озимой тритикале (рис. 3) 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.



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

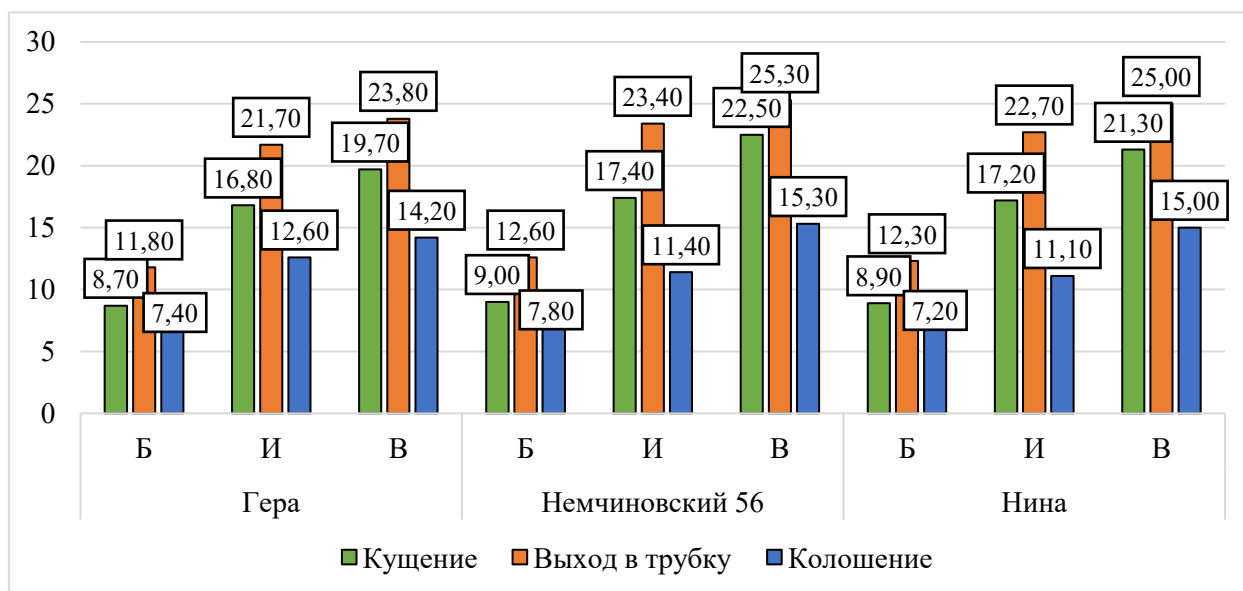
Рисунок 3. Запас продуктивной влаги под сортами озимой тритикале в слое почвы 0–20 см, мм (среднее за 2021–2023 гг.)

В фазу выхода в трубку запас продуктивной влаги в почве под озимой тритикале был приблизительно таким же, как в фазе кущения и варьировал от 21,6 мм у сорта Нина при возделывании по интенсивной технологии до 25,2 мм у сорта Немчиновский 56 по высокоинтенсивной технологии. В фазу колошения данный показатель снижался и варьировал от 15,5 мм у сортов Немчиновский 56 и Нина при возделывании по интенсивной технологии до 17,0 мм у сорта Гера по интенсивной технологии.

Следует отметить, что влажность почвы и запасы продуктивной влаги в верхнем слое (0–20 см) были достаточными для роста и развития растений и формирования урожайности сортов озимой тритикале по различным агротехнологиям.

Содержание в почве нитратного азота

Анализ результатов показал, что содержание $N-NO_3$ в почве в течение вегетационного периода озимой тритикале было оптимальным для роста и развития растений данной культуры. В фазу кущения содержание этого элемента питания менялось у всех сортов в зависимости от применяемых технологий (рис. 4).



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

Рисунок 4. Динамика содержания нитратного азота в слое почвы 0–20 см в посевах озимой тритикале, мг/кг почвы (2021–2023 гг.)

Наибольшее содержание азота в почве отмечено под сортом Немчиновский 56 (особенно при интенсивных технологиях), затем – Нина, наименьшее – у сорта Гера. Это обусловлено более высокой азотпоглощающей способностью сорта Гера, который активнее извлекает элемент из почвы по сравнению с другими сортами.

В среднем за три года в фазу кущения растений озимой тритикале содержание нитратного азота ($N-NO_3$) в слое почвы 0–20 см по базовой технологии колебалось от 8,7 мг/кг у сорта Гера до 9,0 мг/кг у сорта Немчиновский 56, по интенсивной технологии от 16,8 мг/кг у сорта Гера до 17,4 мг/кг у сорта Немчиновский 56 и по высокоинтенсивной технологии – от 19,7 мг/кг у сорта Гера до 22,5 мг/кг почвы у сорта Немчиновский 56. Содержание нитратного азота в почве при возделывании сортов озимой тритикале по базовой технологии было очень

низкое – менее 10 мг/кг почвы. При возделывании сортов Немчиновский 56 и Нина по интенсивной технологии и сорта Гера по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям содержание этого элемента питания в слое почвы 0–20 см было средним (от 15 до 20 мг/кг почвы). При возделывании сортов Немчиновский 56 и Нина по высокоинтенсивной технологии содержание нитратного азота в почве было повышенное (более 20 мг/кг почвы).

В фазу выхода в трубку озимой тритикале содержание в почве N–NO₃ колебалось по базовой технологии от 11,8 мг/кг у сорта Гера до 12,6 мг/кг у сорта Немчиновский 56, по интенсивной технологии от 21,7 мг/кг у сорта Гера до 23,4 мг/кг у сорта Немчиновский 56, по высокоинтенсивной технологии от 23,8 мг/кг у сорта Гера до 25,3 мг/кг почвы у сорта Немчиновский 56. Содержание нитратного азота в почве при возделывании сортов озимой тритикале по базовой технологии было низкое (от 10 до 15 мг/кг почвы), в остальных вариантах оно было повышенное (более 20 мг/кг почвы).

Содержание N–NO₃ в фазе колошения озимой тритикале было различным и варьировало по базовой технологии от 7,2 мг/кг у сорта Нина до 7,8 мг/кг у сорта Немчиновский 56, по интенсивной технологии от 11,1 мг/кг у сорта Нина до 12,6 мг/кг у сорта Гера, по высокоинтенсивной технологии от 14,2 мг/кг у сорта Гера до 15,3 мг/кг у сорта Немчиновский 56. Содержание нитратного азота в почве при возделывании сортов озимой тритикале по базовой технологии было очень низкое – менее 10 мг/кг почвы. При возделывании сортов Немчиновский 56 и Нина по интенсивной технологии и сорта Гера по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям содержание этого элемента в почве было низким (от 10 до 15 мг/кг почвы). При возделывании Немчиновский 56 по высокоинтенсивной технологии содержание азота было среднее (от 15 до 20 мг/кг почвы).

Содержание в почве подвижных фосфора и калия

Содержание подвижного фосфора и калия в пахотном слое почвы зависело от выноса этих элементов питания сортами озимой тритикале на единицу основной с соответствующим количеством побочной продукции, фенологической фазы развития культуры и применяемых технологий (табл. 3).

Таблица 3. Динамика содержания подвижного фосфора и калия в 0–20 см слое почвы по фазам развития озимой тритикале, мг/кг почвы (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт	Технологии	Содержание фосфора и калия в почве					
		Кущение		Выход в трубку		Колошение	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
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 среднем в фазу кущения озимой тритикале содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в слое почвы 0–20 см по базовой технологии колебалось от 286 мг/кг у сорта Нина до 289 мг/кг у сортов Гера и Немчиновский 56, по интенсивной технологии от 287 мг/кг у сорта Гера до 318 мг/кг у сорта Нина и по высокоинтенсивной технологии от 322 мг/кг у сорта Гера до 337 мг/кг почвы у сорта Нина. Содержание подвижного фосфора в почве при возделывании озимой тритикале по технологиям было очень высокое – > 251 мг/кг почвы.

В фазу выхода в трубку озимой тритикале содержание в почве P_2O_5 варьировало по базовой технологии от 222 мг/кг у сорта Гера до 254 мг/кг у сорта Нина, по интенсивной технологии от 236 мг/кг у сорта Гера до 278 мг/кг у сорта Нина и по высокоинтенсивной технологии от 260 мг/кг у сорта Немчиновский 56 до 289 мг/кг почвы у сорта Нина. Содержание подвижного фосфора в почве при возделывании сортов озимой тритикале Гера и Немчиновский 56 по базовой и интенсивной технологиям было высокое (от 151 до 251 мг/кг почвы), в остальных вариантах оно было очень высокое (более 251 мг/кг почвы).

Содержание P_2O_5 в фазе колошения озимой тритикале было также различным и варьировало по базовой технологии от 203 мг/кг у сорта Немчиновский 56 до 245 мг/кг у сорта Нина, по интенсивной технологии от 214 мг/кг у сорта Немчиновский 56 до 252 мг/кг у сорта Нина, по высокоинтенсивной технологии от 216 мг/кг у сорта Немчиновский 56 до 265 мг/кг почвы у сорта Нина. Содержание подвижного фосфора в почве при возделывании озимой тритикале Гера и Немчиновский 56 по технологиям, а также сорта Нина по базовой технологии было высокое (от 151 до 251 мг/кг почвы). При возделывании сорта Нина по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям содержание этого элемента питания в почве было очень высокое (более 251 мг/кг почвы).

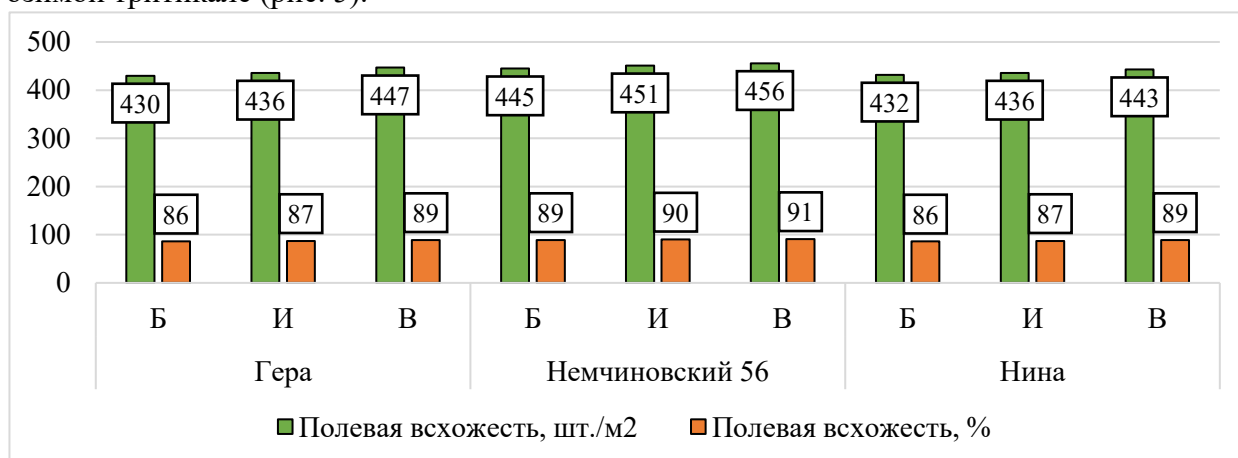
В фазу кущения озимой тритикале содержание подвижного калия (K_2O) в слое почвы 0–20 см по базовой технологии колебалось от 75 мг/кг у сорта Гера до 89 мг/кг у сорта Нина, по интенсивной технологии от 86 мг/кг у сорта Гера до 92 мг/кг у сорта Нина и по высокоинтенсивной технологии от 98 мг/кг у сорта Гера до 111 мг/кг почвы у сорта Нина. Содержание подвижного калия в почве при возделывании озимой тритикале Гера и Немчиновский 56 по базовой технологии было низкое (от 41 до 81 мг/кг почвы), в остальных вариантах оно было среднее (от 89 до 121 мг/кг почвы).

В фазу выхода в трубку озимой тритикале содержание в почве K_2O варьировало по базовой технологии от 74 мг/кг у сорта Гера до 82 мг/кг у сорта Нина, по интенсивной технологии от 77 мг/кг у сорта Гера до 86 мг/кг у сорта Немчиновский 56 и по высокоинтенсивной технологии от 87 мг/кг у сорта Гера до 96 мг/кг почвы у сортов Немчиновский 56 и Нина. Содержание подвижного калия в почве при возделывании сорта озимой тритикале Гера по базовой и интенсивной технологиям, а также сорта Немчиновский 56 по базовой технологии было низкое (от 41 до 81 мг/кг почвы), в остальных вариантах опыта оно было среднее (от 81 до 121 мг/кг почвы).

Содержание K_2O в фазе колошения озимой тритикале было также различным и варьировало по базовой технологии от 51 мг/кг у сортов Гера и Немчиновский 56 до 66 мг/кг у сорта Нина, по интенсивной технологии от 53 мг/кг у сорта Гера до 63 мг/кг у сорта Нина, по высокоинтенсивной технологии от 82 мг/кг у сортов Гера и Немчиновский 56 до 93 мг/кг почвы у сорта Нина. Содержание подвижного калия в почве при возделывании всех сортов озимой тритикале по высокоинтенсивной технологии было среднее (от 81 до 121 мг/кг почвы), в остальных вариантах опыта оно было низкое (от 41 до 81 мг/кг почвы).

Полевая всхожесть

Всхожесть семян в полевых условиях оставалась высокой и незначительно варьировала в зависимости от агротехнологий различного уровня интенсивности и сортов озимой тритикале (рис. 5).



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

Рисунок 5. Полевая всхожесть озимой тритикале (среднее за 2021–2023 гг.)

Полевая всхожесть по базовой технологии варьировала от 430 шт./м² при 86 % у сорта Гера до 445 шт./м² при 89 % у сорта Немчиновский 56, по интенсивной – от 436 шт./м² при 87 % у Геры и Нины до 451 шт./м² при 90 % у Немчиновский 56 и высокоинтенсивной – от 443 шт./м² при 89 % у Нины до 456 шт./м² при 91 % у Немчиновский 56.

Структура урожая

Формирование количества продуктивных стеблей на растении, числа зерен в колосе, массы зерна с колоса и другие показатели определяли биологический урожай культуры (табл. 4).

Таблица 4. Структура урожая сортов озимой тритикале (среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса, г		Биологическая урожайность, г/м ²
				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 ₀₅ А		0,68	0,15	0,01	0,19	8,07
НСР ₀₅ В, АВ		0,78	0,18	0,02	0,22	9,32
НСР ₀₅ частных различий		1,17	0,26	0,02	0,32	13,99

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

С увеличением интенсивности возделывания озимой тритикале все структурные показатели урожайности увеличивались. Наилучшие результаты показал сорт Гера. Продуктивность одного колоса у этого сорта при высокоинтенсивной технологии составила 1,79 г. У сортов Немчиновский 56 и Нина продуктивность колоса была значительно ниже и варьировала по технологиям от 1,55 г до 1,69 г и от 1,54 г до 1,73 г, соответственно. 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 технологиям 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. Основные показатели структуры урожая определяли биологическую урожайность сортов озимой тритикале. У сорта Гера она была самой высокой и по технологиям варьировала от 864 г/м² до 1167 г/м², у сорта Немчиновский 56 – от 842 г/м² до 1071 г/м², у сорта Нина – от 796 г/м² до 996 г/м².

Урожайность

В экспериментальные годы обеспечивались благоприятные погодные условия, которые оказали решающее влияние на уровень урожайности (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность сортов озимой тритикале в технологиях разного уровня интенсивности, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Урожайность по годам				+/- 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	-	-	6,59	7,76	8,91	
	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 ₀₅ А		0,14	0,16	0,16	0,1	-					
НСР ₀₅ В, АВ		0,17	0,18	0,19	0,11	-					
НСР ₀₅ частных различий		0,25	0,27	0,28	0,17	-					

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

В течение трех лет исследований урожайность сорта Гера изменялась от 7,14 т/га по базовой технологии до $9,67 \pm 2,53$ т/га по высокоинтенсивной. Урожайность сорта Немчиновский 56 за период исследования изменялась от 6,64 т/га по базовой технологии до $8,83 \pm 2,19$ т/га по высокоинтенсивной технологии. Урожайность у сорта озимой тритикале Нина возрастала с 5,98 т/га по базовой технологии до $8,24 \pm 2,26$ т/га по высокоинтенсивной технологии. Отмечается, что оптимальная урожайность была получена у всех изученных сортов озимой тритикале. Также необходимо отметить, что данный показатель возрастал с увеличением интенсивности технологии возделывания – от базовой к интенсивной и высокоинтенсивной. Результаты многофакторного дисперсионного анализа показали, что изученные приемы (сорта и технологии) значительно влияли на урожайность озимой тритикале.

Качество зерна

Интенсивные и высокоинтенсивные технологии возделывания озимой тритикале, сорта и погодные условия – это факторы, которые привели к получению зерна хорошего качества, особенно в отношении содержания белка в зерне (табл. 6).

Таблица 6. Сбор белка и кормовая продуктивность сортов озимой тритикале по разным технологиям возделывания (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 трехлетних исследований показали, что обеспечивалось динамическое увеличение содержания белка в зерне озимой тритикале в зависимости от технологии и сорта. Немчиновский 56 был лучше двух других сортов по базовой технологии с содержанием белка в зерне 11,3 %, по интенсивной – 12,3 %, высокоинтенсивной – 12,8 %. Далее следовал Гера, содержание белка в зерне которого варьировало от базовой технологии к интенсивной и высокоинтенсивной, соответственно 11,2 %, 12,0 % и 12,3 %. У сорта Нина этот показатель по базовой технологии составлял 11,1 %, интенсивной – 11,8 % и высокоинтенсивной – 12,5 %. Самый высокий сбор белка обеспечивался при высокоинтенсивной технологии у сорта Гера 1189,4 кг/га, Немчиновский 56 – 1130,2 кг/га и

Нина – 1030,0 кг/га. Наибольшая кормовая продуктивность 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 сбора 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

Энергетическая эффективность

В среднем за три года исследований (табл. 7) 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. По базовой технологии они были самыми низкими: для сорта Гера составляли 85,3 ГДж/га, для сорта Немчиновский 56 – 81,9 ГДж/га, для сорта Нина – 76,7 ГДж/га. По интенсивной технологии совокупные затраты энергии составляли: для сорта Гера 96,3 ГДж/га, для сорта Немчиновский 56 – 94,0 ГДж/га, для сорта Нина – 87,2 ГДж/га.

Таблица 7. Энергетическая эффективность возделывания сортов озимой тритикале по технологиям различного уровня интенсивности (среднее 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.

Выход энергии зависел от изучаемых сортов озимой тритикале и интенсивности технологии: у Геры он варьировал от 143,1 ГДж/га при базовой технологии до 199,9 ГДж/га при высокоинтенсивной технологии, у Немчиновского 56, соответственно от 131,7 до 181,7 ГДж/га, а у Нины от 120,2 до 169,4 ГДж/га. Самый высокий чистый энергетический доход обеспечивался у сорта Гера при высокоинтенсивной технологии (90,8 ГДж/га), самый низкий – у сорта Нина при базовой технологии (43,5 ГДж/га). Коэффициент энергетической эффективности повышался с увеличением уровня интенсивности агротехнологии с 0,68 до

0,83 у сорта Гера, у сорта Немчиновский 56 с 0,61 до 0,77 и у сорта Нина 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).

Экономическая эффективность

В среднем за три года (табл. 8) затраты средств по всем сортам варьировали в зависимости от использования уровня интенсивности агротехнологии. 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.

Себестоимость производства 1 т зерна озимой тритикале снижалась от базовой технологии к интенсивной и высокоинтенсивной технологиям у сорта Нина от 6138 руб. до 5365 руб. и 4944 руб., у сорта Немчиновский 56 от 5527 руб. до 4868 руб. и 4613 руб., а у сорта Гера от 5140 руб. до 4650 руб. и 4213 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.

Таблица 8. Экономическая эффективность возделывания сортов озимой тритикале по технологиям разной интенсивности (среднее 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.

Наибольший уровень рентабельности обеспечивался у сорта Гера по высокоинтенсивной технологии – 137 %, по интенсивной – 115 % и базовой технологиям –

95 %. Несколько ниже данный показатель наблюдался у сорта Немчиновский 56 от 81 % по базовой технологии до 105 % по интенсивной и 117 % по высокоинтенсивной технологиям. У сорта Нина обеспечивался самый низкий уровень рентабельности от 63 % по базовой технологии до 86 % по интенсивной и 102 % по высокоинтенсивной технологиям.

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 фенофазы 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 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 зерен. 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/м²) продемонстрировал сорт Гера. У сортов Немчиновский 56 и Нина биологическая продуктивность была несколько ниже и находилась в диапазонах 842–1071 г/м² и 796–996 г/м² 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научная публикация, входящая в международную базу цитирования

1. **Барри, М.** Эффективность применения фунгицидов в технологиях разного уровня интенсивности при возделывании сортов озимой тритикале в Центральном Нечерноземье / **М. Барри**, Е. Н. Пакина, А. В. Зеленев [и др.] // *Аграрная Россия*. – 2025. – № 7. – С. 39-44. – DOI 10.30906/1999-5636-2025-7-39-44. – EDN SSIHKE.

Научные работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ/РУДН

2. **Барри, М.** Значение минеральных удобрений в производстве тритикале / **М. Барри**, А. Чонгера, Д. Аллен [и др.] // *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. – 2023. – № 4(58). – С. 22-25.

3. Congera, A. Effect of chemical plant protection products on yield and grain quality of winter wheat in the conditions of Central Non-Chernozem region of Russia / A. Congera, **M. Barry**, J. Nyambose [et al.] // *Agrarian Science*. – 2023. – №. 12. – P. 95-101. – DOI 10.32634/0869-8155-2023-377-12-95-101. – EDN AKICVP.

4. **Barry, M.** Effect of Mineral Fertilizers on Some Yield Parameters of Three Triticale Varieties on Sod-Podzolic Soil / **M. Barry**, A. Congera, D. Allen [et al.] // *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. – 2024. – № 1(59). – С. 16-19.

Научные работы, опубликованные в других журналах

5. **Барри, М.** Влияние минерального питания и средств защиты растений на количество продуктивных стеблей и качество зерна озимой тритикале в Центральном Нечерноземье / **М. Барри**, Е. Н. Пакина, С. И. Воронов [и др.] // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2025. – № 5-1(104). – С. 242-247. – DOI 10.24412/2500-1000-2025-5-1-242-247. – EDN LVKJDJ.

6. **Barry, M.** Effect of the fertilizer application rates on the performance of the winter triticale on podzolic soil / **M. Barry, A. Chongera, D. Allen** [et al.] // African Journal of Agricultural Research. – 2024. – Vol. 20, №. 2. – P. 198-204. – DOI 10.5897/ajar2023.16503. – EDN DIEEZD.

Научные работы, опубликованные в региональных изданиях, материалах симпозиумов и конференций

7. **Барри, М.** Реакция химических удобрений на урожайность озимого тритикале / **М. Барри, А. Чонгера, В. В. Введенский** // Инновационные процессы в сельском хозяйстве: Сборник тезисов XIV Международной научно-практической конференции, Москва, 21–22 апреля 2022 года. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2022. – С. 105-108. – EDN GRNHWX.

8. **Барри, М.** Изучение трех сортов озимого тритикале при увеличении доз удобрения для получения оптимальной урожайности / **М. Барри, А. Чонгера, В. В. Введенский, Д. Аллен** // Инновационные процессы в сельском хозяйстве: сборник статей XV Международной научно–практической конференции, Москва, 20–21 апреля 2023 года. – Москва: Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, 2023. – С. 334-340. – EDN RRICOS.

АННОТАЦИЯ

Барри Мамаду

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

В диссертационной работе изучено влияние современных технологий возделывания различной интенсивности на урожайность и качество зерна перспективных сортов озимой тритикале на дерново–подзолистых почвах Центрального Нечерноземья. Установлено, что лучшим сортом для данной зоны является новый сорт озимой тритикале местной селекции Гера, который обеспечивал максимальную урожайность зерна в зависимости от применяемых технологий в среднем на уровне 7,14–9,67 т/га по сравнению с сортами Нина (5,98–8,24 т/га) и Немчиновский 56 (6,64–8,83 т/га). Возделывание этого перспективного сорта озимой тритикале с применением высокоинтенсивной технологии способствовало повышению сбора белка с выращенным урожаем по сравнению с сортами Немчиновский 56 и Нина на 5,2 и 15,5 %, кормовой продуктивности на 9,5 и 17,4 %, энергетического коэффициента на 7,8 и 13,7 %, уровня рентабельности на 20 и 35 % соответственно. Результаты исследований могут быть использованы в хозяйствах Центрального Нечерноземья с различным уровнем материально–технического обеспечения.

Ключевые слова: озимая тритикале, технологии различного уровня интенсивности, урожайность, энергетическая и экономическая эффективность.

ABSTRACT

Barry Mamadou

The role of promising winter triticale varieties in technologies of different intensity levels on sod-podzolic soils of the Central Non-Black Earth Region

The dissertation study examined the influence of modern cultivation technologies of varying intensity on the yield and grain quality of promising varieties of winter triticale on sod-podzolic soils of the Central Non-Black Earth Region. It was established that the best variety for this zone is the new variety of winter triticale of local selection Hera, which provided the maximum grain yield, depending on the technologies used, at an average level of 7.14–9.67 t/ha compared to the varieties Nina (5.98–8.24 t/ha) and Nemchinovsky 56 (6.64–8.83 t/ha). Cultivation of this promising winter triticale variety using high-intensity technology contributed to an increase in protein yield from the grown crop compared to the Nemchinovsky 56 and Nina varieties by 5.2 and 15.5 %, feed productivity by 9.5 and 17.4 %, energy coefficient by 7.8 and 13.7 %, and profitability by 20 and 35 %, respectively. The research results can be used in farms of the Central Non-Black Earth Region with different levels of material and technical support.

Keywords: winter triticale, technologies of different intensity levels, yield, energy and economic efficiency.