

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи



Сазоненко Максим Михайлович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ
ВЫРАЩИВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В
УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Нещадим Николай Николаевич

Краснодар – 2026

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ	3
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1 Приемы обработки почвы – это фактор для гарантированного урожая	10
1.2 Перспективы создания новых высокопродуктивных сортов озимой пшеницы	26
2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРЕМЕНТА	40
2.1 Агроэкологическая характеристика условий проведения эксперимента	40
2.2 Объект и методика проведения эксперимента	45
3 ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ)	49
3.1 Влияние технологий выращивания на агрофизические показатели почвы	49
3.2 Влияние технологий выращивания на ростовые процессы сортов пшеницы озимой	77
3.3 Урожайность и качественные показатели зерна у сортов пшеницы озимой в зависимости от приемов подготовки почвы	136
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	174
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	178
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	183
ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	184
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	185
ПРИЛОЖЕНИЕ	209

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Производство зерновых культур в мире является определяющим в сельскохозяйственном производстве. Необходимо отметить, что пшеница занимает вторую позицию от общего количества зерна зерновых культур. Лидирующее положение по производству пшеницы в мире занимают: Китай (134 млн тонн), Индия (103 млн тонн) и Россия (74 млн тонн).

Выращивание ряда полевых культур, прежде всего озимой пшеницы, обеспечивает продовольственную безопасность РФ. Известно, что значительная часть урожая озимой пшеницы идет на хлебопекарные цели, а также используется в животноводстве.

Стратегия развития сельскохозяйственного производства в Краснодарском крае определяется получением стабильных урожаев многих полевых культур и особенно озимой пшеницы. Ставится задача получать на Кубани не только высокие урожаи, но и производство зерна с высоким качеством.

Средняя урожайность пшеницы в мире составляет около 33 ц с гектара. Производство зерна пшеницы озимой на Кубани стабильно по годам с ежегодным ростом, урожайность составляет 60 и выше центнеров с гектара.

Посевные площади озимой пшеницы в Краснодарском крае в последние годы достигают более 1,6 млн гектаров. Положительно то, что Кубань в данный период почти на 100% использует семена региональной селекции. В 2022 году на Кубани собрали 10,7 млн тонн озимой пшеницы при урожайности 67,5 ц/га.

Россия занимает второе место в мире по экспорту зерна и доля ее составляет до 13% от мирового экспорта зерна.

Ранее учеными и селекционерами в нашем регионе были созданы сорта и разработаны технологии выращивания этих сортов. Большой вклад в создания сортов озимой пшеницы внесли П.П. Лукьяненко (1990), Л.А. Беспалова (2004, 2022) и другие.

Высокий уровень производства зерна озимой пшеницы в Краснодарском крае до конца не решил ряда агротехнологических и экологических проблем. Так, лимитирующими факторами на Кубани от которых зависит продуктивность и качества зерна озимой пшеницы являются, во-первых, почвенные и погодные условия, во-вторых, совершенствование и разработка ресурсосберегающих технологий, которые направлены на сохранение плодородия почвы и создания факторов для реализации урожайности новых сортов.

В силу этого необходимы комплексные исследования по модернизации системы подготовки почвы с использованием ресурсосберегающих технологий. Что обеспечит необходимую структуру пахотного слоя почвы, создаст условия для повышения влагонакопления и протекания ростовых процессов в растении.

Важным условием получения высоких и стабильных урожаев является внедрение в сельскохозяйственное производство новых сортов озимой пшеницы. Причем, возделывание перспективных сортов сопряжено с их биологической и сортовой особенностью. Модернизация агроприемов, учитывающих биологические особенности сортов озимой пшеницы и природно-климатические условия региона, обеспечивающих получение стабильных урожаев озимой пшеницы при рациональном расходовании материальных ресурсов, является актуальной задачей.

Степень разработанности темы. Разработкой агротехнологий выращивания озимой пшеницы с целью получения высокопродуктивных агрофитоценозов в стране занимались многие исследователи: Я.В. Губанов (1988), Б.И. Тарасенко (2015), Н.Г.Малюга (2014), Н.Н. Нещадим (2023), А.А. Романенко (2007, 2011), А.В. Алабушев (2001) и другие.

Учеными рассматривались влияние агроприемов на урожайность пшеницы озимой таких как, подготовка почвы к посеву, сроки сева и нормы высева, уровень минерального питания, а также другие агроприемы.

Анализ предыдущих исследований показывает, что ресурсосберегающие приемы подготовки почвы к посеву в сочетании с минеральными удобрениями на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы изучены недостаточно, особенно с учетом сортовых особенностей.

С внедрением новых современных интенсивных сортов озимой пшеницы возникла необходимость в разработке ресурсосберегающих способов с учетом экономических показателей и климатических условий Западного Предкавказья.

Целью исследований - научное обоснование и разработка эффективных приемов обработки почвы для перспективных сортов озимой пшеницы, обеспечивающих снижение материальных затрат и реализацию их потенциала продуктивности и качества зерна в почвенно-климатических условия Западного Предкавказья.

Для достижения данной цели решались следующие задачи:

- выявить влияние приемов подготовки почвы и сортовых особенностей озимой пшеницы на ростовые процессы растений;
- изучить влияние агротехнологического приема на агрофизические свойства почвы и определить доли взаимодействия изучаемых факторов на полученные показатели;
- определить долю влияния факторов на формирование площади листовой, содержание хлорофилла, каротиноидов и урожайность новых сортов пшеницы озимой при использовании различных приемов подготовки почвы;
- провести сравнительную оценку продуктивности современных сортов озимой мягкой пшеницы отечественной селекции в условиях юга России, выделив наиболее адаптивные формы с высоким потенциалом урожайности и качества зерна;
- установить корреляционные зависимости изучаемых показателей от приемов подготовки почвы;
- изучить влияние сортовых особенностей и приемов подготовки почвы на качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях Западного Предкавказья;

– дать экономическую оценку эффективности возделывания перспективных сортов озимой пшеницы при различных приемах основной обработки почвы, рекомендовав оптимальные сочетания для практического использования в хозяйствах юга России.

Научная новизна основана на том, что впервые для условий Западного Предкавказья обоснованно комплексное взаимодействие приемов подготовки почвы и сортовых особенностей на ростовые процессы растений озимой пшеницы, их урожайность и качественные показатели зерна применительно к современным сортам в специфических условиях юга России.

Получены оригинальные данные по взаимодействию приемов подготовки почвы и сортов озимой пшеницы на урожайность и качество продукции в условиях Западного Предкавказья. Определена регрессионная зависимость некоторых показателей от агроприемов выращивания различных сортов и показана доля влияния вариантов опыта на них

Научно доказана экономическая эффективность выращивания новых сортов пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий в условиях Западного Предкавказья.

Теоретическая и практическая значимость. Выявлены особенности формирования структуры почвы и ее влажности при проведении различных приемов обработки после предшественника кукурузы на зерно.

Рассчитаны зависимости агрегатного состава, плотности посева, влажности почвы от изучаемых факторов в опыте. Доказаны доли влияния факторов на формирование продуктивности растений, изучаемых в эксперименте. Определены параметры технологии выращивания культуры, способствующие получению устойчивой продуктивности с высоким уровнем рентабельности.

Результаты исследований с экономическими расчетами рекомендованы сельхозпроизводителям, что позволит получению гарантированного урожая с максимальной рентабельностью. Эти рекомендации позволяют выбор

оптимальной технологии с целью получения качественного урожая и сохранения почвенного плодородия

Методология и методы исследований. Проведение опыты базировались на теории поставки планирования многофакторного эксперимента. В теоретическом плане исследования основывались на научных трудах российских и иностранных исследованиях по проблемам разработки новых элементов технологии выращивания пшеницы.

Методология эксперимента основывалась на сравнении материалов по изучаемой проблеме и включала общенаучные для растениеводства современные методы исследований, включающие наблюдения, измерения и анализы.

В ходе эксперимента применялись лабораторные и полевые методы исследований, которые приняты в научно-исследовательских учреждениях.

Показатели получены на современных измерительных приборах, прошедших государственную проверку. Методическая часть эксперимента базировалась на теории многофакторных опытов, регрессионном и дисперсионном анализе. Результаты собственных исследований обрабатывались с использованием программ Statistica, дисперсионный анализ – по методическим указаниям, предложенными Доспеховым Б.А.

Объект исследований – сорта озимой пшеницы (Алексеич, Таня, Агрофак 100, Классика, Еланчик).

Предмет исследований – приемы подготовки почвы.

Основные положения, выносимые на защиту:

– закономерности влияния агрофизических свойств почвы на реализацию продуктивного потенциала перспективных сортов озимой пшеницы;

– особенности ростовых процессов и фотосинтетических показателей у сортов пшеницы озимой в зависимости от приемов обработки почвы и установлены сортовые особенности формирования ассимиляционной поверхности и фотосинтетического потенциала посевов

- доля взаимодействия приемов подготовки почвы на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Западного Предкавказья;
- доля влияния сортовых особенностей и приемов подготовки почвы на структуру урожая зерна пшеницы озимой;
- экономическая оценка приемов обработки почвы при возделывании изучаемых сортов обеспечивающие максимальную экономическую эффективность.

Апробация и реализация результатов эксперимента. Основные положения диссертационной работы докладывались и получили одобрение на научных конференциях агрономического факультета ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (2024-2026 гг.), а также на конференциях различного уровня: Международной научно – практической конференции «Актуальные научные исследования и разработки» (Минск, 2025); Материалы Международной научно – практической конференции «Актуальные вопросы науки и образования в 21 веке» (Душанбе, 2026); Материалы Международной научно – практической конференции «Современная наука: теория и практика» (Астана, 2026).

Публикация результатов исследований. На основании материалов и основных результатов диссертационной работы опубликовано 9 научных работ, в том числе 6 научных статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ -

Личный вклад соискателя Автором диссертационной работы определены цели и задачи эксперимента, разработаны программа и методика исследований, выполнены полевые и лабораторные опыты, проведена статистическая и экономическая обработка результатов, их описание, подготовка диссертационной работы, публикация результатов, заключения и рекомендации производству.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из 240 страниц компьютерного текста и включает введение, 4 главы, заключение, предложения производству, перспектива дальнейшей разработки

темы, список использованной литературы (201 наименований, в том числе 32 иностранных). Включает: 50 таблиц, 15 рисунков и 37 приложений.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Приемы обработки почвы – это фактор для гарантированного урожая

Анализ научных публикаций, посвященных влиянию приемов основной обработки почвы на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы, свидетельствует о неоднозначности полученных результатов и отсутствии универсального подхода, одинаково эффективного для всех почвенно-климатических условий. Сопоставление данных различных авторов позволяет выделить ряд устойчивых закономерностей, однако в ряде случаев выводы исследователей носят противоречивый характер.

По данным литературных источников, озимая пшеница относится к культурам, высокочувствительным к условиям влагообеспеченности и температурному режиму осеннего периода. Установлено, что в ряде регионов страны применение безотвальных и поверхностных способов обработки почвы после занятых паров и непаровых предшественников способствует повышению урожайности культуры, особенно в условиях недостаточного количества осадков в осенне-зимний период. Подобный эффект, как правило, связывают с возможностью ускоренной подготовки почвы к посеву и более эффективным сохранением почвенной влаги по сравнению с традиционной отвальной вспашкой [22, 23, 24, 42, 44].

В то же время отдельные исследования не выявили достоверных преимуществ какого-либо одного способа основной обработки почвы в условиях достаточного увлажнения. При благоприятном водном режиме почвы урожайность озимой пшеницы, по данным ряда авторов, сохраняется на сопоставимом уровне вне зависимости от применяемой технологии обработки [14, 41, 137, 142].

Наряду с этим в научной литературе представлены и противоположные точки зрения, согласно которым длительное использование безотвальных технологий может сопровождаться ухудшением отдельных агрофизических и агрохимических свойств почвы, снижением ее плодородия и, как следствие, уменьшением продуктивности сельскохозяйственных культур. В частности, указывается на вероятность усиления засоренности посевов, ухудшения накопления и сохранения продуктивной влаги в весенний период, что в конечном итоге может отрицательно отражаться на урожайности озимой пшеницы [28, 84, 149, 170].

Одновременно ряд исследований подтверждает перспективность перехода к минимальной и нулевой обработке почвы при условии наличия современного технического оснащения и строгого соблюдения агротехнологических требований. Минимализация механического воздействия на почву способствует улучшению ее аэрационного состояния, более устойчивому водному режиму, сохранению органического вещества и поддержанию гумусового состояния, что может обеспечивать получение высоких урожаев зерна. При этом подчеркивается, что эффективность таких технологий во многом определяется их адаптацией к конкретным природно-климатическим условиям, типу почвы и предшествующей культуре. Так, после пожнивных предшественников наиболее результативным приемом нередко выступает глубокое рыхление, тогда как после озимых культур более оправданной считается мелкая поверхностная обработка [126, 128].

Значительное внимание в исследованиях уделяется и экономической эффективности различных систем обработки почвы при возделывании озимой пшеницы. Несмотря на то, что при использовании парового предшественника глубокая вспашка обеспечивает более высокий уровень урожайности, при размещении культуры после иных предшественников с позиции экономической эффективности преимущество, как правило, остается за ресурсосберегающими технологиями [14].

Существенную роль играют также сроки и приемы обработки пара. Установлено, что запаздывание с проведением весенней культивации способно ухудшать структурное состояние почвы и, как следствие, снижать продуктивность посевов. В то же время своевременное и систематическое выполнение осенних обработок способствует формированию оптимальных условий для роста и развития растений [141, 143, 170].

Экспериментальные данные подтверждают положительный эффект минимальной обработки светло-каштановых почв, выражающийся в повышении влагонакопления и улучшении их структуры. Сохранение стерневых остатков на поверхности поля обеспечивает более равномерное распределение влаги, ускоряет весеннее прогревание почвы, активизирует микробиологические и азотфиксирующие процессы, а также способствует поддержанию устойчивого уровня обеспеченности растений элементами питания [170].

Положительные результаты также получены при использовании гребнекулисной системы обработки почвы. Данный прием способствует созданию более благоприятных условий в пахотном горизонте, что положительно отражается на росте и развитии растений и сопровождается увеличением урожайности озимой пшеницы [78, 79].

При этом, несмотря на различия в уровне урожайности, большинство исследователей отмечают, что показатели качества зерна, в частности содержание белка и клейковины, в меньшей степени зависят от способа основной обработки почвы и, как правило, остаются относительно стабильными независимо от применяемой технологии.

Эти параметры зависят главным образом от климатических условий, температуры воздуха и количества осадков в период вегетации, оказывающих большее влияние на качество зерна, чем методы подготовки почвы [157].

Система земледелия представляет собой совокупность организационно-экономических, агрономических и мелиоративных мероприятий, направленных на эффективное использование земель

сельскохозяйственного назначения с целью повышения урожайности и поддержания плодородия почв. Основными признаками систем земледелия являются:

1. Рациональное использование земельных ресурсов и посевных площадей;
2. Улучшение плодородия почв посредством комплекса агротехнических и мелиоративных мер;
3. Интеграция указанных аспектов в систему возделывания, определяющую интенсивность методов ведения сельского хозяйства.

Одной из разновидностей современных систем земледелия является сидеральная система, применяемая преимущественно в регионах с достаточным уровнем увлажнения и легкими гранулометрическими составами почв [139]. Эта система широко используется в отдельных зонах Нечерноземья России, а также на орошаемых землях Средней Азии и Закавказья.

Основные элементы современной системы земледелия включают:

- экологически чистые прогрессивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур с применением современного оборудования, сбалансированных систем удобрения, почвозащитных мероприятий и интегрированной защиты растений;
- комплекс мер по поддержанию и повышению плодородия почв, включая внесение органических и минеральных удобрений, рациональную обработку почв и применение эффективных препаратов против вредных организмов.

По данным международных исследований на больших площадях мировых пахотных земель обрабатываются по технологии Mini-till, тогда как 100 миллионов - по технологии No-till. Лидирующие позиции в экспорте зерна занимают такие страны, как США, Аргентина, Бразилия [125, 171, 173, 176]. Исследователи отмечают эффективность минимальной обработки почвы для

малых хозяйств, ограниченных финансовыми возможностями приобретения дорогостоящей техники глубокой обработки [52, 53, 180, 182, 188, 189].

Можно заключить, что современное сельское хозяйство направлено на создание высокоэффективных и одновременно устойчивых к изменениям природно-климатических условий систем земледелия, обеспечивающих высокие урожаи и сохранение природных ресурсов [27, 187].

Исследователи в своих экспериментах отмечают отсутствие роста корневых гнилей при повторных посевах яровой пшеницы на выщелоченных черноземах центральной лесостепи Зауралья при применении технологий минимальной и нулевой обработок почвы [112]. Анализ полученных результатов свидетельствует о наиболее высокой себестоимости производства зерновых культур при традиционной технологии, тогда как себестоимость продукции, выращенной по методикам Mini-till и No-till, была ниже вследствие снижения расходов на технику и топливо. Однако на втором году исследований наблюдалось увеличение издержек на пестициды, что повлияло на общую экономику проектов. Третий год эксперимента показал уменьшение стоимости удобрений и дальнейшую оптимизацию производственных процессов, особенно при использовании новых технологий [30].

Обосновывая негативное влияние традиционных методов на состояние почвы, ученые указывают на такие последствия, как избыточное уплотнение пахотного горизонта, усиленная миграция питательных веществ, разрушение органического вещества и ухудшение экологической обстановки [46, 53, 54, 111, 148, 167]. Современные исследования в области земледелия все чаще акцентируют внимание на необходимости разработки и внедрения таких агротехнологических решений, которые позволяли бы одновременно снижать антропогенную нагрузку на агроэкосистемы, уменьшать экологические риски и повышать устойчивость сельскохозяйственного производства [27, 46, 50, 184]. В этих условиях ключевая задача современного земледелия заключается в достижении рационального соотношения между ростом продуктивности агроценозов и сохранением природно-ресурсного потенциала. Это, в свою

очередь, требует научно обоснованного выбора технологий обработки почвы, в том числе расширения применения ресурсосберегающих систем возделывания сельскохозяйственных культур [29, 114, 200, 202].

Вопрос влияния различных приемов обработки почвы на ее физическое состояние, структуру и качественные показатели занимает важное место в современных агрономических исследованиях. Наиболее распространенные системы обработки является традиционная отвальная вспашка, минимальная обработка с ограничением механического воздействия и технология прямого посева (no-till)[119, 147, 172, 191, 199]. Так, применение традиционной вспашки способствует перераспределению питательных веществ и минеральных компонентов по толщине пахотного горизонта, что может положительно отражаться на состоянии обрабатываемого слоя. Вместе с тем интенсивное механическое вмешательство нередко сопровождается ускорением минерализации органического вещества, разрушением гумусового состояния и сокращением численности почвенной микробиоты, что в перспективе снижает уровень почвенного плодородия. В противоположность этому, минимальные и нулевые технологии обработки обеспечивают сохранение на поверхности почвы растительных остатков, выполняющих защитную функцию, что способствует уменьшению эрозионных процессов и более равномерному распределению влаги в верхнем слое [25, 165].

В то же время использование технологии No-till не лишено определенных ограничений. По данным ряда исследований, длительное применение данной системы может приводить к формированию уплотненных подпахотных горизонтов, что ухудшает проникновение воздуха и воды в нижние слои почвенного профиля и затрудняет развитие корневой системы растений. Несмотря на улучшение агрегатного состояния и общей пористости в поверхностном слое, в более глубоких горизонтах возможно снижение аэрации и замедление водообмена, что способно отрицательно сказываться на росте и продуктивности сельскохозяйственных культур. Кроме того, в

литературе отсутствует единая точка зрения относительно интенсивности инфильтрации атмосферных осадков при различных системах обработки. Так, одни авторы указывают на более высокую скорость водопроницаемости при отвальной вспашке, тогда как другие фиксируют противоположные результаты для систем no-till. Подобные расхождения, вероятно, обусловлены спецификой почвенно-климатических условий, региональными особенностями и типом используемых почв [165, 184, 185, 194].

Следовательно, выбор способа обработки почвы не может рассматриваться как универсальное решение и должен определяться совокупностью факторов, включающих климат, гранулометрический состав и генетические особенности почвы, а также биологические требования конкретных сельскохозяйственных культур. В ряде случаев наибольшую эффективность демонстрирует комбинированный подход, основанный на рациональном сочетании элементов традиционной и минимальной обработки, что позволяет поддерживать благоприятное структурное состояние почвы и одновременно обеспечивать высокую производственную результативность [92, 113, 122, 127, 184, 193].

Структурное состояние почвы является одним из определяющих факторов ее воздушного режима, от которого непосредственно зависит снабжение корневой системы растений кислородом. Наиболее благоприятные агрофизические параметры характерны для дерново-подзолистых суглинистых почв, в которых суммарная пористость варьирует в пределах 46–56 %, тогда как твердая фаза занимает примерно половину общего объема. Хорошо оструктуренная почва отличается высокой газообменной способностью, эффективно поглощает атмосферную влагу, обладает значительной влагоудерживающей способностью и создает оптимальные условия для жизнедеятельности почвенной биоты. Такие почвы, как правило, характеризуются повышенной биологической активностью и лучшей технологичностью при выполнении агротехнических операций. При этом деградация структуры во многих случаях обусловлена не столько природными

свойствами почвы, сколько характером и интенсивностью антропогенного воздействия, прежде всего применяемой системой обработки [92, 95, 117, 118, 119].

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что длительное и интенсивное использование пашни нередко сопровождается ухудшением агрофизических и биологических свойств почвы, снижением содержания органического вещества и ослаблением функциональной активности почвенной микрофауны. Однако вопрос о характере влияния различных способов обработки на структурное состояние почвы по-прежнему остается дискуссионным. В частности, отвальная вспашка в ряде случаев способствует улучшению агрегатного состава, особенно при совместном применении минеральных удобрений, тогда как безотвальные технологии иногда сопровождаются ухудшением структуры верхней части пахотного слоя [55, 77, 80].

Минимальная и нулевая обработки обладают рядом значимых преимуществ, среди которых выделяют повышение общей пористости, снижение плотности сложения, улучшение влагонакопления, а также создание более благоприятных условий для формирования урожая зерновых культур. Прямой посев, в частности, может способствовать увеличению доли агрономически ценных фракций в составе почвенных агрегатов и улучшению условий для роста растений. Вместе с тем продолжительное применение нулевой обработки способно вызывать и ряд отрицательных изменений, включая развитие уплотненных подпочвенных слоев, ограничение вертикального перемещения воздуха и воды, а также ухудшение условий для развития корневой системы [1, 32, 81].

И так, обобщение литературных данных позволяет сделать вывод о том, что выбор системы обработки почвы должен базироваться на комплексном учете природно-климатических условий, типа и состояния почвы, а также особенностей конкретной агротехнологии. Каждый из рассматриваемых способов обработки характеризуется как определенными преимуществами,

так и потенциальными ограничениями, что обуславливает необходимость их дифференцированного и научно обоснованного применения в практике современного земледелия [7, 28, 31, 43, 108, 177, 190].

При постоянной обработке отвальным плугом семена сорных растений распределяются почти одинаково по всей глубине обработки: менее 10% остаются в верхних 5 см, примерно пятую часть составляют семена в слое до 10 см, чуть больше половины - между 10 и 20 см, и оставшаяся треть находится глубже 20 см.

Разовая работа отвальным плугом приводит к перемещению большинства семян в нижние слои: лишь малая доля (около 0,5%) остается на поверхности, тогда как большая часть концентрируется ниже 10 см [105, 154].

Безотвальная система обработки земли оставляет большую часть семян именно в поверхностном слое. Так, около двух третей находятся в первых пяти сантиметрах, четверть между 5 и 10 см, еще меньшая часть расположена глубже. Подобная картина наблюдается также при технологии прямого посева (no-till), где свыше 70-80% семян накапливаются ближе к поверхности почвы, в отличие от традиционной вспашки, при которой подавляющее большинство семян оказывается глубоко. Это значит, что сорняки активно развиваются первыми неделями вегетационного периода, быстро формируя значительную биомассу, превосходящую темпы роста культурных растений, особенно яровых сортов пшеницы, обладающих слаборазвитым листовым покровом и низкой способностью формировать побеги. Это снижает конкурентоспособность культуры против сорняков, снижая ее продуктивность и ухудшая структуру урожая [96]. Существенный ущерб продуктивности посевов пшеницы наносят однолетние и многолетние двудольные сорные растения. Их присутствие в агроценозе приводит к заметному снижению урожайности. Ранее установлено, что на каждый процент засоренности потери зерна могут составлять около 0,5 ц/га и более. Эффективность контроля сорной растительности в значительной степени определяется системой агротехнических мероприятий, среди которых решающую роль играют

рациональный выбор предшественников, качество основной и предпосевной обработки почвы, а также оптимизация норм высева. По данным ряда исследований, вклад каждого из указанных факторов в общий результат подавления сорняков может достигать приблизительно одной трети [11].

В литературе неоднократно отмечается высокая эффективность комбинированного применения дискового лущения стерни и последующей отвальной вспашки. Подобная система обработки способствует формированию более благоприятных условий для роста и развития культурных растений, обеспечивая равномерное размещение корневой системы в пределах пахотного слоя, а также снижение уровня засоренности посевов. В противоположность этому безотвальное рыхление нередко ограничивает развитие корней преимущественно верхними горизонтами почвы (до 12 см), что сопровождается усилением конкуренции со стороны сорной растительности и ростом ее распространенности [83, 84, 110, 174, 192].

Установлено, что использование плоскорезной и минимальной обработки почвы, как правило, сопровождается увеличением численности сорняков в 1,5–2 раза. Особенно выраженным оказывается рост доли многолетних видов, количество которых может возрастать в 3–5 раз. Одновременно наблюдается почти двукратное увеличение сухой массы сорной растительности и усиление ее вредоносного воздействия на культурные растения, которое, по отдельным данным, возрастает с 17 до 21 % по сравнению с традиционной отвальной системой обработки [13].

Интенсификация использования пахотных земель, несмотря на ее производственные преимущества, нередко сопровождается деградацией почвенного плодородия. Данные процессы находят отражение в снижении содержания органического вещества, ослаблении биологической активности почвы и уменьшении численности полезной почвенной микрофауны. При этом в научных источниках отсутствует единое мнение относительно воздействия различных систем обработки на структурное состояние почвы. В частности, отвальная вспашка в отдельных случаях способствует улучшению

агрегатного состава, особенно при сочетании с внесением минеральных удобрений. В противоположность этому, безотвальные системы нередко сопровождаются неблагоприятными изменениями структуры верхних почвенных горизонтов.

В то же время минимальная и нулевая обработки характеризуются рядом значимых агроэкологических преимуществ. Их применение может приводить к увеличению пористости, снижению плотности сложения, усилению влагоудерживающей способности почвы и, как следствие, повышению урожайности зерновых культур. Технология прямого посева рассматривается как один из факторов, способствующих улучшению структурно-агрегатного состояния за счет увеличения доли агрономически ценных фракций и формирования более стабильной среды для роста растений. Однако длительное использование нулевой обработки связано и с определенными ограничениями, включая образование уплотненных подпахотных слоев, ухудшение аэрации и водопроницаемости, а также затруднение проникновения корневой системы в более глубокие горизонты. В этой связи выбор конкретной технологии обработки должен основываться на комплексном учете почвенно-климатических условий.

Современные исследования указывают на высокую перспективность применения органоминеральных и биогенных добавок как инструмента регулирования почвенного плодородия.

Так, выявлено, что комбинированное внесение компоста, рисовой шелухи и цинка способствует улучшению плотностных характеристик щелочных почв, активизирует ростовые процессы у растений пшеницы и повышает интенсивность поглощения цинка. Комплексное применение этих компонентов обеспечивало наиболее выраженное улучшение как морфометрических показателей растений, так и параметров минерального питания [175].

Обработка почвы выступает одним из важнейших инструментов целенаправленного антропогенного регулирования ее свойств и режимов

функционирования. Посредством данного агротехнического приема возможно управлять водным, воздушным, тепловым и питательным режимами почвенной среды, а также оказывать существенное влияние на развитие эрозионных процессов, миграцию нитратов в грунтовые воды, реализацию последствий предшественников и биотические характеристики почвы, включая структуру и активность почвенной биоты, зооценоза и микробного сообщества.

Обработка изменяет структурное состояние почвы, ее влагоемкость и скорость инфильтрации воды в корнеобитаемый слой. Учет типа корневой системы возделываемой культуры (стержневой или мочковатой) при выборе способа обработки оптимизирует усвоение растениями удобрений в ризосфере, тем самым повышая эффективность их применения. Устойчивость и рентабельность сельскохозяйственного производства в значительной степени обусловлены эффективным использованием биологических ресурсов. [72, 152, 201]

Как подчеркивает А.А. Жученко (2004, 2009), вопросы обработки почвы, являющиеся одними из наиболее дискуссионных в истории земледелия, широко исследовались многими учеными. Большинство исследователей акцентируют необходимость применения регионально дифференцированных систем обработки. Исторический опыт развития земледелия свидетельствует, что разработка таких систем требует обязательного учета специфики геоморфологических, почвенных и метеорологических условий, а также адаптивного потенциала культивируемых видов и сортов растений [63, 64, 65].

По мнению В.М. Пенчукова, система обработки почвы является важнейшим элементом системы земледелия, на долю которого приходится до 50% совокупных энергозатрат. Она определяет агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы, которые в значительной мере детерминируют урожайность и качество продукции [123, 124].

Интенсивные системы обработки приводят к активизации биологических процессов, ускоренной минерализации гумуса, возрастающим

потерям питательных веществ и влаги, усилению ветровой и водной эрозии, переуплотнению пахотного горизонта (на 20% и более), что влечет снижение урожайности большинства культур. В противовес этому, во многих странах широко внедряются почвозащитные методы обработки: минимальная (безотвальная с использованием дисковых орудий, чизельных плугов или культиваторов) и нулевая (прямой посев по стерне, совмещение обработки с посевом).

Согласно данным А.А. Жученко, к концу XX века деградация земель усугубилась комплексом факторов (водной и ветровой эрозией, орошением, осушением), а ежегодные потери гумуса составили 658 млн т. К 1996 году нулевая и минимальная обработка применялась в США на 41,7 млн га (30% пашни), обеспечивая сохранность почвы на 84,9-99,4%. За период 1936-1994 гг. там было внедрено контурное земледелие на 57 млн га, проведено террасирование на 17,9 млн га, введена система промежуточных посевов на 47,2 млн га, сооружено 2497 тыс. влагосборных резервуаров. [61, 62, 63, 64,]

Результаты специализированных исследований свидетельствуют о том, что применение минимальной обработки почвы позволяет существенно сократить потребление энергоресурсов (до 45%) и снизить трудозатраты примерно на 25% без отрицательного влияния на уровень урожайности. Использование минимальных и поверхностных способов обработки способствует поддержанию оптимальной плотности сложения в верхних горизонтах черноземных почв, формируя более благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур [138].

С позиций агрономической целесообразности и энергосбережения наибольшая эффективность в системе севооборота достигается при использовании комбинированной системы обработки почвы. Данный подход предусматривает периодическое чередование отвальной вспашки с безотвальным рыхлением, а также применение различных по глубине обработок.

Научное обоснование такой системы связано с динамическими изменениями в почвенном профиле, а именно в верхнем горизонте со временем происходит накопление питательных веществ за счет биологических и физических процессов, тогда как в нижних слоях наблюдается снижение микробиологической активности и нитрификационной способности, сопровождающееся накоплением токсичных метаболитов. Многолетние исследования показали, что оптимальная периодичность оборота черноземных почв составляет один раз в три–четыре года.

Определяющим фактором при выборе способа обработки выступает равновесная плотность почвы, величина которой зависит от почвенных особенностей. Установлено, что плотность сложения обусловлена не только гранулометрическим составом и уровнем гумусированности, но и структурным составом.

Многочисленные исследования подтверждают широкий диапазон изменения плотности сложения в зависимости от типа почвы и ее структуры. Согласно обобщенным данным, оптимальная для роста и развития культурных растений плотность (объемная масса почвы) определяется гранулометрическим составом и для большинства культур находится в пределах 1,10-1,30 г/см³ [94, 156,158,159].

При уплотнении уменьшается общий объем пор и их размер, критически важный для роста корневых волосков; ухудшает водопоглощение и фильтрацию влаги, усиливая поверхностный сток и эрозию при ливнях, снижая общую влагообеспеченность. Причины снижения урожайности: дефицит кислорода и избыток CO₂, низкая водопроницаемость, ухудшение водного режима, ограничение развития корневой системы [47, 109, 166].

Применение беспашотной технологии, особенно прямого посева, способствует повышению водоудерживающей способности почвы. Слой соломы, сохраняемый на поверхности, минимизирует непродуктивные потери влаги на испарение. Однако переход к данной технологии требует совершенствования агротехнических приемов для защиты агроценозов от

сорной растительности и вредных организмов, а также для предотвращения водной и ветровой эрозии почв. Для оптимизации приемов обработки почвы в различных условиях, по мнению исследователей [168], необходима дифференциация по типам агроландшафтов, характерным для природных зон и микрзон. Для равнинных, склоновых и дефляционно-опасных территорий разработаны специализированные системы обработки почвы. Обосновано чередование оптимальных глубин обработки в севооборотах, что регулирует пищевой режим, водно-физические и биологические свойства почвы. Дифференцированное применение систем обработки почвы повышает производительность при зяблевой вспашке в 1,5 раза, снижает дефляцию в 2-4 раза, увеличивает урожайность зерновых на 1,7-2,1 ц/га и предотвращает потери гумуса вследствие эрозии [168, 169]. Обработка почвы при возделывании сельскохозяйственных культур составляет 20-40% прямых затрат топлива, при этом доля энергозатрат не превышает 12% для озимой ржи и 9% для яровых культур. Использование комбинированных агрегатов, выполняющих несколько операций одновременно (вспашка, культивация, боронование, прикатывание), обеспечивает экономию энергии на 40-60%. Периодичность отвальной вспашки и поверхностной обработки определяется типом почвы: на черноземах отвальная обработка рекомендуется каждые 3-4 года, на тяжелых почвах - ежегодно [91, 168].

Биологизация земледелия, по мнению Г.Р. Дорожко (2007), требует высокого уровня агрономических знаний и исключает упрощенчество в технологиях, включая обработку почвы. Исследователь подчеркивает, что в Ставропольском крае рекомендуется замена отвальной вспашки на безотвальное рыхление и мелкую обработку, применение гербицидов для сокращения механического воздействия и использование прямого посева [46, 47]. Прямой посев направлен на сохранение почвенной влаги (за счет отсутствия рыхления основной массы почвы и защитного слоя растительных остатков на поверхности, снижающего испарение и способствующего снегозадержанию), а также на полное предотвращение эрозии и дефляции.

Борьба с сорняками осуществляется гербицидами сплошного действия до или после посева. Обязательным условием при прямом посеве является ежегодная смена культур с различающейся биологией и технологией возделывания; повторные посевы недопустимы [50, 51, 109, 165].

Как отмечает А.С. Найденов (2011), обработка почвы, являясь элементом системы земледелия, преследует цель повышения эффективного плодородия и создания оптимальных условий для растений. Интенсивная обработка почвы сопровождается рядом негативных последствий, включая значительные энергетические затраты, ускоренную минерализацию гумуса, усиление эрозионных и дефляционных процессов, а также уплотнение почвенного слоя [107, 108]. Существенным резервом повышения энергоэффективности является применение современной широкозахватной и комбинированной почвообрабатывающей техники, особенно на черноземных почвах. Повышению экономической эффективности способствует также внедрение высокопродуктивных сортов, характеризующихся высоким качеством продукции и устойчивостью к вредным организмам [29, 86, 87, 123, 124].

1.2 Перспективы создания новых высокопродуктивных сортов озимой пшеницы

Одной из приоритетных задач современной селекции озимой пшеницы выступает разработка и внедрение в сельскохозяйственное производство новых сортов, характеризующихся повышенным уровнем урожайности и высокой эффективностью использования агроэкологических ресурсов. Перспективные генотипы должны сочетать выраженную экологическую пластичность, способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды и формировать стабильно высокий уровень продуктивности [17, 98, 99, 101, 102]. Наряду с этим важнейшее значение приобретают устойчивость растений к комплексу болезней, сопротивляемость полеганию, а также снижение склонности к осыпанию зерна, что напрямую влияет на сохранность урожая и его хозяйственную ценность [18, 33, 62, 164, 179].

Современные селекционные программы ориентированы на создание сортов, сочетающих широкий спектр хозяйственно ценных признаков, обеспечивающих стабильную реализацию продуктивного потенциала. К числу таких направлений селекции относятся повышение адаптивности растений к почвенно-климатическим условиям региона, включая дефицит влаги и температурные воздействия. Наряду с этим важной задачей остается улучшение качественных характеристик зерна, прежде всего содержания белка и клейковины, от которых в значительной степени зависят его технологические свойства [17, 83, 129, 132, 135, 150].

Внедрение в производство сортов с указанными характеристиками способствует повышению эффективности растениеводства за счет сокращения потребности в дополнительных агротехнических мероприятиях, а также снижения уровня нагрузки на агроэкосистемы [18, 150].

Необходимо учитывать, что сельскохозяйственные товаропроизводители функционируют в условиях различного уровня финансового обеспечения, что обуславливает неодинаковые требования к используемым сортам. Для хозяйств, располагающих ограниченной материально-технической базой, наибольший практический интерес представляют сорта, способные поддерживать приемлемый уровень продуктивности при низком агрофоне и сокращенном применении средств химической защиты растений. В таких производственных условиях особую значимость приобретают скороспелые сорта, позволяющие снизить зависимость урожайности от неблагоприятных погодных условий [33]

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что сокращение продолжительности вегетационного периода в ряде случаев положительно отражается как на продуктивности, так и на качестве получаемого зерна. Более раннее завершение вегетации и, соответственно, проведение уборки в оптимальные сроки позволяют растениям избежать негативного влияния высоких температур и суховейных явлений, характерных для завершающих этапов летнего периода. Благодаря этому создаются более

благоприятные условия для формирования полноценного и качественного зерна. Раннеспелые сорта, как правило, отличаются повышенной натурой зерна и в меньшей степени подвержены поражению болезнями [18, 69, 155, 203].

Значительную роль в определении сроков цветения и созревания озимой пшеницы играют генетические механизмы, регулирующие развитие растений. Генотип обуславливает особенности перехода от вегетативного этапа к генеративному, что напрямую связано с формированием репродуктивных органов и последующей продуктивностью. К числу наследственно обусловленных признаков, представляющих особый интерес для селекции, относятся скорость прохождения отдельных стадий органогенеза и продолжительность вегетационного периода в целом. Указанные параметры во многом определяют адаптационные возможности сорта, его урожайный потенциал и эффективность возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях [18, 19].

Зимостойкость растений формируется под влиянием их физиологического состояния в предзимний период, особенностей протекания процессов закаливания и способности переносить низкие температуры в зимний сезон. Благополучная перезимовка создает благоприятные условия для активного возобновления вегетации весной и служит важной основой для формирования будущего урожая.

Современные подходы к селекции озимой пшеницы включают комплексное улучшение сортов путем сочетания различных характеристик, обеспечивающих стабильность и эффективность зернопроизводства [66, 67, 68, 161].

Результаты ученых показали, что засухоустойчивые сорта пшеницы зависят от технологий возделывания и особенности сорта. Обычно при хорошем развитии растет осенью и успешно перезимовало и с возобновлением весенней вегетации быстро тронулось в рост, то такие растения обладают более высокой засухоустойчивостью [15, 16, 17, 104, 161].

В условиях засушливого климата возможно, чтобы сорта озимой пшеницы формировали не только высокую продуктивность, но и обладали стабильностью. При высокой стабильности меньше изменение урожайности в зависимости от условия. Так сорта селекции им. И.Г. Калининко в конкурсных испытаниях ее урожайность составляла 5,1 т/га, а максимальная достигла 6,8 т/га [74, 76, 161].

С физиологической точки зрения, ростовые процессы растения зависят от работы ассимиляционного аппарата и целой совокупности процессов.

Исследованиями А.И. Грабовец (2007) и других ученых установлено, что при селекции на засухоустойчивость важна не только роль использованных местных генотипов с определенными комплексами генов, но и формирование в условиях участвовавших засух надземной массы растений на единице площади. Особи отбираются по массе зерна с растения или с колоса, а затем и по массе зерна с 1 м² позволил выделить перспективные по продуктивности линии и созданием засухоустойчивых сортов озимой пшеницы [39].

Определенным показателем в селекции пшеницы является их продуктивность. Проявление потенциала продуктивности обуславливается генетической информацией, заложенной в растительной клетке, и условиями среды, в которых растения произрастают. Селекция на повышение с продуктивности самое перспективное направление. По существующим оценкам, вклад селекции в повышение урожайности за последние десятилетия оценивается в 30-60%. Введение новых, высокопродуктивных сортов озимой пшеницы и разработка ресурсосберегающих агротехник позволило значительно повысить производство зерна. Внедрение новейших высокопродуктивных сортов в комплексе с усовершенствованием технологии их возделывания позволило увеличить урожайность в большинстве зон России в два и более раз [2, 8, 9, 39, 98].

Показатель продуктивности пшеницы зависит не только от погодных условий, но и сортов, благодаря их пластичности и адаптивности к различным условиям возделывания [18, 45, 75, 88, 98, 162].

Селекционеры ведут исследования по различным направлениям для повышения продуктивности пшеницы озимой. Создаются сорта с высокой зимостойкостью, устойчивые к полеганию и различным заболеваниям, то есть в сельскохозяйственное производство вводятся сорта устойчивые к комплексу признаков [17, 39, 58].

Устойчивость озимых пшеничных культур к экстремальным погодным условиям, таким как значительные морозы, внезапные температурные скачки, образование ледяной корки, способствующей подъему почвы, гниению всходов или перегреву, существенно различается между сортами. Наибольшей способностью противостоять подобным стрессовым факторам отличаются линии, выращиваемые в регионах Урала, Поволжья и Западной Сибири [34, 56, 57, 58, 71]. Сорта, созданные без участия генетически высокоустойчивых линий, демонстрируют слабую приспособленность к холодному климату и сильно страдают зимой.

Физиологические механизмы адаптации заключаются в замедлении роста осенью при снижении температуры и укорочении светового дня, что способствует увеличению концентрации сахара в клетках узла кущения - главного резервуара запасяющих веществ, повышающих способность растений выдерживать отрицательные температуры. Чем выше концентрация сахаров, тем ниже точка замерзания клеточной жидкости, что увеличивает шансы растения пережить зимний сезон. [17, 49, 89].

Параллельно усилия селекционеров направлены на создание новых линий с высоким уровнем урожайности путем уменьшения высоты растений. Однако снижение высоты также влияет на распределение ресурсов внутри культуры: чем меньше растительная масса уходит на формирование стеблей, тем больше количество энергии направляется на развитие репродуктивных органов (зерна), что повышает общий выход продукции [17, 90]. Современные классификации выделяют следующие группы по высоте растений: среднерослые, короткостебельные, полу-карликовые, высокорослые сорта почти не применяются в сельском хозяйстве.

Связь высоты растений с устойчивостью к полеганию очевидна, так как короткие стебли обеспечивают большую устойчивость к внешним воздействиям. Несмотря на то, что снижение высоты растений является одним из эффективных направлений повышения устойчивости озимой пшеницы к полеганию, чрезмерное проявление признака низкорослости не всегда сопровождается положительным хозяйственно-биологическим эффектом. Излишне укороченный стебель может ограничивать технологическую приспособленность сорта, осложнять проведение агротехнических мероприятий, в том числе мероприятий по контролю засоренности посевов, а также предъявлять повышенные требования к системе обработки почвы и применению удобрений [18, 82, 114, 163]. В то же время установлено, что растения с умеренно сниженной высотой, как правило, характеризуются более благоприятным сочетанием устойчивости к полеганию и продуктивности. В частности, при высоте растений в пределах 80–105 см обеспечивается достаточная механическая устойчивость агроценоза, что способствует сохранению и повышению урожайности зерна, в том числе в годы с повышенным уровнем атмосферного увлажнения [70, 90, 151].

Результаты экспериментальных исследований, проведенных в условиях Пензенской области, подтверждают наличие тесной зависимости между длиной стебля и уровнем реализации продукционного потенциала сорта. Наиболее высокие показатели урожайности были отмечены у форм, характеризующихся длиной стебля в интервале 83–110 см. Указанный диапазон высоты растений может рассматриваться как биологически и хозяйственно оправданный для условий данного региона, а соответствующие сорта рассматриваются как перспективный исходный материал и ориентир при дальнейшем совершенствовании селекционных признаков, связанных с продуктивностью [93].

В современных условиях функционирования агропромышленного комплекса особое значение приобретает ускоренное внедрение в производство новых сортов озимой пшеницы, обладающих высоким уровнем адаптивности

и хозяйственной ценности. При этом приоритетное значение должно придаваться сортам отечественной селекции, поскольку именно они, как правило, в наибольшей степени соответствуют специфике региональных почвенно-климатических условий. Практика сортовой политики в зерновом производстве свидетельствует о целесообразности одновременного использования в хозяйствах нескольких районированных сортов, различающихся по биологическим и хозяйственно ценным признакам, но адаптированных к условиям конкретной зоны возделывания. Такой подход позволяет повысить устойчивость производства зерна, снизить риск потерь урожая вследствие неблагоприятных погодных факторов и более полно реализовать потенциал агроэкологических ресурсов территории [17, 18, 39, 89].

Повышение эффективности зернового хозяйства невозможно рассматривать исключительно в контексте совершенствования сортового состава. Решение данной задачи требует комплексного подхода, включающего развитие селекционно-генетических исследований, совершенствование элементов технологии возделывания, оперативное внедрение в производство перспективных сортов, а также повышение уровня научного сопровождения производственных процессов [18, 90]. В этой связи выбор сорта озимой пшеницы следует рассматривать как один из ключевых факторов, определяющих уровень и стабильность урожайности. Однако сам по себе сорт, даже обладающий высоким генетическим потенциалом, не обеспечивает необходимого производственного эффекта без соответствующего агрофона и соблюдения технологических регламентов. Реализация его продукционных возможностей возможна только при оптимальном сочетании биологических особенностей генотипа с условиями возделывания и уровнем агротехнического обеспечения [81, 86, 157].

Формирование высококачественного урожая озимой пшеницы представляет собой результат сложного взаимодействия морфобиологических, генетических и экологических факторов.

Существенное значение при этом имеет формирование основных структурных элементов продуктивности, от состояния которых зависит как величина урожая, так и качество получаемой продукции. Каждая фаза роста и развития растений характеризуется специфической реакцией на условия внешней среды, что определяет необходимость учета комплекса агроэкологических факторов при разработке и совершенствовании приемов возделывания культуры [10, 81, 90, 156]. Установлено, что один из важнейших элементов структуры урожая это количество зерен в колосе. По имеющимся данным, около двух третей вариабельности данного признака обусловлено метеорологическими особенностями сезона. При этом масса зерна с одного колоса также характеризуется высокой изменчивостью и может варьировать не менее чем на одну треть под воздействием климатических факторов. Следовательно, уровень реализации продуктивного потенциала растений в существенной степени зависит от характера погодных условий в критические фазы роста и развития.

Существенное значение в формировании урожайности имеет и количество продуктивных колосков в колоса, которое следует рассматривать как один из ведущих морфобиологических показателей продуктивности. Данный признак формируется под влиянием комплекса факторов и тесно связан как с морфологическим типом колоса, так и с числом закладывающихся и развивающихся генеративных органов. Между длиной колоса и числом зерен в нем, как правило, прослеживается определенная зависимость, однако степень ее выраженности не является постоянной и существенно варьирует в зависимости от генотипа сорта и условий выращивания [10, 89].

Особое место среди показателей продуктивности занимает масса 1000 зерен, отражающая как уровень наливания зерна, так и общую полноценность урожая. На формирование данного признака решающее влияние оказывают условия минерального питания и водообеспеченность растений. По данным ряда исследований, применение минеральных удобрений определяет основную часть изменчивости массы зерна, регулируя до 90 % варьирования

этого показателя. Существенную роль также играет уровень увлажнения почвы, от которого в значительной степени зависит интенсивность накопления сухого вещества и формирование конечной массы зерновки [10, 86, 87, 114, 115].

Одним из приоритетных требований, предъявляемых к современным сортам озимой пшеницы, является их устойчивость к широкому спектру абиотических и биотических факторов среды, оказывающих непосредственное влияние на уровень и стабильность урожайности. Особую значимость данное требование приобретает в регионах, характеризующихся высокой повторяемостью стрессовых погодных явлений, где продуктивность культуры во многом определяется уровнем ее экологической адаптивности, стрессоустойчивости и генетической пластичности [17, 73, 134, 144, 145, 150].

Озимая пшеница занимает ведущее место в структуре зернового производства Российской Федерации и по совокупности хозяйственно ценных признаков существенно превосходит многие яровые зерновые культуры. В силу более эффективного использования осенне-зимне-весенних ресурсов влаги, а также более продолжительного периода вегетации, данная культура отличается более высоким и стабильным уровнем продуктивности. Ее доля в валовом производстве зерна достигает значительных величин, что определяет исключительную продовольственную и стратегическую значимость озимой пшеницы для аграрного сектора страны.

На современном этапе развития растениеводства в производстве используется широкий спектр высокопродуктивных и технологически ценных сортов озимой пшеницы, способных обеспечивать получение зерна с высокими качественными показателями. Однако реализация их потенциальной продуктивности возможна только при строгом соблюдении научно обоснованной технологии возделывания. Эффективность сортов определяется не только их генетическими особенностями, но и степенью соответствия агротехнических приемов конкретным почвенно-климатическим

условиям, а также организационно-экономическим возможностям хозяйства [103, 156, 157].

В этой связи проблема увеличения производства высококачественного зерна сохраняет первостепенное значение для современного земледелия. Ее решение предполагает не только внедрение новых сортов, но и дальнейшее совершенствование технологий возделывания зерновых культур с учетом биологических особенностей конкретных генотипов, адаптационного потенциала растений и рационального использования агрономических рекомендаций, разработанных на основе современных научных подходов

Эффективность процессов повышения урожайности зависит от глубокого понимания поведения сортов в реальных почвенно-климатических условиях [134, 140, 144, 146].

По мнению ученых, адаптивность, эта характеристика отражает способность растений адаптироваться к изменению окружающей среды и положительно реагировать на улучшения условий роста, то есть пластичность определяется возможностью поддержания стабильно высокой производительности даже в неблагоприятных ситуациях и восприимчивостью к улучшению окружающих условий [18, 100, 120, 121].

Можно отметить, что в широком смысле, под понятием экологической пластичности подразумевается общая приспособляемость растения к воздействию окружающей среды. Сорта с низким уровнем адаптивных свойств подвержены значительным колебаниям показателей урожайности и качества зерна, обусловленным изменениями химического состава вследствие резких перемен климатических условий [140, 144, 178, 195].

А.А. Жученко в ряде фундаментальных работ (2000, 2004) неоднократно акцентировал внимание на том, что создание новых сортов сельскохозяйственных культур должно быть ориентировано не только на достижение высокой урожайности и улучшение качественных характеристик продукции, но и на формирование устойчивости к действию неблагоприятных факторов среды [62]. В этой связи селекционный процесс рассматривается как

целенаправленный поиск генотипов, способных сочетать высокий уровень продуктивности с адаптивным потенциалом, обеспечивающим надежную реализацию хозяйственно ценных признаков в изменяющихся условиях возделывания.

В последующих исследованиях было показано, что сущность взаимосвязи между пластичностью и стабильностью определяется степенью автономности генотипа по отношению к внешней среде, а также наличием наследственно обусловленных механизмов регуляции физиолого-биохимических и морфологических процессов. Под пластичностью, как правило, понимают способность генотипа изменять уровень фенотипического проявления признаков в ответ на варьирование условий окружающей среды. Оценка данного свойства основывается на результатах многолетнего изучения селекционного материала, а также на анализе поведения новых сортов в различных экологических и производственных условиях [12, 26, 37, 38].

С целью количественной характеристики реакции сортов на изменение условий среды были предложены специальные методические подходы, основанные на использовании регрессионного анализа. В частности, одним из широко применяемых показателей стала величина коэффициента линейной регрессии урожайности сорта по отношению к средней урожайности по совокупности изучаемых условий. Данный параметр позволяет оценить степень отклика генотипа на изменение уровня благоприятности среды и тем самым характеризует его адаптивные свойства [181].

На современном этапе развития растениеводства к сортам сельскохозяйственных культур предъявляется комплекс требований, включающий высокую урожайность, стабильность продукционного процесса, качество получаемой продукции и широкую экологическую приспособленность. Способность сорта эффективно реализовывать свой потенциал в различных почвенно-климатических условиях рассматривается как одно из важнейших направлений современной селекции. По мнению ряда исследователей, устойчивое развитие земледелия в значительной степени

определяется уровнем селекционных достижений и эффективностью внедрения научно обоснованных технологий возделывания [134, 140, 144].

Соотношение между потенциальной производительностью культуры и ее способностью выдерживать неблагоприятные обстоятельства вызывает все больший интерес как с научной точки зрения, так и в практической деятельности. Экологическая приспособленность сорта, включающая устойчивость к суровым условиям, существенно повышает урожайность и улучшает качество зерна. Часто решающее воздействие оказывают не столько региональные или географические особенности, сколько разнообразие ситуаций в пределах конкретной зоны [17, 26, 40, 59].

Важнейшими факторами, определяющими как количественный, так и качественный урожай зерна, выступают условия выращивания. Использование сортов, сочетающих полезные свойства, способствует производству высококачественного зерна. Ключевыми свойствами считаются содержание и качество клейковины, а также белок зерна [81, 100, 114].

Работы А.А. Гончаренко (2005,2016) показывают, что при сравнении старых и новых сортов зерновых культур, большинство новых сортов демонстрируют повышенную изменчивость урожайности по сравнению со старыми образцами, кроме ржи [35, 36].

Значимым селекционным достижением мирового уровня стало создание в ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» сорта озимой мягкой пшеницы Безостая 1, введенного в сельскохозяйственное производство с 1959 года. Этот сорт получил широкое распространение как в пределах страны, так и за рубежом - в частности, в 1972 году общая площадь его посева достигла 18 миллионов гектаров [19, 20, 21, 151]. Использование сорта Безостая 1 оказало существенное влияние на развитие мирового производства пшеницы. Его внедрение в ряде стран, включая Болгарию, Венгрию, Румынию, Турцию и другие государства, способствовало значительному повышению урожайности культуры и укреплению продовольственной обеспеченности. Исключительная селекционная ценность данного сорта

обусловлена его высокой способностью выступать в качестве исходной формы при создании новых генотипов, вследствие чего он был включен в генеалогическую основу значительного числа современных сортов и линий мягкой пшеницы мирового происхождения [133].

Согласно литературным данным, организация селекционной работы по пшенице, сформированная под руководством П.П. Лукьяненко, характеризовалась высокой степенью структурированности и рационализации научного процесса. Каждое направление селекционной деятельности реализовывалось в рамках отдельного специализированного цикла, основывалось на уникальном исходном материале и предусматривало применение собственных методов оценки селекционных образцов. При этом все направления интегрировались в единую научную систему, базирующуюся на общих концептуальных подходах и унифицированных методологических принципах.

На современном этапе селекционный процесс развивается на активное внедрение интенсивных технологий, включая использование фитотронных установок и тепличных комплексов, а также широкое применение стандартизации, механизации и повышения точности проведения полевых экспериментов. Это позволяет ежегодно выполнять селекционные и сортоиспытательные исследования на весьма значительном объеме экспериментального материала. Масштабность таких работ обеспечивает высокую адаптивность селекционных программ к динамично меняющимся запросам сельскохозяйственного производства и требованиям рынка.

Итогом многоплановой и целенаправленной научной деятельности института стало создание более 223 сортов озимой мягкой пшеницы, что свидетельствует о значительном объеме и результативности выполненных селекционных работ [18, 20, 133].

По мнению ряда исследователей, одной из ключевых задач современной селекции озимой пшеницы является повышение адаптивного потенциала культуры на основе расширения генетического разнообразия сортового

состава. Решение данной задачи предполагает не только создание генетически разнородных сортов, но и совершенствование их хозяйственного назначения, предупреждение чрезмерной сортовой унификации, ускорение сортосмены и обоснованный подбор генотипов, различающихся по продолжительности вегетационного периода, фотопериодической реакции и другим адаптивно значимым признакам.

Существенное значение в повышении устойчивости зернового производства имеет рациональное размещение сортов, различающихся по характеру адаптивных реакций и устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды. Важными элементами системы сортового районирования выступают своевременная замена морально и биологически устаревших сортов более совершенными генотипами, а также обязательный учет экологических ограничений конкретной территории. Необходимость реализации такой стратегии обусловлена высокой вероятностью снижения урожайности в результате ежегодной изменчивости погодных условий, воздействия стрессовых факторов на различных этапах онтогенеза растений, а также постепенной утраты сортами устойчивости к болезням и вредителям. Указанные процессы неизбежно сопровождаются увеличением затрат на поддержание стабильной продуктивности агроценозов.

Поэтому подбор сортов должен осуществляться точно и дифференцированно. Согласно государственным испытаниям 2020 года, на территории Северного Кавказа было разрешено производить около 90 сортов озимой пшеницы, созданных учеными НЦЗ имени П.П. Лукьяненко [20, 21]. Среди них такие высокопродуктивные сорта, как Гром и Таня, занимающие соответственно второе и третье места среди наиболее распространенных сортов озимой пшеницы в России согласно данным Россельхозцентра.

2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

2.1 Агроэкологическая характеристика условий проведения эксперимента

Исследования проводились на опытом поле расположенном на территории АО фирма «Агрокомплекс» им. Н.И. Ткачева в 2022-2025 годах.

Почвенные условия. Опытный участок расположен на массиве чернозема обыкновенного малогумусного сверхмощного. Генезис почв обусловлен почвообразующими породами, представленными лессовидными суглинками. Уровень залегания грунтовых вод находится в диапазоне 5–30 метров [3, 4].

Морфологическое строение профиля в целом соответствует зональным черноземам, однако отличается несколько ослабленной интенсивностью окраски. Гумусово-аккумулятивный горизонт (А) характеризуется однородной темно-серой окраской с незначительным буроватым оттенком. Нижележащий переходный горизонт (АВ) демонстрирует постепенное уменьшение гумусовой пропитки, с проявлением буроватых и коричневатых тонов на общем однородном фоне, а также наличием новообразований. Совокупная мощность гумусовой толщи (горизонты А+АВ) достигает 150 см. Карбонаты выделяются в нижней части горизонта А при подсыхании; вскипание от HCl наблюдается с поверхности или с горизонта А. Горизонт В отличается неоднородной окраской с доминированием бурых тонов, что связано с интенсивной биогенной переработкой, наличием гумусовых потеков и карбонатных новообразований.

По гранулометрическому составу почвы являются глинистыми или тяжелосуглинистыми по всему почвенному профилю. Илистая фракция представлена каолинитом (31%), иллитом (36%) и смектитом (33%). Отмечается процесс миграции смектита из пахотного горизонта в нижележащие. Высокое содержание илистых частиц обуславливает относительно невысокую скважность пахотного слоя, составляющую 50–51%.

Содержание гумуса (по методу Тюринга) составляет 2,6–2,7%. Агрохимический анализ показал, что обеспеченность подвижным фосфором (по Чирикову) варьирует в пределах 13–16 мг/100 г почвы, а обменным калием - 16–20 мг/100 г почвы. Сумма поглощенных оснований составляет 36–42 мг-экв/100 г. Реакция почвенной среды (рН) в гумусовом горизонте колеблется от слабокислой до нейтральной (6,2–7,2) с тенденцией к подщелачиванию по мере углубления. Установлено низкое содержание подвижных форм микроэлементов: марганца, меди и кобальта.

Для пахотного и подпахотного горизонтов характерна оптимальная плотность сложения с величиной объемной массы, не превышающей 1,1–1,2 г/см³. Величина наименьшей (полевой) влагоемкости находится на уровне 30–31%. Суммарный запас продуктивной влаги в двухметровой толще почвы оценивается в 640 мм, при этом доля доступной влаги для растений составляет приблизительно 55%. Почвы обладают высокой водопроницаемостью (160–200 мм/ч), что практически нивелирует риск формирования поверхностного стока.

Климатические условия. Территория проведения исследований относится к центральной зоне Краснодарского края с умеренно-континентальным типом климата. Среднегодовая температура воздуха составляет +10,0...+10,8°C. Абсолютный температурный максимум наблюдается в июле, минимум - в январе. Для осеннего сезона характерна сухая первая половина. Зима умеренно мягкая, с частыми оттепелями. Весна наступает рано, однако отличается постепенным нарастанием температур. За период вегетации озимой пшеницы в среднем выпадает 560–580 мм осадков, что в совокупности с другими климатическими параметрами формирует благоприятные условия для возделывания данной культуры [3, 4, 5].

Погодные условия при вегетации озимой пшеницы в 2022–2023 гг. характеризовались отклонениями температурного режима и количества атмосферных осадков от среднемноголетних значений, что оказало

существенное влияние на формирование урожайности культуры (приложение 1).

В осенний период 2022 г. температурный режим в целом соответствовал или превышал среднемноголетние значения, что способствовало своевременному прорастанию семян и формированию всходов. Вместе с тем дефицит осадков в сентябре–октябре (на 11–29 мм ниже нормы) ограничивал интенсивность кущения и развитие вторичной корневой системы, что потенциально снижает устойчивость растений в зимний период. Ноябрь, декабрь и январь, были значительно теплее средних значений. Однако в январе и феврале фиксировались экстремальные минимумы (до -14.4°C). Для хорошо раскустившейся пшеницы это не критично, но ослабленные с осени посевы могли пострадать. Осадки были близки к норме, за исключением аномально влажного февраля (172% от нормы). Это создало хороший запас почвенной влаги к началу весны

Зима 2022–2023 гг. характеризовалась мягкими температурными условиями. В течение рассматриваемого периода среднемесячные температуры воздуха в целом превышали среднемноголетние значения, при этом минимальные температурные показатели не опускались до критического уровня, способного вызвать повреждение или гибель растений озимой пшеницы. Такие температурные условия в зимний период способствовали благоприятному прохождению перезимовки и обеспечили высокую степень сохранности посевов, что является одной из важнейших предпосылок последующей реализации продукционного потенциала культуры.

Весенний период 2023 года (март–май) характеризовался повышенным температурным режимом в сочетании с существенным превышением климатической нормы по количеству выпавших осадков. Сложившиеся метеорологические условия оказали положительное влияние на темпы весеннего отрастания растений, способствовали активному кущению и формированию мощного ассимиляционного аппарата, обеспечивающего высокий уровень фотосинтетической деятельности.

В летний период 2023 года, в частности в июне–июле, сочетание умеренно повышенного температурного фона с достаточным и повышенным увлажнением создало благоприятные условия для протекания основных физиолого-биохимических процессов, определяющих формирование урожая. Указанные погодные факторы способствовали поддержанию высокой фотосинтетической активности растений, эффективному накоплению пластических веществ и полноценному наливу зерна.

Можно отметить, что агрометеорологические условия 2023 года в целом оказались более благоприятными для формирования элементов структуры урожая и реализации продуктивности озимой пшеницы. Полученные данные подтверждают определяющее значение влагообеспеченности и температурного режима в критические фазы роста и развития культуры, от которых в значительной степени зависит уровень ее урожайности.

Анализируя погодные данные за 2023-2024 гг., можно сделать вывод, что этот сезон для озимой пшеницы был экстремально контрастным. Он начался с сильного теплового и влажностного стресса, сменился мягкой, но влажной погодой (таблица 1).

Таблица 1 – Климатические и погодные условия с 2023-2024г. (по данным метеостанции г. Кореновск)

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °С		T min	T max	Сумма осадков, мм	
	средняя многолетняя	факт	факт	факт	средняя многолетняя	факт.
2023г.						
Сентябрь	18,8	20,9	5,8	37,0	44	20,4
Октябрь	12,3	14,3	0,3	28,4	54	43,0
Ноябрь	5,3	9,7	-2,8	24,8	62	223,8
Декабрь	1,2	5,4	-3,5	14,1	61	92,4
2024г.						
Январь	-0,5	0,7	-16,8	15,0	60	108,5
Февраль	0,5	5,4	-4,5	18,9	50	37,5
Март	5,5	6,9	-5,3	21,7	57	28
Апрель	11,7	17,2	1,3	17,2	42	29
Май	17,4	16,0	1,3	16,3	68	65
Июнь	21,5	24,8	13,8	36,0	86	22
Июль	24,2	28,5	16,8	40,0	59	12

Период посев – всходы (сен-окт. 2023г.) был благоприятен для прорастания семян, что могло способствовать излишне быстрому росту. В сентябре отмечен недостаток влаги, то есть почти на 50% среднемноголетнему количеству осадков. Весеннее отрастание характеризовалось более ускоренным развитием фаз вегетации.

Метеорологические условия в период вегетации озимой пшеницы в 2024–2025 гг. характеризовались повышенным температурным фоном в осенний период, контрастными условиями зимы и в целом неудовлетворительной влагообеспеченностью, что оказало заметное влияние на рост, развитие и продуктивность культуры (приложение 1). В сентябре 2024 г. среднемесячная температура воздуха составила 22,6 °С, что на 3,8 °С выше среднемноголетнего значения. Повышенный температурный фон в сочетании с достаточным количеством осадков (52 мм при норме 44 мм) способствовал быстрому прорастанию семян и дружному появлению всходов озимой пшеницы.

В октябре температура воздуха была близка к среднемноголетней норме, однако количество осадков оказалось существенно ниже нормы (22 мм при среднемноголетних 54 мм). Осенний период в целом складывался благоприятно для появления дружных всходов и прохождения начальной фазы кущения, хотя в октябре отмечалось кратковременное снижение влагообеспеченности почвы.

В декабре 2024 года преобладал температурный режим, превышавший среднемноголетние значения, при умеренном количестве осадков. Такое сочетание метеорологических факторов способствовало постепенному прохождению процессов закаливания озимых растений. Январь 2025 г. характеризовался теплыми погодными условиями. Среднемесячная температура воздуха превысила среднемноголетние значения на 4,3 °С, при этом количество выпавших атмосферных осадков оказалось ниже климатической нормы, что свидетельствовало о недостаточном увлажнении посевов пшеницы озимой.

В феврале этого года наблюдалось существенное изменение агрометеорологических условий. Среднемесячная температура воздуха была на 4,2 °С ниже многолетней нормы, а минимальные значения достигали – 20,2 °С. Несмотря на значительное понижение температурного режима, дефицит атмосферных осадков сохранялся.

В марте 2025 года отличался повышенный температурный фон в сравнении со среднемноголетними показателями. Количество осадков было меньше нормы.

В мае температурный режим и влагообеспеченность были близки к климатической норме, что способствовало нормальному прохождению фаз колошения и цветения. Весенние условия 2025 г. в целом были благоприятными для формирования основных элементов структуры урожая - количества продуктивных стеблей и колосков.

Для озимой пшеницы сезон 2024-2025 гг. оказался значительно более сложным, чем предыдущие годы. Ключевыми негативными факторами стали недостаток влаги осенью и зимой, а также весенние возвратные заморозки на фоне слабых осадков.

2.2 Объект и методика проведения эксперимента

Объектом исследования являлись сорта пшеницы озимой селекции Национального центра имени П. П. Лукьяненко (г. Краснодар) (приложение 2) [17, 19, 21].

В эксперименте изучали влияние приемов обработки почвы на урожайность сортов озимой пшеницы озимой. Опыт -по схеме двухфакторного опыта.

Варианты в опыте: фактор А (прием подготовки почвы) и фактор В (сорт).

Таблица 2 – Схема опыта

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)
Вспашка (контроль)	Алексеич
	Таня (к)
	Агрофак 100
	Классика
	Еланчик
Безотвальное рыхление*	Алексеич
	Таня (к)
	Агрофак 100
	Классика
	Еланчик

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Предшественник – кукуруза на зерно. Посев с густотой стояния 4,5 млн штук на гектаре. Повторность четырехкратная с рендомизированным размещением делянок [48]. Размер делянок 60 × 22 м. Посев в оптимальные сроки для данной зоны. Посев на глубину до 4,5 см.

После уборки кукурузы на зерно проводили двукратное дисковое лушение на глубину 6 – 8 см (орудие «Selford870»). После лушения вносили удобрения (аммофос в дозе 80 кг/ га) распределителем минеральных удобрений «Vogballe».

На варианте Вспашка проводили вспашку на глубину 20-22 см (плуг «Lemken EUroDiamant 10» с катком «VarioPak»). После вспашки проводили дисковое лушение на глубину 6-8 см (орудие «Carrier XL1225»).

На варианте Безотвальное рыхление проводили двукратное дисковое лушение на глубину до 8 см (орудие «Carrier XL1225»). После этого безотвальное рыхление проводилось на глубину 15-18 см комбинированным

орудием «TopDown 600» агрегатируемый с трактором «John Deere 9RT 520». Этот прием обработки тщательно измельчал пожнивные остатки, что обеспечивает мелкокомковатую структуру почвы. На обоих вариантах применяли гербициды (Примадонна, СЭ -0,6л/га против двудольных сорняков и Арго Прим, МЭ-0,55л/га против злаковых сорняков).

При проведении опыта по программе исследований выполнялись следующие наблюдения, учеты и определение:

1. Определяли наступление и продолжительность фаз развития (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [104]).

2. Определяли агрегатный состав по методике (ГОСТ 12536- 2014) и рассчитывали в процентах соответствующие фракции.

3. Рассчитали влажность почвы (почвенные пробы отбираются буром Некрасова по горизонтам в фазу: всходы, в кущение весной и колошение). Влажность почвы (% к массе абсолютно сухой почвы) термовесовым методом по ГОСТу 28268-89.

4. Определили биометрические показатели растений пшеницы озимой: высоту растений, густоту и количество побегов. Регистрировали в фазы – трубкование, колошение, восковая спелость (Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур) [104].

5. Определение площади листовой поверхности проводили расчетным методом путем произведения длины листа на ширину и поправочный коэффициент. Сроки определения как пункте 4.

6. Накопление хлорофилла и каротиноидов в листьях растений озимой пшеницы определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре SS 2107. Сроки определения-кущение(весна), колошение, молочная спелость.

7. Рассчитывали фотосинтетический потенциал посевов по соответствующей формуле, предположенной А.А. Ничипоровичем.

$$\text{ФП} = \frac{T \times (L_1 + L_2)}{2}, \text{ где } T - \text{ продолжительность периода, дн.}$$

L_1 и L_2 – листовая поверхность в начале и конце расчетного периода, тыс.м²/ га.

7. Чистую продуктивность фотосинтеза исчисляли по формуле Кидда, Веста и Бриггса. $ЧПФ=2x(B2-B1)/Tx(L1+L2)$, (7) где: B_1, B_2 – величина сухой биомассы в начале и в конце учетного периода, кг/га; L_1, L_2 – площадь листьев за тот же период, тыс. м² /га; T – продолжительность периода, дней.

8. Определяли по вариантам опыта засоренность на 1 м² в фазу кущения (весной) и период колошения [104].

9. Урожай рассчитываем при комбинировании по делянкам (влажность зерна 14%) (Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур) [104].

10. Определяли натуру зерна (соотношения массы зерна к объему) (по ГОСТу 108840-64).

11. Определили количества в зерне протеина и клейковины на инфракрасном анализаторе Инфа-ЛЮМ (ГОСТ 10846-91).

12. Экономические показатели эффективности определяли с учетом урожайности, производственных затрат и рассчитывали чистый доход, норму рентабельности и себестоимость.

13. Статистическую обработку проверили по результатам исследований методом дисперсионного анализа и регрессионного анализа в описанном Доспеховым Б.А. с использованием компьютерных программ STATISTIKA [48].

3 ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ)

3.1 Влияние технологий выращивания на агрофизические показатели почвы

Агрегатный состав почвы играет ключевую роль в процессе вегетации озимой пшеницы, так как он определяет водно-воздушный, тепловой и питательный режимы почвы, напрямую влияющие на развитие корневой системы и урожайность. Хорошо агрегированная почва содержит оптимальное соотношение пор различного размера, что обеспечивает хорошее удержание влаги - мелкие агрегаты задерживают воду в капиллярах, обеспечивая растения влагой в засушливые периоды. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в осенний период 2023 года, характеризовавшийся недостаточным количеством атмосферных осадков по сравнению со среднемноголетними значениями, способ основной обработки почвы оказывал существенное влияние на агрегатный состав пахотного горизонта. Данный показатель в значительной степени определяет структурное состояние почвы, ее влагоудерживающую способность, а также формирование благоприятных условий для прорастания семян озимой пшеницы (таблица 3).

При вспашке наблюдалось снижение содержания агрегатов оптимального размера (0,25–10 мм) в нижележащих слоях (до 57,37 % в горизонте 20–30 см) и увеличение доли крупных (>10 мм) агрегатов до 33,36 %. Это свидетельствует о разрушении структурных связей и формировании глыбистой структуры в результате интенсивного механического воздействия. Верхние горизонты (0–10 см и 10–20 см) при вспашке характеризовались относительно более высоким содержанием средних агрегатов (около 64 %), однако повышенное содержание мелкодисперсной фракции (<0,25 мм) (до 16,3 %).

Таблица 3 – Агрегатный состав почвы перед посевом при различных приемах подготовки, % (2023г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Размер агрегатов, мм			Кст
		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка (к)	0-10	16,30	64,03	19,67	1,78
	10-20	15,41	64,01	20,58	1,78
	20-30	9,27	57,37	33,36	1,34
Безотвальное рыхление*	0-10	14,28	70,11	15,61	2,34
	10-20	12,71	69,53	17,76	2,29
	20-30	8,21	57,03	34,56	1,33

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

При пониженном уровне осадков осенью 2023 года вспашка способствовала ухудшению структурного состояния нижнего слоя и снижению влагоудерживающей способности почвы.

Применение комбинированного орудия способствует отмечено повышению доли агрегатов оптимального размера (0,25–10 мм) до 70,11 % в верхнем и 69,53 % в среднем слоях. Видно, что одновременно снижалось содержание крупных агрегатов (>10 мм) до 15,61–17,76 %, а доля пылеватой фракции (<0,25 мм) оставалась умеренной (8,21–14,28 %). При дефиците осадков такая структура способствует снижению испарения влаги и улучшает капиллярное поднятие влаги из нижних горизонтов.

В ходе многолетних исследований установлено, что способы основной обработки почвы оказывают значительное влияние на формирование структурно-агрегатного состояния пахотного горизонта. Анализ полученных экспериментальных данных позволил выявить особенности изменения

агрегатного состава почвы в зависимости от приемов обработки и горизонта почвы (таблица 4).

Таблица 4 – Агрегатный состав почвы при различных способах ее подготовки, % (среднее за 2022–2025 гг., перед посевом).

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Размер агрегатов, мм			Кст
		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка (к)	0-10	17,51	66,09	16,40	1,94
	10-20	12,24	66,47	21,29	1,99
	20-30	8,95	58,11	32,94	1,41
Безотвальное рыхление*	0-10	13,11	69,17	17,72	2,24
	10-20	8,73	69,83	21,44	2,31
	20-30	9,78	58,14	32,08	1,39

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Проведенный нами анализ агрегатного состава почвы показал, что в слоях 0–10 и 10–20 см преобладали агрегаты агрономически ценной фракции размером 0,25–10 мм, доля которых составляла 66,09–66,47 %. В слое 20–30 см отмечалось увеличение содержания крупных агрегатов размером более 10 мм до 32 %, что обусловлено уплотнением почвы и формированием глыбистой структуры, характерной при вспашке.

Проведение комбинированной обработки способствовало формированию более равномерной и устойчивой структуры по всему пахотному профилю. В верхних горизонтах содержание агрегатов размером 0,25–10 мм достигало 69 %, что превышало соответствующие показатели варианта со вспашкой. Одновременно наблюдалось снижение доли мелкодисперсной фракции до 8–13 %, что характеризует улучшение структурного состояния почвы. Коэффициент структурности в варианте

безотвального рыхления составлял 2,24–2,31, что на 15–20 % превышало значения, полученные при вспашке.

Обобщение результатов исследований за 2022–2025 гг. показало, что комбинированная обработка почвы обеспечивает формирование более устойчивой мелко- и среднеагрегатной структуры, характеризующейся повышенными значениями коэффициента структурности, что свидетельствует о ее положительном влиянии на агрофизическое состояние пахотного слоя (таблица 5).

Таблица 5 – Агрегатный состав почвы при различных способах подготовки, % (2024 г., перед посевом).

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Размер агрегатов, мм			Кст
		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка (к)	0-10	12,1	63,2	24,7	1,71
	10-20	13,2	63,0	23,8	1,70
	20-30	8,2	60,3	31,5	1,51
Безотвальное рыхление*	0-10	10,2	70,8	19,0	2,42
	10-20	11,8	70,3	17,9	2,28
	20-30	9,4	59,2	31,4	1,45

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Наиболее благоприятные показатели агрегатного состава были зафиксированы при применении комбинированной обработки почвы. В данном варианте доля агрономически ценных агрегатов размером 0,25–10 мм в верхних слоях составляла 70 %, что превышало соответствующие значения при отвальной вспашке на 7–8 %. Одновременно содержание мелкодисперсной фракции сохранялось на сравнительно низком уровне (10–12 %), а количество крупных агрегатов находилось в пределах 17–19 %.

Полученные данные позволяют заключить, что в условиях недостаточного увлажнения более эффективным является применение поверхностных и минимальных приемов основной обработки почвы. Их использование способствует более рациональному сохранению влаги, повышению устойчивости почвенной структуры и формированию благоприятных условий для равномерного роста и развития растений в осенний период вегетации.

Результаты многолетних исследований, проведенных в 2022–2025 гг., свидетельствуют о том, что способ основной обработки почвы сохраняет значимое влияние на агрегатный состав пахотного слоя и его структурное состояние также в начале весенней вегетации озимой пшеницы (таблица 6).

Таблица 6 – Агрегатный состав почвы при различных приемах подготовки, % (среднее 2022-2025 гг., начало весенней вегетации)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Размер агрегатов, мм			Кст.
		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка(к)	0-10	40,7	56,1	3,2	1,27
	10-20	39,8	60,0	0,8	1,51
	20-30	35,7	59,1	5,2	1,47
Безотвальное рыхление*	0-10	40,8	56,8	2,4	1,38
	10-20	34,7	62,7	2,6	1,69
	20-30	35,4	61,8	2,8	1,61

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

После проведения отвальной вспашки отмечалось существенное возрастание содержания мелкодисперсной фракции, которое достигало 40 % в верхнем и 39 % в среднем слоях пахотного горизонта. При этом доля агрономически ценных агрегатов размером 0,25–10 мм в пределах пахотного слоя составляла 56–60 %. В нижнем слое почвы (20–30 см) фиксировалось

незначительное увеличение содержания крупных агрегатов (до 5,2 %), что, вероятно, обусловлено уплотнением почвенной массы и более низкой интенсивностью биогенных процессов в глубинных горизонтах.

Значения коэффициента структурности (Кст.) при отвальной вспашке изменялись в пределах 1,27–1,51, что позволяет характеризовать исследуемую почву как среднеструктурную.

При комбинированной обработке отмечалось более оптимальное соотношение агрегатных фракций и более высокая степень сохранности агрегированной структуры почвы.

Доля агрегатов оптимального размера составляет 56,8–62,7 %, что несколько выше, чем при вспашке. Количество мелкой фракции (<0,25 мм) остается на уровне 34,7–40,8 %, то есть на 3–5 % ниже.

Показатель структурности (Кст) при безотвальное рыхление достигает 1,38–1,69, что на 10–15 % выше, чем при вспашке, и характеризует высокую устойчивость структуры к разрушению.

Результаты эксперимента показали, что применение безотвального рыхления почвы является более эффективным в плане сохранения агрегатной структуры, регулирования влажности и стабилизации агрофизических свойств почвы в переходный весенний период.

Исследование агрегатного состава почвы в начале весенней вегетации показало существенное влияние способа основной обработки на распределение фракций почвенных агрегатов по слоям профиля (таблица 7).

Таблица 7 – Агрегатный состав почвы в начале весенней вегетации при различных приемах подготовки, % (2024 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Размер агрегатов, мм			Кст
		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка (к)	0-10	30,11	55,82	14,07	1,26
	10-20	39,17	59,31	1,52	1,46
	20-30	35,23	58,14	6,63	1,36
Безотвальное рыхление*	0-10	35,17	56,91	7,92	1,32
	10-20	36,15	62,92	0,93	1,67
	20-30	36,00	61,01	2,99	1,56

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

В верхнем (0-10 см) слое почвы при вспашке преобладали агрегаты среднего размера (0,25-10 мм) - 55,82 %, что свидетельствует о достаточно хорошем структурном состоянии почвы. Мелкодисперсные частицы составляли 30,11 %, а крупные агрегаты - 14,07 %. С увеличением глубины до 10-20 см доля агрегатов средней фракции возрастала до 59,31 %, при одновременном увеличении содержания мелких частиц (до 39,17 %) и резком снижении количества крупных агрегатов (1,52 %). Результаты исследований, полученные в 2025 г., в целом подтвердили ранее выявленные закономерности влияния приемов основной обработки на структурное состояние почвы, однако показали более выраженные преимущества комбинированной системы обработки по сравнению с традиционной отвальной вспашкой (приложение 3).

Установлено, что в слое 0–10 см при отвальной обработке преобладали агрегаты агрономически ценной фракции размером 0,25–10 мм, доля которых составляла около 57 % общей массы почвы. Содержание мелкодисперсных частиц не превышало 28 %, тогда как количество крупных агрегатов размером более 10 мм достигало 15 %.

Применение комбинированного агрегата способствовало улучшению структурных показателей верхнего слоя почвы. Доля агрегатов размером 0,25–10 мм увеличивалась до 59 %. Количество мелкодисперсных частиц составляло около 30 %. В подпахотном горизонте (20–30 см) структурное состояние почвы характеризовалось относительной стабильностью, что свидетельствует о сохранении сформированной агрегатной организации независимо от способа обработки.

Результаты статистической обработки экспериментальных данных по содержанию водопрочных агрегатов размером 0,25–10 мм, полученных в 2023 г., свидетельствуют о существенном влиянии способов основной обработки на структурно-агрегатное состояние пахотного слоя почвы. Анализ показал, что в среднем по профилю 0–30 см максимальная доля агрегатов агрономически ценной фракции формировалась при использовании комбинированной обработки и достигала 65,8 %. Данный показатель достоверно превышал значение, полученное в варианте с отвальной вспашкой, где содержание водопрочных агрегатов составляло 61,8 % (таблица 8).

Полученные данные подтверждают преимущество безотвальное рыхление в обеспечении более благоприятного структурного состояния почвы.

Таблица 8 – Изменение почвенных агрегатов (0,25-10 мм) при различных приемах обработки почвы, % (2023г.перед посевом)

Прием обработки (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)			Среднее А НСР0,67
	0-10	10-20	20-30	
Вспашка(к)	64,1	64,0	57,3	61,8
Безотвальное рыхление*	69,1	70,0	58,2	65,8
Среднее В - НСР1,61	66,6	67,0	57,8	Хср.63,8

Среднее АВ НСР1,95

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

По мере увеличения глубины почвенного профиля фиксируется устойчивая тенденция к снижению доли агрегатов размерного 0,25–10 мм; при этом среднее значение по фактору В составило 63,8 %. Следует отметить, что выраженность данного процесса варьировала в зависимости от применяемого приема основной обработки почвы.

Установлено, что в верхнем и среднем горизонтах при использовании комбинированной обработки формируется на 5,0–6,0 % больше агрегатов агрономически ценной фракции по сравнению с вариантом отвальной вспашки. Полученные результаты свидетельствуют о статистически значимом влиянии технологии обработки на формирование оптимальной структуры пахотного слоя.

В нижней части пахотного горизонта (20–30 см) различия между сравниваемыми вариантами носят несущественный характер и не превышают величину НСР для средних значений АВ (1,95 %). Следует также отметить, что для горизонта 20–30 см характерны минимальные значения содержания структурных агрегатов вне зависимости от варианта обработки. Данное явление может быть связано как с уплотнением подпахотного слоя, так и со снижением уровня биологической активности в данной зоне почвенного профиля.

Средние значения по горизонтам (фактор В) указывают на достоверное снижение структурности почвы с глубиной, при НСР=1,61 %.

Безотвальное рыхление по сравнению со вспашкой более эффективно сохраняет агрономически ценные агрегаты в пахотном слое, что подтверждается статистически значимыми различиями (НСР_{0,67}-1,61).

Оценка дисперсионного анализа позволила установить долевым вклад различных факторов в формирование агрегатного состава почвы (фракция 0,25–10 мм) в предпосевной период 2023 года. Согласно полученным данным, наибольшее влияние на структурное состояние почвы оказывает фактор С (глубина горизонта), доля влияния которого составляет 75,8 % (рисунок 1).



Рисунок 1 – Доли влияния факторов на агрегатный состав почвы, %
(2023 г., перед посевом)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор С- горизонт почвы, см.

Прием обработки почвы оказывает существенно меньший, но статистически значимый вклад – 16,2 %.

Результаты математического анализа данных свидетельствуют о том, что основным фактором, определяющим формирование агрегатного состава почвы, является глубина отбора проб.

Проведенный дисперсионный анализ выявил статистически значимое влияние как приема обработки почвы (фактор А), так и почвенного горизонта (фактор С) на содержание агрономически ценных агрегатов в почве перед посевом в 2024 году (таблица 9).

В таблице 9 представлены данные по изменению содержания почвенных агрегатов размером 0,25–10 мм в зависимости от различных приемов обработки почвы в 2024 году, в предпосевной период.

Установлено, что при комбинированной обработке наблюдается статистически значимо более высокое среднее содержание агрегатов (66,8%).

Анализ распределения агрегатов по профилю выявил четкую закономерность. Различия между горизонтами 0-10 см/10-20 см и горизонтом 20-30 см существенны и превышают значения НСР.

Таблица 9 – Изменению содержания почвенных агрегатов размером 0,25–10 мм в зависимости от различных приемов обработки почвы, % (2024 г., перед посевом)

Прием обработки (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)			Среднее А НСР _{0,08}
	0-10	10-20	20-30	
Вспашка(к)	63,2	63,0	60,3	62,2
Безотвальное рыхление*	70,8	70,3	59,2	66,8
Среднее В – НСР 0,71	67,0	66,7	59,8	Хср.64,5

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

И так, применение безотвальное рыхления является более эффективным приемом для увеличения содержания агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) в пахотном слое (0-20 см) по сравнению с традиционной отвальной вспашкой.

Наибольшее влияние на формирование агрегатной структуры почвы оказывает фактор С. Его вклад составляет более половины от общего влияния, что свидетельствует о его доминирующей роли в процессах формирования почвенной структуры. Вторым по значимости является фактор А. Его вклад почти в два раза ниже, чем у ведущего фактора, однако он также оказывает существенное влияние на состояние почвенных агрегатов (рисунок 2).

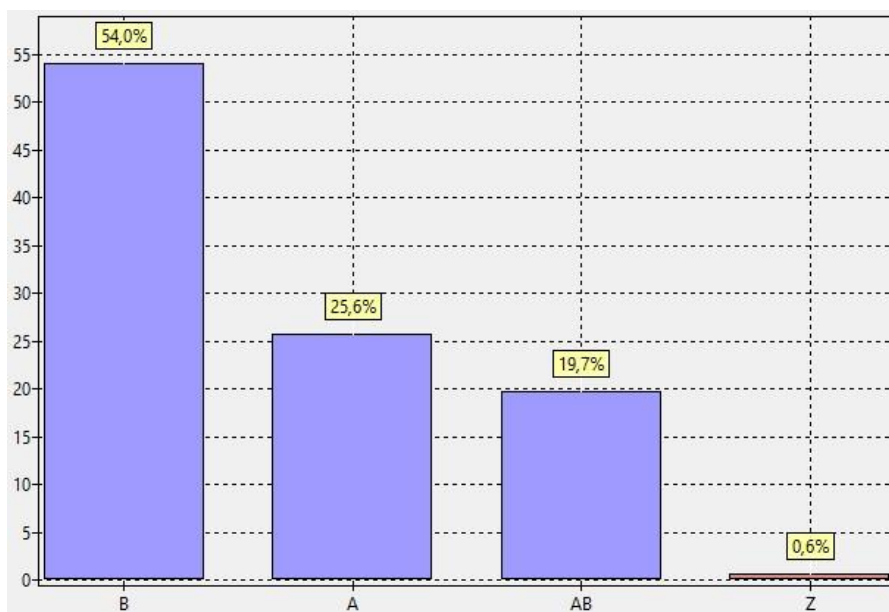


Рисунок 2 – Доли влияния факторов на агрегатный состав почвы, % (2024 г. перед посевом)

Примечание: фактор А –прием обработки почвы; фактор С- горизонт почвы, см.

Исследование структуры пахотного слоя показало, что содержание водопрочных почвенных агрегатов размером 0,25-10 мм существенно варьирует под влиянием различных приемов обработки почвы (фактор А) и по глубине горизонта (фактор С) Наибольшее количество агрономически ценных агрегатов отмечено при комбинированной обработке почвы – в среднем 60,3 %, что достоверно превышает показатели при отвальной вспашке (57,7 %), при $НСР_{05} = 0,65$. (приложение 4).

По почвенному профилю установлено увеличение содержания агрегатов с глубины 0-10 см (56,4 %) до горизонта 10–20 см (61,1 %), с последующим снижением в слое 20–30 см (59,6 %). Среднее значение по фактору В составило 59,0 % при $НСР_{05} = 0,90$, что указывает на статистически значимые различия между горизонтами.

Результаты оценки влияния различных факторов на агрегатный состав почвы в начале весенней вегетации 2024 года представлены на рисунке. Анализ показывает, что среди изученных факторов доминирующее влияние

оказывает показатель С, доля которого составляет 65,1 %. Вторым по значимости является фактор А. Факторы АВ и Z характеризуются минимальными значениями - 4,6 % и 3,6 % соответственно (приложение 5).

Исследование агрегатного состава в слое 10–20 см в начале весенней вегетации выявило существенные различия, связанные с применяемыми приемами подготовки почвы. В условиях комбинированной обработки установлено доминирование крупных агрегатов (>10 мм), доля которых составила 62,7 %. Преобладание этой фракции свидетельствует о формировании прочной, менее подверженной разрушению структуры, способной лучше противостоять эрозионным процессам и колебаниям влажности. Доля агрегатов среднего размера (0,25–10 мм) была на уровне 32,7 %, что указывает на оптимальное развитие структуры, обеспечивающей хорошую воздухо- и водопроницаемость (рисунок 3).

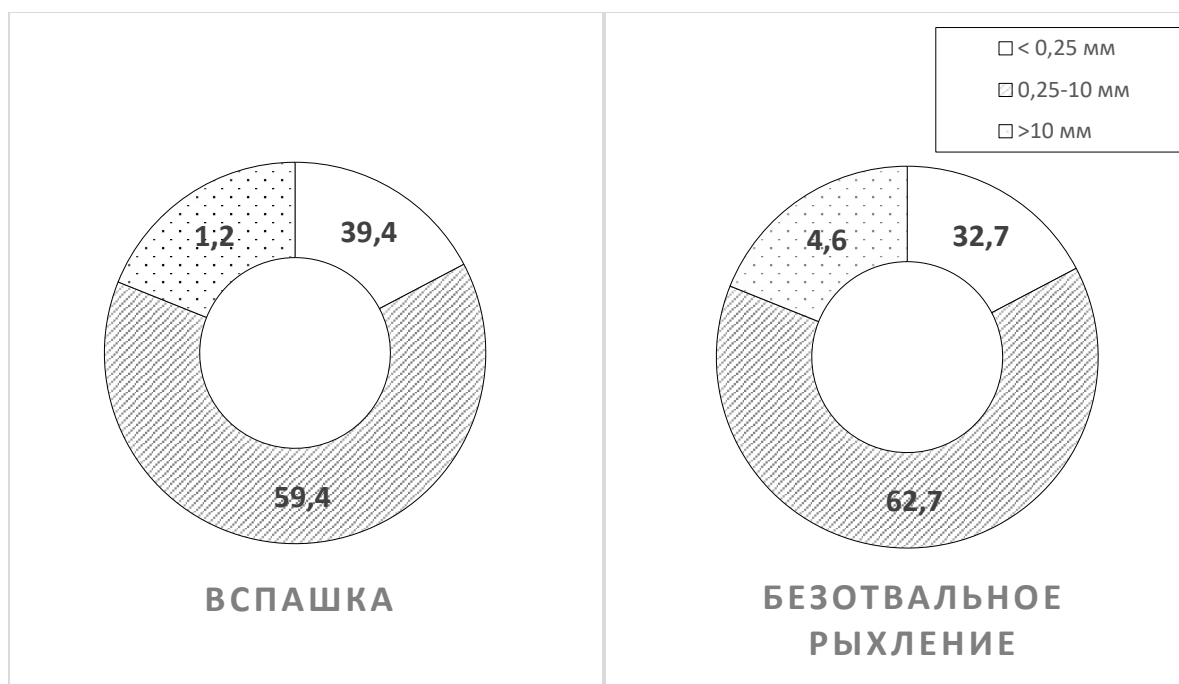


Рисунок 3 – Распределение почвенных агрегатов в слое 10–20 см в начальный период весенней вегетации в зависимости от приемов основной обработки почвы, % (2023 г.).

В варианте с отвальной вспашкой также отмечается значительная доля крупных агрегатов, достигающая 59 %, однако данный показатель несколько уступает соответствующим значениям при комбинированной обработке.

Увеличение содержания агрегатов средней размерной группы до 39,4 % свидетельствует о более интенсивной трансформации структурного состояния почвы под воздействием отвального рыхления. Плотность сложения относится к числу базовых агрофизических характеристик почвы, определяющих эффективность функционирования агроценоза. В период вегетации пшеницы данный показатель оказывает значимое влияние на водно-воздушные, тепловые и трофические условия почвенной среды, а также на процессы формирования корневой системы и урожайности культуры [160]. Согласно литературным данным, оптимальная плотность пахотного слоя для зерновых культур, включая пшеницу, составляет 1,1–1,3 г/см³ на суглинистых почвах и 1,2–1,4 г/см³ на легких по гранулометрическому составу почвах.

При оптимальной плотности обеспечивается равномерное развитие корневой системы, активная деятельность микрофлоры, оптимальное поступление питательных веществ и влаги. При повышенной плотности (>1,4 г/см³) снижается пористость и газообмен, ухудшается поступление кислорода к корням.

Поддержание оптимальной плотности почвы в течение вегетации пшеницы является определяющим фактором формирования устойчивой структуры почвы, равномерного развития растений и реализации потенциальной продуктивности культуры [130, 138].

Результаты многолетних наблюдений (2022–2025 гг.) показывают, что характер основной обработки почвы оказывает существенное влияние на изменение плотности сложения почвы в течение вегетации озимой пшеницы сорта Еланчик. В динамике вегетационного периода прослеживается закономерное повышение плотности от момента посева до фазы колошения, связанное с оседанием почвы, изменением влажности и биологической активностью растений (таблица 10).

Таблица 10 – Изменение показателей плотности почвы в зависимости от различных приемов подготовки, г/см³ (2022-2025 гг., сорт Еланчик)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Срок определения		
		перед посевом	кущение (весна)	колошение
Вспашка (к)	0-10	1,19	1,23	1,40
	10-20	1,22	1,29	1,42
	20-30	1,33	1,39	1,48
Безотвальное рыхление*	0-10	1,20	1,24	1,42
	10-20	1,25	1,32	1,44
	20-30	1,34	1,44	1,50

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Во всех исследуемых горизонтах при применении вспашки отмечена устойчивая тенденция к возрастанию плотности почвы по мере прохождения растениями основных фаз развития. В верхнем почвенном горизонте за период от посева до фазы колошения наблюдалось увеличение плотности сложения с 1,19 до 1,40 г/см³.

Вариант со вспашкой, напротив, характеризовался менее однородным распределением плотности по профилю и проявлял тенденцию к уплотнению среднего и нижнего горизонтов, что потенциально могло ограничивать эффективность влагообеспечения и ухудшать условия газообмена. Применение комбинированного орудия, напротив, способствовала формированию более сбалансированного сложения пахотного слоя, предотвращая образование уплотненной подошвы и создавая более благоприятную среду для роста, развития и минерального питания растений.

Результаты исследований по оценке плотности почвы перед посевом сельскохозяйственных культур в 2023 году в зависимости от применяемых способов основной обработки представлены в таблице 11.

Проведенный дисперсионный анализ позволил установить статистически достоверное влияние как фактора А, так и фактора С (глубина исследуемого горизонта) на величину плотности сложения почвы. Полученные результаты свидетельствуют о наличии четко выраженной вертикальной дифференциации данного показателя. Так, по мере углубления почвенного профиля наблюдалось последовательное увеличение плотности. Отмечено, что в слое 0–10 см среднее значение составило 1,20 г/см³, в горизонте 10–20 см оно возрастало до 1,25 г/см³, а в подпахотном слое достигало максимального уровня.

Таблица 11 – Изменение показателей плотности почвы в зависимости от различных приемов подготовки почвы, г/см³ (2023г., перед посевом)

Прием обработки (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)			Среднее А НСР0,05
	0-10	10-20	20-30	
Вспашка(к)	1,2	1,2	1,3	1,2
Безотвальное рыхление*	1,2	1,3	1,4	1,3
Среднее В - НСР0,05	1,2	1,2	1,	

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Установлено, что в верхнем слое почвы оба исследуемых способа обработки обеспечивали одинаково благоприятные условия, формируя минимальные значения плотности сложения (1,20 г/см³). Это свидетельствует о высокой эффективности как отвальной, так и безотвальное рыхление в отношении разрыхления поверхностного горизонта и создания оптимальной

агрофизической среды для заделки семян, прорастания и начального этапа развития растений.

Вместе с тем, в более глубоких слоях почвенного профиля различия между вариантами обработки становились более выраженными. В частности, в горизонте 10–20 см характер изменения плотности указывал на возрастающее значение применяемого приема основной обработки. В целом результаты исследования подтвердили закономерное увеличение плотности сложения с глубиной, что обуславливало формирование более уплотненного подпахотного слоя.

При анализе средних значений по пахотному слою (0–30 см) установлено, что вариант со вспашкой обеспечивал статистически достоверно более низкую плотность почвы, и она составила $1,23 \text{ г/см}^3$, тогда как при комбинированной обработке данный показатель возрос до $1,30 \text{ г/см}^3$. Полученные данные указывают на различия в степени и характере воздействия изучаемых способов основной обработки на агрофизическое состояние почвы в пределах пахотного горизонта.

Согласно результатам дисперсионного анализа, наибольший вклад в формирование плотности почвы перед посевом в 2023 году вносил фактор С, то есть глубина исследуемого горизонта, доля влияния которого составила 66,7 %. Это свидетельствует о его доминирующей роли в структуре факторов, определяющих физическое состояние почвенного профиля, и подтверждает, что именно вертикальная неоднородность почвы в наибольшей степени обуславливает вариабельность показателей ее плотности.

Высокое значение данного показателя указывает на необходимость приоритетного учета этого фактора в системе агротехнических мероприятий, направленных на оптимизацию плотности почвы (рисунок 4).

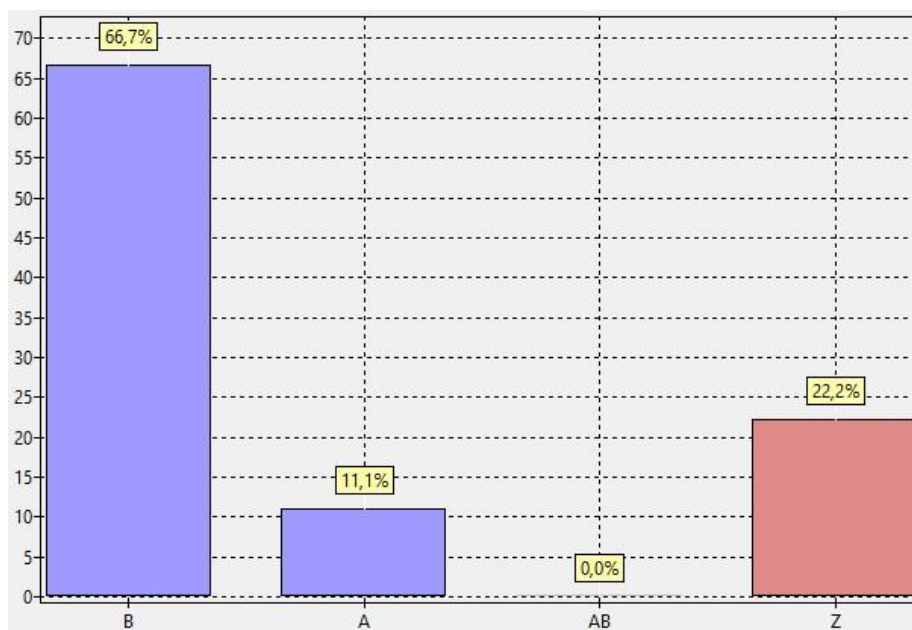


Рисунок 4 – Доли влияния факторов в опыте на плотность почвы, %
(2023 г., перед посевом)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор С- горизонт почвы, см.

Результаты дисперсионного анализа показали, что влияние фактора А (прием подготовки почвы) на изменение плотности сложения почвы было относительно невысоким и составило 11,1 %. Это свидетельствует о его умеренной значимости в формировании исследуемого показателя.

В течение 2023–2024 гг. изменение плотности почвы зависело от погодных условий и агротехнологий. В частности, осенний период 2023 года характеризовался дефицитом атмосферных осадков по сравнению со среднемноголетними значениями, что способствовало снижению влажности почвы и усилению ее уплотнения.

Весной 2024 года количество осадков соответствовало средним климатическим нормам, что позволило частично компенсировать дефицит влаги и стабилизировать физическое состояние почвы (таблица 12).

Таблица 12 – Плотность почвы при различных приемах подготовки, г/см³
(2023-2024 гг., сорт Еланчик)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Срок определения		
		перед посевом	кущение (весна)	колошение
Вспашка (к)	0-10	1,22	1,33	1,44
	10-20	1,24	1,38	1,44
	20-30	1,38	1,43	1,50
Безотвальное рыхление*	0-10	1,27	1,35	1,48
	10-20	1,27	1,41	1,49
	20-30	1,36	1,50	1,52

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Анализ данных показал, что плотность почвы изменялась в течение вегетации под воздействием природных и биологических факторов, а также зависела от применяемого приема основной обработки.

Нами показано, что перед посевом при безотвальном рыхлении плотность была на 0,03–0,05 г/см³ выше, что связано с сохранением плотности в условиях минимального рыхления. В течение вегетации при обеих системах наблюдалось повышение плотности на 0,15–0,20 г/см³, что обусловлено естественным оседанием. При вспашке отмечено более выраженное уплотнение нижнего слоя (20–30 см), тогда как при безотвальной обработке структура почвы оставалась более однородной и устойчивой.

Следовательно, при недостатке осадков осенью и среднем увлажнении весной комбинированная обработка является более эффективной системой подготовки почвы, так как обеспечивает структурную устойчивость, равномерную плотность и оптимальные условия для роста и питания растений на протяжении всей вегетации озимой пшеницы.

Исследования, проведенные в 2024–2025 гг. на посевах озимой пшеницы показали, что характер основной обработки почвы оказывал заметное влияние на динамику плотности сложения в течение вегетационного периода.

Наряду с технологическими приемами обработки, существенное влияние на формирование агрофизических свойств почвы оказали условия вегетационного периода (приложение 6). Характер увлажнения и температурный режим в исследуемые сроки во многом определяли особенности изменения плотности сложения и структурного состояния пахотного слоя.

Установлено, что в осенний период 2024 года количество атмосферных осадков находилось на уровне, близком к среднемноголетним значениям, что способствовало формированию благоприятного структурного состояния почвы к моменту посева. Вместе с тем, в весенний период 2025 года отмечался дефицит осадков на фоне повышенного температурного режима, что обусловило более интенсивное иссушение верхней части почвенного профиля и сопровождалось усилением процессов уплотнения, прежде всего в поверхностных горизонтах (приложение 6).

В условиях достаточного осеннего увлажнения и последующей засушливой и теплой весны изменение плотности почвы при возделывании озимой пшеницы носило выражено дифференцированный характер в зависимости от приема основной обработки. Вариант со вспашкой обеспечивал более рыхлое сложение почвы на начальном этапе, однако в дальнейшем характеризовался более интенсивным нарастанием плотности, особенно в условиях дефицита влаги и повышенных температур.

При проведении комбинированной обработки, несмотря на несколько более высокие исходные значения плотности, отличалась большей устойчивостью почвенного сложения в течение вегетации. Водный режим почвы выступает одним из ключевых факторов, определяющих процессы роста, развития и формирования урожайности пшеницы. В условиях нарастающей климатической нестабильности и увеличения частоты

засушливых периодов особую актуальность приобретают агротехнические мероприятия, направленные на аккумуляцию и рациональное использование влаги в пахотном горизонте.

Традиционная система отвальной обработки, обеспечивая эффективное рыхление почвы и заделку растительных остатков, вместе с тем нередко сопровождается повышенными потерями влаги. В противоположность этому, минимальные и нулевые технологии обработки ориентированы на сохранение растительного покрова на поверхности почвы, что способствует снижению испарения и оптимизации водного баланса агроценоза [51, 52, 54].

В среднем за годы эксперимента влажность почвы в фазу кущения (весной) была выше, чем перед посевом. Это объясняется накоплением влаги от осенне-зимних осадков. Видно, что перед посевом на делянках, где применяли комбинированный влажность почвы на всех горизонтах была выше по сравнению со вспашкой. Наиболее существенная разница наблюдается в горизонте 0-10 см. Разница сохраняется и в более глубоких слоях, что говорит о лучшем общем влагосбережении при комбинированной обработке в предпосевной период.

За изучаемый период (2022-2025 гг.) безотвальная обработка почвы была более эффективна для накопления и сохранения продуктивной влаги к началу посевной кампании, особенно в верхнем (0-10 см) слое. К весенней вегетации (фазе кущения) запасы влаги в почве при разных системах обработки сравниваются (таблица 13).

В фазу кущения (весной) различия между приемами обработки становятся менее выраженными. В горизонтах почвы влажность стала практически одинакова. За период (2022-2025 гг.) безотвальный прием обработки почвы был более эффективен для накопления и сохранения продуктивной влаги к началу посевной кампании, особенно в критическом верхнем (0-10 см) слое. К весенней вегетации (фазе кущения) запасы влаги в почве при разных системах обработки сравниваются, что свидетельствует о

хорошей водообеспеченности растений в этот важный период независимо от приема.

Таблица 13 – Влажность почвы при различных приемах подготовки, %
(среднее 2022-2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Перед посевом	Кущение (весной)
Вспашка (к)	0-10	17,4	19,2
	10-20	18,0	19,7
	20-30	16,9	19,0
Безотвальное рыхление*	0-10	18,9	19,2
	10-20	18,8	20,8
	20-30	18,1	19,0

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

В условиях вегетационного периода 2022–2023 гг. осенний период характеризовался количеством атмосферных осадков ниже среднегодушной нормы, что обусловило снижение запасов продуктивной влаги в почве к моменту посева. В весенний период количество осадков находилось на уровне среднегодушних значений, что способствовало частичному восполнению дефицита влаги, сформировавшегося в осенний период (приложение 7).

Нами установлено, что перед посевом содержание влаги в пахотном слое почвы (0–30 см) при применении комбинированной обработки в среднем составило 17,5 %, что на 0,8 процентного пункта превышало аналогичный показатель на варианте со вспашкой. Наиболее существенные различия между исследуемыми способами обработки были отмечены в горизонте 10–20 см, где

использование поверхностной обработки обеспечивало более эффективное сохранение почвенной влаги.

В весенний период, в фазу кущения озимой пшеницы, во всех вариантах отмечалось увеличение влажности почвы, связанное с поступлением талых вод и весенних осадков. Однако при комбинированной обработке уровень увлажнения сохранялся на 0,4–0,5 % выше по сравнению с отвальной обработкой. В то же время в горизонте 20–30 см различия между вариантами нивелировались, что указывает на более равномерное распределение влаги по почвенному профилю при использовании поверхностных способов обработки.

Безотвальная обработка обеспечивает более высокие показатели влажности в пределах пахотного слоя, особенно в условиях недостаточного осеннего увлажнения. Это создает более благоприятные условия для прорастания семян и начального роста растений озимой пшеницы. Анализ погодных условий показал, что в 2023–2024 гг. осенний период характеризовался количеством осадков, близким к среднемноголетним значениям, что обеспечило достаточное увлажнение почвы перед посевом. В весенний период, напротив, наблюдался дефицит осадков, что усилило различия между вариантами обработки по уровню сохраненной влаги в почвенном профиле (приложение 8).

Перед посевом почва имела достаточно равномерную влажность по профилю, однако при безотвальной обработке этот показатель был выше на 0,8–1,7 %, чем при отвальной вспашке. Наиболее выраженное преимущество отмечено в верхнем слое почвы, где содержание влаги при соответствующем варианте обработки достигало 18,6 % и 17,0 % при отвальной вспашке. Данный эффект обусловлен снижением интенсивности механического воздействия на почву и сохранением на поверхности растительных остатков, выполняющих мульчирующую функцию и уменьшающих испарение влаги.

В фазу весеннего кущения, характеризующуюся активным формированием листового аппарата и увеличением потребности растений во влаге, соотношение показателей между вариантами претерпевало

определенные изменения. Так, в горизонте 10–20 см при поверхностной обработке уровень влажности составил 20,8 %, что на 0,7 % превышало аналогичный показатель при отвальной системе. Это свидетельствует о более эффективном удержании влаги в среднем слое, играющем ключевую роль в обеспечении водного питания корневой системы пшеницы на начальных этапах вегетации.

В нижнем горизонте (20–30 см) различия между вариантами носили минимальный характер и не превышали 0,3 %, что указывает на ограниченное влияние поверхностных приемов обработки на глубинные слои почвы при достаточном увлажнении в осенний период.

Результаты подтверждают, что прием комбинированной обработки создает влагосберегающий эффект в основном за счет сохранения мульчирующего слоя растительных остатков и меньшего разрушения структуры почвы. Это особенно важно при весеннем дефиците осадков, когда растения используют влагу, накопленную в осенне-зимний период. При отвальной вспашке, напротив, наблюдается более активное испарение влаги с поверхности и перераспределение ее в более глубокие горизонты, что уменьшает доступность воды для корней в начальные фазы роста.

Похожие закономерности отмечены и другими исследователями воздействия на почву способствует повышению водоудерживающей способности и агрофизической устойчивости пахотного слоя [53, 55].

Одним из наиболее значимых факторов, определяющих водный режим почвы и развитие растений пшеницы, является технология обработки. В 2024–2025 гг. погодные условия отличались недостатком осадков осенью, что отрицательно сказалось на накоплении влаги в пахотном горизонте перед посевом. Весной количество осадков было несколько ниже среднемноголетней нормы, что обусловило умеренный дефицит влаги в начале вегетации и позволило оценить влагосберегающий эффект различных приемов обработки почвы (приложение 9).

Перед посевом влажность почвы при безотвальной обработке была на 1,0-1,4 % выше, чем при отвальной вспашке. Особенно значительные различия наблюдались в верхнем 0-10 см слое. В слое 10-20 см различия составили 0,9 %, а в нижнем горизонте (20-30 см) - 1,1 %.

В весенний период, в фазу кущения пшеницы, различия между вариантами частично сохранились. В варианте с отвальной вспашкой влажность снизилась до 18,5-19,3 %, в то время как при комбинированной обработке значения достигали 19,0-20,7 %, особенно в среднем слое (10-20 см).

В нижнем слое (20-30 см) различия оказались минимальными (в пределах 0,2 %), что свидетельствует о локальном характере влияния способа обработки на влагу - преимущественно в верхних и средних горизонтах. В условиях ограниченного увлажнения это имеет особое значение для поддержания устойчивости всходов и последующего роста растений.

Влагосбережение является одним из определяющих факторов формирования урожая в условиях рискованного земледелия. Статистическая обработка, проведенная в 2025 году в фазу весеннего кущения показали достоверное влияние приема основной обработки почвы и глубины взятия образца на запасы продуктивной влаги (таблица 14). Как видно из данных таблицы, прием основной обработки почвы оказал статистически достоверное влияние на ее влажность. Установлено, что в среднем по всем горизонтам безотвальное рыхление обеспечило математически достоверное увеличение влажности почвы по сравнению со вспашкой.

Средневзвешенная влажность почвы на варианте с комбинированной обработкой составила 19,9%, что на 1,1% больше, чем на контрольном варианте со вспашкой. Разность между средними значениями по фактору А превышает значение наименьшей существенной разности (НСР 0,44), что подтверждает статистическую достоверность выявленного преимущества безотвального рыхления на 5%-ном уровне значимости.

Таблица 14 – Изменение влажности почвы при различных приемах подготовки почвы, % (2025г., кушение весной)

Прием обработки (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)			Среднее А НСР _{0,44}
	0-10	10-20	20-30	
Вспашка(к)	18,5	19,3	18,7	18,8
Безотвальное рыхление*	19,0	20,7	19,9	19,9
Среднее В - НСР _{0,49}	18,8	20,0	19,3	Хср.19,4

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Глубина отбора образца также оказала существенное влияние на показатель влажности. Максимальная влажность (20,0%) - была зафиксирована в горизонте 10-20 см.

В верхнем и нижнем горизонтах влажность была достоверно ниже и составила 18,8% и 19,3% соответственно. Разность между максимальным значением (20,0%) и значениями в горизонтах 0-10 см и 20-30 см составляет 1,2% и 0,7% соответственно, что превышает НСР для фактора С (0,49). Это указывает на достоверное накопление влаги в среднем горизонте (10-20 см) по сравнению с другими горизонтами.

При применении комбинированного орудия наблюдался более выраженный градиент влажности: минимальное значение в слое 0-10 см (19,0%), с резким возрастанием до максимума в слое 10-20 см (20,7%) и последующим снижением в слое 20-30 см

Полученные данные согласуются с известными в литературе представлениями о влагосберегающей роли минимализации обработки почвы. Более высокая влажность на варианте с комбинированной обработкой, вероятно, связана с уменьшением интенсивности физического испарения благодаря наличию на поверхности почвы мульчирующего слоя растительных

остатков, который сохраняется при таком виде обработки. Кроме того, минимизация обработки способствует формированию системы капилляров и пор, оптимальной для инфильтрации и удержания влаги, в отличие от интенсивного рыхления при вспашке [116, 130].

Анализ долей взаимодействия на влажность почвы показал, что вклад фактора С составляет 41,5 %, что сопоставимо с влиянием фактора А. Высокие значения подтверждают, что фактор С оказывает комплексное и существенное воздействие на влажностный режим почвы. В условиях данного эксперимента влияние факторов А и С практически равноценно, что позволяет предположить, что оба фактора имеют синергетический характер влияния или относятся к ключевым элементам технологии возделывания (приложение 10).

Совместное действие факторов А и С (фактор АВ) оказывает значительно меньшее влияние - 5,9 %. Это указывает на то, что взаимодействие факторов А и В не приводит к существенному усилению или ослаблению эффекта по сравнению с их индивидуальным воздействием. Можно заключить, что эффекты А и В реализуются преимущественно независимо друг от друга.

Проведенный дисперсионный анализ выявил достоверное влияние изучаемых факторов (прием обработки и горизонт почвы) на запасы продуктивной влаги в почве перед уборкой урожая (приложение 11). Результаты исследования демонстрируют четкую зависимость влажности почвы от применяемого способа ее обработки.

Вариант с безотвальным рыхлением показал наивысшие значения влажности, которые в среднем составили 18,9%. Полученный результат статистически достоверно превосходил показатель контрольного варианта (вспашка) на 1,1 %, что свидетельствует о преимуществе исследуемого способа обработки в аспекте сохранения влаги в почвенном профиле.

Установлено, что комбинированная обработка почвы способствовало формированию более благоприятные условия водного режима в пределах пахотного слоя по сравнению с отвальной вспашкой. При этом распределение

влаги по отдельным почвенным горизонтам также характеризовалось достоверными различиями. Максимальное содержание влаги было отмечено в слое 10–20 см, где данный показатель достигал 18,7 %.

Результаты проведенных исследований показали, что в предуборочный период 2024 года применение безотвального приема обработки обеспечивало статистически достоверно более высокую влажность по всему пахотному горизонту (0–30 см) по сравнению с вариантом традиционной вспашки. Наиболее выраженный эффект данного приема проявлялся в верхнем слое, где наблюдалось наиболее эффективное сохранение почвенной влаги.

На рисунке приложения 12 представлены результаты оценки долевого участия факторов опыта в формировании влажности почвы в предуборочный период 2024 года. Проведенный анализ показал, что определяющее влияние на изменение данного показателя оказывал фактор глубины отбора проб, доля которого в общей структуре вариации составила 66,7 %. Это указывает на ведущую роль вертикальной дифференциации почвенного профиля в формировании запасов влаги.

Вторым по степени значимости фактором являлся прием подготовки почвы, влияние которого, вероятно, связано с различиями в интенсивности испарения влаги с поверхности. Ее вклад оценивается в (11,1 %).

Полученные нами данные свидетельствуют, что формирование влажности почвы в предуборочный период носит комплексный характер и определяется факторами опыта. Преобладание метеорологических факторов указывает на необходимость адаптации сельскохозяйственных технологий к климатическим рискам, тогда как влияние агроприемов подтверждает возможность регулирования почвенной влаги посредством оптимизации обработки почвы.

3.2 Влияние технологий выращивания на ростовые процессы сортов пшеницы озимой

Показатель полевой всхожести семян является одним из важнейших факторов, определяющих начальную густоту стояния растений, равномерность развития посевов и, как следствие, уровень урожайности озимой пшеницы. От того, насколько дружно и полноценно появляются всходы, зависит формирование продуктивного стеблестоя, использование влаги, питательных веществ и солнечной энергии. Высокая полевая всхожесть обеспечивает равномерное размещение растений на площади питания, что способствует оптимальному развитию каждого растения, формированию большего числа продуктивных побегов и выравниванию посевов по фазам роста. При недостаточной всхожести увеличиваются междурядные промежутки, что приводит к ущемлению фотосинтетического потенциала агроценоза, усилению засоренности и снижению коэффициента использования почвенной влаги [130, 160].

В условиях недостаточного увлажнения и пониженных температур, особенно в осенний период, высокая полевая всхожесть становится решающим фактором успешной перезимовки растений. Равномерные и дружные всходы формируют более развитую корневую систему и обеспечивают лучшее укоренение растений до наступления холодов.

Многочисленные исследования показывают, что при снижении полевой всхожести на каждые 10 % потери урожая могут составлять от 0,4 до 0,7 т/га, в зависимости от погодных условий и уровня агротехники. Обеспечение высокой полевой всхожести является ключевым элементом технологии возделывания озимой пшеницы, влияющим на структуру урожая - число колосьев на единице площади, количество зерен в колосе и массу 1000 семян [72].

В условиях осени 2023 года с количеством осадков ниже среднего и полевая всхожесть семян озимой пшеницы варьировалась в зависимости как

от способа обработки почвы, так и от сорта. Среднее значение по опыту составило 94,9% (таблица 15).

Таблица 15 – Изменение полевой всхожести у сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, % (2023г.)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР=0,93
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	94,1	94,8	93,3	94,0	94,6	94,2
Безотвальное рыхление*	95,8	95,4	94,7	95,7	96,8	95,7
Среднее В - НСР=0,50	95,0	95,1	94,0	94,9	95,7	Хср.=94,9

Для средних АВ НСР=1,06

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Показатели всхожести при проведении комбинированной обработки оказались более высокими по сравнению со вспашкой. Средняя всхожесть при этом способе составила 95,7%, что выше, чем при традиционной вспашке, и разница является статистически значима. Это позволяет предположить, что в засушливых условиях осени комбинированная обработка лучше сохраняет почвенную влагу или создает более благоприятные условия для прорастания семян.

Сорта показали различную полевую всхожесть, хотя отличия были менее выраженными, чем между приемами обработки. Наиболее высокой средней всхожестью отличался сорт Еланчик (95,7%). В засушливых условиях осени 2023 года безотвального рыхления почвы была более эффективна для достижения высокой полевой всхожести у сортов озимой пшеницы, чем традиционная вспашка.

Наиболее стабильно высокий результат был получен при сочетании комбинированной обработки почвы и сорта Еланчик, что можно

рассматривать как оптимальную агротехническую рекомендацию для аналогичных погодных условий.

В условиях 2024 года, когда количество осадков в осенний период было близким к многолетней норме, установлено достоверное влияние приема основной обработки почвы (фактор А) и сортовых особенностей (фактор В) на показатель полевой всхожести озимой пшеницы (приложение 13).

По фактору А выявлено, что безотвальное рыхление почвы обеспечивала более высокую полевую всхожесть по сравнению со вспашкой. Средний показатель всхожести при комбинированной обработке составил 93,2 %, что на 2,3 процента выше контроля (вспашки). Различия превышают порог $НСР_{05} = 1,21$, что указывает на их статистическую достоверность.

Анализ данных фактора В показал, что сорта различались по способности формировать дружные и полноценные всходы. Средняя полевая всхожесть по сортам варьировала от 91,4 % (Алексеич) до 92,8 % (Еланчик). Различия между сортами также превышали $НСР_{0.5} = 0,80$, что подтверждает статистическую значимость сортовых особенностей.

Анализ средних по комбинациям факторов (АВ) показал, что наилучшая полевая всхожесть наблюдалась у сортов при проведении комбинированной обработке почвы. Для всех сортов данный прием обеспечивал прирост всхожести от 2,0 до 3,6 %.

Наиболее отзывчивыми на улучшение условий посевного слоя оказались сорта Еланчик и Таня, характеризующиеся наивысшими средними значениями данного показателя и различия математически достоверны.

Полевые наблюдения за период 2022–2024 гг. показали, что характер основной обработки почвы оказывает заметное влияние на полевую всхожесть семян пшеницы озимой, а степень проявления данного эффекта варьировала в зависимости от сорта и погодных условий вегетационного периода (таблица 16).

Таблица 16 – Полевая всхожесть семян у сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, %

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2022	2023	2024	
Вспашка(к)	Алексеич	91,2	94,1	90,1	91,8
	Таня(к)	91,4	94,8	91,4	92,5
	Агрофак 100	91,4	93,3	90,3	91,6
	Классика	92,5	94,0	90,8	92,4
	Еланчик	93,2	94,8	92,7	92,9
Безотвальное рыхление*	Алексеич	93,4	95,8	92,7	93,9
	Таня(к)	92,8	95,4	93,0	93,7
	Агрофак 100	93,8	94,7	93,4	94,0
	Классика	93,8	95,7	92,8	94,1
	Еланчик	94,5	96,8	93,9	95,0

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

При традиционной отвальной вспашке средняя полевая всхожесть семян по сортам составила от 91,6 % (Агрофак 100) до 92,9 % (Еланчик). Наиболее высокие показатели наблюдались у сортов Еланчик и Таня, что свидетельствует об их большей адаптивности к классической технологии обработки почвы. У сортов Алексеич и Классика значения полевой всхожести были близки к среднему уровню (91,8–92,4 %).

Анализ результатов исследований по годам показал, что в 2023 году, характеризовавшемся благоприятными гидротермическими условиями, включая повышенную влажность почвы и умеренный температурный режим, были получены наибольшие показатели полевой всхожести семян. Максимальные значения данного показателя отмечены у сортов Таня и

Еланчик, достигавшие 94,8 %. В 2024 году, в условиях менее благоприятного увлажнения почвы, наблюдалось снижение полевой всхожести у всех изучаемых сортов на 2,5–3,0 % по сравнению с предыдущим годом. Полученные результаты свидетельствуют о существенной зависимости реализации посевных качеств семян и эффективности применяемых агротехнических приемов от метеорологических условий периода прорастания. Наиболее высокие показатели полевой всхожести в среднем за период исследований были зафиксированы у сорта Еланчик.

Сопоставление значений по различным приемам основной обработки свидетельствует о том, что безотвальное рыхление обеспечивало преимущество по показателю полевой всхожести на уровне 1,5–2,0 % по сравнению с традиционной отвальной вспашкой. Данный эффект объясняется снижением потерь влаги в верхнем горизонте, лучшим сохранением структуры посевного слоя, а также формированием оптимальной плотности почвы, способствующей более благоприятным условиям для прорастания семян.

Особенно отчетливо положительное влияние поверхностной обработки проявилось у сортов Еланчик, Классика и Агрофак 100, которые характеризовались стабильными показателями независимо от погодных условий.

Продолжительность вегетационного периода озимой пшеницы - важный биологический показатель, отражающий адаптацию растений к условиям среды и особенности агротехнических приемов. Она определяется суммой активных температур, уровнем влагообеспеченности и условиями питания, которые в значительной степени зависят от способа обработки почвы. Различные системы обработки почвы создают неодинаковые условия теплового и водного режима, что напрямую влияет на сроки наступления фенологических фаз.

При традиционной отвальной вспашке почва лучше прогревается в осенний период за счет рыхления и увеличения воздухообмена, однако при

этом чаще наблюдаются повышенные потери влаги. Недостаток влаги в посевном горизонте, особенно в засушливые годы, может задерживать прорастание семян, что приводит к удлинению периода от посева до всходов на 2-4 дня. В дальнейшем растения, развивающиеся на менее увлажненной почве, характеризуются замедленным темпом осеннего роста и меньшей степенью кущения до наступления холодов [53, 54, 130]. При применении комбинированной обработки семена прорастают быстрее и более равномерно, а начало вегетации происходит на 1–3 дня раньше, чем при отвальной обработке. В результате растения формируют более развитую корневую систему и успевают пройти фазу активного кущения до установления отрицательных температур. В весенний период при комбинированной обработке наблюдается ускоренное возобновление вегетации в виду лучшего сохранения влаги и более благоприятного теплового режима верхнего горизонта почвы. Это приводит к сокращению общей продолжительности вегетации на 3-5 дней при равных условиях температуры воздуха.

В период исследований (2022-2023гг.) осенний период характеризовался количеством осадков ниже среднемноголетнего уровня, что привело к некоторому запаздыванию появления всходов. Весной осадки находились на уровне средних значений, что способствовало нормальному прохождению последующих фенологических фаз и завершению вегетации в оптимальные сроки (таблица 17).

Таблица 17 – Изменение продолжительности вегетационного периода у сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, дней (2022-2023 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Посев - всходы	Всходы – уход в зиму	Кущение весной - колошение	Посев – полная спелость
1	2	3	4	5	6
Вспашка(к)	Алексеич	17	43	99	234

1	2	3	4	5	6
	Таня(к)	17	43	96	231
	Агрофак 100	17	43	105	265
	Классика	17	43	102	263
	Еланчик	17	43	103	265
Безотвальное рыхление*)	Алексеич	15	45	100	236
	Таня(к)	15	45	98	232
	Агрофак 100	15	45	106	268
	Классика	15	45	106	265
	Еланчик	15	45	105	267

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Как видно из данных таблицы 17, способы обработки почвы оказали влияние на продолжительность отдельных фаз вегетации озимой пшеницы. В фазе посев - всходы растения, выращенные при безотвальной обработке, появлялись на 2 дня раньше, чем при отвальной вспашке. Это объясняется лучшими условиями увлажнения посевного слоя и сохранением капиллярной влаги при минимальном механическом воздействии на почву. Быстрое прорастание обеспечивало дружные и равномерные всходы даже при дефиците осадков в осенний период.

Фаза всходы-уход в зиму при комбинированной обработке была несколько длиннее (45 дней против 43), что связано с более ранним появлением всходов и длительным периодом осеннего кущения. Это является положительным фактором, так как растения формировали более развитую корневую систему и больше узлов кущения до наступления зимы, что повышало их зимостойкость.

Весной при нормальном количестве осадков и благоприятных температурах различия между вариантами в фазе кущение - колошение были незначительными - в пределах 1-2 дней, однако наблюдалась тенденция к несколько более продолжительной вегетации при поверхностной обработке, особенно у сортов Агрофак 100, Классика и Еланчик.

Общая продолжительность периода посев – полная спелость колебалась от 231 до 268 дней. Полученные данные подтверждают, что обработка почвы влияет на темпы развития озимой пшеницы преимущественно через водно-тепловой режим посевного слоя. При проведении комбинированной обработке сохраняется больше влаги, а температура верхнего слоя почвы колеблется менее резко, что ускоряет начало вегетации.

И так, в условиях 2022-2023 гг., при осеннем дефиците осадков и нормальном весеннем увлажнении, установлено влияние приемов обработки почвы на продолжительность вегетационного периода озимой пшеницы. При комбинированной обработке отмечено ускорение фазы “посев - всходы” на 2 дня и удлинение фазы “всходы - уход в зиму” на 2 дня по сравнению с отвальной вспашкой.

Результаты наших исследований 2023 – 2024 гг. показали, что различные приемы обработки почвы по-разному влияли на длительность отдельных фенологических фаз развития озимой пшеницы (приложение 14). Фаза посев - всходы при комбинированной (поверхностной) обработке сокращалась на 2 дня по сравнению с отвальной вспашкой. Это объясняется лучшей сохранностью влаги в верхнем слое почвы, благодаря чему семена быстрее набухали и прорастали.

Весной, при недостатке осадков, различия между способами обработки проявились в характере и длительности фазы кущение колошение. При вспашке она составляла 95-99 дней, при проведении комбинированной обработки - 93-102 дня. Несмотря на некоторую вариабельность по сортам, в целом при поверхностной обработке растения проходили данную фазу более равномерно, а в отдельных случаях - немного дольше (на 1-3 дня), что связано

с более благоприятным водным режимом и менее выраженным стрессом от весенней засухи.

Общая продолжительность периода посев - полная спелость варьировала в пределах 234-262 дней, при этом в среднем у вариантов с безотвальным рыхлением она была на 1–2 дня больше, чем при вспашке.

Влияние обработки почвы на продолжительность вегетационного периода проявляется в изменении водно-теплового режима посевного слоя и динамики минерального питания. При проведении комбинированной обработки, в отличие от вспашки, сохраняется больше влаги, уменьшаются перепады температуры почвы, создаются более стабильные условия для раннего прорастания семян и активного осеннего кущения.

Результаты эксперимента показывают, что в условиях 2024-2025 гг. осенний период характеризовался количеством осадков на уровне среднемноголетних значений, что обеспечило дружные и равномерные всходы озимой пшеницы (приложение 15). Весной наблюдался дефицит осадков и повышенный температурный фон, что ускорило темпы весеннего роста и развитие генеративных органов.

Общая продолжительность периода посев - полная спелость составила при вспашке 231-260 дней, при комбинированной обработке - 232–265 дней. У сортов Агрофак 100 и Еланчик наблюдалось наиболее выраженное увеличение продолжительности вегетации (на 5-6 дней), что указывает на их более активную реакцию на улучшенный водно-воздушный режим почвы.

Нами установлено влияние приемов обработки почвы на продолжительность отдельных фаз вегетации озимой пшеницы в условиях осеннего нормального увлажнения и весеннего дефицита влаги при повышенных температурах. При безотвальной обработке почвы период посев - всходы сокращалась на 2 дня. Общая продолжительность периода «посев - полная спелость» при комбинированной обработке увеличивалась на 2–3 дня, что связано с более сбалансированным развитием растений в условиях повышенных температур и недостатка влаги.

Применение комбинированного орудия способствовало продлению активной вегетации, лучшему использованию почвенной влаги и сохранению стабильности развития озимой пшеницы при климатических стрессах.

В 2024 году продолжительность периода посев – всходы у сортов пшеницы озимой существенно варьировала как под влиянием приемов основной обработки почвы (фактор А), так и в зависимости от сортовой принадлежности (фактор В) (таблица 18).

Таблица 18 – Изменение продолжительности периода посев - полная спелость при различных приемах подготовки почвы, дней (2023-2024 гг.)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР=4,86
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	235,0	234,0	260,0	260,0	258,0	249,4
Безотвальное рыхление*	236,0	234,0	262,0	260,0	260,0	250,4
Среднее В - НСР=3,03	235,5	234,0	261,0	260,0	259,0	Хср.=249,9

Для средних АВ НСР=5,58

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

На формирование всходов существенное влияние оказали природные условия, так как осенью 2023 года количество атмосферных осадков было ниже климатической нормы, что привело к недостаточному увлажнению пахотного слоя. Весной 2024 года осадки выпадали неравномерно и эпизодически, что также нарушало динамику прорастания семян и появление всходов. Сравнение двух вариантов обработки - вспашки (контроль) и комбинированной обработки, показало минимальные различия по длительности периода посев – всходы. Разница между вариантами обработки находится в пределах ошибки опыта ($НСР_a = 4,86$), что указывает на отсутствие статистически значимого влияния данного фактора на скорость

появления всходов в условиях дефицита и нестабильности влагообеспечения. Сорты проявили более выраженную дифференциацию по продолжительности периода посев – всходы. Так, сорт Таня показал минимальный показатель - 234 дня, а сорт Агрофак 100 до 261 дня, и разница между сортами статистически значима.

В условиях недостаточного увлажнения осенью 2023 года и нестабильного выпадения осадков весной 2024 года основным фактором, определяющим длительность периода посев – всходы, выступила сортовая принадлежность. Приемы обработки почвы не оказали статистически значимого влияния на скорость появления всходов. Анализ средних значений взаимодействия показал, что сортовая реакция на различные способы обработки почвы была математически достоверна.

Анализ средних данных за 2022-2025 гг. позволяют объективно оценить общие закономерности влияния приемов обработки на ход фенологических фаз различных сортов озимой пшеницы при изменяющихся климатических условиях - от засушливых осеней до периодов с близкими к норме осадками и весенним дефицитом влаги (таблица 19).

По усредненным данным за три года выявлено устойчивое влияние приема обработки почвы на продолжительность отдельных фаз вегетации и общий срок развития растений. Фаза посев - всходы при безотвальной рыхлении была в среднем короче на 2 дня, чем при отвальной вспашке против. Это свидетельствует о том, что сохранение влаги в верхнем слое почвы и более равномерное прогревание поверхности при минимальном механическом воздействии способствовали ускоренному прорастанию семян и дружным всходам.

Таблица 19 – Изменение продолжительности вегетационного периода у сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, дней (среднее 2022-2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Посев - всходы	Всходы – уход в зиму	Кущение весной - колошение	Посев – полная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	18	44	97,3	233,7
	Таня(к)	18	44	95	232
	Агрофак 100	18	44	101,7	261,7
	Классика	18	44	100,3	259,3
	Еланчик	18	44	101,3	260,7
Безотвальное рыхление*	Алексеич	16	44,7	98,3	235,3
	Таня(к)	16	44,7	96,7	232,7
	Агрофак 100	16	44,7	102,7	265
	Классика	16	44,7	103	260,7
	Еланчик	16	44,7	103,3	263

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Период от кущение до колошение имел более выраженные различия, так как при проведении комбинированной обработки ее продолжительность составляла в среднем 100,8 дней, что на 2-3 дня больше, чем при вспашке. Подобное удлинение периода активного роста связано с более устойчивыми условиями увлажнения и меньшим стрессом от колебаний температуры, особенно в годы с весенним дефицитом осадков.

Общая продолжительность периода посев - полная спелость у сортов, выращенных при безотвальном рыхлении, составила в среднем 251,3 дня, тогда как при вспашке - 249,5 дня. То есть, при поверхностной обработке отмечается умеренное удлинение вегетационного периода на 1,5-2 дня, что связано с более равномерным развитием и оптимальными водно-тепловыми условиями.

Наиболее отзывчивыми на изменение обработки почвы оказались сорта Агрофак 100, Классика и Еланчик. У них общая продолжительность вегетации увеличивалась на 3–4 дня, что указывает на их высокую чувствительность к улучшенному водному режиму при проведении комбинированной обработке. Результаты многолетних наблюдений подтверждают, что прием обработки почвы оказывает устойчивое влияние на ростовые процессы озимой пшеницы. Густота стояния растений перед уходом в зиму относится к числу важнейших агробиологических показателей, во многом определяющих уровень реализации продукционного потенциала озимой пшеницы. Именно данный параметр закладывает основу формирования будущей структуры посева и продуктивного стеблестоя. На его величину оказывает влияние совокупность агротехнических и биологических факторов, среди которых особое значение имеют качество подготовки посевного ложа, формируемое системой основной обработки почвы, а также сортовые особенности культуры [137].

Результаты исследований, проведенных в 2023–2025 гг., позволили установить некоторые закономерности формирования густоты стояния побегов к созреванию. В среднем за годы наблюдений данный показатель изменялся в сравнительно узких пределах (таблица 20).

Условия 2023 года характеризовались наиболее ровными и, в целом, оптимальными показателями густоты по всем вариантам опыта. Результаты 2024 года показали некоторую вариабельность, при этом у ряда сортов (Таня, Алексеич) отмечены максимальные значения за весь период исследований (7,0 млн шт./га), что указывает на более благоприятные условия для роста. В 2025 году, в отличие от других лет с учетом погодных условий, не показало уменьшение густоты стояния. Напротив, у сортов Агрофак 100 и Классика зафиксированы максимальные для них значения (7,0–7,1 и 6,3–6,5 млн шт./га соответственно). Это позволяет предположить, что сложившиеся погодные условия в осенний период 2024 года (предшествующий вегетации 2025 года) были благоприятны для всходов и начального развития растений, несмотря на последующую засуху в течение вегетации.

Таблица 20 – Густота состояния побегов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, млн шт./га (перед уборкой)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка (к)	Алексеич	6,5	6,7	6,8	6,7
	Таня(к)	6,6	7,0	6,7	6,8
	Агрофак 100	6,2	6,2	7,0	6,5
	Классика	6,1	6,1	6,3	6,2
	Еланчик	6,5	6,1	6,3	6,3
Безотвальное рыхление*	Алексеич	6,6	6,9	6,8	6,8
	Таня(к)	6,6	7,0	6,9	6,8
	Агрофак 100	6,6	6,2	7,1	6,6
	Классика	6,3	6,2	6,5	6,3
	Еланчик	6,3	6,3	6,5	6,4

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Условия 2023 года характеризовались наиболее ровными и, в целом, оптимальными показателями густоты по всем вариантам опыта. Результаты 2024 года показали некоторую вариабельность, при этом у ряда сортов (Таня, Алексеич) отмечены максимальные значения за весь период исследований (7,0 млн шт./га), что указывает на более благоприятные условия для роста. В 2025 году, в отличие от других лет с учетом погодных условий, не показало уменьшение густоты стояния. Напротив, у сортов Агрофак 100 и Классика зафиксированы максимальные для них значения (7,0–7,1 и 6,3–6,5 млн шт./га соответственно). Это позволяет предположить, что сложившиеся погодные условия в осенний период 2024 года (предшествующий вегетации 2025 года)

были благоприятны для всходов и начального развития растений, несмотря на последующую засуху в течение вегетации.

Минимальное преимущество (0,1 млн шт./га) в пользу комбинированной обработки является несущественным и находится в пределах погрешности эксперимента. Можно констатировать, что оба приема подготовки почвы обеспечили равнозначные условия для получения выровненных и полноценных всходов озимой пшеницы. Это свидетельствует о том, что качество предпосевной подготовки почвы и посева при комбинированной технологии было на высоком уровне и позволило компенсировать потенциальные риски, связанные с отсутствием глубокой вспашки.

Площадь листьев является одним из важнейших морфофизиологических показателей, определяющих уровень фотосинтетической активности посевов и продуктивность озимой пшеницы. Листовой аппарат выступает главным органом ассимиляции углекислого газа и образования органических веществ, поэтому от его состояния, величины и долговечности во многом зависит формирование урожая зерна.

В процессе вегетации динамика площади листьев отражает общие закономерности роста растений и их реакции на условия внешней среды. В начальные фазы развития - всходы и кущение - площадь листьев невелика, но быстро увеличивается по мере нарастания вегетативной массы. Максимальная листовая поверхность обычно наблюдается в фазе выхода в трубку – колошения, когда достигается наибольшая фотосинтетическая продуктивность посевов. В этот период растения аккумулируют основную часть сухого вещества, определяющего будущую массу зерна [10, 42, 138]

Величина листовой поверхности и сохранность аппарата в течение всего вегетационного периода зависят от агротехнических условий, сортовых особенностей, влагообеспеченности и режима питания растений. При оптимальной площади листьев (в среднем 35-45 тыс. м²/га) создаются благоприятные условия для эффективного использования солнечной радиации. Чрезмерно густой листовой полог, напротив, может вызывать само

затенение нижних ярусов, снижение фотосинтетического коэффициента и ускоренное старение листьев.

Исследования показывают, что увеличение площади листьев в период колошения на 10 % может привести к повышению урожайности на 0,3-0,5 т/га. При этом важна не только общая площадь, но и длительность функционирования листового аппарата, особенно флагового и подфлагового листьев, которые обеспечивают до 40 % общего фотосинтеза во время налива зерна [160].

По представленным данным (тыс. м² листовой поверхности на 1 га) комбинированная (поверхностная) обработка обеспечила устойчивое увеличение площади листьев (ПЛ) на всех фенологических этапах у всех сортов по сравнению с отвальной вспашкой (контроль) (таблица 21).

Условия этого года (весна и лето - осадки близки к норме) исключают влияние жесткого водного стресса; следовательно, обнаруженные различия в ассимиляционной поверхности обусловлены, прежде всего, микроклиматическим эффектом поверхностной обработки, а также улучшением аэрации и агрегатной структуры.

Поддержание площади листового аппарата в колошение на уровне 70 тыс. м²/га является достижимая цель при поверхностной обработке для сортов Алексеич и Таня; это связано с ожидаемой прибавкой урожая.

Можно заключить, что безотвальное рыхление увеличивает площадь листовой поверхности озимой пшеницы в фазах кущения, колошения и молочной спелости. Наиболее выраженная сортовая реакция отмечена у Алексеича и Тани, что указывает на их высокую чувствительность к влагосберегающему микроклимату поверхностной обработки. При близких к норме осадков весной и летом различия по площади листьев обусловлены главным образом структурно-физическими преимуществами поверхностной обработки.

В условиях отсутствия выраженного дефицита влаги в 2024 году (осадки близки к норме) и показано преимущество поверхностной обработки почвы (приложение 16).

Таблица 21 – Динамика площади листьев по сортам пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м² / га (2023 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Кущение (весна)	Колошение	Молочная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	16,1	61,2	19,2
	Таня(к)	14,9	62,7	20,6
	Агрофак 100	14,3	62,8	20,1
	Классика	16,0	64,3	21,0
	Еланчик	16,8	65,7	21,7
Безотвальное рыхление*	Алексеич	19,8	74,5	22,6
	Таня(к)	18,2	72,6	22,0
	Агрофак 100	16,4	64,9	21,4
	Классика	18,4	66,7	22,1
	Еланчик	19,0	69,5	22,4

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

По результатам 2025 года прием обработки почвы достоверно влияет на площадь листьев озимой пшеницы при проведении комбинированной обработке. Этот показатель выше в среднем на 10,8 % (кущение), 4,2 % (колошение) и 6,6 % (молочная спелость) относительно вспашки (приложение 17).

Результаты многолетних исследований показывают, что безотвальная обработка формирует более влагосберегающий и термостабильный

микроклимат посевного слоя. Это проявляется в ускоренном наращивании листовой массы весной в колошении и лучшей сохранности зеленой массы к наливу (таблица 22).

Результаты наших исследований показывают, что у сортов Алексеич и Таня отмечено увеличение площади листьев в период колошения, а Еланчик - в раннем развитии. Необходимо указать, что прием обработки почвы существенно влияет на динамику листовой поверхности озимой пшеницы. Так, по средним данным за 2023-2025 гг. проведение комбинированной обработки обеспечивает прирост этого показателя до 12 % в фазу кущения.

Результаты наших исследований показывают, что у сортов Алексеич и Таня отмечено увеличение площади листьев в период колошения, а Еланчик - в раннем развитии.

Таблица 22 – Динамика площади листьев по сортам пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м² / га (среднее 2023-2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Кущение (весна)	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	17,7	63,4	20,4
	Таня(к)	17,2	64,4	20,9
	Агрофак 100	16,6	64,0	20,3
	Классика	15,0	66,1	22,0
	Еланчик	18,8	67,3	22,3
Безотвальное рыхление*	Алексеич	20,1	70,3	22,6
	Таня(к)	19,4	69,6	22,7
	Агрофак 100	18,0	66,3	21,2
	Классика	20,8	69,2	22,4
	Еланчик	21,4	70,5	23,1

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Необходимо указать, что прием обработки почвы существенно влияет на динамику листовой поверхности озимой пшеницы. Так, по средним данным за 2023-2025 гг. безотвальное рыхление обеспечивало прирост этого показателя до 12 % в фазу кущения.

Результаты наших исследований, проведенных в 2024 году в фазу колошения, выявили достоверное влияние как приема основной обработки почвы (фактор А), так и генотипа сорта (фактор В) (таблица 23).

Таблица 23 – Изменение площади листьев по сортам пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м² / га (2024г., фаза колошения)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					СреднееА НСР2,80
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	68,0	69,3	68,3	70,3	70,3	69,2
Безотвальное рыхление*	73,1	73,1	70,1	72,7	74,1	72,6
Среднее В - НСР3,03	70,6	71,2	69,2	71,5	72,2	Хср.70,9

Для средних АВ НСР 5,36

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Анализ корреляционных связей между площадью листовой поверхности (как показателя фотосинтетического потенциала) и итоговой урожайностью сортов озимой пшеницы выявил существенную зависимость от агротехнологических приемов обработки почвы и фенологической фазы развития растений (рисунок 5).

В среднем за вегетационные периоды 2023–2025 гг. установлено, что наиболее тесная взаимосвязь между исследуемыми признаками проявлялась в фазу колошения. В этот период значения коэффициента корреляции (r)

изменялись в пределах 0,88–0,92, что указывает на наличие сильной положительной связи между рассматриваемыми показателями. Выявленная закономерность представляется вполне обоснованной, поскольку именно в фазу колошения происходит окончательное формирование флагового листа, который играет ключевую роль в обеспечении процессов фотосинтеза и вносит основной вклад в формирование и налив зерна.

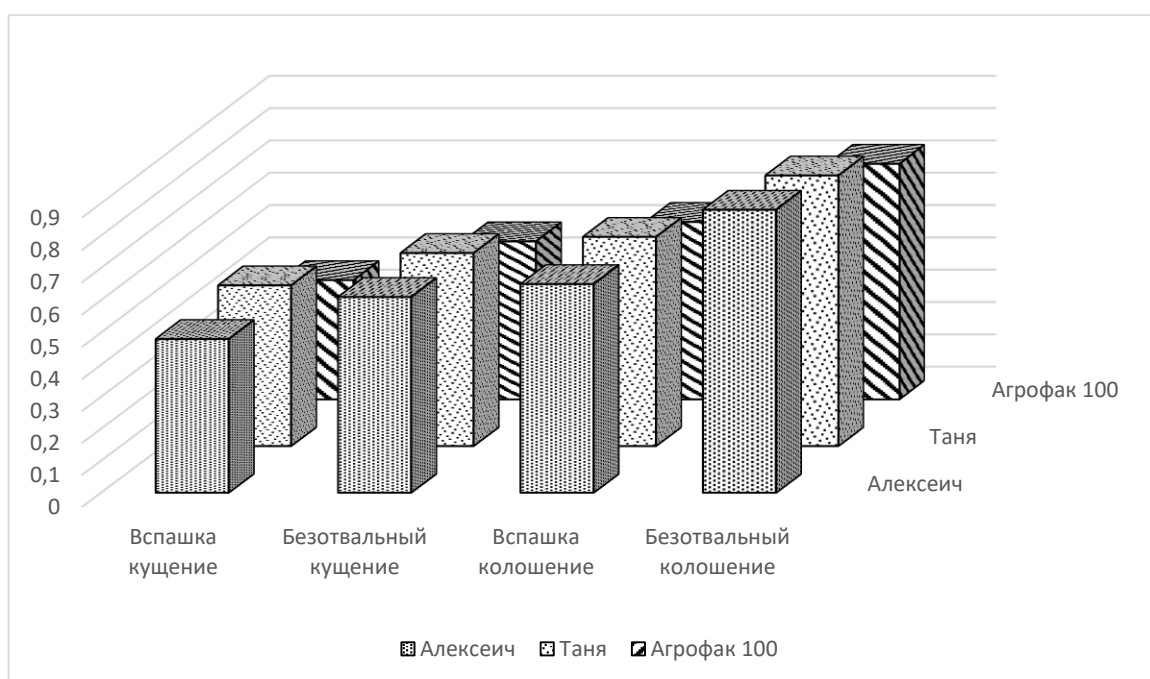


Рисунок 5 – Динамика коэффициента корреляции между площадью листовой поверхности и урожайностью сортов озимой пшеницы в зависимости от приемов обработки почвы, среднее 2023-2025 гг.

Установлено, что безотвальное рыхление почвы способствовало формированию более тесной взаимосвязи между площадью листовой поверхности и уровнем продуктивности растений, особенно в наиболее ответственный период развития, то есть в фазу колошения. Наиболее высокое значение коэффициента корреляции на данном агрофоне было зафиксировано у сорта Таня ($r = 0,92$), что свидетельствует о высокой степени его отклика на улучшение условий влаго- и питательного обеспечения в верхней части

почвенного профиля, формируемых при минимизации механического воздействия на почву.

Вспашка (отвальная обработка) также обеспечивала высокие показатели корреляции, однако абсолютные значения коэффициента были несколько ниже, чем при безотвальной обработке, особенно на сорте Агрекофак 100. Для сорта Агрофак 100 в варианте со вспашкой в фазу колошения коэффициент составил $r = 0,88$, что на 8% ниже, чем при поверхностном рыхлении. На ранних этапах онтогенеза (фаза кущения) корреляция между площадью листьев и будущим урожаем была выражена слабее и демонстрировала обратную тенденцию. Наибольшие значения в эту фазу ($r = 0.76$) зафиксированы у сорта Таня на варианте со вспашкой. Сорт Таня проявил себя как более пластичный и отзывчивый на агротехнику: во всех вариантах обработки, как в фазу кущения, так и колошения, коэффициенты корреляции были выше по сравнению с сортом Агрекофак 100. Это позволяет предположить, что продуктивность сорта Таня в большей степени лимитируется развитием ассимиляционной поверхности, и оптимизация обработки почвы (особенно поверхностная) напрямую транслируется в прибавку урожая через увеличение площади листьев.

В ходе наших исследований выявлено существенное различие в степени влияния отдельных факторов на формирование площади листьев различных сортов озимой пшеницы в фазу колошения. На основании представленных данных установлено, что наибольший вклад в изменчивость данного признака принадлежит фактору Z, доля влияния которого составила 56,8 %. Это свидетельствует о его доминирующем значении погодных условий в определении листовой поверхности растений (рисунок 6).

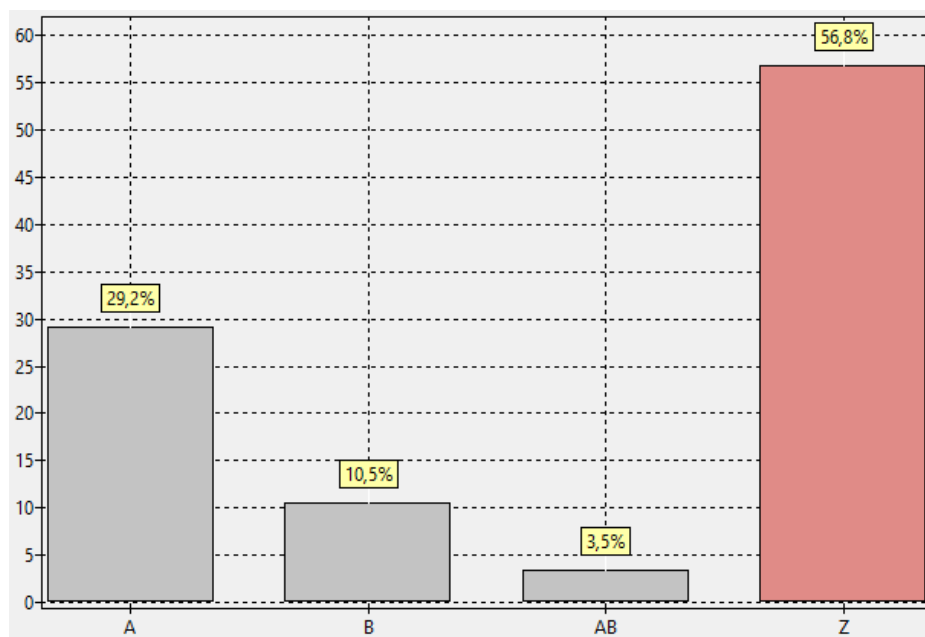


Рисунок 6 – Доли влияния факторов на площадь листьев по сортам пшеницы озимой, % (2024г., фаза колошения)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Фактор А занимает второе место по величине вклада - 29,2 %, что указывает на его выраженное, но менее доминирующее влияние по сравнению с фактором Z. Вклад фактора В оценивается на уровне 10,5 %, что можно интерпретировать как умеренное воздействие, оказывающее определенное, но не решающее влияние на площадь листьев.

Анализ распределения долей влияния факторов показывает, что в формировании площади листьев озимой пшеницы в фазу колошения преобладающим является фактор Z (в основном это погодные условия года), значимое, но менее выраженное влияние оказывает фактор А (29,2). Эти результаты следует учитывать при разработке адаптивных агротехнологий и селекционной оценке сортов по признаку листовой поверхности.

Фотосинтетический потенциал (ФП) посева - интегральная характеристика, отражающая способность агроценоза аккумулировать солнечную радиацию через листовой аппарат. В прикладных исследованиях

он аппроксимируется показателями продолжительности листовой поверхности.

На основании представленных данных (2023 г.) установлено, что фотосинтетический потенциал сортов пшеницы озимой существенно зависел как от сорта (фактор В), так и от приема основной обработки почвы (фактор А), при этом весенние осадки находились на уровне среднемноголетних значений, что исключало влияние дефицита влаги на формирование листового аппарата (таблица 24).

Таблица 24 – Динамика фотосинтетического потенциала сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м²/га × сутки (2023 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Межфазный период			
		кущение (весна) - трубкавание	трубкавание – колошение	колошение – молочная спелость	кущение (весна) – молочная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	700,5	1005,8	810,4	2516,7
	Таня(к)	680,4	949,3	770,5	2400,2
	Агрофак 100	640,1	940,5	768,5	2349,1
	Классика	700,1	1135,6	875,4	2711,1
	Еланчик	720,4	1281,5	895,1	2897,0
Безотвальное рыхление*	Алексеич	740,8	1205,6	850,3	2796,7
	Таня(к)	720,5	1100,6	800,7	2621,8
	Агрофак 100	700,8	1007,8	800,6	2509,2
	Классика	773,4	1305,9	905,7	2985,0
	Еланчик	780,5	1314,8	910,4	3005,7

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

При вспашке величина фотосинтетического потенциала (ФПП) в среднем была ниже, чем при безотвальном рыхлении. Так, интегральный показатель ФПП за период от весеннего кущения до молочной спелости варьировал от 2349 до 2897 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{сут}/\text{га}$ при вспашке и от 2509 до 3005 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{сут}/\text{га}$ при проведении комбинированной обработке. Этот прием способствовал лучшему сохранению влаги и равномерному развитию листового аппарата, что отражалось в повышении суммарного фотосинтетического потенциала на 5-10 % по сравнению с классической вспашкой.

Наибольшие значения ФПП отмечены у сортов Еланчик и Классика, что свидетельствует об их более мощном листовом аппарате и высокой ассимиляционной способности. Так, при проведении комбинированной обработки Еланчик имел максимальный суммарный ФПП – 3005 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{сут}/\text{га}$, Классика – 2985 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{сут}/\text{га}$. У этих сортов также наблюдалась высокая активность фотосинтеза в фазу трубкования - колошения (до 1300 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{сут}/\text{га}$). Сорты Алексеич, Таня и Агрофак 100 характеризовались более умеренными показателями. Их ФПП находился в пределах 2349-2796 тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{сут}/\text{га}$ в зависимости от способа обработки почвы, что связано с меньшей площадью листьев и, вероятно, более ранним старением листового аппарата.

При средних по осадкам условиях весны 2023 г. наибольший фотосинтетический потенциал обеспечивала комбинированная (поверхностная) обработка почвы, особенно в сочетании с сортами Еланчик и Классика.

В 2024 году проведенные исследования показали, что величина фотосинтетического потенциала (ФПП) пшеницы озимой существенно варьировала как в зависимости от приема основной обработки почвы (фактор А), так и от сортовых особенностей (фактор В). При этом погодные условия в весенний период характеризовались уровнем осадков, близким к среднемноголетним значениям, что обеспечило равномерное развитие

листового аппарата растений и позволило более объективно оценить влияние изучаемых факторов (приложение 18).

Варианты с безотвальным рыхлением обеспечивало формирование более высокого фотосинтетического потенциала посевов по сравнению с отвальной вспашкой. Суммарный фотосинтетический потенциал за период от фазы весеннего кущения до молочной спелости при применении вспашки варьировал в пределах 2459–2958 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$, тогда как на вариантах с проведением комбинированной обработки его величина превышала соответствующие показатели на 7–15 %.

Существенные различия по величине и динамике фотосинтетического потенциала отмечены также между изучаемыми сортами в пределах каждого приема обработки почвы. Наиболее высокие значения данного показателя на протяжении всех межфазных периодов развития формировали сорта Еланчик и Классика, характеризующиеся интенсивным развитием листового аппарата и высокой фотосинтетической активностью.

В период трубкавание–колошение, являющуюся критическим периодом в формировании генеративных органов, значения ФПП у сортов Еланчик и Классика достигали 1473–1547 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$, что превышало показатели других сортов.

Сорта Алексеич, Таня и Агрофак 100 характеризовались относительно меньшей ассимиляционной поверхностью и, как следствие, более низкими значениями ФПП (в среднем 2500–2900 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$). Тем не менее, и для этих сортов отмечена положительная реакция на применение комбинированной обработки почвы, что выражалось в увеличении суммарного фотосинтетического потенциала на 8–10 % по сравнению с вариантом вспашки

Анализ динамики ФПП показал, что во всех вариантах опыта наблюдалась закономерная тенденция увеличения показателя от фазы весеннего кущения к периоду трубкавание–колошение, за которой следовало снижение в период колошение–молочная спелость, обусловленное

естественным старением листьев и уменьшением ассимиляционной поверхности. Наибольшие различия между вариантами обработки почвы и сортами проявились именно в период трубкование-колошение, что свидетельствует о высокой чувствительности этого периода к агротехническим условиям и физиологическим особенностям сортов.

Результаты исследований 2025 года выявили существенное влияние погодных условий, приемов обработки почвы и сортовых особенностей на динамику фотосинтетического потенциала (ФПП) пшеницы озимой. Весенний период характеризовался дефицитом атмосферных осадков и повышенным температурным режимом, что привело к формированию менее развитого листового аппарата и, как следствие, к снижению интенсивности фотосинтетических процессов по сравнению с предыдущими годами (приложение 19).

В условиях весенней засухи более высокий фотосинтетический потенциал формировался при использовании комбинированной обработки почвы, обеспечивавшей лучшее сохранение почвенной влаги и меньшую термическую нагрузку на растения. Суммарный ФПП за период от весеннего кущения до молочной спелости при вспашке варьировал от 2402 до 2872 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$, тогда как при безотвальной обработке он увеличивался до 2554 - 3058 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$, что в среднем на 6–10 % выше.

В пределах каждого приема обработки почвы сохранялась выраженная сортовая дифференциация по величине фотосинтетического потенциала. Максимальные значения отмечались у сортов Еланчик и Классика. Сорта Алексеич, Таня и Агрофак 100 в условиях повышенных температур и дефицита влаги демонстрировали более выраженное снижение ФПП, особенно на поздних этапах вегетации (колошение-молочная спелость), что указывает на меньшую устойчивость их фотосинтетического аппарата к засухе. В условиях 2025 года различия в величине фотосинтетического потенциала между отдельными межфазными периодами были менее выражены, что обусловлено ускоренным прохождением фенологических

стадий развития растений под воздействием повышенных температур и недостаточного осадков. Сокращение продолжительности отдельных этапов органогенеза ограничивало период активного функционирования ассимиляционного аппарата, что отражалось на динамике формирования фотосинтетического потенциала посевов.

Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о том, что в условиях весеннего дефицита атмосферных осадков и повышенных температур безотвальное рыхление способствовало формированию более высокого фотосинтетического потенциала пшеницы озимой по сравнению со вспашкой.

Анализ результатов трехлетних исследований позволил установить устойчивые закономерности формирования фотосинтетического потенциала посевов пшеницы озимой в зависимости от приемов основной обработки почвы (фактор А) и сортовых особенностей (фактор В).

Так, 2023 и 2024 гг. характеризовались температурным режимом и количеством осадков, близкими к среднегодовым значениям, тогда как 2025 год отличался повышенным температурным фоном и недостаточным увлажнением в весенний период. Указанные различия позволили провести оценку адаптационного потенциала сортов озимой пшеницы в условиях контрастного гидротермического режима (таблица 25).

Усредненные за трехлетний период данные по фотосинтетическому потенциалу посева свидетельствуют о более высокой эффективности безотвальной обработки почвы по сравнению с традиционной отвальной вспашкой. Полученные результаты подтверждают, что данный способ основной обработки создавал более благоприятные условия для формирования и функционирования ассимиляционного аппарата растений.

Таблица 25 – Показатели фотосинтетического потенциала у сортов пшеницы озимой в зависимости от приемов подготовки почвы, тыс. м²/га × сутки (2023 – 2025гг., в период кущение – молочная спелость)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка(к)	Алексеич	2516	2655	2534	2568
	Таня(к)	2400	2505	2492	2466
	Агрофак 100	2349	2459	2402	2403
	Классика	2711	2882	2669	2754
	Еланчик	2897	2958	2872	2909
Безотвальное рыхление*	Алексеич	2796	2942	2734	2824
	Таня(к)	2621	2785	2573	2660
	Агрофак 100	2509	2681	2554	2581
	Классика	2985	3367	2986	3113
	Еланчик	3005	3486	3058	3183

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Нами установлено, что на варианте со вспашкой средние значения ФПП изменялись в пределах 2403–2909 тыс. м²×сут/га, тогда как при проведении комбинированной обработке они были выше. Это указывает на более высокий уровень формирования фотосинтетически активной листовой поверхности и, соответственно, на большую потенциальную продуктивность посевов при использовании поверхностного способа обработки почвы

В среднем прирост ФПП при переходе от вспашки к безотвальному рыхлению почвы составил на 6-12 %, что отражает более благоприятные водно-воздушные условия, сохранение влаги.

Безотвальная обработка почвы обеспечивала более стабильное функционирование фотосинтетического аппарата растений, особенно в годы с повышенными температурами и недостаточным количеством осадков. Это проявлялось в меньшем снижении показателей ФПП в стрессовых условиях 2025 года, что подтверждает ее адаптивный потенциал.

Среди исследованных сортов отмечена отчетливая дифференциация по уровню фотосинтетической продуктивности. На протяжении всех лет наблюдений и при обеих системах обработки почвы наиболее высокие показатели ФПП демонстрировали сорта Еланчик и Классика, что свидетельствует о высокой активности фотосинтетического аппарата и способности эффективно использовать фотосинтетически активную радиацию. Так, среднее за три года значение ФПП у сорта Еланчик при использовании комбинированной обработке составило 3183 тыс. м²×сут/га, у сорта Классика - 3113 тыс. м²×сут/га, что на 8-12 % выше, чем при вспашке.

Меньшее значение фотосинтетического потенциала отмечены у сортов Алексеич, Таня и Агрофак 100.

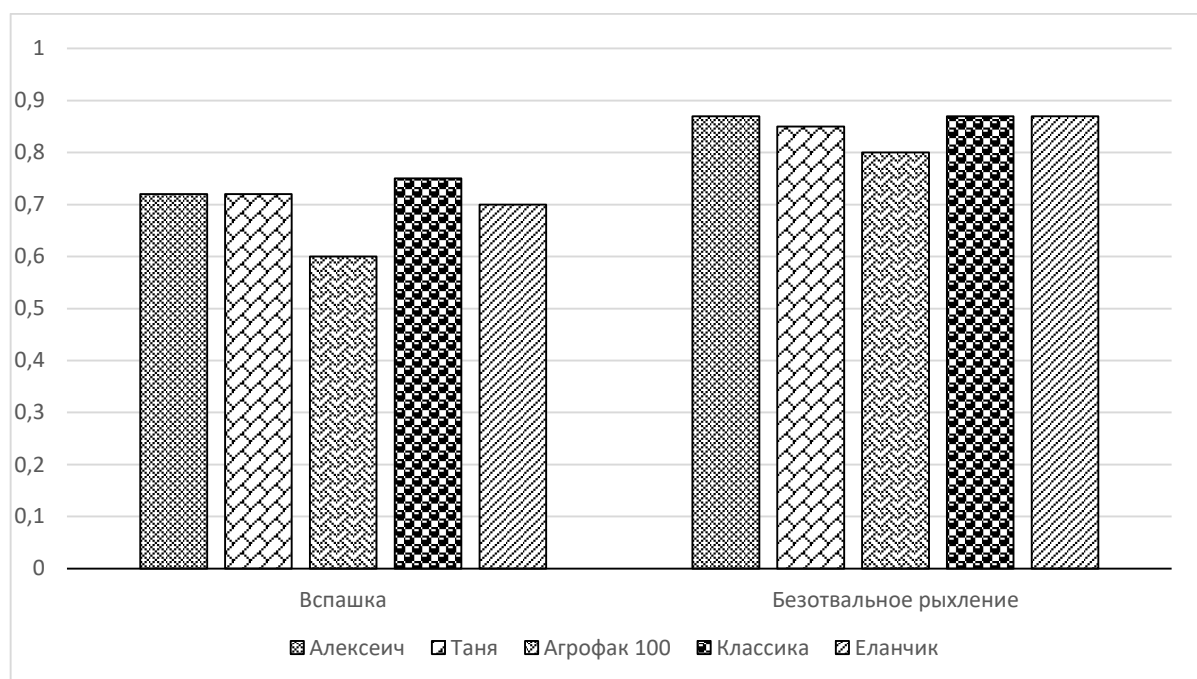


Рисунок 7 – Изменение коэффициента корреляции между фотосинтетическим потенциалом в период колошения-молочная спелость и урожайностью сортов пшеницы в зависимости от приема обработки почвы, среднее 2023-2025 гг.

На рисунке 7 представлена динамика коэффициента корреляции между фотосинтетическим потенциалом посевов в межфазный период колошение – молочная спелость и уровнем урожайности различных сортов пшеницы в

зависимости от приема обработки почвы. Анализ данных показывает, что характер обработки почвы оказывает заметное влияние на силу взаимосвязи между фотосинтетической активностью посевов и формированием урожая. При использовании вспашки коэффициенты корреляции находятся на умеренно высоком уровне и варьируют в пределах 0,60–0,75. Наиболее высокие значения при данном способе обработки отмечены у сортов Классика (около 0,75) и Алексеич и Таня, что свидетельствует о достаточно выраженной зависимости урожайности от величины фотосинтетического потенциала. Менее выраженная теснота взаимосвязи между исследуемыми признаками установлена для сорта Еланчик, где коэффициент корреляции составлял около 0,70, а минимальные значения отмечены у сорта Агрофак 100.

При применении комбинированной технологии обработки почвы отмечено усиление корреляционной связи между фотосинтетическим потенциалом посевов и урожайностью зерна у всех изучаемых сортов озимой пшеницы. Значения коэффициентов корреляции находились в пределах 0,80–0,87, что характеризует данную зависимость как высокую и устойчивую положительную. Наиболее высокие значения коэффициента корреляции (до 0,87) были установлены у сортов Алексеич, Классика и Еланчик. Полученные результаты подтверждают, что безотвальная обработка почвы способствует повышению степени сопряженности между фотосинтетическим потенциалом агроценозов в период «колошение – молочная спелость» и конечной урожайностью озимой пшеницы

Следовательно, именно взаимодействие приема обработки почвы и сортовых особенностей определяет эффективность фотосинтетических процессов: при оптимальном сочетании агротехнических условий и сортов адаптивного типа (Еланчик, Классика) обеспечивается максимальное использование солнечной энергии для формирования урожая.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – это показатель, характеризующий скорость прироста сухой биомассы растений на единицу листовой поверхности за единицу времени. Иными словами, ЧПФ отражает

эффективность использования листовой поверхности в процессе накопления органического вещества и является одним из наиболее информативных показателей физиологического состояния посевов

Для пшеницы озимой ЧПФ служит интегральным выражением совокупности физиологических процессов: интенсивности фотосинтеза, дыхания, ассимиляционного обмена и скорости роста. Величина ЧПФ зависит от сортовых особенностей, погодных условий, агротехнических приемов и фазы онтогенеза

В жизненном цикле пшеницы озимой чистая продуктивность фотосинтеза играет ключевую роль, определяя темпы накопления сухого вещества и формирование урожайности зерна. Наиболее высокие значения ЧПФ наблюдаются в период от начала выхода в трубку до колошения, когда достигается оптимальное соотношение между площадью листьев и их фотосинтетической активностью. В этот период основная масса ассимилятов направляется на формирование колоса и накопление резервных веществ, что обеспечивает последующее развитие зерновок [160].

Чистая продуктивность фотосинтеза является главным физиологическим показателем продуктивности посевов, отражающим способность растений преобразовывать солнечную энергию в биомассу. От уровня ЧПФ зависит скорость нарастания сухого вещества, интенсивность формирования зерновой массы, наполнение колоса и зерновок, а также продолжительность активного состояния листового аппарата. На протяжении всех межфазных периодов (кущение - трубкование, трубкование - колошение, колошение - молочная спелость) отмечалась закономерная динамика показателя ЧПФ - постепенное повышение с начала весенней вегетации до фазы колошения и последующее снижение к периоду молочной спелости.

В ходе эксперимента нами отмечено, что наиболее интенсивное увеличение ЧПФ наблюдалось в фазу трубкование - колошение, что связано с максимальной активностью фотосинтетического аппарата и ростом ассимиляционной поверхности. При вспашке значения ЧПФ в этот период

составляли 5,00-5,68 г м²×сут, тогда как при проведении комбинированной обработке возрастали до 6,04-7,47 г/ м²×сут/га (таблица 26).

Таблица 26 – Изменение показателя чистой продуктивности фотосинтеза при различных приемах подготовки почвы, г/ м² × сутки (2023 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Межфазный период			
		кущение (весна) - трубкование	трубкование – колошение	колошение – молочная спелость	кущение (весна) – молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	4,21	5,20	4,20	13,61
	Таня(к)	4,11	5,00	4,13	13,24
	Агрофак 100	4,03	5,03	4,07	13,13
	Классика	4,63	5,40	5,03	15,06
	Еланчик	4,80	5,68	5,13	15,61
Безотвальное рыхление*	Алексеич	4,85	6,12	4,85	15,82
	Таня(к)	4,73	6,04	4,62	15,39
	Агрофак 100	4,80	6,08	4,70	15,58
	Классика	5,93	7,23	6,80	19,96
	Еланчик	6,04	7,47	7,10	20,61

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Это подтверждает, что безотвальное рыхление создавало более благоприятные условия для функционирования листьев и обеспечивала более интенсивное использование фотосинтетически активной радиации.

К фазе колошение - молочная спелость наблюдалось закономерное снижение ЧПФ во всех вариантах опыта, что связано с естественным старением листьев, уменьшением их площади и изменением соотношения между фотосинтезом и дыханием. Однако при безотвальной обработке темпы

снижения ЧПФ были менее выражены, что указывает на более продолжительное сохранение фотосинтетической активности.

Сортовые особенности существенно влияли на уровень и динамику ЧПФ. Наибольшие значения показателя на всех этапах развития и при обоих вариантах обработки почвы отмечались у сортов Еланчик и Классика. При вспашке суммарная ЧПФ этих сортов составляла 15,06-15,61 г/м²×сут/га, безотвальном рыхлении больше и это на 25-30 % выше, чем у сортов Алексеич, Таня и Агрофак 100.

Это объясняется морфофизиологическими особенностями данных сортов – большей площадью флагового листа, повышенной устойчивостью к фотодеструкции хлорофилла и более продолжительным сохранением активной листовой поверхности.

Суммарная чистая продуктивность фотосинтеза за весь вегетационный период в среднем составила при вспашке - 13,1-15,6 т/м²×сут, а при проведении комбинированной обработке эти значения были выше.

И так, в условиях 2023 года с осадками, близкими к средним, безотвальное обработка почвы обеспечила более высокие значения чистой продуктивности фотосинтеза пшеницы озимой по сравнению с традиционной вспашкой. Наибольшие значения ЧПФ отмечены у сортов Еланчик и Классика (до 20,61 г/м²×сут), что обусловлено их высокой фотосинтетической активностью и устойчивостью к снижению интенсивности фотосинтеза на поздних этапах вегетации. Сорты Агрофак 100, Таня и Алексеич характеризовались более низким уровнем ЧПФ.

Следует отметить, что в условиях 2024 года наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза были характерны для сортов Еланчик и Классика, отличающихся хорошо развитым ассимиляционным аппаратом и повышенной устойчивостью к изменчивости внешней среды (приложение 20). На варианте со вспашкой суммарные значения ЧПФ у указанных сортов находились в пределах 16,73–17,12 г/м²×сут/га, тогда как при проведении

комбинированной обработки данный показатель был выше и превышал уровень сортов средней продуктивности на 15–20 %.

Более высокие значения ЧПФ, зафиксированные при безотвальном рыхлении, превышавшие показатели варианта со вспашкой, что свидетельствуют о более эффективной реализации фотосинтетического потенциала агроценоза и подтверждают положительное влияние данного способа обработки на продукционные процессы посева.

Вегетационный период 2025 года характеризовался повышенным температурным режимом и недостаточным количеством осадков в весенние месяцы, что обусловило усиление водного дефицита и повышение транспирационных потерь у растений. Сложившиеся погодные условия оказали существенное влияние на интенсивность физиолого-биохимических процессов, в том числе на уровень фотосинтетической активности растений озимой пшеницы.

Изучение изменения показателя чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) в данных условиях позволило выявить адаптивные реакции сортов на неблагоприятные факторы среды и определить эффективность различных приемов обработки почвы.

Результаты исследований в этом году показали, что при недостаточном влагообеспечении преимущество по уровню ЧПФ сохранялось за вариантами с безотвальным рыхлением, которые способствовали снижению испарения влаги и более стабильному функционированию фотосинтетического аппарата растений (приложение 21).

При традиционной вспашке суммарная ЧПФ за период от весеннего кущения до молочной спелости составила у сортов Алексеич, Таня и Агрофак 100 - 11,88-13,85 г/ м²×сут/га, у сортов Классика и Еланчик - 16,81-17,29.

Анализ динамики показателя ЧПФ в условиях 2025 года показал, что засушливая весна и высокая температура воздуха способствовали снижению фотосинтетической продуктивности посевов. Безотвальный прием обработки

почвы способствовал увеличению суммарной чистой продуктивности фотосинтеза на 12–20 % по сравнению с традиционной вспашкой, что обусловлено более эффективным сохранением почвенной влаги и пролонгацией активного функционирования ассимиляционного аппарата растений.

Следует отметить, что погодные условия существенно варьировали по годам наблюдений. Так, в 2023 и 2024 гг. гидротермический режим в целом соответствовал среднегодовым значениям, тогда как 2025 год отличался дефицитом влаги в весенний период и повышенными температурами летом.

Средние данные за 2023–2025 гг. подтверждают устойчивое преимущество безотвальной обработки почвы по сравнению с традиционной вспашкой (таблица 27).

Таблица 27 – Изменение показателя чистой продуктивности фотосинтеза при различных приемах подготовки почвы, г/м² × сутки (среднее 2023–2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Период кушение (весна) – молочная спелость			Среднее
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	
Вспашка (к)	Алексеич	13,61	14,97	13,85	14,14
	Таня(к)	13,24	13,71	11,88	12,94
	Агрофак 100	13,13	13,81	12,82	13,25
	Классика	15,06	16,73	16,81	16,20
	Еланчик	15,61	17,12	17,29	16,67
Безотвальное рыхление*	Алексеич	15,82	15,91	15,21	15,65
	Таня(к)	15,39	14,61	13,88	14,63
	Агрофак 100	15,58	14,84	14,08	14,83
	Классика	19,96	19,46	19,71	19,71
	Еланчик	20,61	20,33	20,0	20,32

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

При вспашке значения суммарной ЧПФ варьировали в пределах 12,94-16,67 г/м²×сут, тогда как при безотвальной обработке они увеличивались до 14,63-20,32. Среднее повышение показателя ЧПФ при переходе от вспашки к безотвальной обработке составило на 10–15 %. Видно, что наиболее высокие значения суммарной ЧПФ в среднем за три года зарегистрированы у сортов Еланчик и Классика. Сорты Алексеич, Таня и Агрофак 100 характеризовались более низкими показателями ЧПФ. Эти сорта демонстрировали менее стабильную фотосинтетическую активность в годы с дефицитом влаги, что связано с меньшей продолжительностью работы листового аппарата и более ранним старением фотосинтетических структур.

Нами показано, что именно сортовой фактор в сочетании с приемами обработки почвы определял диапазон варьирования ЧПФ, отражая способность растений к фотосинтетической компенсации стрессовых условий.

В среднем за 2023-2025 гг. установлено устойчивое преимущество безотвальной обработки почвы по уровню чистой продуктивности фотосинтеза пшеницы озимой - на 10–15 % выше, чем при вспашке.

Максимальные значения ЧПФ (до 20,32г/м²×сут) достигались при безотвальной обработке у сортов Еланчик и Классика, характеризующихся высокой фотосинтетической активностью и адаптивностью к условиям дефицита влаги.

Хлорофилл является одним из ключевых физиолого-биохимических показателей состояния фотосинтетического аппарата растений и играет фундаментальную роль в процессах формирования урожая зерновых культур. У пшеницы озимой содержание и динамика хлорофилла в листьях определяют интенсивность фотосинтетической активности, длительность функционирования листового аппарата и эффективность использования фотосинтетически активной радиации (ФАР) [160].

Хлорофилл – основной пигмент фотосинтетического аппарата, обеспечивающий поглощение энергии света и ее преобразование в химическую энергию, необходимую для синтеза органических веществ. В

хлоропластах пшеницы озимой он локализуется и представлен преимущественно двумя формами - хлорофиллом а и в. Хлорофилл а является первичным пигментом, участвующим в фотохимических реакциях, а хлорофилл в играет роль вспомогательного пигмента, расширяя спектр поглощаемого света и передавая энергию на реакционные центры фотосистем [160].

Содержание хлорофилла в листьях пшеницы озимой изменяется под воздействием погодных условий, обеспеченности влагой и элементами питания. При благоприятных условиях влагообеспечения концентрация хлорофилла остается стабильной и достигает максимума в фазу выхода в трубку - колошения. В условиях засухи происходит ускоренное разрушение пигментов, что снижает фотосинтетическую активность и продуктивность посевов.

Хлорофилл - центральный элемент фотосинтетического аппарата пшеницы озимой, определяющий эффективность преобразования солнечной энергии в органическое вещество. Поддержание высокого уровня содержания хлорофилла посредством оптимизации минерального питания, влагообеспеченности и рациональной обработки почвы является важным направлением повышения физиологической продуктивности и устойчивости посевов. Содержание хлорофилла может рассматриваться как интегральный диагностический показатель, позволяющий оценивать фотосинтетическую активность и потенциальную урожайность растений.

В ходе опыта в 2023 году условия вегетационного периода для пшеницы озимой характеризовались умеренно влажной весной, близкой к среднемноголетним показателям по количеству осадков, и оптимальным температурным режимом. Такие условия способствовали нормальному возобновлению вегетации, активному росту листового аппарата и формированию высоких показателей фотосинтетической активности растений.

Во всех вариантах опыта наблюдалась типичная для пшеницы озимой динамика содержания хлорофилла. В фазу весеннего кущения количество пигмента находилось на относительно низком уровне (4,2–5,6 мг/г сырого вещества), в фазу колошения происходил максимальный рост концентрации хлорофилла (до 6,2 мг/г), В фазу молочной спелости наблюдалось естественное снижение содержания пигмента, связанное с физиологическим старением листьев и перераспределением ассимилятов к репродуктивным органам (таблица 28).

Максимальные значения хлорофилла в фазу колошения указывают на наиболее высокий уровень фотосинтетической активности в этот период, когда происходит формирование колоса и закладка зерновой массы.

Сравнение вариантов обработки почвы показало, что безотвальный прием способствовал формированию более высокого содержания хлорофилла во всех фазах развития растений по сравнению с традиционной вспашкой. При вспашке среднее содержание хлорофилла изменялось в пределах весеннее кущение - 4,23-5,12 мг/г, колошение - 5,14-6,11 мг/г, молочная спелость - 4,01-5,23 мг/г.

Необходимо отметить, что при проведении комбинированной обработки почвы значения были выше. При этом приеме обработки почвы наблюдалось повышение содержания хлорофилла на 4–8 %, особенно в поздние фазы вегетации. Это свидетельствует о более длительном сохранении функциональной активности листового аппарата и замедлении процессов деградации хлорофиллов в условиях улучшенного водного режима и меньшего температурного стресса в поверхностном горизонте почвы.

Таблица 28 – Динамика содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2023 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кущение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	4,58	5,82	4,13
	Таня(к)	4,62	5,60	4,20
	Агрофак 100	4,23	5,14	4,01
	Классика	5,00	6,00	5,13
	Еланчик	5,12	6,11	5,23
Безотвальное рыхление*	Алексеич	4,60	5,90	4,90
	Таня(к)	4,80	5,73	4,62
	Агрофак 100	4,44	5,27	5,00
	Классика	5,17	6,11	5,23
	Еланчик	5,60	6,23	6,40

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Сорта Еланчик и Классика демонстрировали наибольшее содержание хлорофилла на протяжении всего периода наблюдений. В фазу колошения при проведении комбинированной обработки у этих сортов значения достигали 6,11-6,23 мг/г, а в молочную спелость сохранялись на уровне 5,23-6,40 мг/г, что указывает на их высокую фотосинтетическую устойчивость и замедленное старение листьев.

Алексеич, Таня и Агрофак 100 имели несколько более низкие показатели (в пределах 4,44-5,90 мг/г в фазу колошения).

Наибольшая стабильность содержания хлорофилла при безотвальной обработке отмечалась именно у сортов Еланчик и Классика, что подтверждает

их адаптивный потенциал и способность эффективно использовать фотосинтетически активную радиацию в течение всего периода онтогенеза.

И так, в 2023 году содержание хлорофилла в листьях пшеницы озимой изменялось в зависимости от фазы роста, сортовых особенностей и системы обработки почвы. Наибольшее содержание хлорофилла отмечено в фазу колошения, что соответствует периоду максимальной фотосинтетической активности. Проведение обработки комбинированными орудиями обеспечило повышение содержания хлорофилла на 4-8 % по сравнению с вспашкой за счет улучшения влагообеспеченности и физиологического состояния растений.

Статистический анализ содержания хлорофилла в фазу весеннего кущения позволяет оценить восстановление и исходное состояние фотосинтетического аппарата растений после перезимовки, что во многом определяет дальнейшее формирование продуктивности. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа (таблица 29) демонстрируют существенное влияние на данный показатель как приема обработки почвы (фактор А), так и генотипа сорта (фактор В).

Таблица 29 - Изменение содержание хлорофилла у сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, мг/г сырого вещества (2024, фаза кущение(весной)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А (НСР _{0,31})
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	4,6	4,6	4,1	5,4	5,6	4,9
Безотвальное рыхление*	4,8	4,8	4,2	5,6	5,8	5,1
Среднее В - НСР _{0,33}	4,7	4,7	4,2	5,5	5,7	Хср.5,0

Для средних АВ НСР=0,50

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Нами установлено, что влияние фактора А (прием обработки почвы) было статистически значимым. При проведении комбинированной обработки среднее содержание хлорофилла по всем сортам составило 5,1 мг/г, что достоверно превышало значение в варианте со вспашкой (4,9 мг/г). Хотя абсолютная разница (0,2 мг/г) не является значимой, она превышает значение наименьшей существенной разницы, что подтверждает надежность выявленного эффекта. Это указывает на то, что данный прием в большей степени способствовала оптимизации условий для синтеза хлорофилла на ранних этапах весенней вегетации.

Влияние фактора В (сорт) оказалось более выраженным. Анализ средних значений по сортам выявил четкое разделение изученного сортимента на две статистически обособленные группы. Наивысшее содержание хлорофилла было характерно для сортов Еланчик (5,7 мг/г) и Классика (5,5 мг/г), которые математически достоверно превосходили сорта Алексеич и Таня (по 4,7 мг/г).

Анализ взаимодействия факторов (А x В) показал, что положительная реакция на безотвальную обработку почвы наблюдалась у всех сортов, однако ее величина варьировала. Тем не менее, можно выделить общую тенденцию: максимальное содержание хлорофилла как при вспашке, так и при комбинированной обработке было отмечено у сорта Еланчик (5,6 и 5,8 мг/г соответственно), а минимальное - у сорта Агрофак 100 (4,1 и 4,2 мг/г). Сорта Алексеич и Таня демонстрировали стабильно средние значения при обоих агрофонах.

Вегетационный период пшеницы озимой в 2024 году проходил при близких к оптимальным агрометеорологическим условиям. Весна отличалась равномерным распределением осадков и умеренными температурами, что обеспечило благоприятные условия для возобновления вегетации, формирования листового аппарата и активного фотосинтеза. Такие условия позволили растениям разных сортов проявить физиологический потенциал при различных приемах основной обработки почвы.

Во всех вариантах опыта прослеживалась закономерная динамика содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой, так в фазу весеннего кушения содержание хлорофилла было на начальном уровне (4,1-5,8 мг/г сырого вещества), в фазу колошения концентрация пигмента достигала максимальных значений (5,7-6,7 мг/г), что соответствует периоду наибольшей фотосинтетической активности растений; в фазу молочной спелости отмечалось закономерное снижение содержания хлорофилла (до 4,1-5,5 мг/г), связанное с естественным старением листьев, разрушением хлорофилловых структур и перераспределением пластических веществ в колос (приложение 22).

Максимальные значения хлорофилла приходились на фазу колошения, когда наблюдалось наиболее активное функционирование фотосинтетического аппарата и формирование основных элементов продуктивности. Анализ результатов показывают, что прием основной обработки почвы оказал существенное влияние на содержание хлорофилла в листьях растений. При традиционной вспашке содержание хлорофилла составляло в фазу весеннего кушения - 4,11-5,60 мг/г, в фазу колошения - 5,72-6,44 мг/г, в фазу молочной спелости - 4,07-5,13 мг/г. При проведении комбинированной обработки почвы наблюдалось устойчивое повышение содержания пигмента:

Показано, что в среднем по фазам развития содержание хлорофилла при безотвальной обработке было на 3-6 % выше, чем при вспашке. Это объясняется более благоприятным водным и температурным режимом верхнего слоя почвы, обеспечивающим стабильное питание растений и замедленное разрушение пигментов на поздних этапах вегетации.

Нами установлено, что содержание хлорофилла в листьях пшеницы озимой различалось в зависимости от генетических особенностей сортов. Сорта Еланчик и Классика отличались наивысшими значениями содержания хлорофилла во всех фазах развития. В фазу колошения при проведении

комбинированной обработки почвы их показатели достигали 6,44-6,73 мг/г, а в молочную спелость сохранялись на уровне 5,40-5,48 мг/г.

В заключении можно отметить, что в 2024 году динамика содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой характеризовалась максимальными значениями в фазу колошения и закономерным снижением к фазе молочной спелости. Безотвальная обработка почвы обеспечила повышение содержания хлорофилла на 3-6 % относительно вспашки, что связано с улучшением влагообеспечения и замедлением деградации пигментов.

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ выявил достоверное влияние как фактора А (прием основной обработки почвы), так и фактора В (сорт) на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы в критическую фазу развития - колошения (приложение 23).

Как следует из данных приложение 23, приема основной обработки почвы оказал существенное влияние на содержание хлорофилла. При проведении комбинированной обработки почвы среднее значение данного показателя по всем сортам составило 6,2 мг/г, что достоверно превышало значение на контроле (вспашка) на 4,6 мг/г или в 3,9 раза. Столь значительное превышение, многократно превышающее наименьшую существенную разницу, указывает на то, что безотвальная обработка создавала более благоприятные условия для синтеза хлорофилла и поддержания фотосинтетической активности растений в фазу колошения.

Сортовые различия также были статистически значимыми. Наибольшее среднее содержание хлорофилла зафиксировано у сорта Еланчик (4,2 мг/г).

В варианте с безотвальной обработкой максимальное содержание хлорофилла было зарегистрировано у сорта Еланчик (6,6 мг/г), который математически достоверно превзошел все остальные сорта.

Проведение обработки комбинированными орудиями является более эффективным агроприемом, обеспечивая достоверное увеличение содержания хлорофилла по сравнению со вспашкой в среднем на 4,6 мг/г сырого вещества.

Среди изученных сортов наибольшим потенциалом к аккумуляции хлорофилла вне зависимости от фона обработки почвы характеризуется сорт Еланчик, а наименьшим – сорт Агрофак 100. Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о существенных различиях в степени влияния отдельных факторов на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы в фазу колошения. Наибольшие доли влияния установлены у факторов Z и B, которые в совокупности формируют практически весь диапазон вариации исследуемого признака.

Фактор Z (в основном это количество осадков) оказывает наибольшее влияние – 49,0 %, что свидетельствует о его определяющем значении в регуляции уровня хлорофилла в зависимости от погодных условий.

Сравнимое по значимости воздействие оказывает фактор B, доля влияния которого составила 46,3 %. Его вклад можно интерпретировать как значительный, обусловленный, возможно, особенностями сортовой реакции растений на различные приемы обработки почвы.

Динамика содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой в 2025 году имела типичный характер, однако отличалась более резким снижением показателей на поздних фазах развития по сравнению с предыдущими годами. В фазу весеннего кущения содержание хлорофилла находилось на уровне 3,6-5,0 мг/г сырого вещества, что соответствует формированию активного фотосинтетического аппарата. В фазу колошения отмечался максимум содержания пигмента – 4,8-6,4 мг/г, когда фотосинтетическая активность листьев достигала пика (приложение 24).

Приемы подготовки почвы оказали существенное влияние на динамику содержания хлорофилла в листьях при традиционной вспашке содержание пигментов составляло: весеннее кущение -3,60-4,60 мг/г, колошение - 4,80-6,04 мг/г, молочная спелость - 2,03-4,80 мг/г. Показано, что поверхностная обработка почвы способствовала сохранению более высокого уровня хлорофилла (на 5-9 % выше).

Сравнение этого показателя у сортов показало, что Еланчик и Классика сохраняли наиболее высокий уровень содержания хлорофилла на всех этапах вегетации. В фазе колошения у изучаемых сортов отмечены наивысшие значения анализируемого показателя, находившиеся в диапазоне 6,04–6,44 мг/г; при этом в последующей фазе молочной спелости его уровень оставался сравнительно высоким, что указывает на сохранение функциональной активности фотосинтетического аппарата.

В то же время, сорта Алексеич, Таня и Агрофак 100 отличались более низкими величинами данного показателя, наиболее выраженными в фазе молочной спелости. Снижение его уровня, вероятно, связано с ускоренной деградацией пигментного комплекса листьев и преждевременным угасанием их физиологической активности под влиянием стрессовых температурных условий

В фазу весеннего кущения содержание пигмента составляло в среднем 3,98-5,48 мг/г сырого вещества, отражая начало активного функционирования фотосинтетического аппарата. В фазу колошения концентрация хлорофилла достигала максимальных значений (5,22-6,47 мг/г), что соответствует периоду наибольшей фотосинтетической активности растений (таблица 30).

В фазу молочной спелости происходило закономерное снижение содержания пигмента до 3,37-5,61 мг/г, что связано с физиологическим старением листьев, деградацией хлоропластов и перераспределением продуктов фотосинтеза в репродуктивные органы. Сравнение приемов основной обработки почвы показало, что безотвальное рыхление обеспечило формирование более высокого содержания хлорофилла во всех фазах развития растений по сравнению с традиционной вспашкой.

Таблица 30 – Динамика содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (среднее 2023-2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кущение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	4,42	5,87	3,67
	Таня(к)	4,46	5,66	3,73
	Агрофак 100	3,98	5,22	3,37
	Классика	4,96	6,03	4,78
	Еланчик	5,11	6,20	5,05
Безотвальное рыхление*	Алексеич	4,51	5,94	4,19
	Таня(к)	4,62	5,80	4,11
	Агрофак 100	4,16	5,34	3,76
	Классика	5,20	6,23	5,01
	Еланчик	5,48	6,47	5,61

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Применение безотвальной системы обработки почвы способствовало увеличению содержания хлорофилла на 4-8 % относительно вспашки. Это связано с лучшим сохранением почвенной влаги, меньшей плотностью верхнего слоя и оптимальными условиями аэрации.

Содержание хлорофилла существенно зависело от биологических особенностей сортов. Так, Еланчик и Классика отличались наибольшими значениями хлорофилла во всех фазах развития. В фазу колошения при комбинированной обработке их показатели составляли 6,23-6,47 мг/г, а в фазу молочной спелости сохранялись на уровне 5,01-5,61 мг/г, что указывает на замедленное старение листьев и высокую фотосинтетическую устойчивость. Сорт Агрофак 100 демонстрировал минимальные значения содержания хлорофилла.

Каротиноиды - это класс липофильных пигментов, принадлежащих к группе тетратерпенов, которые синтезируются в хлоропластах и хромопластах растений. В листьях пшеницы озимой каротиноиды выступают неотъемлемым компонентом фотосинтетического аппарата, участвуя в формировании пигмент-белковых комплексов и обеспечивая устойчивость фотосинтеза к стрессовым воздействиям. Их основная физиологическая функция - участие в поглощении и передаче энергии фотонов к реакционным центрам хлорофиллов, особенно в условиях избытка света. При этом каротиноиды выполняют роль своеобразного фильтра, защищая хлорофиллы от фотоокислительного разрушения [138].

Как уже указывалось, вегетационный период 2023 года характеризовался умеренно теплой весной и количеством осадков, близким к среднемноголетним значениям. Такие погодные условия способствовали равномерному возобновлению весенней вегетации пшеницы озимой и формированию полноценного листового аппарата. Оптимальный водно-тепловой режим позволил растениям активно накапливать фотосинтетические пигменты, в том числе каротиноиды, которые играют важную роль в защите хлорофиллов от фотоокислительного разрушения и обеспечивают стабильность фотосинтетического процесса.

Установлено, что в фазу весеннего кущения содержание каротиноидов составляло 0,70-1,44 мг/г сырого вещества, что отражает активное формирование фотосинтетического аппарата и начало работы защитных механизмов растений (таблица 31).

Таблица 31 – Динамика содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2023 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кущение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	0,90	1,24	0,73
	Таня(к)	0,84	1,28	0,80
	Агрофак 100	0,73	1,05	0,65
	Классика	1,14	1,44	1,21
	Еланчик	1,23	1,47	1,20
Безотвальное рыхление*	Алексеич	0,91	1,24	0,90
	Таня(к)	0,88	1,31	0,95
	Агрофак 100	0,70	0,85	0,73
	Классика	1,21	1,44	1,35
	Еланчик	1,44	1,83	1,37

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Анализ данных показывает, что в фазу колошения отмечалось увеличение концентрации каротиноидов до максимальных значений (0,85-1,83 мг/г). Это совпадает с периодом наибольшей фотосинтетической активности и интенсивного метаболизма, когда возрастает потребность в защите хлорофиллов от переизбытка световой энергии. В фазу молочной спелости содержание каротиноидов снижалось до 0,65-1,37 мг/г, что связано с физиологическим старением листьев и постепенным разрушением пигментов.

Приемы основной обработки почвы оказывали существенное влияние на накопление каротиноидов в листьях растений озимой пшеницы. Установлено, что применение безотвального рыхления способствовало увеличению содержания каротиноидов по сравнению со вспашкой. Превышение значений данного показателя на вариантах с поверхностной обработкой составляло 6–

10 % Среди изучаемых сортов наиболее высоким содержанием каротиноидов на протяжении всего периода вегетации характеризовались сорта Еланчик и Классика. В 2023 году, характеризовавшемся благоприятными агрометеорологическими условиями, динамика накопления каротиноидов в листьях озимой пшеницы носила закономерный характер.

Проведение комбинированной обработки почвы обеспечило повышение содержания каротиноидов на 6-10 % по сравнению с вспашкой за счет оптимизации физических свойств почвы и улучшения условий питания растений.

Вегетационный период 2024 года характеризовался умеренно влажными погодными условиями с количеством осадков, близким к среднеголетним показателям, и благоприятными температурными режимами. Такие условия способствовали равномерному возобновлению весенней вегетации пшеницы озимой, активному формированию листового аппарата и накоплению пигментного комплекса, в том числе каротиноидов, обеспечивающих фотопротекцию и устойчивость фотосинтетического аппарата.

Нами установлено, что во всех вариантах опыта наблюдалась четкая динамика по фазам вегетации содержания каротиноидов, соответствующая физиологическому состоянию растений. В фазу весеннего кущения содержание каротиноидов составляло 0,95-1,45 мг/г сырого вещества, что указывает на активное восстановление фотосинтетического аппарата после зимовки и начало фотосинтетической деятельности (приложение 25). Отмечено, что в фазу колошения зафиксированы максимальные значения - от 1,07 до 1,85 мг/г, что соответствует периоду интенсивного фотосинтеза и максимальной нагрузки на пигментную систему растений. В фазу молочной спелости содержание каротиноидов естественно снижалось до 0,62-1,40 мг/г.

Характер изменения содержания каротиноидов значительно зависел от приемов основной обработки почвы. При традиционной вспашке содержание каротиноидов варьировало в течение вегетации от 0,62 до 1,85 мг/г. При безотвальной обработке показатели были несколько выше, особенно в фазу

колошения - 1,23-1,73 мг/г. Сорта Еланчик и Классика характеризовались наибольшим содержанием каротиноидов во всех фазах вегетации, а сорта Алексеич и Таня показали средние значения (1,31-1,55 мг/г в фазу колошения), что отражает стабильный, но менее выраженный фотозащитный ответ.

Условия 2025 года характеризовались повышенным температурным фоном, особенно в летние месяцы, при умеренном количестве осадков. Высокие дневные температуры и неравномерное распределение влаги создавали условия теплового и светового стресса, что в значительной степени влияло на функционирование фотосинтетического аппарата растений. Такая погодная обстановка обусловила интенсивное фотоокислительное давление на пигментную систему, что проявилось в изменении динамики содержания каротиноидов - основных компонентов, выполняющих фотопротекторную и антиоксидантную функции.

Во всех вариантах опыта прослеживалась типичная динамика содержания каротиноидов – с наибольшими значениями в фазу колошения и снижением к молочной спелости. Однако, в отличие от предыдущих лет, уровень содержания пигментов в целом был ниже, что объясняется усилением деградационных процессов при повышенных температурах (приложение 26).

В фазу колошения наблюдались максимальные значения - от 0,73 до 1,67 мг/г, однако по сравнению с 2024 годом их уровень снизился в среднем на 10-15 %, что указывает на воздействие теплового стресса.

Математический анализ данных содержания каротиноидов в фазу колошения позволяет оценить устойчивость фотосинтетических мембран и потенциальную толерантность растений к стрессовым воздействиям. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Изменение содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2023 г., фаза колошения)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А (НСР _{0,15})
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	1,2	1,2	1,1	1,4	1,5	1,3
Безотвальное рыхление*	1,2	1,3	0,9	1,4	1,8	1,3
Среднее В – НСР _{0,23}	1,2	1,3	1,0	1,4	1,7	Хср.1,3

Для средних АВ НСР=0,31

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Нами установлено, что как при вспашке, так и при безотвальной обработке среднее значение по всем сортам составило 1,3 мг/г. Различия между вариантами обработки находятся в пределах статистической погрешности. В то же время, фактор В (сорт) оказал математически достоверное влияние на накопление каротиноидов. Анализ средних значений по сортам выявил четкую градацию изученного сортимента. Максимальное содержание каротиноидов было характерно для сорта Еланчик (1,7 мг/г), который существенно превосходил все остальные сорта.

У сорта Таня наблюдалась тенденция к увеличению содержания каротиноидов при проведении комбинированной обработки (1,3 мг/г) по сравнению со вспашкой (1,2 мг/г), однако эта разница не достигала порога достоверности для взаимодействия (0,31).

Наиболее выраженная и достоверная положительная реакция на безотвальное рыхление была выявлена у сорта Еланчик. В этом варианте содержание каротиноидов достигло 1,8 мг/г, что существенно (на 0,3 мг/г)

превышало показатель на контроле (1,5 мг/г) и является статистически значимым.

Обнаружено значимое взаимодействие факторов сорт × обработка почвы. Это свидетельствует о специфическом характере отклика разных генотипов на агротехнические приемы. Наиболее отзывчивым на безотвальную обработку почвы оказался сорт Еланчик, у которого данный прием достоверно повышал содержание каротиноидов, что может указывать на его повышенную адаптивную способность и устойчивость фотосинтетического аппарата в условиях изменяющегося почвенного фактора.

В ходе исследований установлено, что степень влияния изучаемых факторов на содержание каротиноидов в листьях озимой пшеницы существенно различается. На основании данных рисунка 8 выявлено, что решающее воздействие на варьирование данного признака оказывает фактор В (сорт), доля влияния которого составляет 66,3 %.

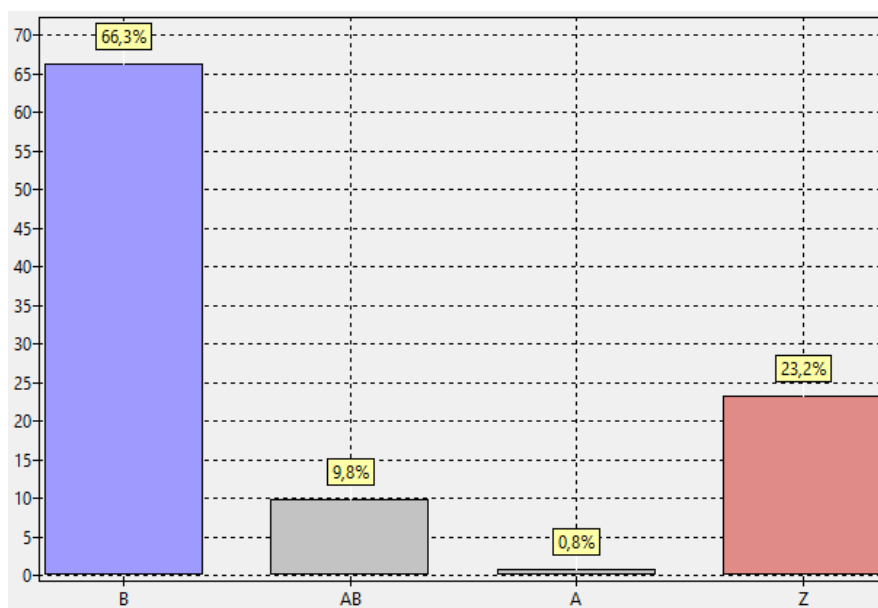


Рисунок 8 – Доли влияния фактор содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой, %(2023 г., фаза колошения)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Вторым по степени значимости в структуре изучаемых факторов выступал фактор Z, доля влияния которого составила 23,2 %. Полученное значение указывает на его заметное, хотя и менее выраженное участие в формировании уровня накопления каротиноидов. Вероятно, его воздействие зависело от изменений погодных условий либо влияние сопутствующих, неучтенных в полной мере факторов внешней среды.

Сравнительно меньший вклад в вариацию признака был установлен для взаимодействия факторов АВ, доля которого составила 9,8 %. Это свидетельствует о наличии определенного, но не доминирующего взаимодействия между сортовыми особенностями и применяемыми агротехническими приемами обработки почвы. Подобное сочетанное влияние, по-видимому, обуславливает различия в проявлении физиологических показателей в зависимости от уровня адаптивного потенциала исследуемых сортов.

Наименьшую долю в формировании признака занимает фактор А (прием обработки почвы) - 0,8 %, что свидетельствует о минимальном влиянии данного фактора на уровень содержания каротиноидов.

И так, анализ долей влияния факторов на содержание каротиноидов в листьях озимой пшеницы (2023 г., фаза колошения) показал, что основным фактором является сорт (66,3%), определяющий генетическую предрасположенность растений к синтезу пигментов.

Результаты изучения содержания каротиноидов в листьях озимой пшеницы в фазу колошения в 2024 году представлены в приложение 27.

Проведенный дисперсионный анализ показал, что в среднем по всем сортам прием основной обработки почвы (фактор А) не оказал достоверного влияния на содержание каротиноидов. Среднее значение данного показателя в обоих вариантах опыта составило 1,5 мг/г, что значительно ниже порога наименьшей существенной разницы.

В отличие от фактора А, влияние сортовой принадлежности (фактор В) было достоверным. Анализ средних значений выявил статистически значимую стратификацию сортов.

В 2024 году наблюдалось увеличение содержания каротиноидов в листьях озимой пшеницы по сравнению с 2023 годом. Среднее значение данного показателя составило 1,5 мг/г против 1,3 мг/г годом ранее, что, вероятно, обусловлено различиями в агрометеорологических условиях вегетационных периодов. При этом сорт Еланчик на протяжении всего периода исследований стабильно характеризовался наиболее высоким содержанием каротиноидов, тогда как у сорта Агрофак 100 отмечались минимальные значения данного показателя. Результаты дисперсионного анализа показали существенные различия в степени влияния изучаемых факторов на содержание каротиноидов в листьях озимой пшеницы. Нами установлено, что наибольший вклад в формирование данного признака вносил фактор В (сорт), доля влияния которого составила 57,7 %. Это указывает на определяющую роль генетически обусловленных особенностей сортов в процессах синтеза и накопления каротиноидов (приложение 28). Выраженная дифференциация сортов по данному показателю свидетельствует о значительных возможностях его использования в селекционных программах, направленных на повышение адаптивности и стрессоустойчивости растений.

Следует отметить, что в течение трехлетнего периода исследований агрометеорологические условия существенно различались по уровню тепло- и влагообеспеченности. Полученные результаты подтверждают высокую информативность содержания каротиноидов как показателя физиологического состояния растений и их адаптивных возможностей.

Во всех вариантах опыта выявлен типичный для пшеницы озимой фазовый ритм изменения содержания каротиноидов. В фазу весеннего кущения уровень каротиноидов составлял 0,78-1,40 мг/г, в фазу колошения наблюдались максимальные значения (0,95-1,73 мг/г), а в период молочной

спелости происходило снижение до 0,55-1,21 мг/г, что связано с физиологическим старением листьев (таблица 33).

Таблица 33 – Динамика содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (среднее 2023-2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кущение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	0,96	1,26	0,66
	Таня(к)	0,95	1,30	0,67
	Агрофак 100	0,78	0,95	0,55
	Классика	1,15	1,59	1,07
	Еланчик	1,22	1,59	1,20
Безотвальное рыхление*	Алексеич	1,01	1,37	0,78
	Таня(к)	0,98	1,39	0,76
	Агрофак 100	0,80	0,99	0,59
	Классика	1,32	1,57	1,21
	Еланчик	1,40	1,73	1,21

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Во всех вариантах опыта выявлен типичный для пшеницы озимой ритм изменения содержания каротиноидов. В фазу весеннего кущения уровень каротиноидов находился в пределах 0,78-1,40 мг/г сырого вещества, что указывает на активное восстановление пигментного аппарата после зимнего периода и начало фотосинтетической деятельности. В фазу колошения зафиксированы максимальные значения – от 0,95 до 1,73 мг/г, что соответствует периоду наибольшей фотосинтетической активности и усиленного синтеза фотопротекторных пигментов.

Сравнительный анализ показал, что прием обработки почвы оказывает заметное влияние на уровень содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой.

При использовании отвальной вспашки содержание каротиноидов в листьях озимой пшеницы изменялось в зависимости от фазы развития растений и находилось в пределах от 0,78 до 1,59 мг/г. Применение комбинированной обработки почвы сопровождалось увеличением содержания каротиноидов, которое превышало показатели варианта со вспашкой в среднем на 6–8 %. Это, по-видимому, обусловлено более благоприятным водно-воздушным режимом пахотного слоя, включая лучшее сохранение влаги в верхнем горизонте, снижение температурного стресса и оптимизацию аэрации почвы. В совокупности это способствует активизации синтеза фотопротекторных пигментов и повышению эффективности функционирования фотосинтетического аппарата растений.

Анализ данных за 2023–2025 гг. показал, что различия между сортами носили устойчивый характер и отражали их генетически детерминированную способность поддерживать оптимальный пигментный баланс в условиях изменяющихся факторов внешней среды. При этом сорта Еланчик и Классика во все фазы вегетации характеризовались стабильно более высоким содержанием каротиноидов, что свидетельствует об их повышенной физиологической устойчивости и адаптивности.

Так, в фазу колошения их концентрация достигала 1,59–1,73 мг/г, а в фазу молочной спелости сохранялась на уровне 1,07–1,21 мг/г, что свидетельствует о высокой устойчивости пигментного аппарата и замедленном старении листьев. Сорта Алексеич и Таня занимали среднее положение по уровню содержания пигментов (1,26–1,39 мг/г в фазу колошения), что отражает умеренную адаптивную способность и стабильное функционирование фотосинтетического аппарата.

В среднем за 2023–2025 гг. динамика содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой характеризовалась ростом концентрации от фазы

весеннего кущения до колошения и снижением к молочной спелости, что связано с физиологическими процессами. Безотвальная обработка почвы обеспечила повышение содержания каротиноидов на 6-8 % по сравнению с традиционной вспашкой, за счет улучшения влагообеспеченности и условий аэрации. Минимальные значения зафиксированы у сорта Агрофак 100, что свидетельствует о его меньшей адаптивности.

Сорняки наносят значительный вред при возделывании пшеницы озимой. Основные негативные последствия являются конкуренция за влагу, питательные вещества и свет. В результате растения пшеницы хуже развиваются, снижается урожайность. Ухудшение качества урожая, так как засоряют зерно пшеницы семенами сорняков усложняет очистку, кроме того некоторые сорняки ухудшают продовольственные и посевные качества зерна. Распространение болезней и вредителей, так как многие сорняки служат местом обитания вредителей. Это повышает риск заражения посевов пшеницы. Затрудняют агротехнические работы, так как сорняки мешают обработке почвы, уходу за посевами и уборке урожая. Увеличиваются затраты на выращивание культуры. При сильной засоренности посевов потери урожая пшеницы могут достигать 30–50% и более, в зависимости от вида сорняков и условий выращивания. Можно заключить, что сорняки являются одним из основных факторов снижения урожайности и качества зерна пшеницы, поэтому борьба с ними является важная часть технологии ее возделывания.

В ходе полевых исследований нами установлено, что засоренность посевов озимой пшеницы в период весеннего кущения зависел от приемов основной обработки почвы, также от погодных условиями вегетационного периода (таблица 34). Осенью 2023 года отмечено превышение количества выпавших осадков относительно среднемноголетней нормы, тогда как в 2024 и 2025 годах увлажнение находилось в пределах климатической нормы. Наиболее высокая засоренность независимо от обработки почвы наблюдалась в 2024 году, что связано, вероятно, с благоприятным увлажнением в предшествующий период, что и стимулировало прорастание сорняков.

Таблица 34 – Засоренность посевов пшеницы озимой в зависимости от приемов подготовки почвы, шт. на м² (среднее 2023 – 2025гг., период кушение весной)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка(к)	Алексеич	11,2	15,7	13,2	13,1
	Таня(к)	12,5	16,5	14,8	14,6
	Агрофак 100	12,4	17,8	14,6	14,9
	Классика	12,7	16,3	14,5	14,5
	Еланчик	11,2	15,5	13,5	13,4
Безотвальное рыхление*	Алексеич	14,8	18,2	15,4	16,1
	Таня(к)	15,4	19,7	17,5	17,3
	Агрофак 100	15,4	19,6	16,9	17,3
	Классика	15,5	20,0	16,4	17,4
	Еланчик	13,4	18,4	15,5	15,7

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Необходимо отметить, что при применении комбинированной обработки почвы по сравнению со вспашкой отмечена тенденция к повышению засоренности посевов озимой пшеницы в фазе кушения весной. Сорт Еланчик проявляет относительно более высокую конкурентную способность к сорным растениям в условиях поверхностной обработки почвы.

Учет засоренности в фазу колошения проводился нами через 35 дней после внесения гербицида, то есть эти данные представляют остаточную засоренность (таблица 35).

Таблица 35 – Засоренность посевов пшеницы озимой в зависимости от приемов подготовки почвы, шт. на м² (2023 – 2025гг., фаза колошения)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка(к)	Алексеич	2,4	2,6	3,6	2,8
	Таня(к)	3,6	3,6	4,5	3,9
	Агрофак 100	3,7	2,7	3,4	3,2
	Классика	4,3	3,6	3,5	3,8
	Еланчик	3,6	2,4	4,7	3,5
Безотвальное рыхление*	Алексеич	3,4	2,5	3,5	3,1
	Таня(к)	4,6	3,5	4,7	4,2
	Агрофак 100	3,8	3,7	4,8	4,1
	Классика	3,6	3,7	4,7	4,0
	Еланчик	3,3	2,5	3,7	3,1

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Рассчитанная нами эффективность гербицида показала, что снижение засоренности после применения гербицида на варианте вспашка составила 75%, а при безотвальной обработке -78%.

Можно заключить, что применение гербицида в фазу кущения позволяет полностью на посевах озимой пшеницы выровнять засоренность по вариантам обработки. Наибольшей чувствительностью к гербициду на обоих приемах обработки почвы характеризуются сорта Алексеич и Еланчик, что позволяет рекомендовать их для технологий с минимализацией обработки почвы.

3.3 Урожайность и качественные показатели зерна у сортов пшеницы озимой в зависимости от приемов подготовки почвы

Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур определяется комплексом факторов, среди которых технологические приемы и генетический потенциал сорта играют ключевую роль. Важнейшим агротехническим приемом, определяющим водный, питательный и воздушный режимы почвы, является ее основная обработка. В связи с этим, изучение отзывчивости различных сортов озимой пшеницы на способы подготовки почвы в изменяющихся погодных условиях представляет значительный научный и практический интерес для повышения устойчивости производства зерна.

Как уже отмечалось, исследования проводились в течение трех вегетационных сезонов (2023-2025 гг.), которые характеризовались контрастными погодными условиями. Год 2024 можно охарактеризовать как благоприятный по условиям увлажнения, с количеством осадков, близким к среднемноголетней норме. В отличие от него, вегетационный период 2025 года отличался дефицитом осадков и повышенным температурным режимом в летние месяцы, что создавало условия почвенной и атмосферной засухи. Погодные условия 2023 года заняли промежуточное положение.

В среднем за три года исследований безотвальная обработка почвы обеспечила более высокую урожайность по сравнению со вспашкой. Средняя урожайность по всем сортам при комбинированном приеме составила 8,00 т/га, тогда как при вспашке – 7,67 т/га (таблица 36).

Преимущество этого приема особенно ярко проявилось в благоприятный по влагообеспеченности 2024 год, где прибавка урожайности была максимальной. В засушливых условиях 2025 года разница между приемами была менее выраженной, однако проведение комбинированной обработки сохранила тенденцию к превосходству, что, вероятно, связано с ее

способностью лучше сохранять почвенную влагу за счет сокращения испарения с поверхности и создания мульчирующего слоя.

Таблица 36 – Урожайность зерна сортов пшеницы озимой при различных при различных приемах подготовки почвы, т/га

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка (к)	Алексеич	7,85	8,49	7,41	7,92
	Таня(к)	7,84	8,40	7,40	7,88
	Агрофак 100	7,43	7,45	7,14	7,34
	Классика	7,45	7,89	7,04	7,46
	Еланчик	7,86	8,09	7,35	7,77
Безотвальное рыхление*	Алексеич	8,05	8,87	7,63	8,18
	Таня(к)	8,06	8,76	7,68	8,17
	Агрофак 100	7,73	7,70	7,51	7,65
	Классика	7,85	8,14	7,48	7,82
	Еланчик	8,17	8,57	7,78	8,17
НСР _А		0,08	0,04	0,18	
НСР _В		0,10	0,12	0,19	

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Сорта Алексеич, Таня и Еланчик показали наибольшую положительную реакцию на применение комбинированной обработки. Для этих сортов прибавка урожайности относительно вспашки была существенной: для Алексеича – 0,26 т/га, для Тани – 0,29 т/га, для Еланчика – 0,40 т/га. Данные сорта, обладая высоким генетическим потенциалом, наиболее полно реализовали его в условиях улучшенного фитосанитарного состояния и влагообеспеченности, создаваемых поверхностной обработкой, особенно в благоприятный 2024 год (прибавка 0,38–0,48 т/га).

У сортов Агрофак 100 и Классика прибавка урожайности от безотвального приема обработки почвы была минимальной. В засушливый 2025 год все без исключения сорта показали снижение урожайности по сравнению с 2024 годом, что закономерно. Однако, сорта Агрофак 100 и Классика продемонстрировали наименьший разброс показателей между годами, что характеризует их как более устойчивые к стрессовым факторам (засухе).

Необходимо отметить, что сорта Алексеич и Таня, давшие максимальный урожай в благоприятном 2024 году, в условиях засухи 2025 года показали наибольшее абсолютное снижение урожайности, что говорит об их высокой, но менее стабильной продуктивности.

Результаты наших исследований показали, что безотвальное рыхление почвы является более эффективным приемом по сравнению со вспашкой для возделывания озимой пшеницы в исследуемых условиях, обеспечивая достоверную прибавку урожайности в среднем на 0,33 т/га.

Сорта Алексеич, Таня и Еланчик являются наиболее отзывчивыми на данный прием обработки почвы. Для получения максимальной урожайности этих сортов рекомендуется именно этот прием. Сорта Агрофак 100 и Классика характеризуются высокой стабильностью и меньшей зависимостью от способа обработки почвы, что делает их наиболее предпочтительными для зон с риском возникновения засух, а также для хозяйств, использующих различные системы обработки почвы.

В среднем по сортам, использование комбинированной обработки обеспечило прибавку урожая. Максимальный абсолютный прирост урожайности был зафиксирован у сорта Еланчик, где разница между приемами обработки составила 0,8 т/га (рисунок 9).

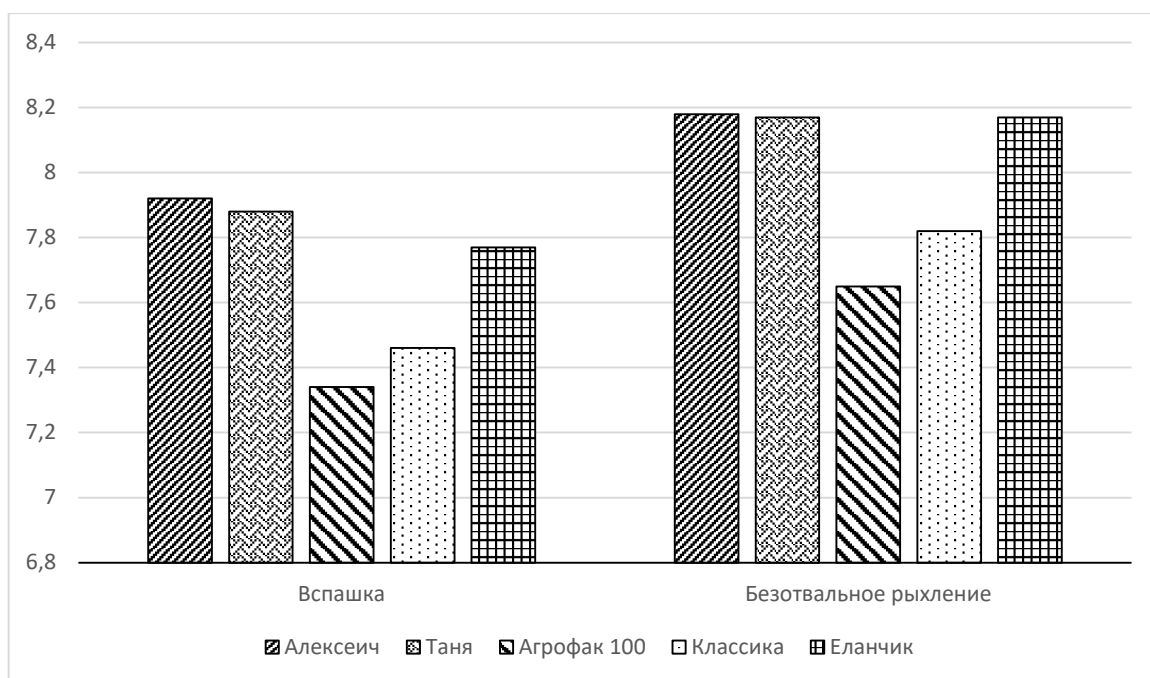


Рисунок 9 – Урожайность зерна сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, т/га (среднее 2023-2025гг.)

Данная закономерность согласуется с ранее установленными более высокими показателями площади листьев и фотосинтетического потенциала на данном агрофоне, что в конечном итоге и трансформировалось в увеличение продуктивности.

Наибольшей урожайностью в условиях исследования характеризовались сорта Еланчик и Классика. На безотвальной обработке их показатели достигли 8,3 и 8,2 т/га соответственно. Именно эти сорта проявили наибольшую отзывчивость на интенсивный агрофон.

Результаты математических исследований, представленные в таблице 37, показывают влияние приемов обработки почвы и сортовых особенностей на урожайность пшеницы озимой в условиях 2023 года.

Средняя урожайность по опыту составила 7,8 т/га, что свидетельствует о достаточно высоком уровне продуктивности растений. При этом значительное влияние на данный показатель оказали как сортовые особенности, так и приемы обработки почвы.

Таблица 37 – Изменение урожайности сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, т/га (2023г.)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					СреднееА НСР 0,08
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	7,9	7,8	7,4	7,5	7,9	7,7
Безотвальное рыхление*	8,1	8,1	7,6	7,9	8,2	8,0
Среднее В – НСР0,10	8,0	8,0	7,5	7,7	8,0	Хср.7,8

Для средних АВ НСР=0,14

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Наибольшая урожайность отмечена при использовании безотвальной обработки почвы – 8,0 т/га, что на 0,3 т/га выше по сравнению с вариантом традиционной вспашки (7,7 т/га). Полученные различия превышают величину НСР (0,08 т/га), что указывает на их статистическую достоверность. Повышение урожайности при проведении комбинированной обработки, вероятно, связано с улучшением физических свойств пахотного слоя, оптимизацией водно-воздушного режима и более равномерным распределением влаги.

Анализ сортового фактора показал, что наибольшая урожайность наблюдалась у сортов Алексеич, Таня и Еланчик - по 8,0 т/га, что на 0,3-0,5 т/га превышало показатели сортов Агрофак 100 (7,5 т/га) и Классика (7,7 т/га). Различия по сортовому признаку статистически достоверны при НСР = 0,10 т/га.

Влияние взаимодействия факторов (А×В) также оказалось значимым: максимальная урожайность (8,2 т/га) получена у сорта Еланчик при безотвальной обработке почвы, а минимальная (7,4 т/га) – у сорта Агрофак

100 при вспашке. Это указывает на различную реакцию сортов на агротехнические условия.

В 2023 году результаты дисперсионного анализа показали, что определяющее влияние на формирование урожайности озимой пшеницы оказывал фактор В (сорт), доля которого в общей вариации признака составила 61,8 %. Полученные данные свидетельствуют о ведущей роли сортовых особенностей в реализации продукционного потенциала культуры в условиях проведения исследований (рисунок 10). Высокая степень влияния сорта на урожайность подтверждает важность подбора генотипов, наиболее приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона возделывания.

Вклад приемов подготовки почвы составил 29% и его можно охарактеризовать как существенный.

Фактор АВ, характеризующий взаимодействие между основными элементами системы «сорт - среда - технология», показал минимальную долю влияния – всего 2,8 %. Полученные результаты указывают на слабую выраженность эффекта взаимодействия рассматриваемых основных факторов, что, вероятно, обусловлено близостью агрометеорологических условий к среднелетним значениям и отсутствием значительных стрессовых воздействий в течение вегетационного периода.

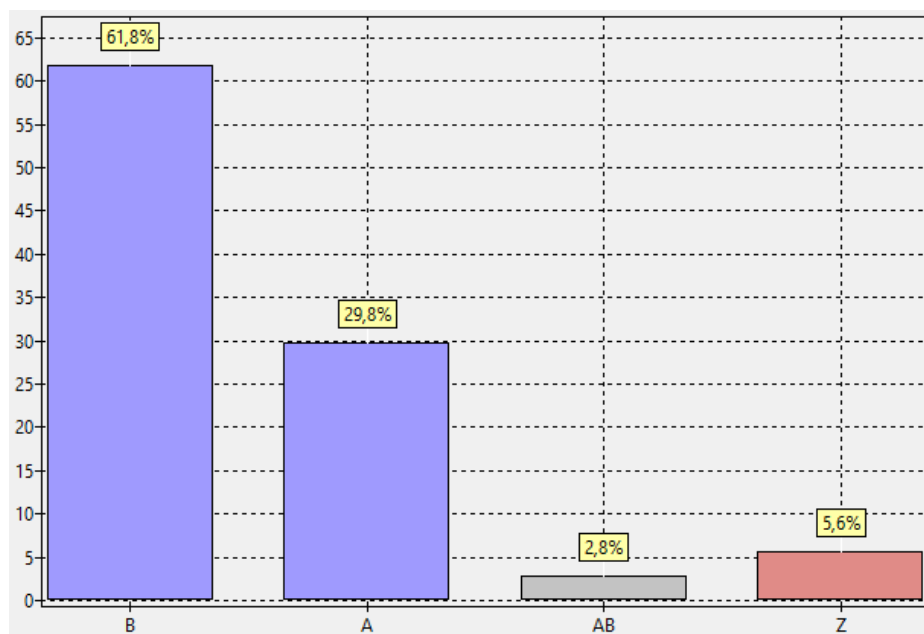


Рисунок 10 – Доля влияния факторов опыта на урожайность сортов пшеницы озимой, % (2023г.)

Полевые эксперименты, выполненные в 2024 году, выявили различия в уровне урожайности сортов озимой пшеницы в зависимости от применяемого способа основной обработки почвы (приложение 29). Сопоставление этих показателей показало, что при проведении комбинированной обработки обеспечивает более высокий уровень продуктивности (в среднем 8,4 т/га, что превышает результат при традиционной вспашке на 0,3 т/га). Установленная разница является статистически значимой. Рост урожайности при использовании комбинированной технологии, вероятно, связан с улучшением агрофизических свойств почвы, более эффективным сохранением влаги и созданием благоприятных условий для формирования и функционирования корневой системы растений при оптимальном водообеспечении.

Анализ средних значений по сортам свидетельствует о наличии дифференцированной сортовой реакции на условия года и способы обработки почвы.

Наиболее высокие показатели урожайности были отмечены нами у сортов Алексеич и Таня, обеспечившими получение соответственно 8,7 и 8,6 т/га зерна. Средняя урожайность по опыту составила 8,2 т/га, что превышало показатели предыдущего года. Повышение продуктивности посевов,

вероятно, было обусловлено благоприятным гидротермическим режимом 2024 года.

Результаты математико-статистической обработки экспериментальных данных (приложение 31) выявили существенные различия в степени влияния изучаемых факторов на формирование урожайности озимой пшеницы. Согласно данным дисперсионного анализа, наибольший вклад в общую вариацию признака вносил фактор В (сорт), доля влияния которого достигала 82,5 %. Влияние фактора А (прим основной обработки почвы) составило 15,1 %.

В связи с наблюдаемой тенденцией к увеличению частоты и интенсивности засушливых периодов, актуальной задачей является оценка устойчивости систем обработки почвы и адаптивного потенциала сортов в стрессовых условиях. В 2025 году вегетационный период характеризовался дефицитом осадков и повышенным температурным режимом, что позволило провести такую оценку (таблица 38).

Таблица 38 – Изменение урожайности сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, т/га(2025г.)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					СреднееА НСР0,18
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	7,4	7,4	7,1	7,0	7,4	7,3
Безотвальное рыхление*	7,6	7,7	7,5	7,3	7,8	7,6
Среднее В – НСР 0,15	7,5	7,5	7,3	7,2	7,6	Хср.7,4

Для средних АВ НСР=0,25

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

В засушливых условиях 2025 года, как и в более благоприятном 2023 году, сохранилось статистически значимое влияние как приема обработки почвы (фактор А), так и генотипа сорта (фактор В) на продуктивность озимой

пшеницы. Однако общий уровень урожайности и эффективность изучаемых приемов претерпели существенные изменения.

В стрессовых условиях преимущество безотвальной обработки почвы сохранилось, однако его абсолютная величина и, вероятно, механизм проявились иначе. Средняя урожайность на варианте с применением комбинированной обработкой составила 7,6 т/га, что на 0,3 т/га достоверно выше, чем на контроле с отвальной вспашкой (7,3 т/га). Полученные данные позволяют предположить, что применение комбинированных орудий в засушливый год способствовала лучшему сохранению почвенной влаги и, возможно, формированию более устойчивого к стрессу агрофитоценоза. Сорт Еланчик повторно продемонстрировал наиболее выраженную положительную реакцию на применение комбинированной обработки почвы, сформировав максимальную урожайность в опыте. Это позволяет рассматривать данный сорт как высокоотзывчивый к улучшению водного режима почвы, обеспечиваемому рассматриваемым агротехническим приемом. Существенное увеличение продуктивности при комбинированной обработке было также зафиксировано у сорта Таня, прибавка урожая у которого составила 0,3 т/га.

Агроклиматические условия 2025 года, характеризовавшиеся дефицитом атмосферных осадков зимой и повышенным температурным фоном летом, обусловили снижение урожайности озимой пшеницы на 0,4 т/га по сравнению с годами, близкими по метеорологическим параметрам к среднемноголетней норме. В условиях недостаточного увлажнения безотвальная обработка почвы подтвердила свою эффективность как влагосберегающий агроприем, обеспечив статистически достоверное повышение урожайности на 0,3 т/га.

Проведенные нами исследования выявили выраженные различия между сортами по уровню засухоустойчивости. Наиболее высокой экологической устойчивостью и продуктивностью в стрессовых условиях отличался сорт Еланчик, средняя урожайность которого составила 7,6 т/га. В то же время

сорта Классика и Агрофак 100 характеризовались более высокой чувствительностью к неблагоприятным гидротермическим условиям, что проявилось в снижении их продуктивности.

В 2025 году структура факторов, определяющих формирование урожайности озимой пшеницы, существенно изменилась по сравнению с предыдущими годами наблюдений (приложение 30). Согласно результатам дисперсионного анализа, наибольший вклад в вариацию урожайности вносили фактор В (сорт) и составил 41,7 % и фактор А (прием основной обработки почвы) -40,6 %. Вклад взаимодействия факторов (АВ) составил 2,9 %, тогда как доля прочих, неучтенных и неконтролируемых условий (Z), достигла 14,9 %.

Удельный вес сортового фактора на уровне 41,7 % указывает на значимую, но уже не доминирующую роль генотипа в условиях выраженного водного дефицита. В отличие от более благоприятных по увлажнению лет, в 2025 году продуктивность культуры определялась не только биологическими особенностями сорта, но и в равной степени применяемой технологией обработки почвы.

Фактор А, характеризующий прием основной обработки почвы, оказал практически сопоставимое с сортом влияние (40,6 %), что подчеркивает исключительную важность агротехнических приемов в засушливые годы. Наиболее эффективной в данных условиях оказалась безотвальная обработка почвы, способствующая лучшему сохранению продуктивной влаги в пахотном горизонте и снижению ее потерь вследствие испарения.

Минимальная доля взаимодействия факторов (2,9 %) свидетельствует о сравнительно слабой сопряженной реакции сортов на изменение способа обработки почвы, тогда как повышенная доля неконтролируемых условий (14,9 %) отражает значительное влияние погодных факторов, способных снижать устойчивость агроценозов и усиливать вариабельность урожайности.

Нами показано, что в условиях засушливого 2025 года решающую роль в формировании урожайности озимой пшеницы играли два практически

равнозначных по значимости фактора, то есть сорт и прием основной обработки почвы.

Дисперсионный анализ совокупности экспериментальных данных показал, что относительное влияние факторов А (прием обработки почвы), В (сорт), их взаимодействия (АВ), а также других условий (Z) существенно изменялось по годам исследований (таблица 39).

Таблица 39 – Доли влияния факторов на урожайность сортов пшеницы, % (2023-2025гг.)

Год	Фактор А (обработка почвы), %	Фактор В (сорт), %	Взаимодействие (АВ), %	Прочее (Z), %
2023	29,8	61,8	2,8	5,6
2024	15,1	82,5	1,0	1,4
2025	40,6	41,7	2,9	14,9

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

В 2023 году ведущая роль в формировании урожайности озимой пшеницы принадлежала сортовому фактору, доля влияния которого составила 61,8 %. Это указывает на значимость генетически обусловленных особенностей сортов в условиях, близких к оптимальным по влагообеспеченности и температурному режиму. Значимую роль в формировании урожайности играл также фактор основной обработки почвы, удельный вклад которого достигал 29,8 %. В то же время эффект взаимодействия факторов (АВ), а также влияние совокупности неконтролируемых условий (Z) были выражены в меньшей степени и составляли соответственно 2,8 и 5,6 %. Подобная структура распределения факторных долей характерна для агроэкосистем при оптимальном уровне увлажнения.

В 2024 году, отличавшемся оптимальным уровнем атмосферных осадков, соотношение влияния факторов претерпело определенные

изменения. Удельный вес сортового фактора увеличился до 82,5 %, тогда как значение способа основной обработки почвы снизилось до 15,1 %, что свидетельствует о возрастании роли генотипа в условиях достаточного увлажнения.

Это позволяет сделать вывод о том, что в условиях повышенного увлажнения решающее значение приобретают биологические особенности сорта, в частности устойчивость к полеганию и развитию грибных болезней. На этом фоне технологические различия в обработке почвы в меньшей степени способны регулировать условия водного режима. Незначительная величина взаимодействия факторов (1,0 %) указывает на относительную устойчивость сортовой реакции независимо от применяемого способа обработки, а минимальная доля прочих факторов (1,4 %) свидетельствует о высокой выровненности условий выращивания в пределах опыта.

В 2025 году, напротив, на фоне дефицита атмосферных осадков и повышенного температурного режима соотношение влияния факторов существенно трансформировалось. Доли сортового фактора и приема обработки почвы оказались практически одинаковыми и составили 41,7 и 40,6 % соответственно. Подобная структура подтверждает, что в засушливых условиях продуктивность культуры определяется не только наследственными особенностями сорта, но и степенью адаптивности применяемых агротехнических мероприятий. При ограниченной влагообеспеченности особую значимость приобретают приемы обработки почвы, направленные на накопление и сохранение влаги, среди которых наибольшую эффективность демонстрирует безотвальная влагосберегающая обработка. Одновременно рост удельного веса прочих факторов до 14,9 % свидетельствует об усилении влияния неконтролируемых метеорологических стрессоров, к числу которых относятся неравномерное распределение осадков и колебания температурного режима, оказывающие дополнительное воздействие на формирование урожайности.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа, представленные в таблице 40, позволяют объективно оценить степень влияния изучаемых агротехнических приемов и генотипических особенностей сортов на формирование урожайности озимой пшеницы в контрастных по увлажнению агроклиматических условиях.

Установлено, что прием основной обработки почвы (фактор А) оказывает статистически значимое воздействие на результативный признак. Сортные особенности (фактор В) также демонстрируют крайне высокую степень значимости влияния. Низкие значения р-уровня (менее 0,001) для обоих факторов указывают на то, что вероятность случайного характера выявленных различий ничтожно мала, а изменения урожайности обусловлены именно изучаемыми факторами.

Показатель взаимодействия «генотип × среда» (факторов А и В) находится на уровне $F = 1,879$, при уровне значимости $p = 0,153$. Поскольку полученное значение p превышает пороговый уровень ($\alpha = 0,05$), можно констатировать отсутствие статистически достоверного взаимодействия между изучаемыми факторами. Установлено, что достоверное влияние изучаемых факторов на формирование урожайности озимой пшеницы отмечено и в 2024 году (таблица 40).

Таблица 40 – Оценка влияния способа основной обработки почвы и сортовых особенностей на уровень урожайности озимой пшеницы по данным двухфакторного дисперсионного анализа

Показатель	SS	df	MS	F-критерий	p-уровень
2023 г.					
Способ обработки почвы (фактор А)	0,533	1	0,533	88,252	<0,001
Сорт (фактор В)	1,103	4	0,276	45,635	<0,001
Взаимодействие АВ	0,045	4	0,011	1,879	0,153
Остаток	0,121	20	0,006		
2024 г.					
Способ обработки почвы (Фактор А)	0,888	1	0,888	205,44	<0,001
Сорт (Фактор В)	4,860	4	1,215	281,27	<0,001
Взаимодействие АВ	0,057	4	0,014	3,27	0,032
Остаток	0,086	20	0,004		
2025 г.					
Способ обработки почвы (Фактор А)	0,712	1	0,712	44,775	<0,001
Сорт (Фактор В)	0,732	4	0,183	11,520	<0,001
Взаимодействие АВ	0,478	4	0,012	0,752	0,568
Остаток	0,318	20	0,016		

SS - сумма квадратов

Df - степени свободы

MS - средний квадрат

Наибольший вклад в общую изменчивость признака внес фактор В (сорт). Различия между сортами оказались высоко значимыми. Доля влияния

данного фактора, оцениваемая по величине суммы квадратов ($SS = 4,860$), является максимальной среди всех источников варьирования.

Фактор А (прием обработки почвы) также оказал высоко достоверное влияние на урожайность ($F = 205,44$; $p < 0,001$). Это свидетельствует о том, что изменение агротехнического приема существенно модифицирует условия роста и развития культуры.

Нами показано, что достоверное влияние изучаемых факторов на урожайность отмечено и в 2025 году. Обработка экспериментального материала, приведенного в приложение 32, показала существенное влияние приема обработки почвы на формирование урожайности у всех изученных сортов озимой пшеницы. Сравнительный анализ традиционной отвальной вспашки и комбинированной технологии выявил устойчивую тенденцию к снижению продуктивности при использовании отвальной системы обработки.

В 2023 году для всех исследованных сортов зафиксировано уменьшение средних значений урожайности при применении вспашки по сравнению с безотвальной обработкой. Величина отрицательной разницы варьировала в пределах от $-0,20$ т/га (у сортов Алексеич и Агрофак 100) до $-0,40$ т/га (у сорта Классика), что подтверждает преимущество ресурсосберегающих технологий обработки почвы.

Полученные данные указывают на стабильное преимущество безотвальной обработки почвы по сравнению с традиционной вспашкой в отношении формирования урожая.

Наиболее выраженная положительная реакция на применение ресурсосберегающей технологии установлена у сорта Классика, прибавка урожайности которого составила $0,4$ т/га. Существенной отзывчивостью к безотвальной обработке характеризовался также сорт Еланчик, для которого разница между вариантами составила $0,31$ т/га в пользу комбинированного способа обработки.

Статистическая обработка данных с использованием t-критерия подтвердила высокую достоверность выявленных различий. Значения t-

критерия находятся в диапазоне от -3,15 до -6,30, что при соответствующих уровнях значимости (p-level) позволяет отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии различий. Полученные результаты убедительно доказывают агрономическую эффективность безотвальной обработки почвы как фактора роста урожайности для изучаемых сортов.

В ходе статистической обработки данных с использованием t-критерия для связанных выборок по данным 2025 года были получены значения разности средних. Отрицательная величина разности по всем пяти сортам указывает на стабильное и устойчивое превышение урожайности на варианте с применением комбинированных орудий.

Минимальная, но статистически значимая ($p = 0,0451$) прибавка в пользу безотвальной обработки отмечена у сорта Алексеич, где разница составила -0,22 т/га. Наибольшую отзывчивость на изменение способа обработки проявили сорта Еланчик и Агрофак 100. Разница в урожайности для сорта Еланчик достигла -0,43 т/га при самом высоком значении t-критерия (-4,178) и максимальном уровне статистической значимости ($p = 0,0005$).

Полученные нами данные позволяют с высокой степенью надежности утверждать, что замена вспашки на безотвальную обработку является эффективным агроприемом, способствующим достоверному повышению урожайности.

Одним из ключевых элементов продуктивности, напрямую связанным с уровнем водообеспеченности в критический период налива зерна, является масса зерна с колоса (таблица 41).

Результаты наших исследований показали, что в 2024 года ни один из изучаемых приемов основной обработки почвы не оказал статистически достоверного влияния на массу зерна с колоса.

Среднее значение массы зерна с колоса по вариантам обработки почвы было идентичным и составило 1,3 г. Несмотря на видимое различие между приемами, оно не достигло порога статистической значимости, так как

величина наименьшей существенной разницы (НСР) для фактора А составляет 0,03 г.

Таблица 41 – Изменение массы зерна с колоса у сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, г (2024г.)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР0,03
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
Безотвальное рыхление*	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
Среднее В – НСР 0,05	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	Хср.1,3

Для средних АВ НСР=0,07

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

И так, гипотеза о преимуществе того или иного способа обработки почвы в формировании более крупного зерна в условиях дефицита осадков не подтвердилась. Анализ сортовых особенностей выявил более выраженную дифференциацию. Средние значения массы зерна по сортам варьировали. Статистическая достоверность этих различий подтверждается значением НСР для фактора В, равным 0,05 г. Это позволяет заключить, что генотипические особенности сортов, в частности, их засухоустойчивость.

Можно заключить, что в 2024 года масса зерна с колоса в большей степени определялась генетическим потенциалом сорта, тогда как фактор основной обработки почвы не стал решающим для модификации этого элемента структуры урожая. Для стабилизации данного показателя в зонах рискованного земледелия первостепенное значение имеет правильный подбор засухоустойчивых сортов. Анализ данных показывает, что наибольшее влияние на массу зерна с колоса оказывает фактор В - сорт пшеницы, доля

влияния которого составила 55,6 %. Значительное, но несколько меньшее воздействие отмечено со стороны фактора Z и его доля - 33,3 % (рисунок 11). Фактор A - прием обработки почвы - имеет относительно низкую долю влияния, равную 11,1 %, а фактор АВ (взаимодействие факторов) практически не оказывает заметного влияния.

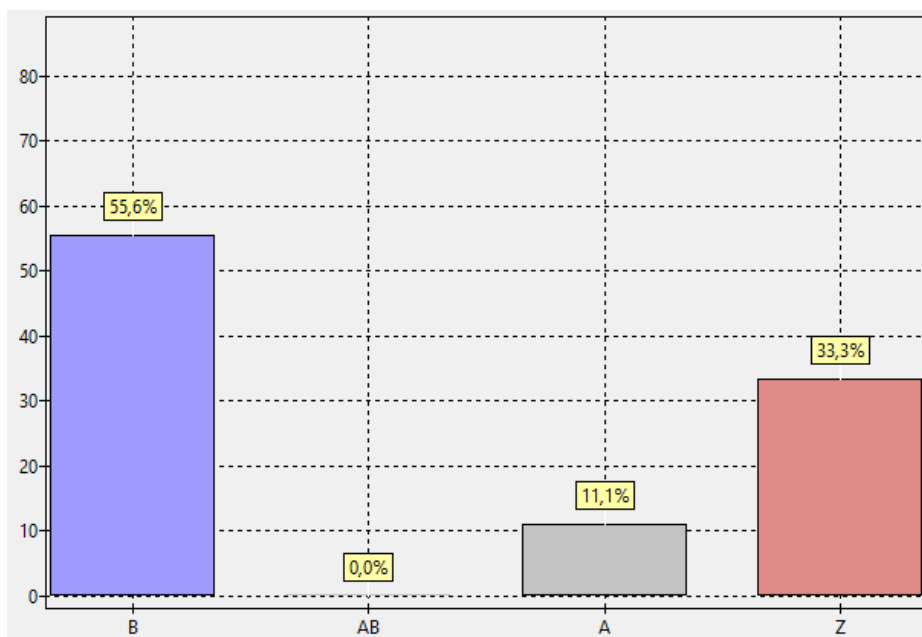


Рисунок 11 – Доли влияния факторов на массу зерна с колоса у сортов пшеницы озимой, %(2024г.)

Примечание: фактор A – прием обработки почвы; фактор B – сорт.

Согласно данным приложения 33, масса зерна с колоса у исследованных сортов озимой пшеницы в 2025 году варьировала в узком диапазоне значений от 1,0 до 1,2 г. Средняя по опыту величина составила 1,1 г, при наименьшей достоверной разнице для средних значений по факторам A и B - 0,05 г, а для взаимодействия АВ - 0,08 г, что свидетельствует о незначительном расхождении между вариантами. Применение различных приемов обработки почвы – вспашки (контроль) и безотвального варианта – не вызвало достоверных различий в массе зерна с колоса. Среднее значение по фактору A в обоих вариантах составило 1,1 г. Это указывает на то, что в условиях жаркого и сухого лета 2025 года, когда основным лимитирующим фактором развития

растений являлась влага, степень рыхления и глубина обработки почвы не оказали существенного влияния на налив зерна.

По фактору В - сорт также наблюдалось незначительное варьирование показателей массы зерна с колоса: от 1,0 г у сорта Агрофак 100 до 1,2 г у сорта Еланчик. Сорта Алексеич, Таня и Классика характеризовались стабильными значениями на уровне 1,1 г.

В условиях жаркого лета 2025 года существенных различий между приемами обработки почвы по массе зерна с колоса не выявлено. Главным фактором, определяющим формирование продуктивности, выступали высокие температуры и недостаток влаги в период налива зерна, что нивелировало действие агротехнических приемов. Сорта проявили высокую выравненность по продуктивности, что говорит о генетической устойчивости используемого сортимента. Наиболее высокая масса зерна отмечена у сорта Еланчик (1,2 г), что позволяет рекомендовать его для возделывания в регионах с жарким и засушливым климатом

Как видно из данных приложения 33, основное влияние на формирование массы зерна с колоса у озимой пшеницы в 2025 году оказал фактор В - сорт, доля его воздействия составила 66,7 %. Значительно меньшую роль сыграл фактор А - прием обработки почвы (11,1 %), а вклад взаимодействия факторов (АВ) оказался нулевым. Дополнительный фактор (Z), составил 22,2 %, что, вероятно, обусловлено влиянием внешних метеорологических условий. Значительная доля сортового фактора (В) указывает на определяющую роль генотипических особенностей в условиях 2025 года. При этом фактор Z отражает воздействие неучтенных природно-климатических условий, прежде всего температурного режима и уровня влагообеспеченности в критические периоды развития растений. В условиях данного года стрессовые факторы существенно повлияли на физиологические процессы налива зерна, вызывая снижение массы колоса даже у сортов с высокой адаптивностью.

В засушливом и жарком вегетационном периоде 2025 года ведущая роль в формировании массы зерна с колоса принадлежала сортовым особенностям, доля влияния которых достигала 66,7 %. Этот показатель значительно превышал вклад способа основной обработки почвы (11,1 %), а также взаимодействия факторов, что свидетельствует о доминировании генотипа в условиях выраженного абиотического стресса.

Масса зерна с одного колоса является одним из ключевых элементов структуры урожая, поскольку характеризует потенциальную продуктивность растений и степень реализации их биологического потенциала в период формирования и налива зерна.

В среднем за трехлетний период исследований более высокие значения массы зерна с колоса были нами получены при применении комбинированной обработки почвы, где данный показатель варьировал от 1,15 до 1,27 г (таблица 42).

В 2024 году, характеризовавшемся уровнем атмосферных осадков, близким к среднегодовой норме, у большинства изучаемых сортов отмечены максимальные значения массы зерна с колоса за весь период исследований. Наиболее высокие показатели были зафиксированы при безотвальной обработке почвы, так у сорта Еланчик масса зерна с колоса составила 1,34 г, у сорта Классика - 1,30 г. Полученные значения превышали соответствующие показатели варианта со вспашкой на 0,03–0,05 г.

Таблица 42 – Масса зерна с колоса у сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, г

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
1	2	3	4	5	6
Вспашка (к)	Алексеич	1,19	1,25	1,08	1,17
	Таня(к)	1,18	1,21	1,09	1,16
	Агрофак 100	1,20	1,20	1,01	1,14

1	2	3	4	5	6
	Классика	1,19	1,29	1,10	1,20
	Еланчик	1,20	1,31	1,15	1,22
Безотвальное рыхление*	Алексеич	1,21	1,27	1,11	1,20
	Таня(к)	1,20	1,24	1,10	1,18
	Агрофак 100	1,17	1,24	1,05	1,15
	Классика	1,24	1,30	1,13	1,22
	Еланчик	1,28	1,34	1,18	1,27

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

В 2025 году, характеризовавшемся дефицитом осадков и повышенной температурой воздуха, масса зерна с колоса снизилась у всех сортов, что объясняется неблагоприятным водным режимом в фазе налива. Тем не менее, различия между вариантами обработки почвы сохранились, и при безотвальной обработке наблюдались более высокие показатели - у сорта Еланчик 1,18 г против 1,15 г при вспашке, у Классики – 1,13 г против 1,10 г соответственно.

Применение комбинированных орудий обработки почвы обеспечивает более благоприятные условия для формирования продуктивных колосьев, особенно у сортов с высокой потенциальной урожайностью (Еланчик, Классика).

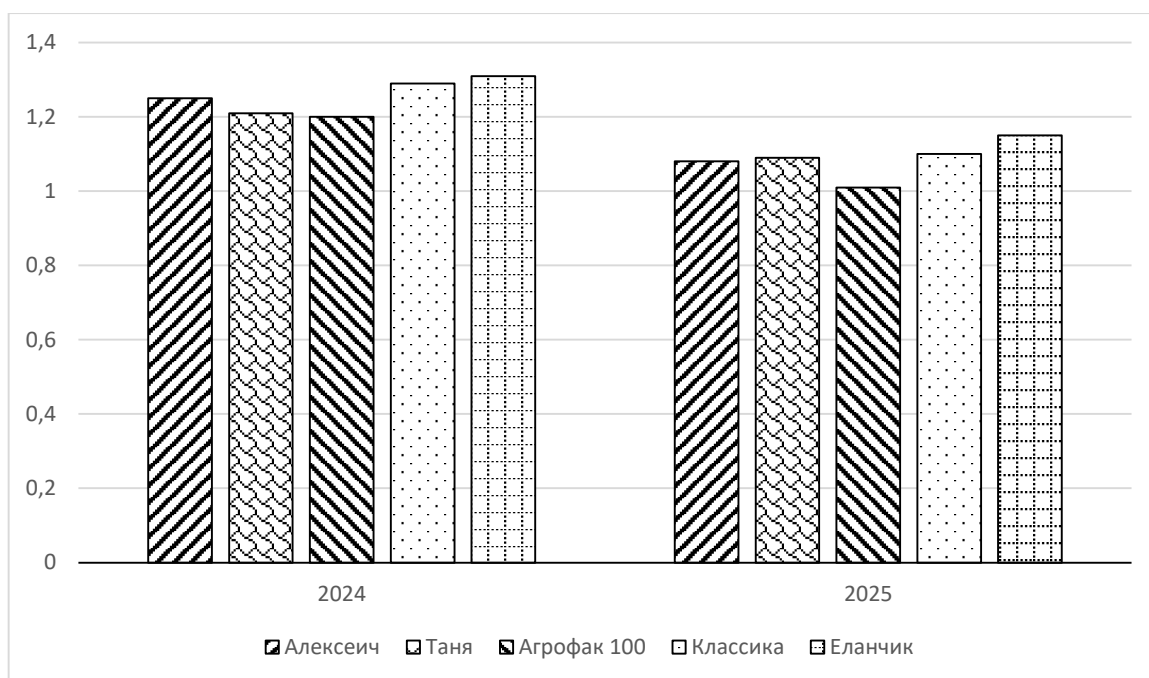


Рисунок 12 – Изменения массы зерна с колоса у сортов пшеницы озимой, г (вспашка)

Анализируя данные рисунка 12 можно заключить, что масса зерна с колоса изменялась по годам исследования, а также от сортовых особенностей. Видно, что масса зерна у всех сортов в 2024 году была выше этих показателей в 2025 году. Это объясняется недостатком осадков в зимнем периоде, а самое главное высокими температурами в 2025 году при формировании и наливе зерновок.

Натура зерна является важным показателем качества, интегрально характеризующим выполненность и плотность зерновки, что напрямую связано с выходом готовой продукции (муки, крупы). На формирование данного признака существенное влияние оказывают как генетические особенности сорта, так и агротехнические факторы, среди которых система основной обработки почвы играет ключевую роль в создании благоприятных условий для развития растений.

Проведенный трехлетний полевой эксперимент позволил выявить достоверное влияние на натуру зерна озимой пшеницы как фактора сорта (фактор В), так и фактора приема обработки почвы (фактор А). В среднем за

три года исследования натура зерна варьировала в диапазоне от 778,3 до 800,7 г/л, что свидетельствует о высоком качестве полученного зерна (таблица 43).

Таблица 43 – Натура зерна у сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, г/л

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка (к)	Алексеич	803	819	713	778,3
	Таня(к)	809	820	764	797,7
	Агрофак 100	801	800	757	786
	Классика	809	814	726	783
	Еланчик	827	825	743	798,3
Безотвальное рыхление*	Алексеич	811	820	714	781,7
	Таня(к)	805	824	773	800,7
	Агрофак 100	802	811	762	791,7
	Классика	807	814	721	780,7
	Еланчик	820	826	741	795,7

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Среди сортов стабильно высокими показателями натуры выделялись Таня (797,7 г/л) и Еланчик (798,3 г/л). Несколько уступали им сорта Агрофак 100 (786,0 г/л) и Алексеич (778,3 г/л), что указывает на генетически обусловленные различия в способности формировать выполненное, плотное зерно в конкретных почвенно-климатических условиях.

Что касается приемов обработки почвы, в среднем за три года безотвальная обработка показала незначительно более высокий результат (790,1 г/л) по сравнению с отвальной вспашкой (788,7 г/л). Разница составила 1,4 г/л, что, однако, не являлось статистически значимым в благоприятные по влагообеспеченности годы. Анализ данных показывает резкое снижение показателя натуры в 2025 году по сравнению со средними значениями за 2023-

2024 г. (при вспашке средняя натура по сортам упала до 739,4 г/л, а при безотвальной обработке – до 722,2 г/л). Это снижение составило в среднем 55-60 г/л относительно уровня 2023-2024 годов. Важно отметить, что в условиях влагостресса на варианте вспашка отмечено определенное преимущество, обеспечив в среднем на 17,2 г/л более высокую натуру зерна по сравнению с применением комбинированной обработкой. Можно предположить, что глубокая обработка почвы способствовала формированию более благоприятных условий для развития корневой системы в нижележащих горизонтах, что обеспечивало растениям более полное использование запасов продуктивной влаги, накопленной в осенне-зимний период.

Сорт Таня в 2025 году вновь продемонстрировал высокий уровень адаптивности к условиям выращивания и стабильность формирования показателей качества зерна, обеспечив максимальные значения натуре как при вспашке (764 г/л), так и при безотвальной обработке почвы (773 г/л). В отличие от него, сорта Алексеич и Классика характеризовались более выраженной реакцией на способ основной обработки почвы в условиях недостаточного увлажнения. Так, у сорта Алексеич преимущество варианта с традиционной вспашкой по показателю натуре зерна составило 1 г/л по сравнению с другим приемом обработки. У сорта Классика данное различие было более существенным и достигало 5 г/л, что свидетельствует о большей зависимости формирования качества зерна от глубины и характера основной обработки почвы.

Наиболее высокое значение натуре зерна было отмечено у сорта Еланчик и составило 825,5 г/л, что свидетельствует о его высоком потенциале в формировании выполненного зерна с повышенной плотностью. На рисунке 13 представлены результаты дисперсионного анализа, отражающие степень влияния основных изучаемых факторов на формирование натуре зерна у сортов озимой пшеницы в условиях 2025 года.

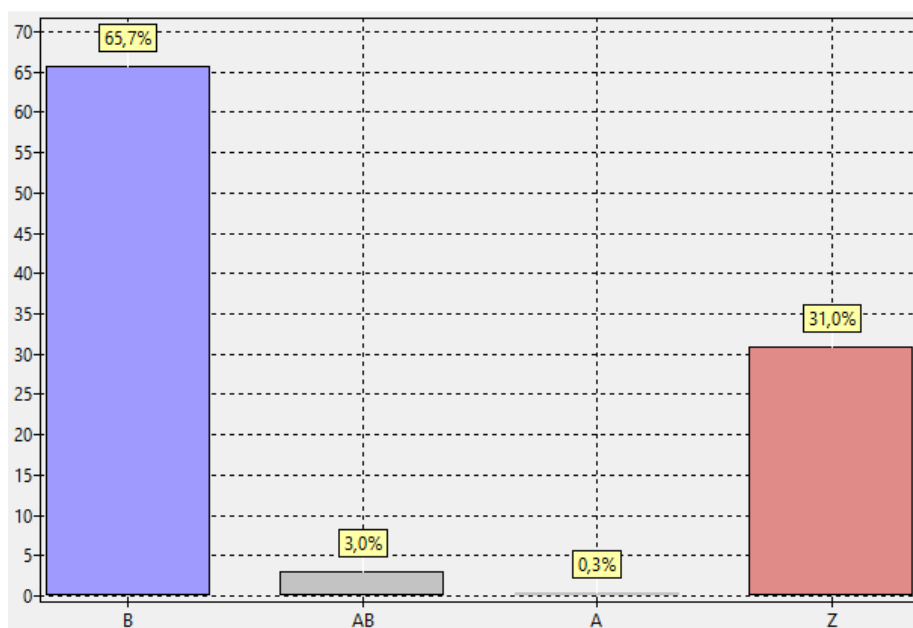


Рисунок 13 – Доля влияния факторов опыта на натуру зерна у сортов пшеницы озимой, % (2025 г.)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Анализ полученных данных показывает, что ведущее влияние на показатель натуре зерна оказывает сортовой фактор (В), доля которого составляет 65,7 % от общей вариации признака. Это свидетельствует о значительной роли генетических особенностей сортов в формировании плотности и структуры зерна. Сортные различия определяются морфологией колоса, размером и формой зерновки, а также физиолого-биохимическими особенностями процессов налива и созревания.

Влияние приема обработки почвы (фактор А) было незначительным и составило лишь 0,3 %, что говорит о слабом отклике данного показателя на агротехнические приемы в условиях 2025 года. Совместное действие факторов (А×В) проявилось умеренно - 3,0 %, что указывает на небольшое взаимодействие сортовых особенностей с приемами обработки почвы.

Значительная доля вариации 31,0 % – приходится на влияние неконтролируемых факторов (Z), в первую очередь погодных условий. В 2025 году отмечалось жаркое лето, сопровождавшееся высокими температурами в период налива зерна. Это способствовало ускоренному дозреванию и

повышению натуре зерна за счет более интенсивного обезвоживания и формирования плотного эндосперма. Однако избыточная жара могла привести и к частичному сокращению массы зерновки, что вызвало некоторое повышение вариации показателя.

И так, в условиях 2025 года наибольшее влияние на формирование натуре зерна оказал сортовой фактор, а также погодные условия, которые определяли интенсивность физиологических процессов в растениях. Агроприемы обработки почвы в данных условиях имели минимальное значение. Полученные результаты подчеркивают, что при повышенных температурах ведущую роль в обеспечении стабильности натуре зерна играют сортовые особенности, связанные с адаптацией к тепловому стрессу и способностью сохранять плотную структуру зерна.

Качество зерна пшеницы, определяемое в значительной степени содержанием сырого протеина, является ключевым показателем, зависящим от комплекса генетических, агротехнических и погодных факторов. Проведенные исследования выявили достоверное влияние как приема основной обработки почвы (фактор А), так и генотипа сорта (фактор В) на накопление белка в зерне озимой пшеницы в течение трех лет исследований (2023-2025 гг.), которые характеризовались контрастными погодными условиями.

Погодные условия вегетационных периодов оказали существенное влияние на уровень белковости зерна. В среднем по всем вариантам опыта наибольшее содержание белка было зафиксировано в 2025 году - 13,96%. Данный год характеризовался дефицитом осадков и повышенными температурами, что является типичным стресс-фактором, интенсифицирующим процессы протеинизации зерна. Недостаточное увлажнение приводит к сокращению периода налива зерна и снижению урожайности, в результате чего накопленный азот распределяется в меньшем объеме сухого вещества, повышая относительную долю белка (таблица 44).

Таблица 44 – Содержание белка в зерне сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, %

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка (к)	Алексеич	12,41	11,81	13,34	12,52
	Таня(к)	12,61	12,50	13,71	12,94
	Агрофак 100	13,81	12,35	14,82	13,66
	Классика	12,60	12,05	13,92	12,86
	Еланчик	12,00	11,90	13,70	12,53
Безотвальное рыхление*	Алексеич	12,32	11,95	13,44	12,57
	Таня(к)	12,80	12,53	13,53	12,95
	Агрофак 100	13,90	12,60	14,90	13,80
	Классика	12,54	12,01	13,81	12,79
	Еланчик	12,14	11,95	13,92	12,67
НСР _А		0,43	0,50	0,35	
НСР _В		0,49	0,33	0,54	

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Напротив, 2024 год, с осадками, близкими к среднегодовой норме, оказался наименее благоприятным для накопления белка – 12,22% в среднем по опыту. Оптимальное увлажнение способствовало формированию более высокого урожая, что привело к эффекту «разбавления» азота и, как следствие, снижению процентного содержания протеина. Показатели 2023 года заняли промежуточное положение со средним значением 12,85%, что указывает на умеренно благоприятные условия для синтеза белка.

Анализ данных показал, что прием основной обработки почвы оказывал систематическое, хотя и не всегда ярко выраженное, влияние на изучаемый признак. В среднем за три года безотвальная обработка обеспечила несколько

более высокое содержание белка – 12,96% против 12,90% на варианте со вспашкой.

Наиболее выражено данная закономерность проявилась в условиях 2025 года, характеризовавшихся дефицитом влаги. В этом году имущество безотвальной обработки почвы по содержанию белка в зерне оказалось наиболее заметным. В условиях 2024 года, отличавшегося достаточным уровнем увлажнения, различия между способами основной обработки почвы были минимальными, тогда как в 2023 году отмечалось незначительное преимущество варианта с традиционной вспашкой.

Независимо от погодных условий года и приема основной обработки почвы, сорт Агрофак 100 стабильно характеризовался наиболее высоким содержанием белка в зерне, которое варьировало в пределах 13,66–13,80%, существенно превышая средние значения по опыту. Полученные результаты свидетельствуют о высоком генетически обусловленном потенциале данного сорта к накоплению белка и позволяют отнести его к группе сортов качественного направления использования.

Сорта Таня и Классика формировали зерно со средним уровнем белковости, значения которого находились в диапазоне 12,83–12,95% (приложение 34).

Наименьшее содержание белка было характерно для сортов Алексеич и Еланчик, что указывает на их принадлежность к группе сортов с пониженными качественными характеристиками или сильнее реагирующих на неблагоприятные условия редукцией белка.

Статистические исследования, проведенные в 2024 году, показали, что содержание белка в зерне пшеницы озимой варьировало в зависимости от применяемого приема обработки почвы и биологических особенностей сорта (таблица 45).

Таблица 45 – Изменение содержания белка в зерне сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы % (2024г.)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР 0,50
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	11,8	12,5	12,4	12,1	11,9	12,1
Безотвальное рыхление*	12,0	12,5	12,6	12,0	12,0	12,2
Среднее В – НСР 0,33	11,9	12,5	12,5	12,0	11,9	Хср.12,2

Для средних АВ НСР=0,61

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Наибольшее влияние на данный показатель оказал сортовой фактор. Так, независимо от способа обработки почвы, более высоким содержанием белка характеризовались сорта Таня и Агрофак 100 – 12,5 %. Несколько ниже этот показатель был у сортов Классика (12,0 %) и Еланчик (11,9 %), а минимальное содержание белка отмечено у сорта Алексеич (11,9 %). Среднее по фактору В значение составило 12,2 %, при НСР = 0,33, что свидетельствует о достоверных различиях между сортами.

При анализе влияния приемов обработки почвы (фактор А) установлено, что наибольшее среднее содержание белка наблюдалось при безотвальной обработке почвы - 12,2 %, что на 0,1 % выше по сравнению с вариантом вспашки (12,1 %). Различия по данному фактору достоверны при НСР = 0,50.

Применение комбинированных орудий при обработке почвы способствует повышению содержания белка в зерне пшеницы озимой, особенно у высокопродуктивных сортов, таких как Таня и Агрофак 100. Это, вероятно, связано с улучшением условий минерального питания и

оптимизацией водно-воздушного режима почвы при данном способе обработки.

На рисунке 14 представлены доли влияния отдельных факторов на формирование содержания белка в зерне пшеницы озимой в условиях 2024 года. Анализ дисперсионной зависимости показал, что наибольшее влияние на данный показатель оказывает сортовой фактор (В) – его доля составляет 60,5 % от общей вариации признака. Это свидетельствует о решающем значении генетических особенностей сортов при формировании белковости зерна.

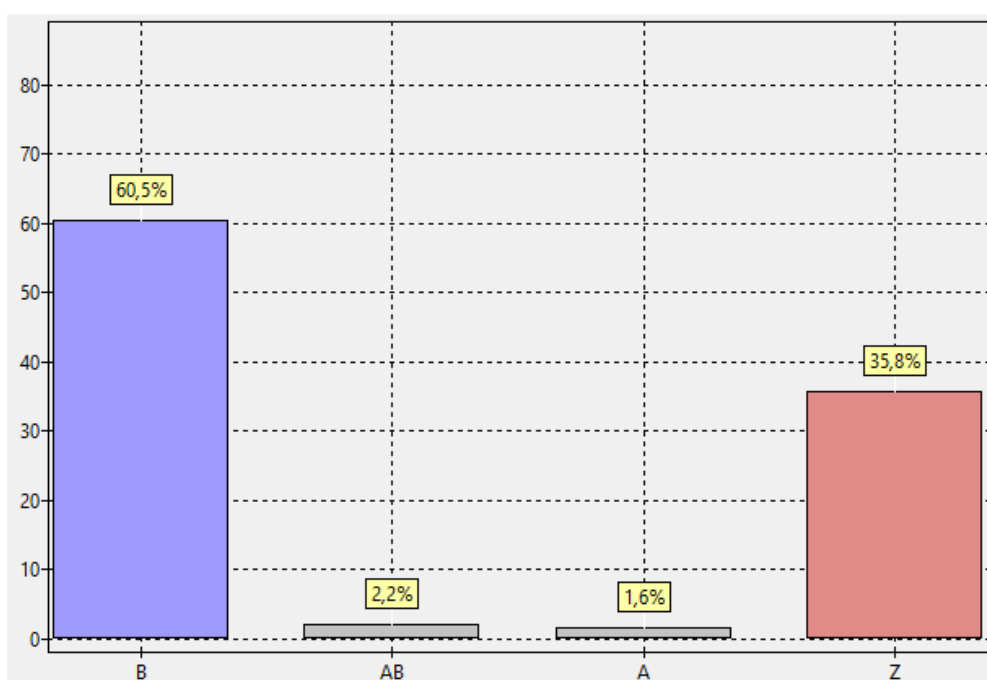


Рисунок 14 – Доли влияния факторов на содержание белка в зерне у сортов пшеницы озимой, % (2024г.)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Вторым по значимости является влияние внешних условий (остаточная часть, Z), доля которого достигает 35,8 %. Эти различия могут быть обусловлены колебаниями погодных условий, агротехническими факторами, а также микробиологической активностью почвы, не учтенной при анализе основных факторов.

Вклад приемов обработки почвы (фактор А) оказался незначительным и составил лишь 1,6 %, что указывает на слабое прямое влияние данного агроприема на накопление белка в зерне при прочих равных условиях. Совместное влияние факторов (взаимодействие А×В) составило 2,2 %, что указывает на наличие незначительного, но все же наблюдаемого эффекта взаимного действия сортовых особенностей и приемов обработки почвы.

Результаты дисперсионного анализа подтверждают, что основным определяющим фактором содержания белка в зерне пшеницы озимой является сорт, а приемы обработки почвы и их взаимодействие с сортом оказывают сравнительно малое влияние.

Результаты данных за 2025 год показали, что содержание белка в зерне озимой пшеницы варьировало в зависимости как от сортовых особенностей (фактор В), так и от применяемого приема обработки почвы (фактор А) (приложение 35). Содержание белка в зерне озимой пшеницы варьировало в зависимости как от сортовых особенностей (фактор В), так и от применяемого способа обработки почвы (фактор А).

Установлены достоверные различия между сортами по накоплению белка в зерне. Наибольшее содержание белка было характерно для сорта Агрофак 100 (14,9%), что существенно превысило показатели других изученных сортов.

При сравнении двух приемов основной обработки почвы статистически значимого влияния на среднее содержание белка в зерне по всем сортам выявлено не было.

И так, в условиях данного года исследований основным фактором, определявшим изменение содержания белка в зерне озимой пшеницы, являлся генотип сорта. Применяемые приемы основной обработки почвы не оказали статистически значимого влияния на данный качественный показатель урожая.

Представлены результаты дисперсионного анализа, отражающие доли влияния различных факторов на формирование содержания белка в зерне

пшеницы озимой в условиях 2025 года (приложение 36). Установлено, что наибольшее влияние на уровень белковости зерна оказывает сортовой фактор (В), доля которого составляет 82,9 % от общей вариации признака. Это свидетельствует о ведущей роли генетических особенностей сортов в формировании данного показателя.

Остальная часть вариации (обозначена как Z) приходится на влияние неконтролируемых факторов, доля которых составила 15,4 %. Вероятно, столь высокий остаточный процент связан с особенностями погодных условий 2025 года, в частности с высокими летними температурами, которые могли усилить стрессовое воздействие на растения и изменить их метаболические процессы. Известно, что при жаркой и засушливой погоде происходит ускоренное наливание зерна, что нередко приводит к повышению относительного содержания белка за счет снижения синтеза углеводов и уменьшения массы зерна.

Проведенные нами исследования показали, что содержание клейковины в зерне озимой пшеницы существенно варьировало как в зависимости от сорта, так и от приема основной обработки почвы и погодных условий вегетационного периода. В целом, при вспашке (контроль) отмечалось несколько более стабильное и умеренно высокое содержание клейковины. Средние значения по сортам варьировали от 22,55 % (сорт Таня) до 26,84 % (Агрофак 100). Аналогичные тенденции наблюдались и при безотвальной обработке, где диапазон составил 22,38 - 27,18 % (таблица 46).

В среднем за три года наблюдений при вспашке (контроль) содержание клейковины варьировало от 22,55 % (сорт Таня) до 26,84 % (Агрофак 100), в то время как при безотвальной обработке - от 22,38 % до 27,18 % соответственно. Полученные данные согласуются с выводами других исследователей, указывающих, что поверхностная обработка способствует улучшению водно-воздушного режима и более рациональному использованию почвенной влаги и питательных веществ, что положительно влияет на белковый обмен растений и накопление клейковины [32, 114].

Таблица 46 – Содержание клейковины в зерне сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, %

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Год			Среднее
		2023	2024	2025	
Вспашка (к)	Алексеич	24,15	23,79	27,46	25,13
	Таня(к)	23,17	21,58	22,90	22,55
	Агрофак 100	26,17	24,31	30,05	26,84
	Классика	26,03	24,05	29,17	26,42
	Еланчик	25,04	23,95	28,03	25,67
Безотвальное рыхление*	Алексеич	24,17	23,81	28,17	25,38
	Таня(к)	23,01	21,44	22,70	22,38
	Агрофак 100	26,90	24,52	30,11	27,18
	Классика	25,94	24,83	29,03	26,60
	Еланчик	25,18	23,44	28,11	25,58

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

В среднем за три года наблюдений при вспашке (контроль) содержание клейковины варьировало от 22,55 % (сорт Таня) до 26,84 % (Агрофак 100), в то время как при комбинированной обработке - от 22,38 % до 27,18 % соответственно. При безотвальной обработке отмечалось повышение содержания клейковины в среднем на 0,3-0,4% по сравнению с традиционной вспашкой.

Проведенный нами анализ межгодовой динамики показал существенное влияние гидротермических условий вегетационного периода на содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы. В 2023 году, характеризовавшемся умеренным температурным режимом и достаточным количеством атмосферных осадков, содержание клейковины находилось на относительно низком уровне. В условиях 2024 года, когда уровень увлажнения был близок к среднегодовым значениям, показатели содержания

клейковины стабилизировались, обеспечивая средний уровень данного признака у всех изучаемых сортов. Наиболее высокие значения были отмечены в 2025 году, который отличался недостатком атмосферных осадков и повышенным температурным фоном. В указанных условиях содержание сырой клейковины увеличилось на 3–5 % по сравнению с уровнем 2024 года, что свидетельствует о значительном влиянии засушливых условий на процессы формирования качества зерна.

Данная тенденция, вероятно, обусловлена усилением засушливого стресса, способствующего перераспределению метаболических процессов в сторону накопления белковых соединений при одновременном снижении доли углеводов в зерне.

Наиболее высокие значения содержания клейковины в указанный период были выявлены у сортов Агрофак 100 (30,05 %) и Классика (29,17%). Полученные результаты позволяют рассматривать данные сорта как наиболее устойчивые с точки зрения качественных характеристик зерна при неблагоприятных условиях влагообеспечения в течение вегетационного периода.

Анализ экспериментальных данных выявил нами наличие статистически достоверных различий между исследуемыми сортами по содержанию клейковины. Минимальное значение данного показателя было установлено у сорта Таня, что существенно ниже по сравнению со всеми остальными вариантами опыта. Наиболее высокие и статистически достоверные показатели сформировали сорта Агрофак 100 и Классика, у которых среднее содержание клейковины составило по 24,4 %. Промежуточное положение заняли сорта Алексеич (23,8 %) и Еланчик (23,7 %), между которыми достоверных различий не выявлено (таблица 47).

Результаты исследования свидетельствуют о выраженной сортовой дифференциации по способности формировать высокое содержание клейковины, что подтверждает важную роль генотипических особенностей в определении технологических качеств зерна озимой пшеницы.

Таблица 47 – Сортвые особенности формирования содержания клейковины в зерне озимой пшеницы при различных приемах обработки почвы, % (2024 г.)

Прием обработки (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР 0,35
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	23,8	21,6	24,3	24,1	24,0	23,5
Безотвальное рыхление*	23,8	21,4	24,5	24,8	23,4	23,6
Среднее В – НСР 0,45	23,8	21,5	24,4	24,4	23,7	Хср.23,6

Среднее АВ НСР 0,64

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Сопоставление двух приемов основной обработки почвы не выявило статистически достоверного влияния данного фактора на средний уровень содержания клейковины в зерне по совокупности изученных сортов. Анализ отдельных сочетаний «прием обработки почвы × сорт» также показал отсутствие значимого взаимодействия факторов в большинстве исследуемых вариантов. Это указывает на слабовыраженный и нестабильный характер сортовой реакции на изменение агрофона обработки почвы в отношении формирования данного качественного показателя.

Следовательно, в агроклиматических условиях 2024 года определяющим фактором, обуславливающим вариабельность содержания клейковины в зерне озимой пшеницы, выступал сорт. Используемые способы основной обработки почвы не обеспечили системного и статистически значимого воздействия на данный показатель качества зерна.

На рисунке 15 представлены доли влияния основных факторов на формирование содержания клейковины в зерне озимой пшеницы в условиях 2024 года. Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о

доминирующей роли сортового фактора (В), удельный вес которого превышал 90 %. Это подтверждает, что процессы накопления белково-клейковинного комплекса зерна в наибольшей степени определялись генетически обусловленными особенностями сорта.

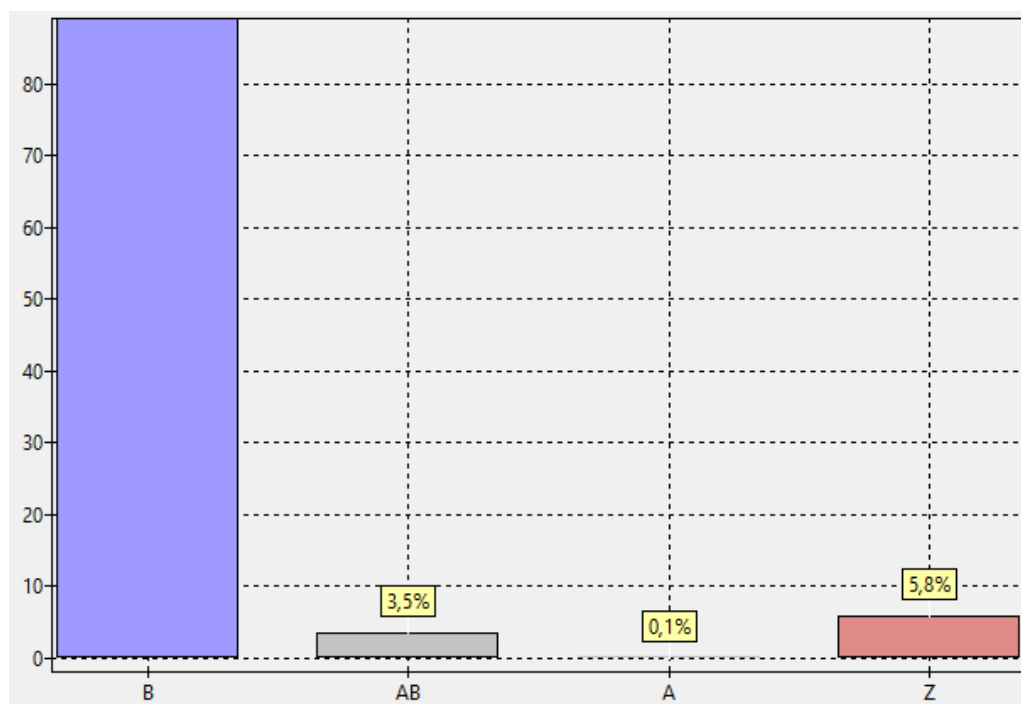


Рисунок 15 – Доли влияния факторов на содержание клейковины в зерне у сортов пшеницы озимой, % (2024 г.)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Вклад приема обработки почвы (фактор А) оказался минимальным – 0,1 %, что подтверждает незначительное прямое влияние способа обработки почвы на формирование клейковины при прочих равных условиях.

Результаты исследований за 2025 год, который характеризовался повышенным температурным фоном в течение летнего периода, выявили четкую сортовую специфику по накоплению клейковины в зерне озимой пшеницы. Влияние же способов основной обработки почвы оставалось статистически незначимым (приложение 37). Статистический анализ не выявил значимого влияния способов основной обработки почвы на среднее по вариантам содержание клейковины. Среднее значение по варианту вспашка

составило 27,5%, а по варианту безотвальное рыхление – 27,6%. Это позволяет сделать вывод, что в условиях температурного стресса 2025 года дифференциация влагообеспеченности, потенциально создаваемая разными обработками, не оказала решающего влияния на синтез белково-клейковинного комплекса.

Установлены высокодостоверные различия между сортами. Сорт Агрофак 100 продемонстрировал наивысшее содержание клейковины – 30,1 %, что существенно превысило показатели всех других изучаемых сортов и указывает на его высокую устойчивость к стрессовым температурным условиям. Сорта Классика (29,1%) и Еланчик (28,1%) сформировали группу со стабильно высокими значениями.

Жаркие погодные условия способствовали усилению роли генетической устойчивости сортов к температурному стрессу и подтвердили, что устойчивость сортов к неблагоприятным климатическим воздействиям является ключевым условием стабилизации качества зерна.

В течение исследуемого периода (2023-2025 гг.) установлено, что формирование качественных показателей зерна пшеницы озимой (содержание белка, клейковины и натуре) в значительной степени зависело и от погодных условий вегетационного периода. Избыточное увлажнение 2024 года и высокие температуры 2025 года оказали разнонаправленное влияние на накопление белково-клейковинного комплекса и физические характеристики зерна.

В условиях влажного и прохладного 2024 года ведущим фактором формирования качества зерна являлись погодные условия (до 76,5 % общей вариации). Избыточное количество осадков способствовало снижению содержания белка и клейковины, уменьшению натуре зерна и нивелированию различий между сортами и агротехническими приемами.

В жарком и засушливом 2025 году доминирующим фактором формирования качества стал сорт (до 98,9 % влияния по содержанию клейковины и 65,7 % - по натуре). Повышенные температуры ускорили налив

и созревание зерна, что приводило к повышению содержания белка и клейковины, а также увеличению плотности зерна. В то же время экстремальные погодные условия усиливали проявление генетической устойчивости сортов и их различий по качеству продукции.

В условиях климатической изменчивости стабильность качества зерна пшеницы озимой обеспечивается прежде всего сортовыми особенностями. Для получения высококачественного зерна необходимо подбирать сорта, устойчивые к избыточному увлажнению и тепловому стрессу, а также адаптировать систему обработки почвы с учетом гидротермических условий конкретного года.

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Основная цель разных приемов обработки почвы - создать оптимальные условия для посева, перезимовки и развития озимой пшеницы при минимальных совокупных затратах. Правильно выбранный прием напрямую влияет на урожайность и себестоимость. Экономическое значение применения различных приемов подготовки почвы под озимую пшеницу заключается в поиске оптимального баланса между затратами и доходностью для конкретного хозяйства.

Возделывание озимой пшеницы остается одной из ключевых отраслей зернового производства, формируя основу продовольственной безопасности и сырьевой базы перерабатывающей промышленности.

Экономическая эффективность возделывания определяется соотношением полученной выручки и затрат на производство. Чем выше урожайность и ниже себестоимость, тем выше величина условного дохода и рентабельности. То есть, экономическая оценка позволяет выявить наиболее прибыльную технологию, определить экономически предпочтительные сорта, обосновать выбор структуры посевов,

Для оценки эффективности применялись следующие расчетные показатели: урожайность (т/га), производственные затраты (тыс. руб./га), себестоимость продукции (тыс. руб./т), стоимость валовой продукции (тыс. руб./га), условный доход (тыс. руб./га) и рентабельность (%) (таблица 48).

Таблица 48 – Показатели экономической эффективности сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, среднее 2023-2025 гг.

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор С)	Урожайность, т/га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Себестоимость, тыс. руб./т	Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	Условный доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Вспашка	Алексеич	7,92	45,90	5,79	122,76	76,86	167
	Таня(к)	7,88	45,90	5,82	122,14	76,24	166
	Агрофак 100	7,34	45,90	6,25	113,77	67,87	148
	Классика	7,46	45,90	6,15	115,63	69,73	152
	Еланчик	7,77	45,90	5,90	120,43	74,53	162
Безотвальное рыхление*	Алексеич	8,18	43,60	5,33	126,79	83,19	190
	Таня(к)	8,17	43,60	5,34	126,64	83,04	190
	Агрофак 100	7,65	43,60	5,69	118,58	74,98	172
	Классика	7,82	43,60	5,58	121,21	77,61	178
	Еланчик	8,17	43,60	5,33	126,63	83,03	190

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Сравнительная экономическая эффективность по приемам обработки почвы показала, что безотвальная обработка обеспечивает более высокую урожайность (+0,32 т/га), ниже себестоимость продукции, меньшие производственные затраты (таблица 49).

Таблица 49 – Средние экономические показатели по фактору А (прием обработки почвы), среднее 2023-2025 гг.

Показатель	Вспашка	Безотвальное рыхление*
Урожайность, т/га	7,67	8,00
Производственные затраты, тыс. руб./га	45,90	43,60
Себестоимость, тыс. руб./т	5,98	5,45
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	118,95	123,97
Условный доход, тыс. руб./га	73,05	80,37
Рентабельность, %	159%	184%

Сравнение экономической эффективности сортов (фактор В) показывает различную реакцию сортов при различных приемах обработки почвы под посев пшеницы (таблица 50).

Таблица 50 – Средние экономические показатели по сортам пшеницы озимой, среднее 2023-2025 гг.

Сорт	Рентабельность, %	Условный доход, тыс. руб./га
Алексеич	178,5	80,03
Таня(к)	178,0	79,64
Еланчик	176,0	78,78
Классика	165,0	73,67
Агрофак 100	160,0	71,43

По результатам нашего анализа можно заключить, что наиболее экономически выгодные сорта это Алексеич и Таня (практически одинаковые

показатели), чуть лучше у Алексеич. Сорты Классика и Агрофак 100 заметно уступают по доходу и рентабельности.

Результаты наших исследований показали, что наиболее экономически эффективная технология - это комбинированная обработка почвы независимо от сорта. Лучшие по экономическим показателям стали сорта Алексеич, Таня и Еланчик (особенно в сочетании с безотвальной обработкой). У них установлена максимальная рентабельность (190 %) и наибольший условный доход (83 тыс. руб. / га).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетний полевой эксперимент, проведенный в 2023–2025 годах в условиях Западного Предкавказья, позволил дать всестороннюю агрономическую и экономическую оценку приемам обработки почвы при выращивании пяти сортов пшеницы озимой, их влияние на урожайность и показатели качества зерна.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Сравнение приемов обработки показал, что безотвальная обработка обеспечивает более высокое содержание водопрочных агрегатов среднего размера (0,25–10 мм), меньшее количество пылевой фракции (<0,25 мм). Этот прием обработки почвы, в отличие от отвальной вспашки, в большей степени способствует сохранению агрономически ценных почвенных агрегатов к моменту посева. Полученные различия между вариантами обработки статистически достоверны.

2. В начале весенней вегетации при использовании отвальной вспашки отмечено более высокое содержание мелкодисперсной фракции (на 4–6 %) и коэффициент структурности снижался на 0,2–0,3 по сравнению с другим вариантом. Применение безотвальной обработки почвы обеспечивало более эффективное сохранение агрономически ценных агрегатов размером 0,25–10 мм в весенний период. Установлено что наибольшее влияние в их изменчивость оказал почвенный горизонт, доля влияния которого в разные годы исследований составляла 65–75 %. Вклад приема обработки почвы был существенно ниже, однако оставался статистически значимым и находился в пределах 16–26 %.

3. В течение вегетационного периода от посева до фазы колошения в обоих вариантах основной обработки наблюдалась закономерная тенденция к увеличению плотности почвы. При использовании отвальной вспашки процессы уплотнения почвы протекали более интенсивно, особенно в горизонте 10–20 см, где увеличение плотности сложения достигало 0,20 г/см³.

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о статистически значимом влиянии фактора А (прием обработки почвы) и фактора С (почвенного горизонта), а также их взаимодействия на изменение плотности почвы.

4. Результаты математико-статистического анализа содержания влаги в почве показали, что в среднем по исследуемому почвенному профилю безотвальная обработка обеспечивала статистически значимое повышение влажности почвы по сравнению с вариантом отвальной вспашки.

Совокупный вклад факторов приемов обработки почвы и глубины горизонта в формирование влажности почвы в отдельные годы достигал 80 %, что свидетельствует об их определяющей роли в регулировании водного режима почвы в весенний период вегетации растений.

5. Безотвальная обработка почвы способствовала более высокой полевой всхожести семян пшеницы озимой по сравнению со вспашкой. Наиболее высокую всхожесть (94-95%) при данном способе обработки стабильно обеспечивал сорта Классика, Агрофак 100, Еланчик, что указывает на их высокую адаптивность и потенциал для использования в ресурсосберегающих технологиях возделывания пшеницы озимой.

6. Установлена стабильная тенденция о влиянии приема обработки почвы на продолжительность отдельных фенологических фаз озимой пшеницы. При безотвальном рыхлении период посев – всходы сокращалась на 2 дня, а продолжительность кущение - колошение увеличивалась на 2–3 дня по сравнению со вспашкой. Общая продолжительность вегетационного периода при безотвальной обработке была выше в среднем на 1–2 дня. Наибольшие различия отмечены у сортов Агрофак 100, Классика и Еланчик, у которых вегетационный период увеличился на 3–4 дня.

7. Изучаемые приемы основной обработки почвы вспашка и безотвальная обработка оказали статистически равнозначное влияние на густоту стояния побегов озимой пшеницы, а так же установлено достоверное влияние генотипа на формирование густоты стояния побегов

озимой пшеницы. Наибольшей способностью к формированию выровненного и оптимального по плотности стеблестоя характеризовались сорта Таня и Алексеич (6,8 млн шт./га).

8. Засоренность посевов озимой пшеницы в период весеннего кущения зависела от приемов основной обработки почвы, также от погодных условий вегетационного периода. При применении безотвального рыхления почвы по сравнению со вспашкой отмечена тенденция к повышению засоренности посевов озимой пшеницы в фазе кущения весной. Засоренность по вариантам изменялась от 13 до 17 сорных растений на 1 м^2 .

9. Безотвальная обработка обеспечивала статистически значимый прирост площади листьев по всем фазам. Этот прием обработки почвы по сравнению со вспашкой способствовал увеличению в фазу колошения до 4,1 тыс. $\text{ м}^2/\text{ га}$ и разница математически достоверна. Наибольшая площадь листьев и математически достоверная формируется на вариантах, где проводилась обработка комбинированным орудием и отмечена у сортов Алексеич, Таня и Еланчик (от 69 до 70 тыс. $\text{ м}^2/\text{ га}$).

10. Комплексная оценка динамики фотосинтетического потенциала сортов пшеницы озимой за годы эксперимента показала, что безотвальная обработка почвы обеспечивала наибольший фотосинтетический потенциал растений и в среднем на 8–10 % выше, чем при вспашке. У сорта Еланчик и Классика отмечены наивысшими показателями ФПП (до 3183 тыс. $\text{ м}^2 \cdot \text{ сут}/\text{ га}$).

11. Показано устойчивое преимущество безотвального рыхления почвы по уровню чистой продуктивности фотосинтеза пшеницы озимой и составило по сортам от 15,6 до 20,3 $\text{ г} / \text{ м}^2 \times \text{ сутки}$, что на 10–15 % выше, чем при вспашке. Максимальные значения ЧПФ (до 20,3 $\text{ г}/\text{ м}^2 \times \text{ сут}$) достигалось при безотвальной обработке у сортов Еланчик и Классика, характеризующихся высокой фотосинтетической активностью и адаптивностью к условиям дефицита влаги.

12. Содержание хлорофилла в листьях сортов пшеницы озимой изменялось в зависимости от фазы развития, сортовых особенностей и

приемов обработки почвы. Наибольшие значения показателя отмечены в фазу колошения (5,2–6,5 мг/г сырого вещества), что соответствует периоду максимальной фотосинтетической активности. Обработка комбинированным орудием обеспечила увеличение содержания хлорофилла на 4–8 % по сравнению со вспашкой. Сорта Еланчик и Классика характеризовались наиболее высоким и математически достоверным содержанием хлорофилла в сравнении с другими сортами. Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о наибольшие доли влияния сортовых особенностей на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы в фазу колошения.

13. Динамика содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой характеризовалась ростом концентрации от фазы весеннего кущения до колошения и снижением к молочной спелости, что связано с физиологическим старением листьев. Безотвальная обработка почвы обеспечила повышение содержания каротиноидов на 6–8 % по сравнению с традиционной вспашкой и это изменение математически достоверно. Анализ долей влияния факторов на содержание каротиноидов в листьях озимой пшеницы (фаза колошения) показал, что основным фактором является сорт (по годам 62–66 %).

14. Безотвальное рыхление почвы обеспечивало более устойчивое формирование урожайности озимой пшеницы в условиях варьирования влагообеспеченности (от 7,82 до 8,18 т/га). Полученные различия между приемами обработки почвы указывает на статистическую достоверность поверхностной подготовки. Дисперсионный анализ показал основное влияние на величину урожая оказывал фактор В (сорт), доля которого составила по годам от 41 до 82 %. При этом сорта Таня, Еланчик и Алексеич показали математически достоверное увеличение урожайности (0,26–0,40 т/га).

15. При безотвальной обработке почвы получены более высокие значения массы зерна с колоса у всех исследуемых сорт и эти изменения математически достоверны по сравнению со вспашкой. Наибольшую массу зерна с колоса имели сорта Еланчик (1,27 г) и Классика (1,22 г). Статистический анализ данных показывал, что наибольшее влияние на массу

зерна с колоса оказывает фактор В (сорт) и доля влияния которого по годам составила от 55 до 63 %. Максимальные показатели природы зерна были получены при безотвальной обработке почвы у сортов Таня и Еланчик (от 795 до 800г/л), что позволяет рекомендовать их для возделывания в данных почвенно-климатических условиях.

16. Наибольшее содержание белка в зерне озимой пшеницы (13,96 % в среднем по опыту) сформировалось в засушливых условиях 2025 года и с повышенными температурами. Приемы обработки почвы не показали достоверного влияния на формирования количества белка в зерне. Наибольшее влияние на данный показатель оказывает сортовой фактор (В) и его доля составляет 60-82%. Установлены математически достоверные сортовые различия у сорта Агрофак 100 (13,73%). Наибольшие значения клейковины в зерне озимой пшеницы отмечены у сортов Агрофак 100 (27,18%) и Классика (26,60) при безотвальной обработке почвы и эти изменения математически достоверны. Максимальное влияние на накопление клейковины оказывает сортовой фактор (В), доля которого составляет до 90 %

17. Наиболее экономически эффективной технологией является эбезотвальное рыхление почвы независимо от сорта. Лучшие по экономическим показателям стали сорта Алексеевич, Таня и Еланчик (особенно в сочетании с безотвальной обработкой). У них установлена максимальная рентабельность (190 %) и наибольший условный доход (83 тыс. руб./га).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения максимального урожая с наибольшим экономическим эффектом в условиях Западного Предкавказья при выращивании пшеницы озимой по предшественнику кукуруза на зерно рекомендуется:

– после уборки кукурузы на зерно проводить двукратное дисковое лушение на глубину 6–8 см. После лушения вносить удобрения (аммофос в дозе 80 кг/ га), с последующей предпосевной обработкой комбинированными орудиями на глубину 15–18 см, что позволит тщательно измельчить пожнивные остатки и обеспечит мелкокомковатую структуру почвы;

– высевать сорта Алексееч, Таня, Еланчик, устойчивые к поздним срокам посева, уплотненному посевному слою, а также к фитопатогенам, развивающимся на остатках кукурузы.

ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы научных исследований по данной теме связаны с формированием интегрированных технологий выращивания озимой пшеницы после предшественника кукурузы на зерно, основанных на адаптивном подборе сортов, ресурсосберегающих приемах обработки почвы, рациональной системе удобрений и современных подходах к фитосанитарному контролю. Комплексный междисциплинарный подход позволит повысить урожайность и устойчивость агроценозов в условиях меняющегося климата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, Н. В. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и уровня минерального питания / Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 6. - С. 4-7.
2. Агробиологическая оценка сортов озимой пшеницы / А. А. Макаров, Н. И. Мамсиров, Н. Г. Таболин [и др.]// Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Майкоп, 19–21 октября 2022 года. – Майкоп: Издательство "Магарин Олег Григорьевич", 2022. – С. 201-204.
3. Агроклиматический справочник по Краснодарскому краю. – Краснодар: Кн. изд-во. -1961. - 467 с.
4. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края - Л.: Гидрометеоиздат. - 1975. - 276 с.
5. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края – Л.: Гидрометеоиздат. - 1982. -237 с.
6. Агроклиматические ресурсы СССР. -Л. Гидрометеоиздат – 1985. - С. 89-153.
7. Азизов, З. М. Влияние систем приемов основной обработки почвы в сочетании с применением азотного удобрения на урожайность сортов озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья / З. М. Азизов, В. В.Архипов; И. Г Имашев // Аграрный научный журнал - 2023. - № 10. - С. 4-13.
8. Азизов, З. М. Отзывчивость сортов озимой пшеницы на системы приемов основной обработки почвы в сочетании с применением азотного удобрения в условиях Нижнего Поволжья / З. М.Азизов; В. В.Архипов; И. Г Имашев // Земледелие. - 2023. - № 3. - С. 17-21.
9. Акимова О.И. Формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы в весенне-летний период / О.И. Акимов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2009. - № 8 (58). - С. 18-23.

10. Алабушев, В.А Растениеводство / В.А. Алабушев. - Ростов н/ Д.: Издательский центр "Март", 2001. - 384с.
11. Алехин, В. Т. Пути оптимизации защиты зерновых культур / В. Т. Алехин // Защита и карантин растений. - 2014. - № 8. - С. 3-8.
12. Анощенко, Б.Ю. Учет влияния средовых факторов на фенотипическое проявление признака / Б. Ю. Анощенко // Тез.докл. VI съезда БелОГИС. -Горки,1992. - С.22.
13. Баздырев, Г. И. Агроэкологическая и агрономическая эффективность почвозащитных приемов обработки почвы и средств химизации на склоновых землях / Г. И. Баздырев, М. А. Павликов // Известия ТСХА. - 2004". - Вып. 2. - С. 3-15.
14. Бакаева, Н. П. Влияние предшественников, способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и биохимические показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н. П. Бакаева, О. Л. Салтыкова // Успехи современного естествознания, 2007, - № 12. С. 5-10
15. Балашов, В.В. Реакция сортов озимой пшеницы на засуху в подзоне светло- каштановых почв Волгоградской области/В.В. Балашов, А.К. Агафонов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2011. - № 3 (23). С.1-5.
16. Балашов, В.В. Реакция сортов озимой пшеницы на погодные условия / В.В.Балашов, В.Н. Левкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2007. № 1 (5). -С.93-95.
17. Беспалова, Л.А. Мозаика сортов - решающий фактор стабильных урожаев / Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, Ф.А. Колесников, Г.// Защита растений в Краснодарском крае. Региональное приложение. - Москва: Издательство Агрорус. - 2007. № 12. - С. 6-7.
18. Беспалова, Л.А. Результаты и перспективы селекции пшеницы и сортовая политика / Л.А. Беспалова // Совершенствование системы земледелия

в различных агроландшафтах Краснодарского края. - Краснодар, 2004. - С. 134-136.

19. Беспалова, Л.А. Сорта пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ имени П.П. Лукьяненко: Каталог/ Л.А. Беспалова, А.А. Романенко, Ф.А. Колесников [и др.]. - КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Краснодар, 2016. - 143 с.

20. Беспалова, Л.А. Достижения и направления дальнейшего развития селекции, семеноводства и размножения растений / Л.А. Беспалова, Ю.К. Гончарова, В.А. Драгавцев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 66. - С. 8-14.

21. Беспалова, Л.А. Сорта пшеницы и тритикале: каталог / Л.А. Беспалова, А.А. Романенко, И.Н., Кудряшов [и др.]. - Краснодар: Издательство "ЭДВИ", 2024- 176 с.

22. Бондаренко, М. В. Комплексное влияние севооборотов, удобрений и приемов обработки на показатели плодородия чернозема типичного и урожайность основных сельскохозяйственных культур: автореф. дис... канд. с.-х. наук.: 4.2.1/ Бондаренко Майя Викторовна - Белгород, 2005. - 22 с.

23. Борин, А. А. Какая обработка почвы лучше? / А. А. Борин, И. Г. Мельцаев // Земледелие. - 1995, - № 4. - С. 32.

24. Боронтов, О. К. Влияние обработки почвы и предшествующей культуры на структуру чернозема выщелоченного / О. К. Боронтов, И.М. Никульников // Агрехимия. - 2003, - №3, - С. 5-17

25. Бызов, И. С. Ресурсосберегающие обработки почвы в зернотравяном севообороте / И. С. Бызов [и др.] // Земледелие. - 2015. - № 1. - С. 15-17.

26. Васюков, П.П. Влияние некоторых метеорологических факторов на урожайность озимой пшеницы / П.П. Васюков, Г.В. Чуварлеева, В.И. Цыганков // Достижения науки и техники АПК. - 2008. - №1. - С.28-29.

27. Власенко, А.Н. Разработка технологии No-Till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Земледелие. - 2011. - № 5. - С. 20-22.

28. Влияние способов основной обработки почвы, удобрений и мелиоранта на показатели плодородия и урожайность озимой пшеницы / В.М. Кильдюшкин, А. Г. Солдатенко, В. А. Кулик [и др.]// Биологизация земель в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Материалы Всероссийской научно-практической конференции БелНИИСХ - Отчий край, Белгород. - 2015. - С. 108-113

29. Влияние подготовки почвы и внесения аммофоса на урожайность и структуру урожая сортов озимой пшеницы / С.П. Капралов, А.А. Квашин, Н.Н. Нецадим [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2023. - № 107. - С. 87-96.

30. Галкин, А.А. Инновационные технологии обработки почвы при посеве зерновых культур в условиях Нижегородской области / А.А. Галкин, А.В. Пасин, Л.А. Кистанова // Современные проблемы науки и образования. - 2016. - №8 – С 14 – 18.

31. Гармашов, В. М. Изменение свойств чернозема обыкновенного при различных способах основной обработки / В. М. Гармашов, В. И. Трусов, С. А. Гаврилова // Земледелие. - 2014. № 6. - С.17-19.

32. Генетическая защищенность сортов озимой пшеницы от ржавчинных болезней / Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Ж.Н. Худокормова [и др.] //Рисоводство. - 2019. - № 4 (45), - С.30-37.

33. Голева, Г.Г. Изучение продуктивности и ее элементов у сортов озимой пшеницы при селекции на гомеостатичность в условиях Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Голева Галина Геннадьевна. - Рамонь, 1997. -18 с.

34. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник РАСХН. - 2005. - №6. - С.49-53.

35. Гончаренко, А.А. Проблема экологической устойчивости сортов зерновых культур и задачи селекции / А.А. Гончаренко // Аграрный вестник Юго-Востока. - 2015. - №1-2(12-13). - С.32-35.
36. Гончаренко, А.А. Оценка адаптивного потенциала сортов зерновых культур и задачи селекции А.А. Гончаренко // Продовольственная безопасность сельского хозяйства России в XXI веке. Жученковские чтения II: сборник научных трудов. - Вып. 11 (59). - М.: ООО «Угрешская типография», 2016 С.27-32.
37. Гончаренко, А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции / А.А. Гончаренко // Зерновое хозяйство России. - 2016- № 2 (44). - С. 31-36.
38. Грабовец А.И. Озимая пшеница (монография) / А.И. Грабовец М.А. Фоменко. - Ростов-на-Дону: Юг, 2007. - 560 с.
39. Григорян, Э.М. Метод сравнительного анализа реакции генотипов на изменение условий среды / Э.М. Григорян, А.В. Абакуленко, А.А. Смалько // Доклады ВАСХНИЛ. - 1981. - №5. - С.8-11.
40. Гринев, В. М. Сочетание обработок в севообороте / В. М. Гринев // Земледелие. - 1986. - № 10. - С. 33-34.
41. Губанов, Я. В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. - М.: Агропром-издат,1988. - 303 с.
42. Гузенко, А. Ю. Зависимость урожайности озимой пшеницы от почвенно-климатических условий и различных обработок почвы в зоне светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья/ А. Ю Гузенко; А.В. Солоникин; А. И. Беляев // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. - 2023. - Т. 15, № 2. - С. 92–124. -
43. Дедов, А. В. Плодородие чернозема типичного и урожайность озимой пшеницы в звене севооборота с приемами биологизации / А.В. Дедов, Д. А. Болучевский // XVIII Международная научно производственная конференция «Проблемы и перспективы инновационного развития

агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий». - Белгород. - 2014. – С 24 - 26.

44. Денисова С.И. Оценка перспективных селекционных линий озимой пшеницы в период вегетации в условиях засухи / С.И. Денисова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2011. Т. 3. № 31-1 - С. 25-28.

45. Дорожко, Г.Р. Прямой посев полевых культур - одно из направлений биологизированного земледелия / Г.Р. Дорожко, В.М. Пенчуков, О.И. Власова // Вестник АПК Ставрополя. - 2011. - № 2. - С. 7-11.

46. Дорожко, Г.Р. Динамика продуктивной влаги в зависимости от способа основной обработки почвы / Г.Р. Дорожко, Д.Ю. Бородин // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа: Матер. 74-й науч.-практ. конф. - Ставрополь: Кн. изд-во «Параграф», 2010. - С. 72-74.

47. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 383 с.

48. Драгавцев, В.А. Физиологические основы селекции растений. / В.А. Драгавцев, Г.В. Удовенко // Спб.: Изд-во ВИР, 1995. Т.2 - 622 с.

49. Дрепа, Е.Б. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур в полевом зернопропашном севообороте / Е.Б. Дрепа, Е.Л. Попова // Вестник АПК Ставрополя. - 2011. - № 2. - С.12-13.

50. Дрепа, Е.Б. Физические свойства почвы при технологии No-Till / Е.Б. Дрепа, А.С. Голубь // Вестник АПК Ставрополя. - 2014. - № 4. - С. 181-185.

51. Дридигер, В.К. Климатические, почвенные и экономические предпосылки внедрения системы земледелия без обработки почвы в Ставропольском крае / В.К. Дридигер, Н.Н. Шаповалова // Бюллетень СНИИСХ. - 2014. - № 6. - С. 58-67.

52. Дридигер, В.К. Технология прямого посева в Аргентине / В.К. Дридигер // Земледелие. - 2013. - № 1. - С.21-24.

53. Дридигер, В.К. Эффективность возделывания полевых культур по технологии прямого посева / В.К. Дридигер, А.А. Куценко // Аграрная наука, творчество, рост: сб. науч. тр. - Ставрополь. - 2014. - С. 53-57.
54. Егоров, Н. М. Эффективность основной обработки почвы и сортов при выращивании озимой пшеницы / Н. М. Егоров; А. В. Зеленев; А. И. Беленков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (220). - С. 50-57.
55. Егушова, Е.А. Технологические качества зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / Е.А. Егушова, Е.П. Кондратенко // Вестник КрасГАУ. - 2014. - № 2. - С. 66-70.
56. Егушова, Е.А. Сортовая структура озимой пшеницы в Кемеровской области и ее роль в повышении урожайности / Е.А. Егушова, Е.П. Кондратенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2012. - № 6 (92). - С. 20-23.
57. Ефремова, В.В. Адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы в различных условиях выращивания / В.В. Ефремова, Ю.Т. Аистова // Эволюция научных технологий в растениеводстве: Сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко: В 4-х т. - Краснодар, 2004. - Т.2: Тритикале. Сортоизучение и семеноводство. Ячмень. Кукуруза. - С.87-93.
58. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секатуева // Селекция и семеноводство. - 1994. - №2. - С. 3-6.
59. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи / П.М. Жуковский. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Колос, 1964. - 751 с.
60. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А.А. Жученко. – М.: ООО "Издательство Агрорус", 2004. – 1109 С.

61. Жученко, А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке / А.А. Жученко.- Саратов: ООО "Новая газета", 2000. - 275 с.

62. Жученко, А. А. Проблемы ресурсосбережения в зерновом хозяйстве. Сберегающее земледелие: будущее сельского хозяйства России / А.А. Жученко // Матер. IV междунар. науч.-практ. конф. - Самара, 2004. - С. 10-15.

63. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал зерна в России (теория и практика): Моногр. / А.А.Жученко. - М.: Изд-во «Агрорус», 2004. - 1112 с.

64. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В 3 т. Т.2 / А.А. Жученко. - М.: Изд-во «Агрорус», 2009. - 1104 с.

65. Захарова, Н.Н. Исходный материал в селекции озимой мягкой пшеницы на зимостойкость в лесостепи Поволжья / Н.Н. Захарова, А.Я. Кистанов, С.И. Котова, Т.Н. Романова // Вавиловские чтения-2013: Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 126-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ, Саратов, 25-27 ноября 2013 года. - Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2013. - С. 38-39.

66. Захарова, Н.Н. Влияние погодных условий на изменчивость показателей качества зерна и урожайность озимой мягкой пшеницы / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 05-06 февраля 2015 года. - Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. - С. 11-12.

67. Захарова, Н.Н. Зависимость урожайности сортообразцов озимой мягкой пшеницы коллекционного питомника от их зимостойкости / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров, М.Н. Гаранин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы

VII Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 04-05 февраля 2016 года. - Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2016. - С. 270-274.

68. Захарова, Н.Н. Высокоурожайные селекционные линии озимой мягкой пшеницы в сортоиспытаниях Ульяновского ГАУ / Н.Н. Захарова, Е.А. Стожарова // Наука и Образование. - Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2021, - Т, 4. № 2.

69. Захарова, Н.Н. Основы адаптивной селекции озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: монография / Н.Н. Захарова, В.А. Исайчев, Н.Г. Захаров. - Ульяновск: УлГАУ, 2022. - 216 с.

70. Захарова, Н.Н. Адаптивный сортимент озимой мягкой пшеницы для южной зоны Ульяновской области / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров / Международная научно-практическая конференция «Вавиловские чтения - 2022» посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, 23-25 ноября 2022 г. - Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2022. - С, 38-13.

71. Иванов, П.В. Влияние систем обработки почвы на качество зерна пшеницы / П.В Иванов, А.А. Кузнецов // Аграрная наука, 2018. №7. С. 35–39.

72. Изучение эффективности андрогенеза у гибридов мягкой пшеницы с генетическим материалом, переданным от синтетической формы RS7 / В. И. Басов, Э. Р. Давоян, А. А. Кресамова [и др.] // Агроинновации: интеграция науки и бизнеса: Материалы Школы-конференции для молодых ученых с международным участием, Краснодар, 25–27 июня 2025 года. – Краснодар: Федеральный научный центр риса, 2025. – С. 21-28.

73. Калининко, И.Г. Селекция озимой пшеницы / И.Г. Калининко. – Москва. "Родник", 1995. - 220 с.

74. Калининко, И.Г. Селекция озимой пшеницы / И.Г. Калининко. М.: Родник, 1995. - 200с.

75. Калинин, И.Г. Селекция озимой пшеницы в Донском селекцентре / И.Г. Калинин // Сборник научных трудов. Юбилейный выпуск, посвященный 95-летию со дня рождения академика П.П. Лукьяненко. - Краснодар, 1996. - С. 9-13

76. Каптанов, А. Н. Значение и управление агрофизическими показателями почв в современной земледелии / А. Н. Каптанов, А.Г. Бондарев // Современная агрофизика высоким агротехнологиям. Материалы Международной конференции. - Санкт-Петербург. - 2007. - С. 112-114.

77. Картамышев, Н. И. Изменение функции обработки почвы в интенсивном земледелии / Н. И. Картамышев, И. Т. Бардунова, Н.В. Афонченко // Экологические проблемы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия. сб. науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. - Курск, 1989. - С. 57-69.

78. Картамышев, Н. И. Научные основы обработки почвы. - Курск: Изд-во КГСХА. - 1996. - 146 с.

79. Кауричев, И. С. Почвоведение / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, Н. Н. Розов и др. - М.: Агропромиздат. - 1989. - 719 с.

80. Квашин, А.А. Оценка влияния приемов подготовки почвы, удобрений и сортов озимой пшеницы на урожайность / А.А. Квашин, А.В. Коваль, С.П. Капралов // В сборнике: Наука третьего тысячелетия. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Нефтекамск, 2023. - С. 35-39.

81. Квашин, А. А. Продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от агротехнологий в условиях Западного Предкавказья / А. А. Квашин, Н. Н. Нецадим, А. В. Коваль // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 112. – С. 105-112.

82. Керимов, Р.В. Изучение зерновых колосовых культур во устойчивости к вирусным болезням/ Р.В. Керимов, А.С. Тархов, И.Б. Аблова // Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении: сборник статей по материалам

Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС, Краснодар, 14 февраля 2024. - Краснодар: КубГАУ, 2024. - С.82-84.

83. Керимов, Я. Г. Влияние основной обработки почвы на развитие озимой пшеницы / Я. Г. Керимов // Земледелие, 2008. - № 8. - С. 28-29

84. Кирюшин, В.И. Минимализации обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Земледелие. - 2006. - № 5. - С. 12-14.

85. Коваль, А.В. Влияние обработки почвы и на урожайность сортов озимой пшеницы в условиях центральной зоны Кубани / А.В. Коваль. С.П. Капралов // В сборнике: вектор современной науки. Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Краснодар, - 2022. - С. 172-173.

86. Коваль, А.В. Продуктивность сортов озимой пшеницы с использованием различных агротехнологиях в условиях Западного Предкавказья / А.В. Коваль, С.П. Капралов // Наукосфера. - 2022. - № 12-1.- С. 198-204 .

87. Ковтун, В. И. Селекция высокоадаптивных сортов озимой мягкой пшеницы и нетрадиционные элементы технологии их возделывания в засушливых условиях юга России / В.И. Ковтун. - Ростов-на-Дону: ЗАО "Книга", 2002. - 320с.

88. Ковтун В.И. Принципы и методы селекции озимой пшеницы на Дону/ В.И. Ковтун, И.Г. Калинин, Л.Н. Ковтун // Пшеница и тритикале / Материалы науч.-практ. конф. "Зеленая революция П.П. Лукьяненко". - Краснодар, 2001. - С 213-214.

89. Ковтун, В.И. Селекция озимой мягкой пшеницы на Юге России / В.И. Ковтун. Н.Е. Самофалова. - Ростов-на-Дону: Книга, 2006. - 480 с.

90. Копылов, С.Н. Формирование качества зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехнических приемов/ С.Н. Копылов. // Зерновое хозяйство России, 2020. №2. - С. 12–16.

91. Корчагин, А. А. Влияние систем обработки на водный режим серой лесной почвы / А. А. Корчагин [и др.] // Земледелие. - 2015. - № 8. - С.

22-25. Косенко, С.В. Влияние высоты растений на урожайность и элементы продуктивности озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья/С.В. Косенко, В.Г. Кривобочек // Нива Поволжья. - 2009. - № 3 (12) - С. 46-48.

92. Кравченко, Р. В. Формирование продукционных показателей озимой пшеницы в зависимости от минеральных удобрений на фоне минимизации основной обработки почвы / Р. В. Кравченко, С.И. Лучинский; А. Е. Семенов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2024. - № 112. - С. 125-131.

93. Куликова, А. Х. Влияние органической, органо-минеральной и минеральной систем удобрения на свойства почвы и урожайность озимой пшеницы в Среднем Поволжье/ А. Х. Куликова; Е. А. Яшин; А. Е. Яшин // Агрохимия. - 2022. - № 2. - С. 13-21.

94. Ленточкин, А. М. Эффективность ресурсосберегающих почвозащитных систем обработки дерново-подзолистой среднесмытой почвы в севообороте / А. М. Ленточкин, Н. И. Владыкина, Л. А. Ленточкина: монография. - Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. - 176 с.

95. Лазарев, А.В. Влияние водного стресса на накопление белковых веществ у злаков / А.В. Лазарев // Агрохимия, 2019. №9. - С. 47–51.

96. Лукьяненко, П.П. Избранные труды / П.П. Лукьяненко. М.: Агропромиздат, 1990. - 428 с.

97. Лукьяненко, П. П. Избранные труды. Селекция и семеноводство озимой пшеницы / П. П. Лукьяненко. – М.: Колос, 1973. - 448 с.

98. Мамеев, В.В. Экологическая стабильность и пластичность сортов озимых культур на юго-западе центрального региона России / В.В. Мамеев В.Е. Ториков, В.М. Никифоров // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. - №6 (2014). - С.32-38.

99. Мамсиров Н. И. Реализация потенциала сортов озимой пшеницы и экономическая эффективность производства зерна и высококлассного

семенного материала / Н. И. Мамсиров // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 53-63.

100. Мамсиров, Н. И. Урожайность сортов озимой пшеницы / Н.И. Мамсиров, В. И. Кузенко // Аграрная наука - основа развития страны: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Майкоп, 17–18 октября 2024 года. – Майкоп: Издательство "Магарин Олег Григорьевич", 2024. – С. 193-196.

101. Малюга, Н.Г. Влияние технологии возделывания на продуктивность озимой пшеницы / Н.Г. Малюга, Т.В. Логойда, А.В.Курепин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. - №99. – С.786 – 802.

102. Медведев, С.С. Физиология растений: учебник/ С.С. Медведев – СПб. БХВ Петербург. 2012. – 512 с.

103. Мельник, В. И. Эволюция систем земледелия - взгляд в будущее / В. И. Мельник // Земледелие. - 2015. - № 1. - С. 8-12.

104. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые кукуруза и кормовые культуры / Гос. комис. По сортоиспытанию с.-х. культур при министерстве сельского хозяйства СССР. – М. 1989. - 250 с.

105. Методы учета засоренности посевов // Практикум по земледелию / И. П. Васильев [и др.]. - М: КолосС, 2005. - С. 207-224.

106. Найденов, А.С. Научно-обоснованные севообороты - залог высоких урожаев и сохранения плодородия почвы / А.С. Найденов, В.А. Масливец, Н.И. Бардак // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. -Т. 1. -№ 36. - С. 138-140.

107. Найденов, А.С. Энергосберегающая обработка почвы / А.С. Найденов // Российская аграрная газета. - 2011. - № 16. - С. 12-13.

108. Нарушев, В.Б. Влияние прямого посева на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в степном Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.В. Одинокоев, Д.С. Косолалов // Плодородие. - 2013. - № 5 (74). - 68 с.
109. Небавский, В.С. Освоение новой технологии / В.С. Небавский // Аграрный консультант. - 2011. - № 1. - С. 6-8.
110. Немченко, В.В. Система применения гербицидов в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур / В.В. культур / В.Г. Минеев, А.А. Коваленко, А.В. Ваулин // Агротехнология. - 2009. № 10. - С. 3-10.
111. Нестяк, В. С. Обработка почвы при прямом посеве / В. С. Нестяк, К. Т. Мамбеталин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2011. - № 12 (86). - С. 99-103.
112. Нецадим, Н.Н. Продуктивность озимой пшеницы при различных агротехнологиях / Н.Н. Нецадим, А.В. Коваль, С.П. Капралов // В сборнике: Современные направления научных исследований. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Нефтекамск, 2023. - С. 24-31.
113. Николаев, В. А. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы / В. А. Николаев, М. А. Мазиров, С. И. Зинченко // Земледелие. - 2015. - №. 5. - С. 18-20.
114. Носатовский, А. И. Пшеница. Биология / А. И. Носатовский. - 2-е изд., доп. - М.: Колос. 1950 – 408 с.
115. Обоснование влияния агрофизических факторов и климатических условий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Нижнем Поволжье/ А. П. Солодовников [и др.] // Аграрный научный журнал. - 2022. - № 4. - С. 48-52.
116. Обработка почвы: учеб. пособие/ Б.И. Тарасенко [и др.].3-е перер. и доп. изд. – Краснодар: КубГАУ,2015. – 175с.

117. Околелова, А. А. Влияние структурного состояния почв на содержание водорастворимых ЧС солей / А. А. Околелова [и др.] // Живые и биокосные системы. - 2013. - № 3: -С.12-17.

118. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности сортов / В.З. Пакудин // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математических статистических методов - М. 1973, С. 40-44.

119. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. - 1984. - №4. - С. 109-113.

120. Пегова, Н.А. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы / Н.А. Пегова, В.М. Холзаков // Аграрная наука Северо- Востока. 2015. - № 1 (44). - С. 35-40.

121. Пенчуков, В.М. Проблемы биологизации земледелия в агропромышленном комплексе Ставрополя / Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева, А.И. Тивиков // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа: Сб. науч. тр. - Ставрополь: Изд.-полиграф. центр «Параграф», 2010. - С. 107-111.

122. Пенчуков, В.М. Биологизированные севообороты – эффективный путь сохранения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур / В.М. Пенчуков, В.М. Передериева, О.И. Власова // Вестник АПК Ставрополя. - 2012. - № 4. - С. 114-117.

123. Пери, Э. No-till в США: производство озимой пшеницы на Тихоокеанском Северо-Западе / Э. Пери // Ресурсосберегающее земледелие. - 2011. - № 3 (11). - С. 14-16.

124. Петрова, Л.Н. Ресурсосбережение в земледелии / Л.Н. Петрова // Земледелие. - 2008. - № 4. - С. 7-9.

125. Петрова, Л.Н. Совершенствование обработки почвы на основе техники нового поколения / Л.Н. Петрова [и др.] // Инновации,

землеустройство и ресурсосберегающие технологии в земледелии: сб. докл. Всерос. науч.-прак. конф. ВНИИЗиЗПЭ. - Курск, 2007. - С. 253-257.

126. Приемы обработки каштановой почвы и продуктивность звена севооборота «пожнивная культура - озимая пшеница» / Г. Н. Гасанов, А.А. Бексултанов, Ж. Н. Абдуллаев [и др.]// Аграрная наука, 2012. - № 3. - С. 9-12.

127. Прогресс в селекции озимой твердой нивы на устойчивость фузариозу колоса / И.Б. Аблова, А.С. Тархов, А.А. Мудрова [и др.] // Твердая пшеница: сборник тезисов 2-й конференции «Твердая генетика, биотехнология, селекция и семеноводство, технология выращивания и переработки», Москва, 11-13 ноября 2024 г. -М.: ФГБНУ ВНИИСБ, 2024 - С.6-8.

128. Пруцков, Ф. М. Озимая пшеница / Ф. М. Пруцков. - М.: Колос, 1970 – 352 с.

129. Прянишников, Д. Н. Избранные сочинения в трех томах. Агрохимия. Т. 1 / Д. Н. Прянишников. - М.: Сельхозлит, - 1963. - 125 с.

130. Рабинович, С.В. Современные сорта пшеницы и их родословные / С.В. Рабинович. - Киев: Урожай, 1972. - 327 с.

131. Рабинович, С.В. Селекционный и генетический потенциал скороспелых сортов озимой пшеницы / С.В. Рабинович, Н.Н. Четвертакова // VI съезд украинского общества генетиков и селекционеров им, Н.И. Вавилова, Тезисы Палкава 1992. - Т. 2. - К., 1992. - С. 28-29.

132. Романенко А.А. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А.А. Романенко, Л.А. Беспалова, Н.И. Кудряшов [и др.] - Краснодар: Издательство ЭД-ВИ, 2005. - 224 с.

133. Романенко, А.А. Принципы увеличения адаптивного потенциала озимой пшеницы /А.А. Романенко, Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов // Селекция и семеноводство озимых культур - результаты, методы, проблемы и пути их решения. Ульяновск, 3-5 декабря 2007. - С.21-29.

134. Романенко, В.А. Изменения климата в России. Причины и последствия / В.А. Романенко // Молодой ученый. - 2019. - № 7 (245). - С.1-5.
135. Романенко, А.А. Противозасушливая энергосберегающая система обработки почвы / А.А. Романенко, Н.К. Мазитов // Земледелие. - 2011. - № 3. - С.9 – 12.
136. Растениеводство: учебник/ Г.С. Посыпанов [и др.]. – М.: ИНФРА – 2025. – 612 с.
137. Румянцев, Ф.П. Научное обоснование использования зеленого удобрения в севооборотах на серых лесных почвах Волго-Вятского экономического района: дис. ... докт. с.-х. наук. 06.01.01 / Румянцев Федор Полиэктович. - Нижний Новгород, 2000. - 407 с.
138. Рыбась, И.А. Характеристика адаптивных свойств сортов и линий озимой мягкой пшеницы по предшественнику кукуруза / И.А. Рыбась, А.В. Гуреева, Д.М. Марченко // Аграрный вестник Урала. - 2015. - №10. - С.10-14.
139. Рымарь, С. В. Изменение показателей чернозема обыкновенного под длительным воздействием удобрений и различных приемов основной обработки почвы в условиях ЦЧЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Рымарь Светлана Васильевна. - Каменная Степь, 2007. - 21 с.
140. Сабитов, М. М. Минимальная обработка почвы под озимую пшеницу М. М. Сабитов // Земледелие, 2009. - № 5. - С. 24-25.
141. Савчук, С. В. Способы основной обработки чистого пара под озимую пшеницу на черноземах южных Оренбургского Предуралья / С.В. Савчук // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2010. - № 2 (26). - С. 24-27.
142. Сандухадзе, Б.И. Сортимент озимой мягкой пшеницы для центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества /Б.И Сандухадзе, Г.В. Кочетыгов, М.И. Рыбакова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 36. -№ 3. – С. 16-19.

143. Сандухадзе, Б.И. Селекция озимой пшеницы важнейший фактор повышения урожайности и качества / Б.И. Сандухадзе // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - №11. - С.4-6.

144. Сандухадзе, Б.И. Озимая пшеница Нечерноземья в решении продовольственной безопасности РФ / Б.И. Сандухадзе, Е.В. Журавлева, Г.В. Кочетыгов. - Москва: Издательство НИПКЦ Восход-А, 2011. - 156 с.

145. Сафин, Р. Как защитить растения в условиях ресурсосберегающих технологий / Р. Сафин, И. Таланов, А. Садриев // Поле деятельности. - № 9. - 2011. - С. 26-27.

146. Сафин, Х.М. Первые успехи и неудачи внедрения системы земледелия No-till в республике Башкортостан / Х.М. Сафин, Д.С. Аюпов, Ф.М. Давлетшин // Сберегающее (биологическое) земледелие в современном сельском хозяйстве. - Уфа, 2014. - С.5-10.

147. Сидоров, М. И. И плуг, и плоскорез / М. И. Сидоров // Земледелие. - 1989. - № 6. - С. 21-25.

148. Сорты пшеницы и тритикале для органического сельского хозяйства на юге РФ / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, В.А. Филобок [и др] // Международный Конгресс «VIII Съезд Вазиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 300-летию российской вауки и высшей школы»: сборник тезисов, Саратов, 14-19 июня 2024 г. - СПб: Петрополис, 2024. - С.601.

149. Сортовые структуры - системный фактор интенсификации селекции и производства зерна пшеницы / Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, А.Н. Аулов [и др.] // Земледелне. - 2014. - № 5. - С. 41-43.

150. Стебут, И.А. Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России / И.А. Стебут. - М., 1882. - 65 с.

151. Смирнова, Т.В. Реакция сортов озимой пшеницы на засушливые условия южного региона / Т.В Смирнова // Вестник РГАУ-МСХА, 2021. №3. - С. 85–90.

152. Торопова, Е. Ю. Влияние способов обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов / Е. Ю. Торопова, В. А. Чулкина, Г.Я. Стецов // Защита и карантин растений. - 2010. - № 1. - С. 26-27.

153. Тухтаев, М.О. Рост, развитие и урожайность озимой пшеницы в зависимости от температурного режима / М.О. Тухтаев, Т.А. Бухориев // Доклады ТАСХН. 2012. - № 2. С. 3-6.

154. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от приемов подготовки почвы и применения удобрений / Н.Н. Нещадим, А.А. Квашин, А.В. Коваль [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 182. - С. 202-217.

155. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от приемов подготовки почвы и применения удобрений / Н.Н. Нещадим, А.В. Коваль, С.П. Капралов [и др.]// Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. - 2022. - № 32 (195). - С. 90-103.

156. Урожайность и экономическая эффективность выращивания сортов озимой пшеницы / Н. Н. Нещадим, А. А. Квашин, К. Н. Горпинченко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 107. – С. 126-132.

157. Урожайность и содержание пигментов в листьях озимой пшеницы в зависимости от различных агротехнологий / Т. В. Логойда, Н. Н. Нещадим, А. В. Коваль, А. Г. Осипова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 40 (203). – С. 64-75.

158. Физиология растений: учебник / Ермаков И. П. [и др.] – М.: Академия. 2007. – 640 с

159. Федулов. Ю.П. Исследование морозоустойчивости озимой пшеницы в Краснодарском НИИСХ: системный подход / Ю.П. Федулов // Сб. науч. тр. - Краснодар: КНИИСХ, 1996. - С. 224-238.

160. Фоменко, М. А. Основные принципы селекции озимой мягкой пшеницы на засухоустойчивость на Дону / М.А. Фоменко. А.И. Грабовец,

О.В. Беседина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2013. - № 4 (42). - С. 52-55.

161. Формирование продуктивности сахарной свеклы под влиянием плодородия почвы и удобрений / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько, Н.Н. Нецадим [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 110. – С. 144-150.

162. Характеристика генетического разнообразия озимой маткой по устойчивости к возбудителю стеблевой ржавчины/ Н Худочормова, И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова [и др.]// Труды Кубанского государственного аграрного университета - 2022. - № 102. - С 216-221.

163. Холзаков, В. М. Система обработки почвы / В. М. Холзаков, А.И. Венчиков // Научные основы системы ведения сельского хозяйства в Удмуртской Республике, - Ижевск, 2002. Кн. 3. - С. 155-171.

164. Черенков, В.В. Агрофизические свойства черноземов в посевах озимой пшеницы при различных условиях возделывания / В.В.Черенков // Зерновые культуры. - 2001. - № 2. - С. 20-23.

165. Черкасов, Г. Н. Способ основной обработки, урожай и качество зерна / Г. Н. Черкасов [и др.] // Земледелие. - 2011. - № 5. - С. 18-19.

166. Шабаев, А.И. Перспективная ресурсосберегающая технология производства яровой пшеницы: Метод. рек. / А.И. Шабаев, З.М. Азизов, Н.В. Михайлин, А.И. Прянишников и др. / ГНУ НИИСХ Юго-Востока, Саратов. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. - 60 с.

167. Шевченко, С.Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин // Земледелие. -2008. - № 3. - С. 26-27.

168. Эффективность минимализации обработки почвы под озимую пшеницу на богарных землях юго-востока Казахстана / С. Б. Кененбаев, А.К. Киреев, А. Э. Хидиров [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2007. - № 10 (178). - С. 91-97.

169. Abduwaiti, A. Testing biodegradable films as alternatives to plastic-film mulching for enhancing the yield and economic benefits of processed tomato in Xinjiang region/ A. Abduwaiti , X. W. Liu, C. R .Yan,. //Sustainability, 13,- 2021, - P. 3093
170. Ali, A. M. Crop yield prediction using multi sensors remote sensing (review article)/ A. M. Ali, M. Abouelghar, A. A. Bela. // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 25 – 2022. - P, 711–716.
171. Aneela, U. Elevated carbon dioxide offers promise for wheat adaptation to heat stress by adjusting carbohydrate metabolism / U. Aneela, M. Ansar, A. K. Shafique //Physiology and Molecular Biology of Plants, 27. – 2021. – P. 2345–2355.
172. Bala, S. Grain carbon metabolism and stem reserve mobilization compensate high temperature stress in wheat / S. Bala, B. Asthir, M. S. Taggar // Agrochimica, 65. – 2021. – P. 39–52
173. Batool A. Optimizing wheat growth and zinc uptake with compost and rice husk in alkaline conditions/ A. Batool // BMC Plant Biology. 2025. Vol. 25. - P. 502.
174. Bragazza L.; et al. Effects of tillage on winter wheat productivity and soil fertility / L.Bragazza; [et al.] // European Journal of Agronomy. - 2025.- P. 211 - 217
175. Chu, J P. Effect of delayed sowing on grain number, grain weight, and protein concentration of wheat grains at specific positions within spikes / J. P. Chu, X. H. Guo, //F N Zheng Journal of Integrative Agriculture, 22. – 2023. – P. 2359–2369
176. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russel // Crop. Sci.-1966.-V.6.-№ 1.-P.36-40.
177. Evaluation of resistance to stem rust and ideatification of Sr genes in russian spring and winter wheat cultivars in the Volga region / O. Baranova, V. Solyanikova , N Kyrova , E Askhadullin [etc] //Agriculture - 2023 - Vol. 13. No 3 (13). - P. 635-651.

178. Finlay, K.W. The analysis of adaptation in plant breeding programme / K.W. Finlay, G.N. Wilkinson // Austral. J. Agric. Res.-1963.-V.14.-№ 6.-P. 747-760.
179. Hasan U. Inversion of leaf area index of winter wheat based on GF-1/2 image / U. Hasan, M. Sawut, S.-S. Chen, D. Li // Acta Agronomica Sinica (China). – 2020. – V.46. – № 5. – P. 787 – 797.
180. Hamani, A. K. M. Suitable split nitrogen application increases grain yield and photosynthetic capacity in drip-irrigated winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different water regimes in the North China Plain / A. K. M. Hamani, S. A. Abubakar, Z. Si, // *Frontiers in Plant Science*, 13,- 2023.-, 1105006
181. Hassan M. Effect of wheat straw biochar addition on canola growth in different soils/ M. Hassan, V. Strezov // *PLoS One*. 2025. Vol. 20, № 11. - P. 0335220.
182. Heatherly, L. G. Deep and shallow fall tillage for irrigated soybean grow with different weed management systems in the midsouthern USA / L.G. Heatherly, S. R. Spurlock, C. D. Elmore // *Agronomy Journal*; Madison. 2004. Vol. 96. № 3. P. 734-741.
183. Heatherly, L. G. Weed management in non-irrigated glyphosate-resistant and non-resistant soybean following deep and shallow fall tillage / L.G. Heatherly, S. R. Spurlock, K. N. Reddy // *Agronomy Journal*; Madison, 2004, Vol. 96. № 3. P. 742-749.
184. Jiang Y. Straw return significantly enhances wheat yield in higher precipitation environment by promoting larger root diameters, wider xylem channels, and thinner root cortex / Y. Jiang // *Plant and Soil*. 2025. Vol. 514. - P. 2217–223
185. Kakar, K. Effects of organic and onorganic fertilizer application on growth, yield, and grain quality of rice / K .Kakar, T. D. Xuan, Z. Noori // *Agriculture*, 10. – 2020. - P. 544–555.

186. Karthikeyan, L. A review of remote sensing applications in agriculture for food security: Crop growth and yield, irrigation, and crop losses / L. Karthikeyan, I. Chawla, A. K. Mishra // *Journal of Hydrology*, 586. – 2020. - 124905.
187. Koppensteiner, L. J. Yield and yield components of facultative wheat are affected by sowing time, nitrogen fertilization and environment / L.J. Koppensteiner, H. P. Kaul, H. P. Piepho // *European Journal of Agronomy*, 140. – 2022. - 126591.
188. Li, P. F. Effects of temperature and time treatment on soil characteristics and wheat growth / P. F. Li // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2025. Vol. 9. - P. 1499224.
189. Li, T. Y. The enhancement of soil fertility, dry matter transport and accumulation, nitrogen uptake and yield in rice via green manuring. *Phyton-International* / T. Y. Li, S. Ullah, H. Liang // *Journal of Experimental Botany*, 90. - 2020. - P. 223–243.
190. Madhukar, A. Climate trends in temperature and water variables during wheat growing season and impact on yield. / A. Madhukar, K. Dashora, V. Kumar // *Environmental Processes*, 8. – 2021. – P. 1047–1072.
191. Mendes, I. C. Propriedades biológicas em agregados de um latossolo vermelho-escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado / I. C. Mendes, L. V. Souza, D. V. S. Resck, A. C. Gomes // *Rev. brasil. Cienc. Solo*. 2003. Vol. 27. № 3. P. 435-443.
192. Mirosavljevic, M. Effects of high temperature during anthesis and grain filling on physiological characteristics of winter wheat cultivars / M. Mirosavljevic, S. Mikic, V. Zupunski // *Journal of Agronomy and Crop Science*, 207. – 2021. – P. 823–832.
193. Rosielle, A.A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments/ A.A. Rosielle, J. Hamblin // *Crop Sci.* - 1981. - №21 (6). - P. 943-946.
194. Saeed, Q. Effect of long-term fertilization on greenhouse gas emissions and carbon footprints in Northwest China: A field scale investigation using wheat–

maize–fallow rotation cycles / Q. Saeed, A. Zhang, A. Mustafa //Journal of Cleaner Production, 332. – 2022. - 130075.

195. Sanchez-Bragado, R. New avenues for increasing yield and stability in C3 cereals: exploring ear photosynthesis/ R.Sanchez-Bragado, R. Vicente, G. Molero // Opinion in Plant Biology, 56. 2020. – P. 223–234.

196. Si, Z. A high-yield and high-efficiency cultivation pattern of winter wheat in North China Plain: High–low seedbed cultivation / Z. Si, J. Liu, L. Wu //Field Crops Research, 300. - 2023. - 109010.

197. Soon, J.K. Eight years of crop rotation and tillage effects on crop production and N-fertiliser use / J.K. Soon, Y.W. Clayton // Can J. Soil Sci. 2002. - V. 82. № 2. - P. 165-172.

198. Thomason, W.E. Production system techniques to increase nitrogen use efficiency in winter wheat / W.E. Thomason, W.R. Raun, J.V. Johnson // Plant nutr. - 2002. - V. 25, № 10. - P. 2261-2283.

199. Tillage practices do not affect winter wheat grain yield trend / L. Aula; [et al.]// Agrosystems, Geosciences & Environment. - 2025. - Article e70070.

200. Toropova, E.Yu. Soil Infections of Grain Crops with the Use of The Resourcesaving Technologies in Western Siberia, Russia / E.Yu. Toropova, A.A. Kirichenko, G.Ya. Stetsov [et al.] // Biosciences Biotechnology Research Asia, August. - 2015. - Vol. 12 (2) - P. 1081-1093.

201. Zakharova, N. Source material for breeding soft winter wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region / Nadezhda Zakharova, Nikolai Zakharov // Bio Web of Conferences, - Kazan: EDP Sciences, - 2021. - № 50(5). – P.:523-528.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Климатические и погодные условия 2022-2023гг. (по данным метеостанции г. Кореновск)

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °С		T min	T max	Сумма осадков, мм	
	средняя многолетняя	факт	факт	факт	средняя многолетняя	факт.
2022 г.						
Сентябрь	18,8	19,2	5,6	38,0	44	32,7
Октябрь	12,3	13,3	2,1	30,0	54	24,7
Ноябрь	5,3	7,8	-4,1	22,7	62	30,9
Декабрь	1,2	3,2	-6,8	16,8	61	32,8
2023 г.						
Январь	-0,5	1,5	-14,4	16,0	60	20,4
Февраль	0,5	0,9	-14,3	21,9	50	86
Март	5,5	8,7	-6,9	19,6	57	72
Апрель	11,7	12,5	0,7	23,9	42	64
Май	17,4	16,3	3,8	26,0	68	88
Июнь	21,5	21,5	13,4	32,2	86	98
Июль	24,2	24,5	15,5	36,6	59	75

Климатические и погодные условия 2024-2025 гг. (по данным метеостанции г. Кореновск)

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °С		T min	T max	Сумма осадков, мм	
	средняя многолетняя	факт	факт	факт	средняя многолетняя	факт
2024 г.						
Сентябрь	18,8	22,6	11,7	34,8	44	52
Октябрь	12,3	13,4	-1,9	32,2	54	22
Ноябрь	5,3	6,0	-0,6	21,5	65	58
Декабрь	1,2	2,8	6,6	12,8	75	55
2025 г.						
Январь	-0,5	3,8	-10,0	17,3	57	36
Февраль	0,5	-3,7	-20,2	10,9	40	32
Март	5,5	9,2	-14,4	29,9	40	26
Апрель	11,8	11,7	-1,1	24,3	50	67
Май	17,4	16,7	3,1	28,6	65	63
Июнь	21,6	20,9	11,0	34,3	81	99

Агротехника в опыте и сорта. После посева проводилось прикатывание кольчато-зубовыми катками «КЗК 10» агрегируемый с трактором «Т-150». Семена озимой пшеницы обрабатывали фунгицидно-инсектицидными протравителями на протравочных машинах ПС-10. Для предпосевной обработки семян использовалась баковая смесь препаратов «Полари, МЭ» (прохлораз 100г/л + имазалил 25г/л + тебуконазол 15г/л) – 1,5 л/т и «Харита, КС» (тиаметоксам 600г/л) - 0,4л/т. Норма расхода рабочей жидкости 10л/т.

После уборки предшественника на всех вариантах опыта проводилось двукратное дисковое лущение на глубину 6-8 см дисковым орудием «Selford 870» агрегируемый с трактором «John Deere 8430R». После проведения лущения вносили удобрения (аммофос в дозе 80 кг/га). Внесение удобрений проводилось распределителем минеральных удобрений «Bogballe» с трактором МТЗ-82.

Подкормка посевов проводилась двукратно аммиачной селитрой с нормой внесения 150 и 100 кг/га соответственно на всех вариантах опыта. Первая подкормка аммиачной селитрой проводилась в третью декаду февраля, в период возобновления весенней вегетации. Вторая подкормка проводилась в третью декаду марта. Защита посевов от сорной растительности, болезней и вредителей проводилась на всех вариантах опыта по схеме предприятия (Примадонна-0,6 л/га и Гранат15 г/л).

Описание сорта пшеницы Алексеич. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) и Северо-Кавказскому (6) регионам. Рекомендован для возделывания в Белгородской области, Северной и Южно-предгорной зонах Краснодарского края, Приазовской и Южной зонах Ростовской области, Ставропольском крае и Республике Адыгея. Оригинатор-Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко.

Разновидность лютесценс. Куст прямостоячий - полупрямостоячий. Растение короткое - средней длины. Восковой налет на верхнем междоузлии и влагалище флагового листа средний, на колосе слабый - средний. Колос пирамидальный, средней длины - длинный, белый, средней плотности. Масса 1000 зерен - 37-46 г. Среднеспелый. Vegetационный период - 228-279 дней. Зимостойкость выше средней. Высота растений - 77-96 см. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость на уровне стандарта Гром. Хлебопекарные качества отличные. Сильная пшеница. Высокоустойчив к бурой ржавчине. Устойчив к мучнистой росе, септориозу и желтой ржавчине. Умеренно устойчив к фузариозу колоса. Восприимчив к твердой головне.

Имеет преимущество в первую очередь на высоком и среднем агрофоне. Лучшие предшественники пар, занятые пары, многолетние травы, горох, рапс. Допускаются поздние сроки посева. Норма высева 3-4 млн. всхожих семян. А по данным оригинатора, потенциал продуктивности высокий - 130 ц с 1 га. Авторы: Аблова И. Б., Керимов В. Р., Беспалова Л. А. и другие.

Описание сорта пшеницы Таня. Включен в Госреестр по Северо-Кавказскому (6) региону. Рекомендован для возделывания в Краснодарском крае, Республике Адыгея и Южной зоне Ростовской области. Оригинатор-Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко. Разновидность лютесценс. Куст полупрямостоячий. Растение короткое. Опушение верхнего узла отсутствует или очень слабое. Восковой налет на верхнем междоузлии слабый - средний, на листовой пластинке флагового листа и колосе средний, на влагалище флагового листа сильный. Колос цилиндрический, средней плотности, белый. Масса 1000 зерен 35-49 г. Среднеранний. Vegetационный период 217-289 дней. Созревает одновременно или на 1-2 дня позднее стандарта Скифянка. Зимостойкость на уровне стандарта. Высота растений 57-88 см. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость на уровне или несколько выше, чем у сорта Скифянка. Высокие прибавки урожайности обеспечивает как по паровым, так и непаровым предшественникам.

Умеренно восприимчив к бурой ржавчине. Восприимчив к септориозу. Сильно восприимчив к твердой головне. Высокоустойчив к желтой ржавчине и мучнистой росе, умеренно устойчив к фузариозу колоса. Авторы: Филобок Л. П., Пучков Ю. М., Беспалова Л. А. и другие.

Описание сорта пшеницы Агрофак 100. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) и Северо-Кавказскому (6) регионам. Рекомендован для возделывания в Краснодарском крае. Оригинатор-национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко. Разновидность лютесценс. Куст промежуточный. Растение короткое - средней длины. Восковой налет на колосе слабый, на верхнем междоузлии соломины слабый - средний, на влагалище флагового листа средний. Колос цилиндрический, белый, средней длины, средней плотности. Масса 1000 зерен - 37-45 г. Среднеспелый. Вегетационный период - 212-298 дней. Созревает на 2-3 дня позднее стандарта Гром. Высота растений - 68-82 см Зимостойкость выше средней. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость на уровне стандартов. В полевых условиях фузариозом колоса поражен очень слабо, как и стандарт Гром. Авторы: Аблова И.Б., Беспалова Л.А., Кудряшов И. Г., Набоков Г. Д. и другие.

Описание сорта пшеницы Классика. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5), Северо-Кавказскому (6) и Нижневолжскому (8) регионам. Рекомендован для возделывания в Курской области, Краснодарском крае, Приазовской и Южной зонах Ростовской области и Республике Калмыкия. Оригинатор-Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко.

Разновидность лютесценс. Куст полупрямостоячий. Растение среднерослое. Восковой налет на колосе и верхнем междоузлии соломины отсутствует или очень слабый, на влагалище флагового листа очень слабый - слабый. Колос пирамидальный, средней длины - длинный, рыхлый, белый. Масса 1000 зерен - 38-45 г. Среднеранний. Вегетационный период - 214-296 дней. Зимостойкость выше средней. Высота растений - 78-96 см. Засухоустойчивость высокая. Рекомендуется для возделывания по широкому

набору предшественников. Хлебопекарные качества отличные. Сильная пшеница. Авторы: Колесников Ф.А., Аблова И. Б., Беспалова Л. А. и другие.

Описание сорта пшеницы Еланчик. Включен в Госреестр по Северо-Кавказскому (6) и Нижневолжскому (8) регионам. Рекомендован для возделывания в Республике Адыгея, Карачаево-Черкесской Республике, Краснодарском крае, Северо-восточной, Приазовской и Южной зонах Ростовской области, Ставропольском крае, Центральной зоне Республики Калмыкия. Оригинатор-Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко. Разновидность лютеценс. Куст полупрямостоячий. Растение средней длины. Восковой налет на колосе отсутствует или очень слабый, на верхнем междоузлии соломины и влагалище флагового листа средний. Колос цилиндрический, средней длины - длинный, рыхлый - средней плотности, белый. Масса 1000 зерен - 38-49 г. Среднеранний. Устойчив к бурой ржавчине и мучнистой росе. Высокоустойчив к желтой ржавчине, умеренно восприимчив к септориозу и фузариозу колоса. Восприимчив к твердой головне. По данным Российского аграрного портала, Еланчик - высокоморозостойкий сорт. Авторы: Грицай Т. И., Аблова И. Б., Беспалова Л. А. и другие.

Агрегатный состав почвы в начале весенней вегетации при различных приемах подготовки почвы, % (2025 г.)

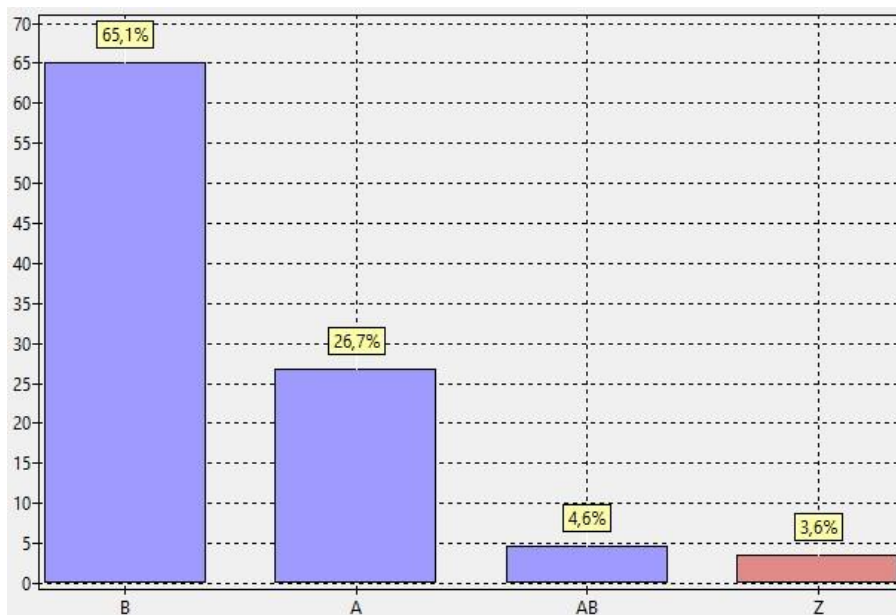
Прием обработки почвы (фактор А)	Слой почвы, см (фактор С)	Размер агрегатов, мм			К стр
		<0,25	0,25-10	>10	
Вспашка (К)	0-10	28,1	56,9	15,7	1,7
	10-20	29,3	59,4	11,3	1,5
	20-30	32,6	57,8	9,6	1,3
Безотвальное рыхление*	0-10	30,4	59,1	10,5	1,37
	10-20	30,8	63,8	5,6	1,37
	20-30	36,7	60,7	3,0	1,5

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение почвенных агрегатов (0,25-10) при различных приемах обработки почвы, % (2024г., начало весенней вегетации)

Прием обработки (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)			Среднее А НСР 0,65
	0-10	10-20	20-30	
Вспашка(к)	55,8	59,3	58,1	57,7
Безотвальное рыхление*	56,9	62,9	61,0	60,3
Среднее В – НСР0,90	56,4	61,1	59,6	Хср.59,0

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»



Доли влияния факторов на агрегатный состав почвы, %

(2024 г., начало весенней вегетации)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор С – горизонт почвы.

Приложение 6

Плотность почвы при различных приемах подготовки, г/см³ (2024-2025 гг., сорт Еланчик)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Срок определения		
		перед посевом	кущение (весна)	колошение
Вспашка (к)	0-10	1,18	1,21	1,40
	10-20	1,20	1,24	1,40
	20-30	1,30	1,35	1,47
Безотвальное рыхление*	0-10	1,23	1,23	1,42
	10-20	1,25	1,23	1,40
	20-30	1,37	1,37	1,48

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Приложение 7

Влажность почвы при различных приемах подготовки, % (2022-2023 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Перед посевом	Кущение (весной)
Вспашка (к)	0-10	16,8	20,0
	10-20	17,2	20,8
	20-30	16,2	19,1
Безотвальное рыхление*	0-10	17,3	20,4
	10-20	18,1	21,2
	20-30	17,0	19,0

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Приложение 8

Влажность почвы при различных приемах подготовки, % (2023-2024 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Перед посевом	Кущение (весной)
Вспашка (к)	0-10	17,0	19,8
	10-20	17,8	20,1
	20-30	16,3	19,3
Безотвальное рыхление*	0-10	18,6	19,4
	10-20	18,5	20,8
	20-30	17,7	19,0

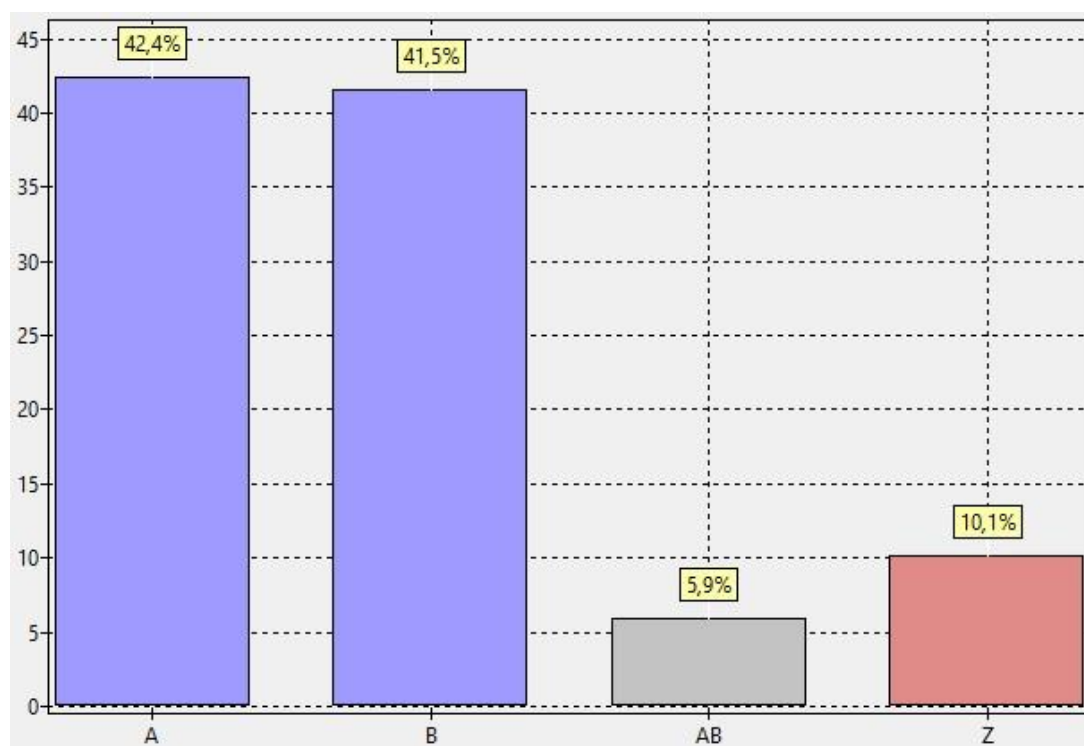
* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Приложение 9

Влажность почвы при различных приемах подготовки, % (2024-2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Горизонт почвы, см (фактор С)	Перед посевом	Кущение (весной)
Вспашка (к)	0-10	17,8	18,5
	10-20	18,2	19,3
	20-30	17,4	18,7
Безотвальное рыхление*	0-10	19,2	19,0
	10-20	19,1	20,7
	20-30	18,5	18,9

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»



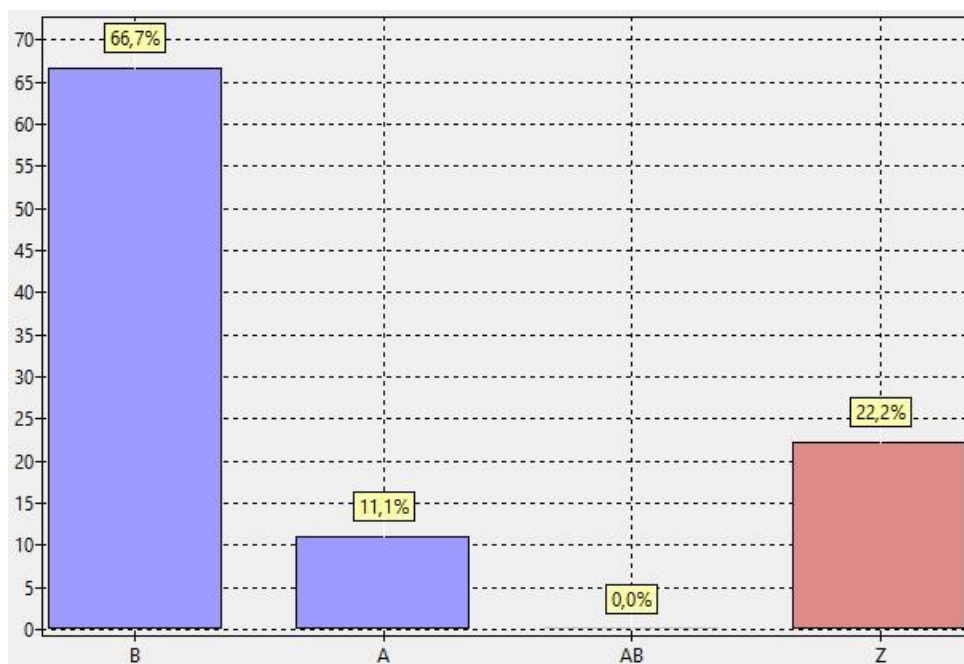
Доли влияния факторов на влажность почвы, % (2025 г., кущение весной)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор С – горизонт почвы, см

Изменение влажности почвы при различных приемах подготовки почвы, (2024 г., перед уборкой)

Прием обработки (фактор А)	Горизонт почвы, см(фактор С)			Среднее А НСР1,16
	0-10	10-20	20-30	
Вспашка(к)	17,8	18,2	17,4	17,8
Безотвальное рыхление*	19,2	19,1	18,5	18,9
Среднее В – НСР0,31	18,5	18,7	18,0	

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»



Доли влияния факторов на влажность почвы, % (2024 г., перед уборкой)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор С – горизонт почвы.

Изменение полевой всхожести у сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, % (2024 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР=1,21
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	90,1	91,4	90,3	90,8	91,7	90,9
Безотвальное рыхление*	92,7	93,0	93,4	92,8	93,9	93,2
Среднее В - НСР=0,80	91,4	92,2	91,9	91,8	92,8	Хср.=92,0

Для средних АВ НСР=1,49

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение продолжительности вегетационного периода у сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, дней (2023-2024 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Посев – всходы	Всходы – уход в зиму	Кущение весной – колошение	Посев – полная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	19	44	95	235
	Таня(к)	19	44	93	234
	Агрофак 100	19	44	97	260
	Классика	19	44	99	260
	Еланчик	19	44	99	256
Безотвальное рыхление*	Алексеич	17	43	96	236
	Таня(к)	17	43	93	234
	Агрофак 100	17	43	97	262
	Классика	17	43	100	260
	Еланчик	17	43	102	260

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение продолжительности вегетационного периода у сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, дней (2024-2025 гг.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Посев – всходы	Всходы – уход в зиму	Кущение весной – колошение	Посев – полная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	18	45	98	232
	Таня(к)	18	45	96	231
	Агрофак 100	18	45	103	260
	Классика	18	45	100	255
	Еланчик	18	45	102	259
Безотвальное рыхление*	Алексеич	16	46	99	234
	Таня(к)	16	46	99	232
	Агрофак 100	16	46	105	265
	Классика	16	46	103	257
	Еланчик	16	46	103	262

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика площади листьев по сортам пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м² / га (2024 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Кущение (весна)	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	18,8	68,0	24,8
	Таня(к)	19,1	69,3	24,6
	Агрофак 100	18,5	68,3	24,3
	Классика	20,0	70,0	26,7
	Еланчик	20,5	70,3	26,5
Безотвальное рыхление*	Алексеич	20,1	73,1	26,1
	Таня(к)	20,0	73,1	26,4
	Агрофак 100	19,7	70,1	25,1
	Классика	23,1	72,7	26,8
	Еланчик	23,4	74,1	27,1

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика площади листьев по сортам пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м² / га. (2025 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Кущение (весна)	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	18,3	61,0	17,3
	Таня(к)	17,8	61,4	17,6
	Агрофак 100	17,0	61,0	16,4
	Классика	19,0	64,1	18,2
	Еланчик	19,2	65,8	18,8
Безотвальное рыхление*	Алексеич	20,5	63,2	19,2
	Таня(к)	20,0	63,2	19,7
	Агрофак 100	17,8	64,0	17,1
	Классика	21,0	68,1	18,4
	Еланчик	21,9	68,0	19,7

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика фотосинтетического потенциала сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м²/га. × сутки (2024 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Межфазный период			
		кущение (весна) – трубкование	трубкование – колошение	колошение – молочная спелость	кущение (весна) – молочная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	710,5	1103,8	840,7	2655,0
	Таня(к)	699,8	1005,4	800,5	2505,7
	Агрофак 100	690,5	973,5	795,4	2459,4
	Классика	728,6	1247,8	905,7	2882,1
	Еланчик	740,5	1303,4	914,8	2958,7
Безотвальное рыхление*	Алексеич	750,3	1311,4	880,7	2942,4
	Таня(к)	740,3	1201,8	843,5	2785,6
	Агрофак 100	740,1	1101,3	840,1	2681,5
	Классика	790,0	1473,5	1103,8	3367,3
	Еланчик	790,5	1547,2	1148,7	3486,4

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика фотосинтетического потенциала сортов пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, тыс. м²/га. × сутки (2025 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Межфазный период			
		кущение (весна) – трубкование	трубкование – колошение	колошение – молочная спелость	кущение (весна) – молочная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	720,8	1113,4	700,3	2534,5
	Таня(к)	700,3	1078,5	713,8	2492,6
	Агрофак 100	680,5	1031,4	690,5	2402,4
	Классика	705,8	1203,7	760,3	2669,8
	Еланчик	728,3	1378,4	765,4	2872,1
Безотвальное рыхление*	Алексеич	750,2	1240,7	743,1	2734,0
	Таня(к)	730,1	1114,5	728,4	2573,0
	Агрофак 100	730,8	1123,7	700,1	2554,6
	Классика	780,5	1400,8	805,4	2986,7
	Еланчик	796,4	1473,5	815,6	3058,5

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение показателя чистой продуктивности фотосинтеза при различных приемах подготовки почвы, г / м² × сутки (2024 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Межфазный период			
		кущение (весна) – трубкование	трубкование – колошение	колошение – молочная спелость	кущение (весна) – молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	4,83	5,80	4,34	14,97
	Таня(к)	4,74	4,92	4,05	13,71
	Агрофак 100	4,80	4,90	4,11	13,81
	Классика	5,57	6,03	5,13	16,73
	Еланчик	5,80	6,11	5,21	17,12
Безотвальное рыхление*	Алексеич	5,01	6,00	4,90	15,91
	Таня(к)	4,90	5,43	4,28	14,61
	Агрофак 100	5,03	5,44	4,37	14,84
	Классика	6,11	6,45	6,90	19,46
	Еланчик	6,42	6,51	7,40	20,33

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение показателя чистой продуктивности фотосинтеза при различных приемах подготовки почвы г / м² × сутки (2025 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Межфазный период			
		кущение (весна) – трубкование	трубкование – колошение	колошение – молочная спелость	кущение (весна) – молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	4,92	5,73	3,20	13,85
	Таня(к)	4,05	4,83	3,00	11,88
	Агрофак 100	4,80	4,95	3,07	12,82
	Классика	5,90	6,11	4,80	16,81
	Еланчик	6,10	6,24	4,95	17,29
Безотвальное рыхление*	Алексеич	5,13	6,05	4,03	15,21
	Таня(к)	5,05	5,03	3,80	13,88
	Агрофак 100	5,06	5,07	3,95	14,08
	Классика	6,80	7,11	5,80	19,71
	Еланчик	6,87	7,43	5,70	20,0

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2024 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кушение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	4,61	6,01	4,73
	Таня(к)	4,63	6,00	4,80
	Агрофак 100	4,11	5,72	4,07
	Классика	5,40	6,20	5,11
	Еланчик	5,60	6,44	5,13
Безотвальное рыхление*	Алексеич	4,80	6,11	4,85
	Таня(к)	4,81	6,05	4,90
	Агрофак 100	4,23	5,80	4,20
	Классика	5,61	6,44	5,40
	Еланчик	5,82	6,73	5,48

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение содержание хлорофилла у сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, мг/г сырого вещества (2024 г., фаза колошения)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР 0,14
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	6,0	6,0	5,7	6,2	6,4	6,1
Безотвальное рыхление*	6,1	6,1	5,8	6,4	6,7	6,2
Среднее В – НСР 0,48	6,1	6,0	5,8	6,3	6,6	Хср.6,2

Для средних АВ НСР=0,62

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2025 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кущение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	4,07	5,77	2,16
	Таня(к)	4,12	5,37	2,18
	Агрофак 100	3,60	4,80	2,03
	Классика	4,48	5,89	4,11
	Еланчик	4,60	6,04	4,80
Безотвальное рыхление*	Алексеич	4,14	5,80	2,81
	Таня(к)	4,26	5,62	2,80
	Агрофак 100	3,80	4,94	2,09
	Классика	4,81	6,15	4,40
	Еланчик	5,03	6,44	4,95

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2024 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кущение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка (к)	Алексеич	1,12	1,31	0,81
	Таня(к)	1,11	1,40	0,80
	Агрофак 100	0,95	1,07	0,62
	Классика	1,21	1,85	1,05
	Еланчик	1,23	1,80	1,40
Безотвальное рыхление*	Алексеич	1,14	1,55	0,95
	Таня(к)	1,15	1,50	0,83
	Агрофак 100	1,01	1,23	0,64
	Классика	1,44	1,60	1,14
	Еланчик	1,45	1,73	1,15

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Динамика содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2025 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Весеннее кущение	Колошение	Молочная спелость
Вспашка(к)	Алексеич	0,85	1,22	0,44
	Таня(к)	0,90	1,23	0,40
	Агрофак 100	0,65	0,73	0,38
	Классика	1,11	1,48	1,00
	Еланчик	1,20	1,50	1,01
Безотвальное рыхление*	Алексеич	0,97	1,31	0,50
	Таня(к)	0,92	1,37	0,50
	Агрофак 100	0,70	0,90	0,41
	Классика	1,31	1,67	1,13
	Еланчик	1,30	1,62	1,10

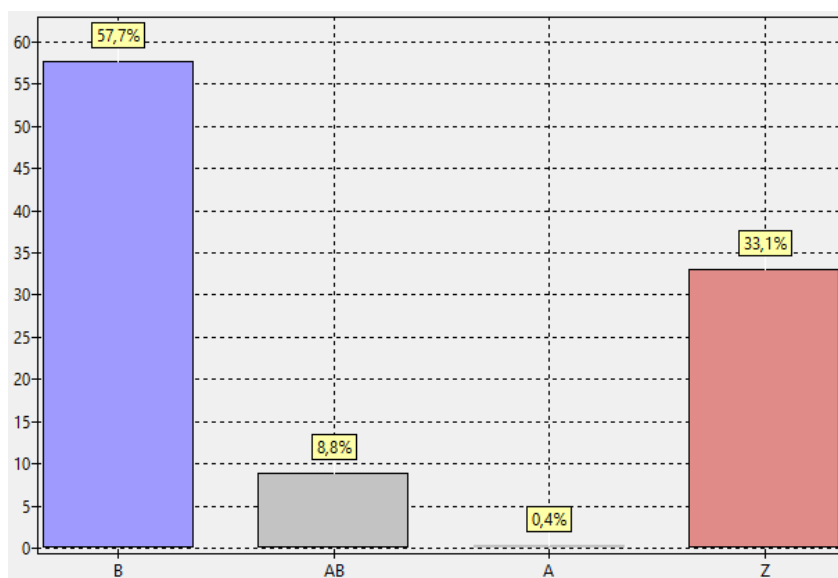
* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой при различных приемах подготовки почвы, мг/г сырого вещества (2024г., фаза колошения)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР _{0,20}
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	1,3	1,4	1,1	1,9	1,8	1,5
Безотвальное рыхление*	1,6	1,5	1,2	1,6	1,7	1,5
Средне В – НСР _{0,28}	1,4	1,5	1,2	1,7	1,8	Хср.1,5

Для средних АВ НСР=0,39

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»



Доли влияния фактор содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой, %(2024 г., фаза колошения)

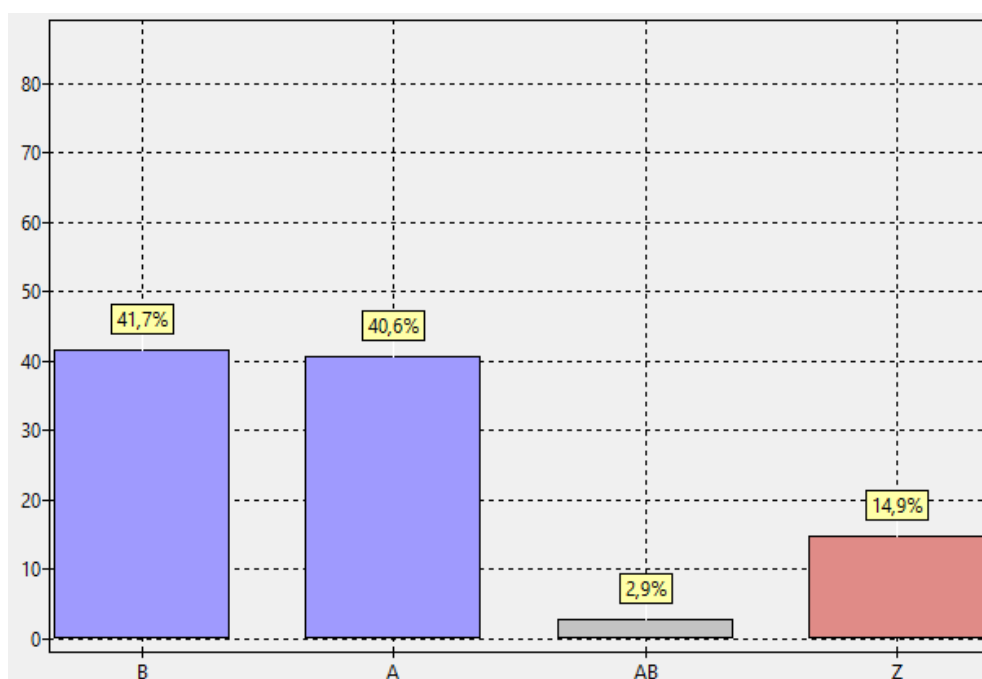
Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Изменение урожайности сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, т/га(2024г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					СреднееА НСР 0,04
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	8,5	8,4	7,5	7,9	8,1	8,1
Безотвальное рыхление*	8,9	8,8	7,7	8,1	8,6	8,4
Среднее В – НСР 0,09	8,7	8,6	7,6	8,0	8,3	Хср.8,2

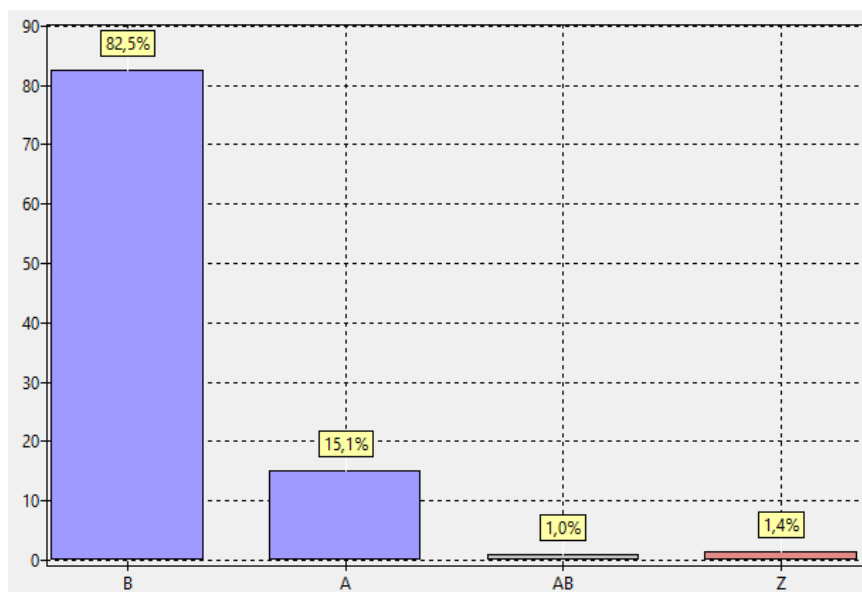
Для средних АВ НСР=0,12

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»



Доли влияния факторов на урожайность сортов пшеницы озимой, %
(2025г.)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.



Доли влияния факторов на урожайность сортов пшеницы озимой, %
(2024 г.)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Сравнение урожайности сортов пшеницы озимой при различных приемах основной обработки почвы (вспашка - безотвальное рыхление)

Сорт	Разница средних (вспашка - безотвальное рыхление)	t-критерий	p-уровень
2023 г.			
Алексеич	-0,20	-3,15	0,005
Таня(к)	-0,22	-3,47	0,0024
Агрофак 100	-0,20	-3,20	0,0045
Классика	-0,4	-6,30	<0,001
Еланчик	-0,31	-4,88	<0,001
2024 г.			
Алексеич	-0,38	-7,08	<0,0001
Таня(к)	-0,36	-6,71	<0,0001
Агрофак 100	-0,25	-4,66	0,0002
Классика	-0,25	-4,66	0,0002
Еланчик	-0,48	-8,94	<0,0001
2025 г.			
Алексеич	-0,22	-2,138	0,0451
Таня(к)	-0,28	-2,720	0,0132
Агрофак 100	-0,37	-3,595	0,0018
Классика	-0,24	-2,332	0,0303
Еланчик	-0,43	-4,178	0,0005

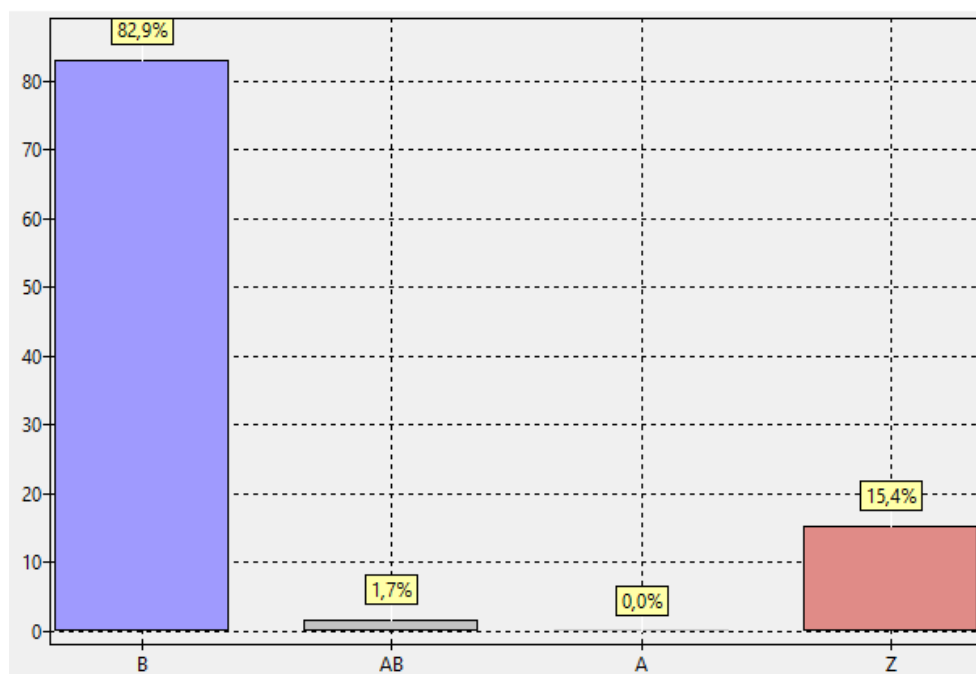
Примечание: отрицательный знак условность, свидетельствует, что комбинированная обработка лучше, чем вспашка.

Изменение массы зерна с колоса у сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, г (2025 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР 0,05
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1
Безотвальное рыхление*	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1
Среднее В – НСР 0,05	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2	Хср.1,1

Для средних АВ НСР=0,08

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»



Доли влияния факторов на содержание белка в зерне у сортов пшеницы озимой, % (2025 г.)

Примечание: фактор А – прием обработки почвы; фактор В – сорт.

Приложение 35

Содержание белка в зерне сортов озимой пшеницы при различных обработках почвы, % (среднее 2023–2025 гг.)

Сорт	Вспашка	Безотвальное рыхление*	Среднее по сорту
Алексеич	12,52	12,57	12,55
Таня(к)	12,94	12,95	12,95
Агрофак 100	13,66	13,80	13,73
Классика	12,86	12,79	12,83
Еланчик	12,53	12,67	12,60
Среднее по приему	12,90	12,96	

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Приложение 36

Изменение содержания белка в зерне сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы % (2025г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР0,35
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	13,3	13,7	14,8	13,9	13,7	13,9
Безотвальное рыхление*	13,4	13,5	14,9	13,8	13,9	13,9
Среднее В – НСР 0,35	13,4	13,6	14,9	13,9	13,8	Хср.13,9

Для средних АВ НСР=0,54

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»

Изменение содержания клейковины в зерне сортов пшеницы озимой при различных приемах обработки почвы, % (2025 г.)

Прием обработки почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)					Среднее А НСР0,32
	Алексеич	Таня(к)	Агрофак 100	Классика	Еланчик	
Вспашка(к)	27,5	22,9	30,1	29,2	28,0	27,5
Безотвальное рыхление*	28,2	22,7	30,1	29,0	28,1	27,6
Средние В - НСР0,35	27,8	22,8	30,1	29,1	28,1	Хср.27,6

Для средних АВ НСР=0,53

* – обработка комбинированным орудием «TopDown 600»