

На правах рукописи



ГРЕЧИЩЕВ Дмитрий Сергеевич

ВЛИЯНИЕ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И
ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В РАВНИННОМ
АГРОЛАНДШАФТЕ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина»

Научный руководитель

Терехова Светлана Серафимовна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Официальные оппоненты:

Мамсиров Нурбий Ильясович

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный
технологический университет», заведующий
кафедрой технологии производства
сельскохозяйственной продукции

Гонгало Анна Андреевна,

кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБУН «Научно-исследовательский институт
сельского хозяйства Крыма», старший
научный сотрудник лаборатории земледелия

Ведущая организация

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени
П.П. Лукьяненко»

Защита диссертации состоится «19» ноября 2026 г. в 13:00 ч на заседании диссертационного совета: 35.2019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 и на сайтах: университета – <http://www.kubsau.ru> и Высшей аттестационной комиссии – [http: https: //https://vak.gisnauka.ru](http://https://vak.gisnauka.ru)

Автореферат разослан «5» октября 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета



А.В. Коваль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Южный регион РФ традиционно выступает главной житницей страны, формируя основу экспортного потенциала российской пшеницы. Однако уборочная кампания 2025 года выявила тревожные тенденции, так как урожайность в регионе снизилась на 13–22% по сравнению с предыдущим годом, а валовые сборы в некоторых районах (например, на севере Краснодарского края) оказались втрое ниже потенциально возможных. В этих условиях даже незначительное падение продуктивности в масштабах Юга оборачивается потерями миллионов тонн зерна, что делает поиск путей стабилизации урожаев задачей государственной важности.

Это указывает на фундаментальное противоречие: высокопродуктивные сорта пшеницы (особенно полукарликовые и интенсивного типа), созданные селекционерами Национального центра зерна им. П. П. Лукьяненко, не способны реализовать свой генетический потенциал (11–13 т/га) без точного соблюдения системы минерального питания и влагообеспечения. Исследования последних лет однозначно доказывают, что эффективность использования удобрений и влаги находится в прямой зависимости.

Для Юга России, характеризующегося частыми засухами, критически важным является не просто увеличение доз удобрений, а их синхронизация с фазами развития растений и доступной влагой.

В текущих экономических реалиях (высокая стоимость кредитных ресурсов, экспортные пошлины, диспаритет цен на технику и готовую продукцию) вынуждает сельхозпроизводителей искать баланс между затратами на удобрения и потенциальной прибавкой урожая. Это требует научно-обоснованных рекомендаций не по максимальным, а по экономически оптимальным дозам удобрений, которые обеспечат стабильный урожай.

Сокращение площадей под пшеницей в стране и переход на более рентабельные масличные культуры нарушают устоявшиеся севообороты. Это ставит новые задачи перед системой подготовки почвы. Так как, после пропашных предшественников запасы влаги в метровом слое почвы могут быть катастрофически низкими, что требует дифференциации приемов основной обработки для максимального накопления и сохранения влаги.

Актуальность настоящего диссертационного исследования обусловлена необходимостью разрешения противоречия между высоким биологическим потенциалом современных сортов пшеницы и экономико-климатическими ограничениями Юга России. Разработка научно-обоснованной системы подготовки почвы и дифференцированных доз удобрений, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям макрорегиона, является ключевым условием стабилизации производства зерна, сохранения плодородия почв и обеспечения рентабельности сельскохозяйственного производства в условиях нарастающих погодных и экономических рисков. И так, изучение комплекса факторов, направленных на разработку энергосберегающих технологий для перспективных сортов озимой пшеницы остается актуальным.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в адаптацию и модернизацию агротехнологий возделывания озимой пшеницы применительно к условиям юга России принадлежит плеяде ученых: Л.А. Беспаловой (2022), Н.Г. Малюге (2014), Б.И. Тарасенко (1987), В.П. Василько (2018, 2022), А.А. Квашин (2011) и другим исследователям. В их научных изысканиях находился широкий спектр технологических аспектов. Это определение научно обоснованных доз внесения удобрений, уточнение календарных сроков сева, совершенствование систем обработки почвы, разработка оптимальных норм высева и способов посева, а также изучение специфики уборочных работ. Особое внимание уделялось вопросам влияния культуры на поддержание и воспроизводство плодородия кубанских черноземов Шеуджен А. Х. (2010).

Цель исследования: научное обоснование и разработка оптимальных параметров приемов обработки почвы и уровня минерального питания, обеспечивающих реализацию продуктивного потенциала сортов озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Западного Предкавказья.

Задачи исследований:

1. Провести анализ агроклиматических условий в годы проведения исследований и оценить их влияние на ростовые процессы и продуктивность озимой пшеницы.

2. Изучить в условиях мониторинга влияние различных приемов обработки почвы (отвальной, безотвальной, минимальной, нулевой) на агрофизические свойства почвы (плотность, структуру, влажность) и засоренность посевов.

3. Определить эффективность различных доз и соотношений минеральных удобрений на фоне изучаемых обработок почвы и показать доли взаимодействия факторов.

4. Выявить особенности роста, площади листовой поверхности, фотосинтетической деятельности растений озимой пшеницы сорта Алексеич в зависимости от исследуемых факторов.

5. Дать сравнительную оценку продуктивности и качества зерна озимой пшеницы при различных технологиях выращивания.

6. Установить корреляционные связи между площадью листовой поверхности, урожайностью, качеством зерна и изучаемыми агротехническими приемами.

7. Провести экономическую эффективность применения изучаемых агроприемов и разработать рекомендации производству для конкретных почвенно-климатических условий.

Научная новизна. Для условий Западного Предкавказья в многофакторном опыте на черноземе выщелоченном разработаны теоретические и практические технологии возделывания озимой мягкой пшеницы интенсивного типа сорта Алексеич с биологической потенциальной урожайностью 130 ц/га по самому гумусоразрушающему предшественнику -

сахарной свекле. Эта технология основана на гумусосберегающей технологии обработки почвы и различных систем минерального питания.

В ходе комплексного эксперимента получены оригинальные данные, позволяющие разработать приемы возделывания озимой пшеницы. Установлено, что применение данных приемов обеспечивает высокую продуктивность и качество зерна. Определены доли влияния изучаемых факторов на формирование урожая в конкретных условиях.

Впервые для региона выявлены закономерности формирования качества зерна озимой пшеницы в зависимости от изучаемых агроприемов.

Экспериментально доказано, что замена традиционной отвальной вспашки на поверхностную обработку, совместно с дозами минеральных удобрений не снижает продуктивность сорта озимой пшеницы Алексеич, но способствует снижению энергозатрат.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость исследования базируется на углублении научных представлений о механизмах продуктивности озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов. Выявленные в ходе эксперимента закономерности, расширяют теоретическую базу агрономии, в части реакций сорта на условия минерального питания и агроприемов. Установлены корреляционные связи между уровнем минерального фона питания и отзывчивостью озимой пшеницы на изменения пахотного горизонта почвы. Доказано, что характер взаимодействия в системе «обработка почвы – удобрение – сорт» определяет не только уровень урожайности, но формирование показателей качества зерна.

Практическая значимость работы состоит в разработке и обосновании параметров агроприемов возделывания озимой пшеницы, обеспечивающей стабильную реализацию потенциала продуктивности современного сорта. Основные результаты представлены в практических рекомендациях производству, включают оптимизацию обработки почвы и дифференциацию минерального питания.

Внедрение разработанных рекомендаций в сельскохозяйственных предприятиях региона позволит повысить рентабельность производства озимой пшеницы.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Дифференцированные приемы обработки почвы под озимую пшеницу и уровни минерального питания в условиях Западного Предкавказья.
2. Агрофизические показатели чернозема выщелоченного при возделывании озимой пшеницы при различных агроприемах.
3. Фитосанитарное состояние посевов и засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от вариантов опыта.
4. Закономерности формирования продукционного процесса у озимой пшеницы в зависимости от приемов обработки почвы и уровня минерального питания.

5. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы при разных приемах обработки почвы и дозах минеральных удобрений в условиях Западного Предкавказья.

Степень достоверности и апробации результатов исследований. Достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается методологией исследования, базирующейся на фундаментальных положениях агрономической науки и трудах ведущих ученых в области растениеводства, земледелия и физиологии растений.

Исследования проведены в течение трех лет на опытном станции КубГАУ в условиях многолетнего полевого стационара. Закладка полевых опытов, проведение наблюдений и учетов выполнялись в строгом соответствии с общепринятыми методиками (Доспехов Б.А., 1985; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 2019). Схема опыта включала контрольные варианты и необходимые градации изучаемых факторов, что позволило выявить закономерности взаимодействия генетических и агротехнических факторов.

Лабораторные анализы выполнялись на поверенном оборудовании с использованием современных методов.

Исследования проводились в динамике, что позволило нивелировать влияние погодных условий и выявить устойчивые закономерности. Выводы базируются на результатах статистической обработки экспериментальных данных.

Основные положения и результаты диссертационной работы прошли широкую научную апробацию и были представлены научному сообществу на различных уровнях.

Основные результаты диссертации доложены и обсуждены на заседании кафедры общего и орошаемого земледелия факультета агрономии и экологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», а также на конференциях различного уровня: Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ «Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год» (Краснодар, 2022); Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современных научных исследований» (Минск, 2025); Международная научно-практическая конференция «Инновационные научные исследования: теория, методология, практика» (Кишинев, 2025).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 4 статей в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Личный вклад автора заключается в разработке программы исследований, проведении полевых и лабораторных опытов, статистической обработке и интерпретации полученных данных, формулировке заключений и подготовке публикаций.

Структура и объем диссертационной работы. Работа оформлена на 200 страницах машинописного текста и включает введение, четыре главы, заключение, рекомендации производству, список использованной литературы и приложения.

Диссертационная работа включает 21 таблицу, 10 рисунков и 20 приложений. Список использованной литературы включает 167 источников, в том числе 20 – иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Обзор литературы. В главе отражено состояние изученности вопроса. Обобщены данные литературных источников отечественных и зарубежных авторов о ростовых процессах и урожайности при различных системах обработки почвы и норм минерального питания. Дается заключение об актуальности технологии выращивания интенсивных сортов в разных регионах РФ.

2 Условия и методика проведения исследований. Исследования выполнялись на базе опытного хозяйства «Кубань», являющегося структурным подразделением Кубанского государственного аграрного университета. Почвенная структура опытного участка неоднородна и представлена преимущественно черноземами выщелоченными (92,6% от общей площади) и, в значительно меньшей степени, лугово-черноземными выщелоченными уплотненными почвами (7,4%).

Центральная агроклиматическая зона Краснодарского края, где дислоцировался опытный участок, отличается умеренно-континентальным климатом с теплым режимом и умеренным увлажнением. Годовая сумма атмосферных осадков в среднем составляет 643 мм, среднемноголетняя температура воздуха фиксируется на отметках 10,0–10,8°C, ветровой режим формируется под влиянием восточных и западных воздушных масс.

Годы проведения исследований являются достаточно контрастными по погодным условиям В 2020 г. – осадков меньше многолетних, в 2021 г. – осадков больше многолетних, в 2022 г. – оптимальный.

Исследования реализованы по двухфакторной схеме, в качестве объекта исследования выступала мягкая озимая пшеница сорта Алексеич, предметом – различные системы обработки почвы и уровни минерального питания. Изучалось два фактора с градациями:

Фактор А (обработка почвы): A_1 – дисковое лущение на глубину 8–12 см; A_2 – вспашка на глубину 20–22 см; A_3 – чизелевание на глубину 20–22 см; A_4 – нулевая обработка (прямой сев).

Фактор В (уровень минерального питания): B_0 – контроль (без применения удобрений); B_1 – $N_{70}P_{70}K_{50} + N_{30}$; B_2 – $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$.

Площадь опытной делянки составляла 105 м², непосредственно под учет отводилось 50 м². Эксперимент был заложен в трехкратной повторности. Размещение вариантов осуществлялось рендомизированно. Предшествующей

культурой являлась сахарная свекла. В качестве контроля по фактору обработки (А) был принят вариант с дисковым лушением (А₁), по фактору удобрений (В) – вариант без внесения удобрения (В₀).

В ходе вегетации и после уборки выполнялся следующий комплекс учетов и анализов: фенологические наблюдения согласно общепринятой методике Госсортсети, определение густоты стояния, подсчет количества растений на единице площади по стандартной методике, агрофизические характеристики почвы, показатели фотосинтетической деятельности по А. А. Ничипоровичу по соответствующей формуле, фитосанитарное состояние в трехкратной повторности. Учет и анализ урожая выполнялся по общепринятой методике. Экономическая эффективность: рассчитывалась на основе технологических карт возделывания культуры. Оценивались такие показатели, как стоимость прибавки урожая, дополнительные производственные затраты, величина чистого дохода, себестоимость продукции и уровень рентабельности.

Статистическая обработка данных: полученный экспериментальный материал обрабатывался методами дисперсионного и корреляционного анализа по алгоритмам, изложенным Б. А. Доспеховым.

3 ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ, ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ)

3.1 Агрегатный состав

Структурно-агрегатный состав в пятисантиметровом слое не оставался постоянным и изменялся в зависимости от приемов обработки почвы.

Учитывая, что самый верхний (0–5 см) слой наиболее уязвим для водной эрозии, пристального внимания заслуживает анализ воздействия различных систем обработки на его агрегатный состав (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение структурно-агрегатного состава в зависимости от обработки почвы в верхнем пятисантиметровом слое почвы, % (2020–2022 гг.)

Обработка почвы	Фракции почвы (мм)				Водопрочность агрегатов		
	>10	10-3	3-1	<1	<0.25	> 1 мм	>0.25 мм
1	2	3	4	5	6	7	8
Кущение(осенью)							
Дисковое лушение на 10–12 см (к)	30,9	29,8	17,9	18,6	2,8	28	68
Вспашка на 20–22 см	40,9	31,7	15,4	10,4	1,6	38	74
Чизелевание на 20-22 см	27,1	28,0	21,2	20,3	3,4	20	63
Нулевая обработка (прямой посев)	19,5	51,2	18	10,2	1,1	34	76
НСР ₀₅	1,10	3,35	2,16	1,51	0,80	2,38	3,41

1	2	3	4	5	6	7	8
Кущение (весной)							
Дисковое лушение на 10–12 см (к)	5,4	16,9	25,4	46,5	5,8	19	53
Вспашка на 20–22 см	3,6	13,8	32,1	45,2	5,3	24	65
Чизелевание на 20–22 см	4,1	15,3	26,6	48,4	5,6	19	57
Нулевая обработка (прямой посев)	3,4	18,5	26,0	49,1	3,0	31	68
НСР ₀₅	0,44	0,46	0,80	1,64	0,28	2,88	3,31

Установлено, что обработка почвы существенно влияет на структурно-агрегатное состояние верхнего слоя. В осенний период отвальная обработка почвы способствует формированию преимущественно крупноглыбистой структуры, тогда как применение нулевой технологии обеспечивает преобладание агрегатов среднего размера (10–3 мм), характеризующихся повышенной водопрочностью. В весенний период во всех вариантах обработки наблюдается тенденция к снижению доли крупных агрегатов и увеличению содержания мелкодисперсной фракции. Тем не менее, при нулевой обработке структура почвы сохраняет наибольшую устойчивость.

3.2 Запасы продуктивной влаги в почве

Запасы продуктивной влаги в почве существенно варьировали в зависимости от способа основной обработки почвы, глубины учетного слоя и фазы развития культуры.

В метровом слое почвы перед посевом максимальная влагообеспеченность отмечена при дисковом лушении – 50,7 мм. На вспашке данный показатель составил 32,0 мм, что достоверно ниже контроля на 18,7 мм (36,9%) (НСР₀₅ 1,63). Худшие результаты получены при нулевой обработке: запасы влаги равнялись 25,7 мм, что существенно (на 25 мм или 49,3%) уступает контролю. На чизельной обработке почвы отмечено наименьшее снижение – до 47,7 мм, что всего на 3,0 мм (5,9%) меньше контроля, однако и это уменьшение оказалось статистически значимым.

В фазу колошения отмечалось закономерное снижение влагозапасов вследствие активного водопотребления растений. Однако относительное распределение вариантов сохранялось: чизелевание способствовало наибольшему удержанию влаги (132,7 мм в слое 0–100 см), далее следовали вспашка (124,3 мм) и дисковое лушение (109,0 мм). Нулевая обработка характеризовалась наименьшими запасами (98,3 мм). В пахотном и подпахотном слоях (0–50 см) различия между чизелеванием и вспашкой были статистически подтверждены (НСР₀₅ 1,45–4,11 мм).

Перед уборкой урожая преимущество глубоких обработок сохранилось. Лучшие показатели влагозапасов в метровом слое зафиксированы на варианте с чизелеванием – 94,7 мм. Существенная прибавка к контролю (78,0 мм) составила 16,7 мм. Вспашка также обеспечила

достоверное превышение контроля – 90,7 мм (+12,7 мм). Худшие результаты получены на нулевом фоне – 67,0 мм, что на 14,1% (11,0 мм) ниже, чем при дисковом лушении (НСР₀₅ 6,43).

3.3. Динамика изменения твердости почвы

Результаты наших данных по твердости почвы в слое 0–30 см в зависимости от основной обработки в 2020–2022 гг. выявили существенное различие показателей как между вариантами обработки, так и по фазам развития культуры (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение твердости почвы в зависимости от основной обработки почвы в слое 0–30 см, кг/см² (2020–2022 гг.)

Обработка почвы	Срок определения		
	в начале весенней вегетации	в фазу колошения	в фазу полной спелости
Дисковое лушение на 10–12 см (к)	17,5	27,6	32,5
Вспашка на 20–22 см	14,3	23,6	28,2
Чизелевание на 20–22 см	15,3	25,1	30,4
Нулевая обработка (прямой посев)	20,9	30,3	36,7
НСР ₀₅	0,40	0,48	0,75

Нами отмечено, что при дисковом лушении твердость почвы увеличивается до 32,5 кг/см², а максимальные значения данного показателя зафиксированы при применении нулевой технологии (36,7 кг/см²). На основании наших данных можно заключить, что отвальная вспашка на глубину 20–22 см обеспечивает наиболее низкий уровень твердости почвы на протяжении всего вегетационного периода. Нулевая технология характеризуется стабильно повышенной твердостью в слое 0–30 см, что обусловлено отсутствием механического воздействия на почвенный профиль.

Нами показано, что основная обработка почвы является определяющим фактором динамики твердости почвы в течение вегетационного периода, причем различия между технологиями статистически значимы на всех этапах наблюдений.

3.4 Засоренность посевов

Изучение видового состава и обилие сорного компонента проводили в период до внесения гербицида, через 30 дней после внесения гербицида и перед уборкой.

Засоренность посевов озимой пшеницы сорта Алексеич в 2020–2022 гг. существенно варьировала в зависимости от основной обработки почвы, что свидетельствует о значительном влиянии агротехнического приема на фитосанитарное состояние агроценоза.

Таблица 3 – Засоренность посевов озимой пшеницы сорта Алексеич в зависимости от обработки почвы, шт./м² (2020–2022 гг.)

Обработка почвы	Количество сорняков		
	до применения гербицида	через 28 дней после применения гербицида	перед уборкой
Дисковое лушение на 10–12 см (к)	17,2	1,7	3,1
Вспашка на 20–22 см	7	0,7	2,1
Чизелевание на 20–22 см	10,5	1	3,1
Нулевая обработка (прямой посев)	45	4,5	7,0

Засоренность посевов озимой пшеницы сорта Алексеич в 2020–2022 гг. существенно варьировала в зависимости от основной обработки почвы, что свидетельствует о значительном влиянии агротехнического приема на фитосанитарное состояние агроценоза.

Нами установлено, что в условиях 2020–2022 гг. отвальная вспашка на глубину 20–22 см обеспечивала наиболее эффективное снижение исходной и конечной засоренности посевов озимой пшеницы сорта Алексеич. Минимизация механической обработки, особенно переход к прямому посеву, сопровождалась существенным увеличением плотности сорной растительности на всех этапах учета. Полученные данные подтверждают определяющую роль способа основной обработки почвы в регулировании сорного компонента агрофитоценоза и формировании устойчивой производственной системы.

3.5 Межфазный период, густота стояния и высота растений озимой пшеницы

Применяемые приемы основной обработки почвы (дисковое лушение, вспашка, чизелевание, нулевая обработка) и уровни минерального питания (без удобрений, $N_{70}P_{70}K_{50} + N_{30}$, $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$) в среднем за три года не приводили к значительному изменению продолжительности вегетационного периода озимой пшеницы сорта Алексеич.

В 2020–2022 гг. динамика густоты стояния растений озимой пшеницы характеризовалась закономерным снижением численности растений от фазы весеннего кущения к молочно-восковой спелости независимо от способа основной обработки почвы и уровня минерального питания. При этом абсолютные показатели густоты существенно варьировали в зависимости от агрофона (таблица 4).

В целом установлено, что наибольшая густота стояния растений во все фазы развития формировалась при дисковом лушении в сочетании с повышенными дозами минеральных удобрений.

Таблица 4 – Динамика густоты стояния растений озимой пшеницы сорта Алексеич в зависимости от приемов выращивания, шт./м² (2020–2022 гг.)

Обработка почвы (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Фаза вегетации			
		весеннее кущение	выход в трубку	колошение	молочно- восковая спелость
Дисковое лушение на 10–12 см (к)	Без удобрений (к)	394	330	318	275
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	397	336	321	287
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	399	345	330	305
Вспашка на 20–22 см	Без удобрений	371	315	295	265
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	375	322	307	271
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	379	332	315	280
Чизелевание на 20-22 см	Без удобрений	380	323	301	270
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	382	331	314	278
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	384	341	321	289
Нулевая обработка (прямой посев)	Без удобрений	309	274	251	210
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	322	284	263	215
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	358	309	276	228

Усиление уровня питания способствовало не только увеличению исходной численности растений, но и повышению их сохранности в процессе вегетации. Независимо от технологии обработки почвы, общая тенденция характеризовалась поэтапным снижением густоты вследствие естественной элиминации растений и редукции непродуктивных побегов, что соответствует биологическим особенностям культуры и закономерностям формирования продуктивного стеблестоя озимой пшеницы.

3.6 Площадь листьев и фотосинтетический потенциал

В целом за 2020–2022 гг. установлено, что оптимизация системы обработки почвы в сочетании с достаточным уровнем минерального питания является определяющим фактором формирования высокоразвитого листового аппарата озимой пшеницы, что, в свою очередь, создает предпосылки для реализации ее продукционного потенциала. (таблица 5)

Таблица 5 – Динамика площади листовой поверхности озимой пшеницы сорта Алексеич в зависимости от приемов выращивания, тыс. м²/га (2020–2022 гг.)

Обработка почвы (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Фаза вегетации			
		весеннее кущение	выход в трубку	колошение	молочно-восковая спелость
Дисковое лушение на 10–12 см (к)	Без удобрений (к)	13,3	27,8	48,2	17,5
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	14,3	29,6	53,4	19,3
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	16,0	33,5	59,1	22,4
Вспашка на 20–22	Без удобрений	12,1	25,0	40,0	15,5
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	13,4	27,1	47,0	16,9
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	14,9	30,6	52,1	19,5
Чизелевание на 20–22 см	Без удобрений	12,5	26,6	44,8	16,7
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	13,8	28,8	49,8	18,2
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	15,3	32,9	55,6	20,6
Нулевая обработка (прямой посев)	Без удобрений	9,6	18,7	31,8	10,2
	N ₇₀ P ₇₀ K ₅₀ + N ₃₀	11,2	21,2	36,9	11,5
	N ₁₄₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ + N ₆₀	13,0	25,4	41,8	13,7

В целом доказано, что оптимальное сочетание щадящей поверхностной обработки почвы и повышенных норм минеральных удобрений обеспечивает максимальную реализацию фотосинтетического потенциала агроценоза озимой пшеницы, что является теоретическим и практическим основанием для совершенствования технологий возделывания культуры в условиях современного адаптивного земледелия.

3.7 Урожайность и ее структура

Результаты исследований показали, что элементы структуры урожая озимой пшеницы существенно зависели как от обработки почвы, так и от уровня минерального питания растений. Наиболее благоприятные условия для формирования продуктивного стеблестоя, увеличения длины колоса, озерненности и массы зерна складывались при дисковом лушении почвы на 10–12 см в сочетании с внесением повышенной дозы минеральных удобрений (N₁₄₀P₁₄₀K₁₀₀ + N₆₀).

Наиболее высокие средние показатели урожайности отмечены при дисковом лушении почвы. На контрольном варианте урожайность составила 49,2 ц/га, при внесении удобрений в дозе N₇₀P₇₀K₅₀ + N₃₀ – 57,9 ц/га, а при повышенной дозе N₁₄₀P₁₄₀K₁₀₀ + N₆₀ – 66,3 ц/га (таблица 19).

Таблица 6 – Средняя урожайность по вариантам опыта, ц/га (2020–2022 гг.)

Обработка почвы	Без удобрений	$N_{70}P_{70}K_{50} + N_{30}$	$N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$	Прирост от максимальной дозы удобрений (к контролю)
Дисковое лущение 10–12 см	49,2	57,9	66,3	+17,1 ц/га (+34,8%)
Вспашка 20–22 см	45,9	53,6	61,2	+15,3 ц/га (+33,3%)
Чизелевание 20–22 см	47,5	55,6	63,5	+16,0 ц/га (+33,7%)
Нулевая обработка (прямой посев)	32,2	36,0	38,7	+6,5 ц/га (+20,2%)

При вспашке на глубину 20–22 см средняя урожайность составила соответственно 45,9; 53,6 и 61,2 ц/га. При чизелевании на глубину 20–22 см она достигала 47,5; 55,6 и 63,5 ц/га соответственно. Наименьшая урожайность на протяжении всего периода наблюдений была получена при нулевой обработке почвы, где средние показатели составили 32,2 ц/га на контроле, 36,0 ц/га при внесении средней дозы удобрений и 38,7 ц/га при повышенной дозе.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что применение повышенных доз минеральных удобрений в сочетании с ресурсосберегающими способами обработки почвы, такими как дисковое лущение и чизелевание, способствует формированию наиболее высокой урожайности зерна озимой пшеницы.

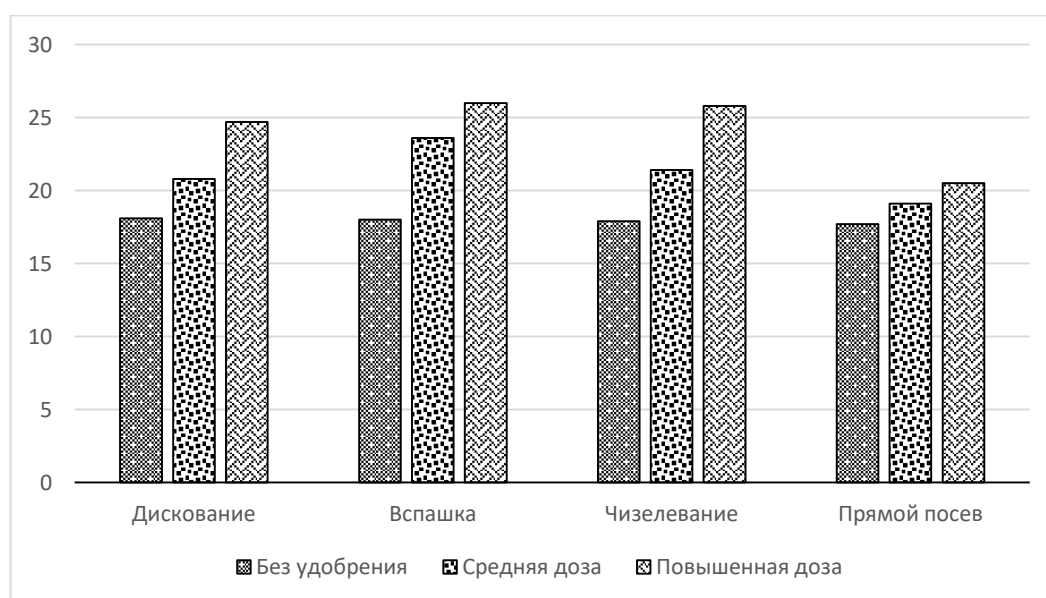


Рисунок 1 – Изменение содержания белка в зерне озимой пшеницы в зависимости от агротехнологий, % (2020–2022 гг.)

Нами показано, что максимальное содержание белка в зерне озимой пшеницы обеспечивается при вспашке и чизелевании (рисунок 1). Необходимо

отметить, что такое значение белка при обоих приемах обработки почвы достигается при внесении повышенной дозы удобрений. Нами рассчитана очень высокая отрицательная корреляция ($r = -0,90$) между суммой осадков за вегетацию и содержанием белка в зерне. Это согласуется с известными положениями физиологии растений, что при дефиците осадков снижается урожайность, но повышается содержание белка.

4 АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Анализ свидетельствует, что максимальный чистый доход формируется при дисковом лущении на фоне высоких доз удобрений (рисунок 10). Чизелевание обеспечивает сопоставимые результаты, однако несколько уступает лидирующему варианту. Вспашка характеризуется более низкими значениями дохода, а нулевая обработка, несмотря на низкие затраты, не позволяет достичь высокого уровня прибыли из-за ограниченной продуктивности.

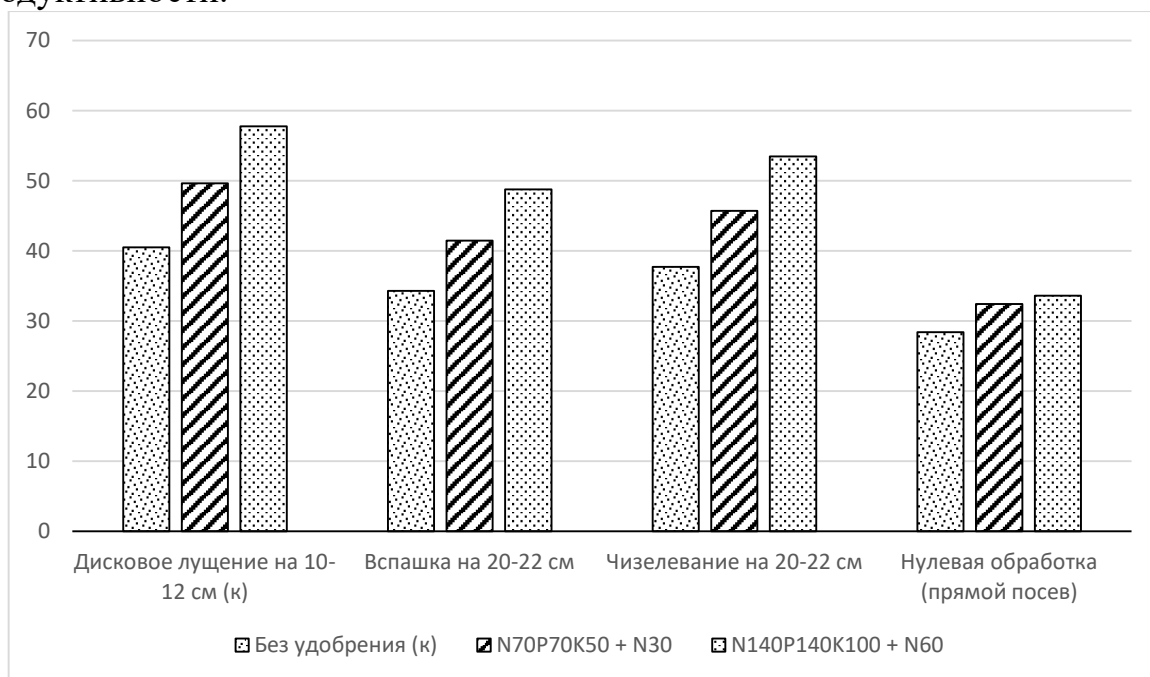


Рисунок 2 – Чистый доход при различных обработках почвы и уровнях минерального питания, тыс. руб./га

Наибольшую экономическую эффективность обеспечивает сочетание дискового лущения с повышенными дозами минеральных удобрений. Чизелевание может рассматриваться как альтернативный ресурсосберегающий вариант с близкими показателями. Вспашка уступает по большинству экономических критериев, а нулевая обработка, несмотря на высокую рентабельность, ограничена низким уровнем абсолютного дохода. В

целом, оптимизация обработки почвы в сочетании с рациональным применением удобрений является ключевым фактором повышения эффективности производства озимой пшеницы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетний полевой эксперимент, проведенный в 2020–2022 годах на территории Западного Предкавказья, позволил дать всестороннюю агрономическую и экономическую оценку приемам обработки почвы и системе минерального питания на агрофизические показатели почвы, ростовые процессы, урожайность и показатели качества зерна. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Обработка почвы существенно влияет на структурно-агрегатное состояние верхнего слоя. В осенний период отвальная обработка почвы способствует формированию преимущественно крупноглыбистой структуры, тогда как применение нулевой технологии обеспечивает преобладание агрегатов среднего размера (10–3 мм), характеризующихся повышенной водопрочностью. В весенний период во всех вариантах обработки наблюдается тенденция к снижению доли крупных агрегатов и увеличению содержания мелкодисперсной фракции. Тем не менее, при нулевой обработке структура почвы сохраняет наибольшую устойчивость.

2. Наибольшее количество продуктивной влаги перед посевом было отмечено на варианте с дисковым лущением (50,7 мм), на чизельной обработке почвы (47,7 мм), а на вспашке и на прямом посеве этот показатель составил соответственно 32,0 мм и 25,7 мм. К началу возобновления весенней вегетации запасы продуктивной влаги на варианте с чизельной обработкой почвы в 100 см слое были 193,0 мм, что выше, чем на контроле на 21,7 мм, и превышали показатели на вспашке.

3. При дисковом лущении твердость почвы увеличивается до 32,5 кг/см², а максимальные значения данного показателя зафиксированы при применении нулевой технологии (36,7 кг/см²). На основании наших данных можно заключить, что отвальная вспашка на глубину 20–22 см обеспечивает наиболее низкий уровень твердости почвы на протяжении всего вегетационного периода. Нулевая технология характеризуется стабильно повышенной твердостью в слое 0–30 см, что обусловлено отсутствием механического воздействия на почвенный профиль.

4. Лучшие показатели крошения почвы были отмечены на дисковом лущении, где комковато-зернистые фракции сформировались с преобладанием частиц 0,25–10 мм и коэффициентом структурности 1,7. Коэффициент структурности на вариантах с чизельной обработкой почвы и при вспашке был ниже 1,00.

5. Динамика количества сорной растительности за периоды учета показывала, что вспашка имела преимущество в подавлении сорной растительности в сравнении с дисковым лущением и чизельной обработкой

почвы. На варианте с нулевой обработкой почвы отмечено значительно большее количество сорных растений.

Это можно объяснить тем, что вспашка на глубину 20–22 см. способствует перемещению семян сорной растительности с верхнего горизонта в более глубокие слои почвы, а нулевая обработка почвы (прямой посев) способствует накоплению семян сорной растительности в поверхностном слое почвы.

6. В среднем за годы исследований общая продолжительность вегетации озимой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и норм удобрений отличались незначительно, и составила на варианте с прямым посевом 259–263 дня, а по вспашке и дисковому лущению 260–264 дня.

7. Высота растений озимой пшеницы зависела от уровня минерального питания и от обработки почвы. Самые высокорослые растения сформировались при проведении дискового лущения с применением $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$ (97,4 см), а самые низкие 74,8 см на прямом посеве без удобрений.

8. Изучаемые в опыте варианты оказали положительное влияние на густоту стояния озимой пшеницы. Максимальная густота стояния в фазу молочно – восковой спелости была отмечена на дисковом лущении с нормой удобрений $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$ (305 шт./м²). При проведении вспашки и чизельной обработки этот показатель был меньше (280 шт./м² и 289 шт./м²). Минимальная густота стояния растений озимой пшеницы была на варианте с нулевой обработкой почвы и составила 228 шт./м².

9. Во всех вариантах опыта нарастание листовой поверхности происходило от фазы весеннего кущения к выходу в трубку с последующим достижением максимума в период колошения.

Проведенный нами анализ показал, что при дисковом лущении формировались наибольшие значения площади листовой поверхности на всех стадиях онтогенеза. В фазу весеннего кущения данный показатель находился в пределах 13–16 тыс. м²/га и достигал максимума в фазу колошения (48–59 тыс. м²/га).

При отвальной вспашке площадь листовой поверхности была ниже по сравнению с вариантом дискового лущения на протяжении всего периода вегетации. Наиболее низкие значения площади листьев отмечены при прямом посеве. Максимальные значения листовой поверхности во всех способах обработки получены при повышенном уровне питания и прирост по сравнению с неудобренным фоном достигал 20–30 %,

10. Установлено, что фотосинтетический потенциал озимой пшеницы существенно варьировал в зависимости от приемов основной обработки почвы и уровня минерального питания и наиболее интенсивное накопление фотосинтетического потенциала приходилось на период колошение – молочная спелость.

Повышение доз минеральных удобрений от контроля до $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$ обеспечивало достоверное увеличение фотосинтетического потенциала во

всех вариантах обработки почвы на 12–32 %. Максимальное значение этого показателя отмечено при дисковом лущении, где фотосинтетический потенциал до 3114 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{сутки/га}$. Нулевая обработка почвы характеризовалась снижением фотосинтетического потенциала на 20–30 % по сравнению с дисковым лущением.

11. Изменение глубины обработки почвы и применение различных норм минеральных удобрений способствовало к формированию различных показателей элементов структуры урожая. Продуктивность посевов озимой пшеницы при применении минеральных удобрений определялась оптимальным сочетанием количества продуктивных стеблей и массы зерна с колоса.

12. Применение повышенных доз минеральных удобрений в сочетании с ресурсосберегающими способами обработки почвы, такими как дисковое лущение и чизелевание, способствует формированию наиболее высокой урожайности зерна озимой пшеницы. Максимальный показатель урожайности в среднем был получен на варианте с дисковым лущением и двойной нормой удобрений – 66,3 ц/га и изменения с другими вариантами обработки почвы математически достоверно. Применение минеральных удобрений также показывает существенную прибавку урожая в сравнение с контролем.

13. Установлено, что способы основной обработки почвы оказывают не значительное влияние на качество зерна озимой пшеницы. Наибольшее влияние на стекловидность, клейковину, белок оказали двойные нормы минеральных удобрений. Двойные нормы удобрений увеличили содержание белка на 6–17 %, а клейковину на 15–30 %.

14. Наиболее низкие значения себестоимости получены при применении высоких доз удобрений в сочетании с дисковым лущением и чизелеванием. Вариант с вспашкой уступает по данному показателю вследствие более высоких затрат. Максимальные значения чистого дохода достигаются при дисковом лущении с высоким уровнем удобрений (57,78 тыс. руб./га), что свидетельствует о высокой окупаемости затрат. Чизелевание в аналогичных условиях несколько уступает (53,49 тыс. руб./га), но сохраняет высокую эффективность. Нулевая обработка обеспечивает минимальный доход (28,42–33,6 тыс. руб./га), несмотря на низкие затраты.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

На основе проведенных нами исследований для стабилизации плодородия чернозема и получения стабильных урожаев озимой пшеницы в условиях Западного Предкавказья сельскохозяйственному производству предлагается:

1. Озимую пшеницу сорта Алексеич (и сортов данного типа), выращиваемую по предшественнику сахарная свекла, для получения высокой урожайности 66,3 ц/га, с содержанием белка 13,5 % и клейковины — 24,7 % следует возделывать при дисковом лущении с внесением минеральных

удобрений с нормой $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$. При этом чистый доход составляет 57 тыс. руб./га, а уровень рентабельности до 120 %.

2. Применение вспашки на 20–22 см вместо дискового лущения, и внесении минеральных удобрений $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$ обеспечивает получение урожайности на уровне 61,2 ц/га при содержании белка 14,1 % и клейковины 26,0 %.

3. Чизельная обработка почвы и внесении минеральных удобрений $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$ обеспечивали урожайность на уровне 63,5 ц/га при содержании белка 13,9 % и клейковины 25,8 %.

4. При возделывании озимой пшеницы по технологии без обработки почвы с прямым посевом возможно получение урожая на уровне 38,7 ц/га при внесении $N_{140}P_{140}K_{100} + N_{60}$.

ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дальнейшее развитие темы должно быть направлено на установление основных закономерностей влияния ресурсосберегающих обработок почвы и уровней минерального питания на продуктивность озимой пшеницы в условиях долгосрочных опытов на различных пропашных предшественниках.

Практическая значимость дальнейших исследований заключается в создании зональных карт рекомендуемых ресурсосберегающих обработок для озимой пшеницы на Кубани, а также в разработке адаптированных систем удобрения, позволяющих снизить уровень финансовых затрат.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Кравченко, Р. В. Влияние минеральных удобрений на фоне минимизации основной обработки почвы на агробиологические показатели озимой пшеницы / Р. В. Кравченко, С. С. Терехова, Д. С. Гречищев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 180. – С. 193-204.

2. Кравченко, Р. В. Влияние основной обработки почвы на агрофизические показатели почвы под посевами озимой пшеницы / Р. В. Кравченко, С. С. Терехова, Д. С. Гречищев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 176. – С. 96-107.

3. Кравченко, Р. В. Влияние основной обработки почвы по предшественнику сахарная свекла на ее агрофизические показатели под посевами озимой пшеницы / Р. В. Кравченко, С. С. Терехова, Д. С. Гречищев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 96. – С. 123-128.

4. Кравченко, Р. В. Влияние основной обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства почвы и продуктивность озимой

пшеницы в Центральной зоне Краснодарского края / Р. В. Кравченко, С. С. Терехова, **Д. С. Гречищев** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 151-157.

Публикации в других изданиях:

1. **Гречищев, Д. С.** Вариативность влияния обработок почвы на продуктивность озимой пшеницы / Д. С. Гречищев, С. С. Терехова // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 19-21.

2. **Гречищев, Д. С.** Изменения агрофизических свойств почвы в зависимости от обработки почвы в условиях Центральной зоны Краснодарского края / Д. С. Гречищев, С. С. Терехова // Наукосфера. – 2025. – № 2-1. – С. 190-195.

3. **Гречищев, Д. С.** Влияние обработки почвы на засоренность посевов пшеницы озимой в условиях Центральной зоны Краснодарского края / Д. С. Гречищев, С. С. Терехова // Наукосфера. – 2025. – № 2-1. – С. 185-189.

4. **Гречищев, Д. С.** Изменение площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала озимой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского края / Д. С. Гречищев, С. С. Терехова // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика : материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Кишинев, 13 февраля 2025 года. – Нефтекамск: Научно-издательский центр "Мир науки" (ИП Вострецов Александр Ильич), 2025. – С. 16-19.

5. **Гречищев, Д. С.** Динамика высоты растений и густоты стояния озимой пшеницы в зависимости от минеральных удобрений и обработки почвы в Центральной зоне Краснодарского края / Д. С. Гречищев, С. С. Терехова // Актуальные вопросы современных научных исследований : материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Минск, 18 февраля 2025 года. – Нефтекамск: Научно-издательский центр "Мир науки" (ИП Вострецов Александр Ильич), 2025. – С. 11-17.

Научное издание

ГРЕЧИЩЕВ ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

ВЛИЯНИЕ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И
ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В РАВНИННОМ
АГРОЛАНДШАФТЕ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Подписано в печать 2026. Формат 60х84 ¹/₁₆
Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13