

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ЦЕНТР»

На правах рукописи



Гоноченко Александра Васильевна

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ И НОРМ ВЫСЕВА
В СИСТЕМЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор с.-х. наук, профессор
Дридигер Виктор Корнеевич

Ставрополь 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА (обзор литературы)	9
1.1. Значение озимой пшеницы в обеспечении населения продовольственным зерном	9
1.2. Роль обработки почвы, удобрений и защиты растений в технологии возделывания озимой пшеницы	10
1.3. Технологии возделывания озимой пшеницы по степени их интенсивности	17
1.4. Роль нормы высева в технологиях возделывания озимой пшеницы	21
1.5. Особенности возделывания озимой пшеницы в системе прямого посева	23
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	33
2.1. Место проведения исследований	33
2.2. Климатическая характеристика зоны	33
2.3. Почвы зоны и опытного участка	36
2.4. Метеорологические условия проведения исследований	37
2.5. Методика исследований	42
2.6. Технология возделывания озимой пшеницы в опыте	44
3. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ВЛАГОЙ И ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	47
4. ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	70
5. ХОД ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА	84
5.1. Полевая всхожесть и сохранность растений	84
5.2. Использование климатических ресурсов	88
5.3. Динамика вегетативной массы растений	94

5.4. Фотосинтетическая деятельность посевов.....	102
6. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	114
6.1. Урожайность.....	114
6.2. Структура урожая.....	120
6.3. Технологические качества зерна озимой пшеницы.	124
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	134
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ.....	138
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	139
ПРИЛОЖЕНИЯ	176

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Озимая пшеница заслуженно занимает место среди наиболее ценных и продуктивных сельскохозяйственных культур. Её зерно отличается высоким содержанием белка и других биологически активных соединений, что обуславливает его широкое применение в пищевой промышленности и в качестве основного источника энергии как для человека, так и для животноводства. В связи с этим, глобальное значение озимой пшеницы неуклонно растет, что обусловлено её питательной ценностью и экономической эффективностью.

При возделывании озимой пшеницы в условиях рыночной экономики очень важно определить наиболее эффективную технологию, которая зависит от биологических особенностей культуры, почвенных и климатических условий, стоимости используемых материальных и технических ресурсов, финансового состояния хозяйства и его обеспеченности квалифицированными кадрами, конъюнктуры рынка и других факторов.

Очень важным элементом технологии возделывания озимой пшеницы является норма высева семян, от которой во многом зависит урожайность и экономическая эффективность возделывания культуры. Она зависит от предшественника, дозы внесения удобрений, применения средств защиты растений, срока посева и других технологических приемов.

Степень научной разработанности темы. Большой вклад в разработку и совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы в Ставропольском крае внесли Л. Н. Петрова, В. В. Агеев, Г. Р. Дорожко, А. Я. Чернов, Ф. В. Ерошенко, А. Н. Есаулко, Н. А. Квасов, Н. М. Казьмин и другие ученые. Ими были изучены предшественники озимой пшеницы, ее место в севообороте, способы обработки почвы, нормы применения удобрений, сроки посева и нормы высева, уход за посевами и другие технологические приемы.

Однако в настоящее время в Центральном Предкавказье все большее распространение получает возделывание сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, в системе прямого посева, в которой почва не обрабатывает-

ся, из-за чего изменяются водно-физические и агрохимические свойства почвы и, соответственно, условия для произрастания культурных растений. Поэтому большой научный и практический интерес представляет обоснование технологий и технологических приемов возделывания озимой пшеницы в системе прямого посева.

Цель исследований – установить оптимальные нормы высева семян озимой пшеницы при ее возделывании в системе прямого посева по технологиям разной интенсивности, обеспечивающим получение высокой экономической эффективности производства зерна на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Задачи исследований:

- изучить влияние экстенсивной, базовой и интенсивной технологий и норм высева озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева, на содержание в почве влаги, элементов питания и засоренность посевов;
- установить влияние технологий разной интенсивности и норм высева при возделывании озимой пшеницы в системе прямого посева на ее рост, развитие, урожайность и качество зерна;
- дать экономическую оценку производства зерна при различных нормах высева озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева по экстенсивной, базовой и интенсивной технологиям на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Научная новизна и теоретическая значимость исследований состоят в том, что впервые в условиях Центрального Предкавказья изучены особенности влияния норм высева озимой пшеницы при ее возделывании в системе прямого посева по экстенсивной, базовой и интенсивной технологии на ход формирования урожая и экономическую эффективность производства зерна с высокими технологическими качествами.

Практическая значимость работы. Полученные результаты исследований позволили выявить влияние технологий возделывания озимой пшеницы различной интенсивности и норм высева в системе прямого посева на особенности роста

и развития растений, минерального питания, фотосинтетической деятельности, влияющие на рост, развитие, урожайность и технологические качества зерна в условиях Центрального Предкавказья.

Производству рекомендованы технологии возделывания и нормы посева, позволяющие в системе прямого посева обеспечить получение высокой прибыли и уровня рентабельности. Результаты исследований внедрены в ООО «Красносельское» Грачевского района Ставропольского края на площади 220 га с годовым экономическим эффектом 4,13 млн руб. (Приложение 1).

Методология и методы исследований основаны на обзоре отечественной и иностранной литературы, проведении полевых опытов, наблюдений, лабораторных исследований, статистической обработке экспериментальных данных, анализе полученных результатов и их интерпретации. При проведении исследований применялись общепринятые методики и ГОСТы.

Основные положения, выносимые на защиту:

- возделывание озимой пшеницы в системе прямого посева по базовой и особенно интенсивной технологии улучшает обеспеченность растений доступными элементами питания по сравнению с экстенсивной технологией;
- в течение вегетации озимая пшеница, возделываемая по интенсивной технологии, формирует значительно больший фотосинтетический потенциал и надземную массу, чем по базовой и особенно экстенсивной технологии;
- увеличение нормы посева озимой пшеницы приводит к снижению полевой всхожести семян, засоренности посевов и обеспеченности растений элементами питания, но увеличивает площадь ассимиляционной поверхности и вегетативную массу посевов во всех технологиях возделывания культуры;
- интенсификация технологий возделывания озимой пшеницы в системе прямого посева приводит к повышению качества зерна, росту урожайности и экономической эффективности культуры на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном его участии в определении цели и постановке задач исследований, разработке программы и ме-

тодики исследований, закладке полевых опытов и во всех проводимых учетах и наблюдениях, анализе и интерпретации полученных результатов, написании статей и рукописи диссертации, а также в личном участии на международных и российских конференциях.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается экспериментальными данными, полученными в полевом опыте и лабораторных анализах с использованием методов корреляционной и дисперсионной обработки результатов исследований и положительным эффектом внедрения в производство.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на Международных научно-практических конференциях «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса» (Ставрополь, 2021, 2022, 2023), «Актуальные вопросы развития идей В. В. Докучаева в XXI веке. Развитие аграрной науки на современном этапе» (Каменная степь Воронежской области, 2022), школе молодых ученых «Наука и молодежь. Новые идеи и решения» (Волгоград, 2025), «Молодежная наука: Вызовы и перспективы» (Макеевка Донецкой области, 2025).

По материалам исследований опубликовано 8 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, из которых 2 работы в журналах Белого списка 1-го и 2-го уровня.

Структура и объем работы. Данная диссертация, объемом 220 страниц машинописного текста структурирована следующим образом: введение, семь глав, заключение, предложения производству и приложения. В качестве иллюстрационного материала представлены 61 таблица, 3 рисунка и 36 приложений. Список литературы насчитывает 286 источников, из которых 16 принадлежат зарубежным авторам.

Автор выражает глубокую признательность коллективу лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» за оказанную поддержку и содействие в проведении исследований. Особая благодарность выражается моему научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Дридигеру Виктору Корнеевичу за его бесцен-

ную помощь на всех этапах работы. Признательность также членам методической комиссии за их ежегодное участие в приемке опытов и заслушивание отчетов, выявляя недостатки и подсказывая их устранение, а также сотрудникам лаборатории качества зерна Центра за консультации и проведение анализов.

1. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА (обзор литературы)

1.1. Значение озимой пшеницы в обеспечении населения продовольственным зерном

Пшеница (*Triticum*) представляет собой род травянистых, преимущественно однолетних растений, входящих в семейство Злаковые, или Мятликовые (*Poaceae*). Благодаря высокому содержанию клейковины и других питательных веществ, пшеница активно применяется в пищевой промышленности. Из её зёрен изготавливается мука, являющаяся ключевым ингредиентом при изготовлении хлеба и разнообразной хлебобулочной продукции (Галушко Н. А., Соколенко Н. И., 2021).

Посевы пшеницы распространены на 5 континентах земного шара и простираются от арктических зон на севере до южных регионов. Г. А. Филенко, Т. И. Фирсова и Ю. Г. Скворцова (2018) сообщают, что мировая площадь возделывания озимой пшеницы составляет около 240 миллионов гектаров, а общий валовый сбор зерна превышает 600 миллионов тонн. Россия является одним из крупнейших мировых производителей пшеницы, уступая только Китаю, Индии и США. Экспортная пшеница страны направляется в 88 государств, многие из которых предъявляют специфические требования к её качеству. Доля Российской Федерации на рынках десяти главных импортёров пшеницы составляет около 38%, причём наиболее значимыми являются поставки в Египет, Турцию, Азербайджан, Иран, Бангладеш и Нигерию — эти показатели демонстрируют стабильный рост (Воронов С. И. и соавт., 2020).

По данным Г. А. Филенко с соавторами (2016), к 2015 году посевная площадь в Российской Федерации, находящаяся под данной культурой, составила 13,4 млн га. Урожайность же сильно варьировала по годам и в среднем с 2010 по 2015 гг. составила 29,2 ц/га. Наибольшая урожайность получена в 2014 году — 35,1 ц/га.

В Ставропольском крае посевная площадь озимой пшеницы увеличилась с 1,2 млн. га в 1991–1995 гг. до 1,8 млн. га в 2016–2019 гг. Урожайность за данный период выросла на 26 % и достигла 3,59 т/га (Ерошенко Ф. В. и др., 2020). Также с 1991 года наблюдается постепенное увеличение доли зерновых культур в структуре посевов от 52,7 % до 81,0 % к 2021 году (Криулина Е. Н. и др., 2023). При этом доля прибыли от реализации зерна также увеличивалась и в 2021 году составила 69,8 % от общей прибыли растениеводства.

Ставропольский край входит в тройку лидеров по возделыванию озимой пшеницы, которая является наиболее важной и ценной продовольственной зерновой культурой. В мировой практике принято, что производство 1 т зерна на человека является достаточным для пропитания населения, его переработки и обеспечения концентрированными кормами животноводства. На Ставрополье в 2020 году данный показатель достиг 3,32 т/чел, из которых 2,43 т составляет озимая пшеница, что еще раз подтверждает ведущую роль края в производстве высококачественного зерна озимой пшеницы (Годунова Е. И. и др., 2023).

1.2. Роль обработки почвы, удобрений и защиты растений в технологии возделывания озимой пшеницы

Все виды растениеводческой продукции, среди которых озимая пшеница, возделывают путем проведения в определенной последовательности технологических операций, что в целом называется технологией возделывания той или иной культуры. Технологические операции в пространстве (в поле) и во времени (время посева, сроки применения удобрений и средств защиты растений) выстраивают таким образом, чтобы максимально удовлетворить биологические потребности возделываемых растений во влаге и элементах питания, а также надежно защитить их от конкуренции с сорняками, болезнями и вредителями с целью получения как можно большего урожая высокого качества (Найденов А. С., Цаценко Л. В., 2012).

Одним из основных технологических приемов возделывания культуры являются способы и приемы обработки почвы, которые совершенствуются и разра-

батываются до настоящего времени (Шабалкин А. В. и др., 2025). В зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей возделываемой культуры применяют отвальную, безотвальную, глубокую чизельную, плоскорезную и другие приемы основной обработки почвы (Вошедский Н. Н. и др., 2024; Дубовик Д. В., 2024). Из-за большой потребности в тракторах и почвообрабатывающих орудиях, а также дороговизны и большого расхода топлива и смазочных материалов при глубокой обработке почвы, ученые и практики уменьшают глубину обрабатываемого слоя, применяя минимальные и поверхностные обработки (Дубовик Д. В. и др., 2023; Перфильев Н. В., Вьюшина О. А., 2025), а также создают комбинированные почвообрабатывающие орудия, которые выполняют до пяти технологических операций и за один проход по полю подготавливают почву к посеву (Джандаров А. Н., 2023).

С развитием применения минеральных удобрений они превратились в один из ключевых технологических методов повышения урожайности сельскохозяйственных культур, так как почвы агроценозов непрерывно истощаются вследствие потери питательных веществ вместе с собранным урожаем (Ситников В. Н. и др., 2018; Цховребов В. С. и др., 2018). Поэтому внесение удобрений является высокоэффективным технологическим приемом увеличения урожайности возделываемых культур практически на всех типах почв (Есаулко А. Н. и др., 2011).

Обусловлено это тем, что удобрения снижают расход влаги на формирование урожая, что чрезвычайно важно в степных засушливых условиях, где и находятся черноземные почвы (Новичихин А. М., Чайкин В. В., 2023). По наблюдениям Н. Н. Шаповаловой и Е. И. Годуновой (2019) наибольшее воздействие на урожайность озимой пшеницы оказывают комплексные подкормки, сочетающие азот, фосфор и калий, поскольку их совокупное действие стимулирует ускоренное формирование корневой системы, усиливают морозоустойчивость и защищают растения от последствий засухи, а также предотвращают полегание. Азотные же удобрения, кроме того, повышают хлебопекарные качества зерна.

Поэтому в Российской Федерации объемы производства и применения минеральных удобрений постоянно увеличиваются (Захаренко В. А., 2022). При

этом нормы и сроки их применения различные и во многом зависят от потребности растений в элементах питания и их наличия в почве, а также финансовых возможностей хозяйства и экономической эффективности самих удобрений (Архипенко А. А., Кравченко Р. В., 2021).

В исследованиях многих авторов (Менькина Е. А и др., 2018; Нитченко Л. Б. и др., 2021; Устименко Е. А. и др., 2023) высокую урожайность озимой пшеницы обеспечивает внесение умеренных доз ($N_{60-90}P_{40-60}$) минеральных удобрений. В исследованиях Н. Н. Шаповаловой с коллегами (2022) на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья наибольшая урожайность озимой пшеницы – 5,82 т/га – получена при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{52}P_{52}K_{52}$. По наблюдениям А. Б. Исмаилова с коллегами (2021) и С. А. Теймурова с другими учеными (2023), самая высокая урожайность озимой пшеницы на каштановой почве сухостепной зоны Республики Дагестан получена при внесении $N_{90}P_{45}$ (5,15 т/га). Дальнейшее увеличение дозы азота и фосфора приводило к существенному снижению урожайности данной культуры до 4,77 т/га – на 0,38 т/га, или на 7,4 %.

Однако в опытах А. П. Куйдан, Г. П. Полоус (2000) и Б. Р. Ханикаева с коллегами (2020), проведенных в Ставропольском крае и РСО-Алания, увеличение дозы внесения минеральных удобрений приводило к существенному росту урожайности и повышению качества зерна озимой пшеницы. В острозасушливых условиях Республики Калмыкия урожайность озимой пшеницы возрастала прямо пропорционально увеличению нормы внесения удобрений (Тертышная А. Г. и др., 2022). Аналогичные результаты получены А. А. Архипенко, Р. В. Кравченко (2021), а также С. С. Тереховой и А. В. Коваль (2021) в Краснодарском крае и А. М. Новичихиным и В. В. Чайкиным (2022) в Воронежской области.

В ходе исследований Т. А. Дудкиной (2023) на чернозёмах Курской области повышение нормы применения комплексных минеральных удобрений с $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{80}P_{80}K_{80}$ и $N_{100}P_{100}K_{100}$ способствовало росту урожайности озимой пшеницы с 5,01 до 5,19 и 5,91 т/га соответственно — то есть прирост составил 3,6 и 18,0% к меньшей дозе удобрений. При этом наблюдалось увеличение содержания в зерне

сырой клейковины. В опытах Л. И. Петрова с коллегами (2020) в условиях Тверской области увеличение урожайности озимой пшеницы от внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ по сравнению с дозой $N_{45}P_{45}K_{45}$ составила 0,6 т/га, или 17,6 %.

По сообщению А. Ю. Ожередовой с коллегами (2024), в условиях трех почвенно-климатических зон Ставропольского края урожайность озимой пшеницы возрастала с увеличением дозы внесения удобрений от $N_{90}P_{60}$ до $N_{120}P_{104}K_{104}$ кг д. в.: в зоне умеренного увлажнения – от 5,40 до 6,90 т/га, неустойчивого увлажнения – от 5,68 и до 7,84 и в засушливой зоне – от 4,26 до 4,95 т/га. Рост урожайности культуры обеспечивался за счет положительного влияния повышенных доз удобрений на такие элементы структуры урожая, как продуктивная кустистость, озерненность колоса и масса 1000 зерен. В условиях Восточного Предкавказья при увеличении доз внесения минеральных удобрений достоверно возрастали элементы структуры урожая озимой пшеницы, что также приводило к значимому увеличению урожайности культуры (Морозов Н. А. и др., 2021).

Несмотря на заметное повышение урожайности озимой пшеницы с ростом доз минеральных удобрений, их агрономическая и экономическая целесообразность зачастую не превосходит умеренные нормы из-за высокой стоимости этих средств. Самая высокая урожайность озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Северной Осетии – Алании наблюдалась при высокой дозе удобрений ($N_{120}P_{90}K_{90}$), однако наиболее эффективной с точки зрения экономической выгоды оказалась значительно более низкая доза ($N_{40}P_{30}K_{30}$) – 8,9 кг/кг д. в., что в три раза выше, чем при использовании $N_{120}P_{90}K_{90}$, где данный показатель в 1,6 раз меньше и составил всего 5,6 кг зерна на 1 кг/га д. в. удобрений (Созырко Х. Д. и др., 2024).

Исследованиями Н. Р. Магомедова с коллегами (2020) в условиях Дагестана также установлено, что внесение повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) приводило к получению наибольшей урожайности озимой твердой пшеницы – 5,58 т/га, но экономически целесообразно снижать дозу удобрений вдвое ($N_{90}P_{50}$), где урожайность ниже, а рентабельность производства зерна выше на 53,3 %. В полевых опытах Е. В. Логвиновой (2024) урожайность ярового ячменя

на типичных черноземах Курской области увеличивалась прямо пропорционально возрастанию дозы удобрений, но затраты на их применение окупились только при увеличении урожайности культуры минимум на 0,41 т/га (9,9 %).

В сухостепной зоне Западного Забайкалья при возделывании озимой пшеницы наибольший уровень рентабельности – 230,1 % – был на контрольном варианте без внесения удобрений (Билтуев А. С. и др., 2022). В зависимости от применяемой дозы удобрений данный показатель снижался на 28,6–69,9 %, и чем выше доза удобрений, тем рентабельность ниже.

Поэтому В. И. Кирюшин (2019), В. Г. Сычев и А. Н. Налиухин (2024) считают, что для обеспечения роста урожайности, воспроизводства плодородия почв и рентабельного ведения сельскохозяйственного производства прибавка урожая от применения минеральных удобрений в Российской Федерации должна составлять 8–10 кг/га зерновых единиц на 1 кг/га д. в. удобрений. Меньшая прибавка урожая от внесения минеральных удобрений экономически нецелесообразна.

Помимо внесения удобрений, важную роль в возделывании сельскохозяйственных культур, и в частности озимой пшеницы, играет защита растений от сорняков, болезней и вредителей, так как потери сельскохозяйственной продукции из-за поражения агроценозов вредными организмами составляют ежегодно порядка 30–40 % (Безгина Ю. А. и др., 2017; Макаров М. Р., 2019). Поэтому, несмотря на существенное увеличение объемов применения средств защиты растений (Говоров Д. Н. и др., 2022, 2024; Михайликова В. В. и др., 2024), N. N. Glazunova et al (2018) и В. М. Передериева с коллегами (2023) считают борьбу с сорняками, вредителями и болезнями растений одной из ключевых проблем в современном земледелии.

По мнению С. С. Санина (2017), наблюдается две стратегии системы защиты растений. Первая состоит в принятии мер против вредных организмов при нанесении ими ущерба возделываемым растениям выше порога экономической целесообразности применения защитных мероприятий, и чем выше уровень планируемой урожайности, тем выше порог вредоносности. А. Н. Дубровин (2014)

считает, что при плановой урожайности сои 1,0 т/га экономические пороги вредоносности фитофагов должны быть в 2 раза больше, чем при ожидаемой урожайности 1,8 т/га. В. Н. Черкашин с коллегами (2018) обосновывают такую схему защиты растений достаточной эффективностью в борьбе с вредными объектами и еще больше – дорогостоящих применяемых пестицидов, особенно химических.

В ходе исследований Л. В. Левшакова и Ю. Ю. Русановой (2015) однократное использование фунгицидов «Фалькон» и «Прозаро» при возделывании озимой пшеницы привело к повышению урожайности на 0,47 и 0,50 т/га или на 19,2 и В опытах И. Д. Фадеевой (2021) и Н. Н. Глазуновой с коллегами (2022) обработка посевов фунгицидами в фазе кущения озимой пшеницы привела к увеличению урожайности на 11,6–17,7 % и улучшению качества зерна.

С целью снижения расхода дорогостоящих фунгицидов во время вегетации А. А. Калашникова с коллегами (2023) предлагает протравливать семена озимой пшеницы четырьмя эффективными препаратами, что обеспечит существенное увеличение урожайности культуры с 4,46 до 4,83 т/га, или на 0,37 т/га (8,3 %). С этой же целью Г. Н. Черкасов, И. В. Дудкин (2010) и А. А. Борин, А. Э. Лоцинина (2019) рекомендуют проводить борьбу только с широколиственными сорняками, так как злаковые сорняки менее вредоносны и борьба с ними требует дорогостоящих препаратов.

Согласно второй стратегии защиты растений, пестициды применяются превентивно, чтобы предотвратить засорение посевов, заболевание или повреждение растений вредителями. Это особенно важно при применении высоких доз удобрений или других технологических приемов. В исследованиях С. С. Санина с соавторами (2021) увеличение дозы азота, от которого во многом зависит величина и качество урожая озимой пшеницы, сопровождается резким ростом поражения растений болезнями. При увеличении дозы азота от 30 до кг/га д. в. пораженность озимой пшеницы септориозом увеличивалась с 27,2 до %, а бурой ржавчиной – от 11,4 до 23,8 %.

В опыте А. А. Разиной и О. Г. Дятловой (2017) на черноземах Иркутской области даже при внесении умеренной дозы сложных минеральных удобрений

) поражение растений яровой пшеницы, посеянной по чистому пару, увеличивалось в 1,6 раза, что приводило к существенному недобору урожая культуры. Аналогичная ситуация складывается при применении основной обработки почвы с оставлением на поверхности растительных остатков предшествующих культур (Безгина Ю. А., 2019).

В таких условиях одноразового применения средств защиты растений бывает недостаточно. В этой связи С. М. Кудин с коллегами (2018) рекомендуют проводить обработку посевов от поражения растений болезнями в фазе кущения и колошения озимой пшеницы. Однако, по мнению М. М. Сабитова (2016) и Ю. А. Безгиной с коллегами (2024), наиболее эффективным в борьбе с болезнями, вредителями и сорняками является комплексное применение средств защиты растений.

В исследованиях В. Е. Торикова с коллегами (2015) комплексная защита посевов от болезней, вредителей и сорных растений обеспечила повышение урожайности озимой пшеницы на 1,36 т/га, тогда как отдельное применение гербицидов, инсектицидов или фунгицидов увеличивало ее максимум на 0,75 т/га, или в 1,8 раза меньше. Ю. Я. Спиридонов с коллегами (2017) наблюдали аналогичное в своих опытах, в которых комплексное применение средств защиты растений обеспечило рост урожайности яровой пшеницы на 1,91 т/га, тогда как прибавка урожая от обработки посевов отдельными пестицидами повышала урожайность культуры существенно меньше – на 0,83–1,21 т/га.

Большой вред посевам могут нанести сорняки, особенно при внесении удобрений. Являясь более конкурентоспособными, они потребляют элементы питания вносимых удобрений, чем ухудшают пищевой режим и снижают урожайность возделываемых культур (Адаев Н. Л. и др., 2024). В опыте Н. Н. Глазуновой с коллегами (2015) применение гербицидов приводило к снижению густоты стояния сорняков в посевах озимой пшеницы на 87 %, их надземной массы – на 52 %, что обеспечило увеличение урожайности культуры на 1,34–1,69 т/га (43,2–54,5 %).

В опыте Д. В. Пургина с коллегами (2019) и В. И. Усенко с соавторами

(2019) в Кулундинской степи Алтайского края применение гербицидов в парозерновом севообороте «пар – пшеница – пшеница – овес» обеспечило снижение засоренности посевов яровой пшеницы и овса и способствовало росту урожайности всех культур севооборота с 2,49 до 2,69 т/га, или на 0,20 т/га (8,0 %). Еще более эффективным было совместное применение гербицидов и азотных удобрений (N₄₀), где прибавка урожая к контролю составила 0,98 т/га, или 39,4 %.

Однако увеличение защитных мероприятий на посевах любой культуры, в том числе озимой пшеницы, приводит к увеличению затрат и росту себестоимости производимой продукции, но при увеличении норм внесения минеральных удобрений это экономически оправдано, так как способствует существенному увеличению эффективности последних, которые также очень дорогие (Наумова Н. И., Морозов Д. О., 2020).

Кроме того, при любой химической системе защиты посевов необходимо борьбу с вредителями, болезнями и сорняками проводить также агротехническими методами: строго соблюдать чередование и периодичность возврата культур на прежнее поле в севообороте (Дудкин И. В., Дудкина Т. А., 2013; Гаркуша А. А. и др., 2018), применять научно обоснованные системы обработки почвы (Турусов В. И. и др., 2017; Кузыченко Ю. А. и др., 2019), выполнять сроки проведения защитных мероприятий (Шуляк И. М., Мурадасилова Н. В., 2016), применять наиболее эффективные пестициды (Черкашин В. Н. и др., 2017).

Для снижения расходов на защиту растений А. А. Яковлев (2018) и Д. А. Петухов совместно с коллегами (2019) рекомендуют применять беспилотные летательные аппараты, квадроциклы и прочие технические средства, позволяющие повысить скорость и эффективность выполнения агротехнических операций.

1.3. Технологии возделывания озимой пшеницы по степени их интенсивности

Для классификации и структурирования агротехнологий в зависимости от

методов и доз применяемых удобрений, средств защиты растений, прочих агрохимикатов и технологических приёмов В. И. Кирюшиным, С. В. Кирюшиным (2015), В. И. Кирюшиным (2022) и Н. К. Коноваловой совместно с соавторами (2024) было предложено выделить четыре группы — экстенсивные, нормальные (базовые), интенсивные и высокоинтенсивные.

Экстенсивные технологии заключаются в возделывании сельскохозяйственных культур с минимальным использованием внешних факторов — без подкормок, мелиоративных работ и средств защиты растений либо с крайне незначительным их применением, опираясь исключительно на естественное плодородие почвы, климатические условия и генетический потенциал культур и сортов. Наиболее известные страны, в которых повсеместно используют экстенсивное земледелие – Африка и Латинская Америка. При этом, по мнению В. И. Кирюшина (2021), в Российской Федерации также на большей части пахотных земель преобладают экстенсивные технологии.

Возделывание по этой технологии имеет в основном низкую эффективность и несет экологические риски. Отличительной чертой этой системы является большой процент чистых паров, которые снижают засоренность посевов и способствуют накоплению продуктивной влаги. Такие технологии предусматривают применение минимально возможной обработки почвы, что стимулирует интенсивную минерализацию органического вещества и освобождает запасы питательных элементов, однако со временем это ведёт к истощению плодородия и деградации агроландшафтов (Гулянов Ю. А., 2021). Плужная обработка остаётся эффективным методом борьбы с сорными растениями, вредителями и заболеваниями растений.

Данная технология опирается в основном на сорта, устойчивые к болезням и полеганию (Завалин А. А., 2024), но, по мнению А. В. Алабушева (2019), урожайность озимой пшеницы в условиях экстенсивного земледелия составляет около 1/3 от возможностей сортов.

Нормальные (базовые) технологии характеризуются рациональным севооборотом, противоэрозийной организацией территории и минимальным уровнем

минерального питания, при котором дозы внесения удобрений устраняют дефицит элементов питания и будет получена продукция удовлетворительного качества. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов достигается химическими средствами строго при превышении экономического порога вредоносности сорняков, вредителей и болезней. В этой технологии используются пластичные сорта зерновых культур. Достоинством данной технологии является поддержание плодородия почвы на исходном уровне и высокий процент получения прогнозируемой урожайности.

Интенсивная технология рассчитана на использование культур с высокими требованиями к их возделыванию, интенсивных сортов, которые способны усвоить большое количество элементов питания. В связи с этим при интенсивной технологии существенно возрастает уровень применения минеральных удобрений и усиливается применение пестицидов в системе защиты растений. Количество удобрений для внесения ориентировано на планируемую урожайность высокого качества с учетом генетического потенциала растений и окупаемости затрат агрохимических средств. При этом достигается высокий уровень использования генетического потенциала сортов при минимизированных рисках загрязнения продукции и окружающей среды.

Минеральные удобрения, особенно азотные, в интенсивной технологии более эффективно вносить дробно, что, по мнению Н. Н. Шаповаловой (2022-1), может обеспечить прибавку урожая озимой пшеницы до 1 т/га. В опытах А. В. Федорова с коллегами (2022) двукратная подкормка озимой пшеницы аммиачной селитрой ($N_{30}+N_{30}$) обеспечила рост урожайности от 3,27 до 3,85 т/га, или на 0,58 т/га (17,7 %), тогда как одноразовая подкормка такой же дозой увеличила урожайность культуры на 0,38 т/га, или на 11,6 %.

Высокоинтенсивные агротехнологии ориентированы на максимальное использование генетического потенциала высокоинтенсивных сортов и отличаются от интенсивных использованием современных электронных средств информатизации, геоинформационных систем, космическими методами диагностики посевов и дистанционных средств управления ими в изменяющемся

режиме. Однако такие технологии можно осваивать в благоприятных природных условиях с минимальной вероятностью стрессовых ситуаций (засуха и пр.) при высоком профессионализме исполнителей, вооруженных последними достижениями научно-технического прогресса.

Поэтому в Ставропольском крае из-за частых засух, возможных осенне-весенних заморозков и сильных морозов зимой, проявления ветровой и водной эрозии, а также сложности применения высокоинтенсивных технологий более широкое распространение получили интенсивные технологии. Обусловлено это еще и тем, что по этой технологии озимая пшеница может формировать до 9 т/га высококачественного зерна, чего достаточно для высокой экономической эффективности возделывания культуры (Соломатин А. В. и др., 2022). Согласно данным Л. Р. Оганян (2015), внедрение интенсивных технологий возделывания озимой пшеницы позволило Ставропольскому краю в конце 1980-х годов XX века достигнуть стабильной урожайности не менее 2,5 т/га, что составляло 82–89 % от доступного уровня увлажнённости региона.

В опыте В. В. Денисенко с коллегами (2016) на черноземе обыкновенном Ростовской области урожайность озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии, составила 4,00 т/га, тогда как при нормальной технологии она была на 0,84 т/га, или на 21 % меньше. Аналогичные результаты получены на типичном черноземе Курской области, где самая высокая урожайность яровой пшеницы также получена по интенсивной технологии – 4,27 т/га, по экстенсивной технологии она составила всего 3,15 т/га. В первом случае рентабельность составила 70,8 %, что на 12,7 % больше экстенсивной технологии (Лазарев В. И. и др. 2020). По данным А. В. Лабынцева и В. В. Губарева (2012), возделывание озимой пшеницы по экстенсивной технологии обеспечило рентабельность производства 26,7 %, по полуинтенсивной этот показатель увеличился до 34,3 %, по интенсивной – возрос до 47,2 %.

Возделывание сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии приводит к существенному увеличению пестицидной нагрузки на агрофитоценоз (Ладан С. С., 2024), но полноценная защита растений благоприятно влияет на рост

и развитие возделываемых культур, так как сохраняет потенциальный урожай сорта (Кекало А. Ю. и др., 2020). В. В. Келер и Н. В. Шрам (2022) показали, что интенсивная технология возделывания яровой пшеницы с применением полного комплекса средств защиты растений было экономически оправдано, так как обеспечило получение 4,42 т/га зерна, что на 1,16 т/га, или на 35,6 %, больше, чем без их применения.

Однако в опытах Х. Ш. Тарчокова с коллегами (2022) на степных территориях Кабардино-Балкарии максимальная урожайность подсолнечника отмечена при применении интенсивной технологии – 3,5 т/га, что статистически превышает показатели нормальной (2,7 т/га) и экстенсивной (2,1 т/га) технологий. При этом, рентабельность при использовании нормальной технологии была выше, чем по интенсивной на 39 %, что исследователи связывают с повышенными расходами на возделывание культуры по интенсивной технологии. Подобные результаты были отмечены также И. И. Гуреевым с коллегами (2021) в Курской области, где наиболее высокие урожаи озимой пшеницы получены по интенсивной технологии, а самая низкая себестоимость и высокая рентабельность производства – по базовой.

1.4. Роль нормы высева в технологиях возделывания озимой пшеницы

Наряду с выбором наиболее оптимальной технологии возделывания культуры или использованием конкретных агротехнологических приёмов особое значение имеет норма высева, оказывающая ключевое значение на урожайность и качественные показатели сельскохозяйственных культур, что напрямую отражается на уровне издержек и конечной экономической отдаче при их возделывании (Эсхаджиева Х. Х., 2024). Это подтверждают исследования П. В. Ятчук и В. В. Наумкина (2024), в которых при возделывании сои с нормой высева 500 тыс. шт/га уровень рентабельности составил 160,3 %, а при увеличении нормы до 600 тыс. шт/га данный показатель снизился на 31,2 %.

По мнению Л. К. Бутковской с коллегами (2021), в загущенных посевах создается сильная конкуренция между растениями. В связи с этим снижается не

только урожайность, но и посевные качества семян. Оптимальная норма высева озимой пшеницы зависит от комплекса условий: типа почвы, климатических особенностей региона, культуры-предшественника, погодных условий во время вегетации и других параметров. Согласно исследованиям А. А. Жученко и соавторов (2011), в крайне засушливых и засушливых условиях Ставропольского края на чистых парах рекомендуется высевать 3,5 – 4,0 млн/га всхожих семян, в зоне неустойчивого увлажнения на занятых парах – 4,5–5,0 млн/га, а по непаровым предшественникам – 4,5–5,5 млн/га. По занятым парам и непаровым предшественникам в зоне достаточного увлажнения авторы предлагают норму высева 5,0–5,5 млн/га всхожих семян.

В условиях почвенно-климатического режима Дагестана установлено, что наибольший урожай озимой пшеницы был отмечен при норме высева 4,5 млн/га и составил 4,38 т/га. Увеличение или уменьшение этого показателя приводило к потере урожайности на 1,38 т/га (Исмаилов А. Б. и др., 2020). В условиях степного Крыма повышение нормы высева озимого ячменя с 2 до 4 млн/га позволило повысить урожайность на 0,56 т/га (14%), далее, при увеличении нормы высева до 6 млн/га, урожайность по сравнению с 4 млн/га снизилась на 0,19 т/га (Горбунова Е. В. и др., 2021). Аналогичные данные при возделывании данной культуры получены О. В. Леваковой (2024), когда наибольшая урожайность была получена при норме высева 4,0 млн/га – 7,05 т/га. Снижение нормы высева до 3 млн/га или ее увеличение до 5,5 млн/га приводило к снижению урожайности до 5,51 и 5,64 т/га, что меньше на 1,41–1,54 т/га, или на 20–22 %.

Увеличение, как и уменьшение, урожайности сельскохозяйственных культур происходит из-за существенного влияния норм высева на элементы структуры урожая. Согласно данным А. С. Попова и соавторов (2022), увеличение нормы высева озимой пшеницы способствует росту числа продуктивных стеблей, тогда как количество и масса зерна в колосе имели обратно пропорциональную зависимость от нормы высева. Подобная тенденция отмечена Л. К. Петровым (2021), при повышении нормы высева с 3,0 до 6,0 млн/га число продуктивных стеблей увеличивается, однако количество колосков, зерен и их масса — уменьшаются.

При этом М. Р. Абдряева и П. Н. Константинова (2018) считают, что урожайность озимой пшеницы на 50 % зависит от плотности продуктивного стеблестоя, на который существенное влияние оказывает норма высева.

Норма высева оказывает также большое влияние на качество получаемой продукции. В исследованиях В. В. Кулинцева с коллегами (2014) установлено, что избыточная плотность посева вызывает снижение показателей качества зерна: натура уменьшается на 7–18 г/л, стекловидность — на 4–12 %, содержание сырой клейковины — на 2,0 %, белка — на 0,8–1,1 %, а объем хлеба — на 31–56 мл. По данным З. Р. Цукановой и соавторов (2024), при увеличении нормы высева озимой пшеницы в Орловской области с 3,0 до 5,0 млн/га наблюдается понижение доли крахмала в зерне с 66,3 до 65,3 %. При этом оптимальная норма высева может изменяться в зависимости от интенсивности технологии возделывания культуры. В исследованиях О. И. Горянина с коллегами (2019) оптимальной нормой высева озимой пшеницы, обеспечившей получение самой высокой урожайности по экстенсивной технологии на черноземе обыкновенном Самарской области, было 5,0 млн/га. При интенсификации технологии путем применения инсектофунгицидного протравителя и внесения минеральных удобрений лучшим был посев 4,0 млн/га, а экономически самой выгодной была норма высева 2 млн/га. В то же время, на выщелоченных черноземах Алтайского края оптимальной нормой высева ярового ячменя, возделываемого по разным по интенсивности технологиям, было 5,0 млн/га (Кузикеев Ж. В. и др., 2022).

1.5. Особенности возделывания озимой пшеницы в системе прямого посева

Однако в условиях изменяющегося климата, который характеризуется повышением температуры воздуха и уменьшением количества выпадающих осадков, урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы, может снижаться вследствие низких запасов продуктивной влаги, а также из-за снижения плодородия и ухудшения фитосанитарного состояния посевов (Воронцов В. А., Сорочкин Ю. П., 2022; Несмеянова М. А., 2022). Кроме того, Т. Г. Зеленская с соавторами (2022) считают, что применяемые в настоящее время

в растениеводстве технологии приводят к деградации почв, что представляет угрозу продовольственной и экологической безопасности страны.

По мнению О. И. Власовой с коллегами (2023), I. Vogunovich (2018) и D. Feizine (2018), получение оптимальных экономически рентабельных урожаев сельскохозяйственных культур хорошего качества во многом зависит от способов и приемов обработки почвы. При этом в мире и в нашей стране активно развивается тенденция минимизации почвообработки (Кирюшин В. И., 2018; Skaalsveen K. et al., 2019).

Обусловлено это снижением доходности, усилившимися темпами снижения почвенного плодородия (Алабушев А. В., 2012) и значительной изношенностью парка сельскохозяйственных машин и орудий. По данным В. Д. Гончарова с коллегами (2023), количество тракторов в организациях, занимающихся сельским хозяйством, уменьшилось с 1290,7 тыс. ед. в 1992 году до 198,3 тыс. ед. к 2021 году, зерноуборочных комбайнов – с 370,8 до 52,6 тыс. ед. соответственно, из-за чего нагрузка на тракторы возросла более чем в 3 раза.

Все это привело к тому, что последние десятилетия многие научные исследования в сельском хозяйстве направлены на разработку ресурсосберегающих технологий, в которых в течение многих лет почва не обрабатывается – система прямого посева или технология No-till (Roy S, 2022, Юдина Е. М., 2023). Согласно информации S. Corsi, H. Muminjanov (2019), к 2020 году площадь данной технологии по всему миру составила 205 миллионов гектаров и продолжает расти. Как указывают эксперты комиссии ООН по продовольствию и сельскому хозяйству, наибольшую долю занимают страны Южной Америки — Бразилия, Перу, Аргентина, Чили и Эквадор, где сосредоточено 46,8 % общей площади, США и Канада — 37,8 %, Австралия и Новая Зеландия — 11,5 % (Пэри Э., 2011).

По данным В. К. Дридигера и А. Л. Иванова (2023), на территории России площадь, занятая технологией прямого посева, достигает примерно 5 миллионов гектаров. Наиболее широкое применение она нашла на Северном Кавказе (Дридигер В. К., 2018), в Поволжье (Сафиулин М., 2015; Горянин О. И., Пронович Л. В., 2024), на Урале и в Зауралье (Гилев С. Д. и др., 2014; Сергеев К., 2017), а также на

западных территориях Сибири (Власенко А. Н. и др., 2014).

В системе прямого посева механическая обработка почвы ограничивается лишь моментом посева — семена и удобрения заделываются в почву через узкую щель с помощью специализированных сеялок с дисками или анкерными сошниками непосредственно по стерне и остаткам предшествующей культуры (Дридигер В. К., 2021). Это позволяет хозяйствам, применяющим данную технологию, исключить многократную обработку почвы, что привело к значительному сокращению количества используемых тракторов, снижению расходов на топливно-смазочные материалы, амортизацию и обслуживание техники. Экономия средств была направлена на увеличение закупок и внесения минеральных удобрений (Тойгильдин А. Л. и др., 2022; Yudina E., 2024). Благодаря сокращению эксплуатационных расходов и повышению урожайности растений по сравнению с традиционными способами обработки почвы, рентабельность производства продукции растениеводства в системе прямого посева оказывается более высокой и стабильной по годам, что обеспечивает устойчивое развитие трудовых и материально-технических ресурсов (Дридигер В. К. и др., 2021).

Кроме экономической выгоды, в системе прямого посева улучшается структура и водоустойчивость почвенных агрегатов (Дубовик Е. В., Дубовик Д. В., 2024-1, 2025), что в сочетании с улучшением водопроницаемости почвы (Поляков Д. Г., 2021) способствует большему накоплению и лучшему сохранению влаги атмосферных осадков в почве, которую возделываемые растения используют для формирования более высокого урожая (Гаджиумаров Р. Г., 2020).

Накоплению влаги способствуют также растительные остатки (Передериева В. М. и др., 2018), постоянно находящиеся на почвенной поверхности и зимой накапливающие больше снега, а в теплое время снижающие потери влаги за счет существенного уменьшения физического испарения с поверхности необрабатываемой почвы (Поляков Д. Г., Бакиров Ф. Г., 2020). По сообщению S. Ghosh et al. (2019) и L. Vincent-Caboud et al. (2019) наличие на поверхности почвы 8 т/га растительных остатков обеспечивает в технологии прямого посева увеличение содержания продуктивной влаги в почве на 30–35 %.

В опыте К. Г. Женченко с группой ученых (2020), проведенном в степной зоне Крыма, в системе прямого посева доступной влаги в метровом слое почвы было в 1,3–1,5 раза больше, чем по традиционной технологии. Большее содержание влаги в почве по технологии No-till отмечали в своих исследованиях О. И. Горянин с коллегами (2022) в Самарской области, А. А. Воропаева и др., (2019) и В. С. Цховребов с соавторами (2021) в Ставропольском крае, В. Е. Зинченко с коллегами (2018) в Ростовской области.

Растительные остатки обеспечивают также надежную защиту почв от дефляции и водной эрозии (Дридигер В. К. и др., 2020). Исследованиями Т. В. Волошиной с коллегами (2023) установлено, что потенциальные потери чернозема обыкновенного в технологии прямого посева в 1,1–10,3 раза меньше, чем в технологиях с обработкой почвы. Аналогичные данные получены В. П. Белобровым с коллегами (2021) на черноземе южном Ставропольского края.

В такой почве обитает значительно (в 3,4 раза) больше популяция дождевых червей (Дридигер В. К. и др., 2018, 2024), мезофауны (Briones M. J. I., Schmidt O. 2017) и микроорганизмов различных трофических групп (Кутовая О. В. и др., 2019; Заргарян Н. Ю. и др., 2022), чем в обрабатываемой почве. В исследованиях Г. В. Мокрикова с коллегами (2019) в черноземе обыкновенном при переходе на технологию прямого посева активность инвертазы и дегидрогеназы увеличивалась от 30 до 50 %, что, согласно мнению авторов, указывает на увеличение интенсивности деятельности микроорганизмов, что приводит к улучшению обеспеченности возделываемых растений доступными элементами питания.

Благодаря всему этому, а также отсутствию обработки, в технологии прямого посева в почве отмечается меньше кислорода, в результате чего происходит не окисление органических веществ, как в обрабатываемой почве, а постепенное их накопление и увеличение в почве (Власенко А. Н. и др., 2020; Дридигер В. К. и др., 2025). Увеличение содержания гумуса при возделывании полевых культур в системе прямого посева наблюдали в своих исследованиях С. А. Юдин с коллегами (2022) на типичных черноземах и V. A. Kholodov с соавторами (2019) на южных черноземах Крыма. В опыте К. Ш. Казеева с соавторами (2020) на черноземах

южных Ростовской области содержание гумуса после семи лет применения технологии прямого посева увеличилось на 0,12–0,75 %. Об этом же свидетельствует существенно (в 27 раз) большее количество (ногохвосток) коллембол в необрабатываемой почве, являющихся индикатором гумусообразования (Вокова А. И. et al., 2023, 2023-1).

Увеличение органического вещества в почве и отсутствие ее обработки существенно меняет содержание в почве и обеспеченность растений доступными элементами питания (Дридигер В. К. и др., 2023). Согласно результатам исследований Дридигера В. К. и соавторов (2025), при продолжительном использовании прямого посева совместно с плотным покрытием поверхности почвы органическими остатками формируется баланс между поступлением питательных веществ растениями и их высвобождением, процесс трансформации в доступную для растений форму происходит непрерывно, как это имеет место в природе. Такие условия позволяют сократить объёмы внесения удобрений в севообороте или ограничиться ими лишь под культуры, нуждающиеся в повышенном уровне питания (Д. Н. Гассен и Г. Р. Гассен, 1996; L. Ranaivoson и др., 2017).

Кроме того, по наблюдениям А. Н. Есаулко с коллегами (2018) в технологии прямого посева наблюдается дифференциация и неравномерность распределения подвижного фосфора и подвижного калия в верхних слоях почвы. В опыте Р. С. Стукалова (2016) отдача от 1 кг/га д. в. удобрений в традиционной технологии с обработкой почвы составила 7,52 кг зерна озимой пшеницы, тогда как в системе прямого посева она на 6,56 кг (87,2 %) больше – 12,43 кг. Автор объясняет это лучшей обеспеченностью растений озимой пшеницы влагой в течение всего периода вегетации. Все это, по мнению А. Н. Есаулко с коллегами (2022), V. Bondar et al. (2020), V. S. Pashtetsky et al. (2021), требует корректировки доз и способов внесения удобрений в системе прямого посева.

В технологии прямого посева снижается вредоносность болезней и вредителей, так как в растительных остатках обитают хищники, уничтожающие яйцекладки, личинок и имаго вредителей (Власенко Н. Г. и др., 2013), а в постоянно укрытой растительной мульчей почве в 1,5 раза больше целлюлозоразлагающих

микроорганизмов, подавляющих развитие патогенной микрофлоры (Дридигер В. К. и др., 2025). Все это позволяет вести эффективную борьбу с болезнями и вредителями более дешевыми биологическими методами (Котляров В. В. и др., 2023).

Существенно в технологии прямого посева изменяется система борьбы с сорно-полевой растительностью, что обусловлено невозможностью применять обработку почвы, которая в традиционных технологиях является одним из самых эффективных способов уничтожения сорняков (Горшкова Н. А., 2022). Тем не менее, и в прямом посеве имеется довольно много эффективных агротехнических приемов в борьбе с сорняками: научно обоснованное чередование культур в севообороте широколистных и узколистных растений теплого и холодного времени вегетации, сроки и способы посева культур, оставление растительных остатков на поверхности почвы (Дорожко Г. Р. и др., 2013), применение бинарных и промежуточных почвопокровных посевов и др.

Отсутствие обработки почвы способствует очищению верхнего слоя почвы от семян сорняков, что существенно снижает засоренность посевов (Власенко Н. Г. и др., 2014). Но в этом случае, чтобы не увеличить банк семян сорняков в почве, важно не допустить их обсеменение, особенно в первые годы освоения технологии (Перегудова Н. А., Дридигер В. К., 2023). По сообщению В. Батурина (2007), уже через три года применения прямого посева наблюдается сокращение затрат на средства защиты растений — до 20–30 %, включая гербициды. По завершении цикла восьмипольного севооборота уровень засорённости полей снижается ниже уровня экономического порога вредоносности, и потребность в гербицидах уменьшается еще больше.

Довольно эффективным способом борьбы с сорняками является норма высева возделываемых культур. В опыте Г. Р. Дорожко с коллегами (2014) увеличение нормы высева семян льна масличного от 2 до 8 млн/га увеличивало конкурентную способность его растений в фазе «елочки» и приводило к существенному снижению количества сорняков в 1,3 раза (с 166 до 129 шт/м²), их сырой надземной массы – в 2,2 раза (с 44,2 до 19,7 г/м²), что способствовало значимому увели-

чению урожайности от 1,03 до 1,57 т/га, или на 0,52 т/га (50,4 %).

В исследованиях В. Е. Торикова с коллегами (2023) в Брянской области увеличение нормы высева озимой пшеницы с 3,5 до 5,5 млн/га приводило к существенному снижению засоренности посевов с 84 до 72 шт/м² и росту урожайности с 4,78 до 5,29 т/га. Такое же наблюдалось в опытах Г. А. Мырзабаевой и А. Б. Идрисовой (2022) на юго-востоке Казахстана, где увеличение нормы высева озимой пшеницы от 3 до 4 и 5 млн/га приводило к уменьшению численности сорняков во время кущения со 173 до 160 и 152 шт/м², в полной спелости эти различия были еще больше – 35, 11 и 7 шт/м² соответственно.

Изменение водно-физических, агрохимических и биологических свойств почвы в системе прямого посева приводит к существенному изменению условий роста и развития возделываемых культур, в том числе и озимой пшеницы, по сравнению с технологиями с обработкой почвы, что оказывает существенное влияние на ход формирования урожая и его качества. В опытах Р. С. Стукалова (2018) и Е. А. Бильдиевой с коллегами (2021) в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края и В. П. Василько с соавторами (2022), проведенных в Краснодарском крае, растения озимой пшеницы, возделываемые в системе прямого посева, формировали более мощный фотосинтетический аппарат, позволивший нарастить значительно большую надземную биомассу, что в конечном итоге привело к росту урожайности культуры по сравнению с технологиями с обработкой почвы.

Увеличение урожайности полевых культур при их возделывании в системе прямого посева отмечают многие исследователи. По сообщению Г. В. Мокрикова с соавторами (2019-1), в Ростовской области в среднем за 5 лет наблюдений урожайность озимой пшеницы при прямом посеве составила 4,54 т/га, что на 0,89 т/га, или на 24,4 %, выше, чем по традиционной технологии с обработкой почвы. В опыте А. В. Дедова и коллегами (2023) урожайность ярового ячменя в системе прямого посева в Воронежской области достигла 4,03 т/га, тогда как в традиционных технологиях с безотвальной и отвальной обработкой почвы этот показатель составил 3,79 и 2,69 т/га соответственно. Исследования В. С. Цховре-

бова с соавторами (2024) выявили заметное повышение урожайности озимой пшеницы по технологии No-till по сравнению со вспашкой и минимальной обработкой почвы при посеве после подсолнечника и зернового сорго. После гороха такое преимущество наблюдалось лишь в один из двух лет проведения исследования.

Увеличение урожайности при одновременном снижении производственных затрат из-за отсутствия обработки почвы обеспечивает увеличение экономической эффективности производства продукции растениеводства. В засушливых условиях Среднего Поволжья рентабельность возделывания ярового ячменя по технологии прямого посева составила 62,9 %, что выше, чем по рекомендованной технологии с обработкой почвы на 17,5 % (Тойгильдин А. Л. и др., 2023). В опыте В. С. Полоус с коллегами (2021) рентабельность производства гороха в системе прямого посева составила 60 %, что было на 23 и 31 % выше, чем в технологиях со вспашкой и поверхностной обработкой почвы. Аналогичные данные получены О. И. Горяниным с коллегами (2024) в Поволжье, а в исследованиях А. Н. Джанжарова с соавторами (2022) на черноземе обыкновенном Ставропольского края рентабельность производства гороха была еще выше – 292,1 %, что на 123,7 % больше, чем по традиционной технологии.

Однако при довольно большом объеме информации о положительном влиянии системы прямого посева на свойства почв, урожайность возделываемых культур и экономическую эффективность производства продукции растениеводства в научной литературе имеются и другие мнения об этой технологии.

Е. Е. Защепкин с коллегами (2015) и Л. Н. Коробова с соавторами (2017) считают, что при возделывании сельскохозяйственных культур без обработки почвы возрастает количество болезней и вредителей, которые накапливаются и размножаются в растительных остатках, из-за чего, по мнению Е. А. Васиной с коллегами (2018), нужно увеличивать внесение фунгицидов и инсектицидов практически вдвое. По этой же причине Г. Р. Хасанова с соавторами (2017), В. Д. Полин и И. Ф. Биналиев (2021) указывают на существенное увеличение засоренности посевов в технологии No-till, что также приводит к увеличению гер-

бицидной нагрузки по сравнению с отвальной технологией в два раза.

Некоторые исследователи указывают на опасность ухудшения агрофизических свойств почвы в системе прямого посева. В исследованиях Е. Б. Дрепы с коллегами (2020) в технологии прямого посева наблюдалось ухудшение структуры и увеличение плотности чернозема выщелоченного Ставропольского края, что ухудшило условия для роста и развития растений подсолнечника и привело к достоверному снижению урожайности культуры на 0,19 т/га (14,2 %) по сравнению с традиционной технологией.

Снижение урожайности яровой пшеницы и ярового ячменя в технологии No-till в условиях Западной Сибири наблюдали также В. В. Рзаева (2021) и Г. П. Гамзиков (2024). В опыте В. В. Ивенина с коллегами (2021) в условиях Волго-Вятского региона урожайность озимой пшеницы по технологии No-till была на 0,44 т/га, или на 18,7 %, ниже, но рентабельности производства – на 37,3 % выше, чем по традиционной технологии.

Таким образом, на основании обзора отечественной и иностранной литературы можно заключить, что в зависимости от почвенно-климатических условий и материально-технических возможностей хозяйства сельскохозяйственные культуры, в том числе озимую пшеницу, возделывают по экстенсивным, базовым и интенсивным технологиям. Технологии отличаются по способам и приемам обработки почвы, количеству применяемых удобрений и средств защиты растений, потребности в технических средствах и людских ресурсах, что оказывает существенное влияние на урожайность, качество получаемой продукции и экономическую эффективность ведения растениеводства.

В настоящее время все большее распространение получает возделывание сельскохозяйственных культур в системе прямого посева, в которой из-за длительного отсутствия обработки почвы и постоянного наличия на поверхности растительных остатков существенно изменяется температурный и водный режим почвы, ее физические, агрохимические и биологические свойства. Все это оказывает существенное влияние на обеспеченность растений влагой, элементами питания, фитосанитарное состояние посевов и другие условия формирования уро-

жая озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной, базовой и интенсивной технологии. Важную роль при этом играет норма высева семян, которая может существенно изменяться в зависимости от интенсивности технологии возделывания культуры.

В этой связи большой научный и практический интерес представляют исследования по установлению оптимальных норм высева озимой пшеницы при ее возделывании в системе прямого посева на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья по экстенсивной, базовой и интенсивной технологии. В данной почвенно-климатической зоне такие исследования не проводились и являются актуальными и своевременными.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Место проведения исследований

Полевые опыты по изучению влияния технологий различной интенсивности и норм высева озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева, проводили с 2020 по 2023 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», расположенного на восточной окраине города Михайловска в 7 км севернее города Ставрополя.

По агроклиматическому районированию опытное поле находится в условиях неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья, к которому относятся центральные, западные и юго-западные районы Ставропольского края, отдельные районы центральной и восточной зон Краснодарского края, южные и юго-восточные районы Ростовской области (Желнакова Л. И., Антонов С. А., 2011).

2.2. Климатическая характеристика зоны

Климат Центрального Предкавказья формируется под воздействием Кавказских гор, Черного моря на западе и Каспийского на востоке. Такое географическое положение обусловило континентальность климата, который выражается в контрастности гидротермического режима зимы и лета, значительных колебаниях суточных и годовых температур воздуха, а также ранних осенних и поздневесенних заморозках, неожиданных похолоданиях и снегопадах, а зимой – в оттепелях. Это приводит к перемещению больших воздушных масс, приводящих к усилению ветра, вызывающего дефляцию почвы и даже пыльные бури (Рябов Е. И., 2001), а также резким неравномерностям выпадения осадков, летом – ливневого характера, вызывающим водную эрозию (Бадахова Г. К., 2022).

Среднегодовая среднесуточная температура воздуха в этом регионе составляет от 8,1 до 10,3 °С. Ежегодно возрастает сумма активных температур (≥ 10 °С). В настоящее время данный показатель от 3300 до 3688 °С, что позволяет сформировать хороший урожай озимой пшеницы. Количество атмосферных осадков за год составляет 550–580 мм, из которых от 70 до 80 % выпадают в теплое время года, ГТК = 0,9–1,1 (Антонов С. А., 2019).

В декабре озимая пшеница находится в состоянии зимнего покоя. Зимние месяцы характеризуется умеренно низкими температурами – среднемесячная температура января составляет от - 4 до - 5 °С. Минимальный уровень понижения температуры за зиму может достигать - 32 °С (Желнакова Л. И., Антонов С. А., 2010). Календарная зима продолжается от 75 до 110 дней, за которые почва промерзает примерно на 25–30 см. Негативным фактором данной территории являются частые оттепели, которые сопровождаются последующим похолоданием без выпадения снега (Желнакова Л. И., Антонов С. А., 2011).

Климатическая весна начинается в третьей декаде февраля. В это время отмечается переход среднесуточных температур воздуха через отметку 0 °С в сторону потепления. Но нередко в марте температура воздуха резко опускается и вновь выпадает снег. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха вверх через +5 °С в наблюдался в апреле. При этом отмечается снижение количества осадков в данном месяце в сравнении с периодом 1991–2020 гг. В отдельные годы переход температур в среднем за сутки через 0, +5 и +10 °С может варьироваться от среднемноголетних на 2–3 недели, что зависит от складывающихся погодных условий. Май богат на осадки, как правило, за этот месяц выпадает двух, а то и трехмесячная сумма осадков (Бадахова Г. Х., 2023).

Считается, что на повышение среднегодовой температуры воздуха оказывает влияние потепление зимнего периода. Однако с начала 2000 годов лето стало значительно более сухим и теплым на всей территории Центрального Предкавказья (Бадахова Г. Х., 2024). Переход среднесуточной температуры через +15 °С наблюдается в начале мая, что говорит о наступлении климатического лета. Средняя температура июля и августа +22–23 °С, но в отдельные дни может достигать и до +40–42 °С. При этом самым жарким месяцем стал август, тогда как ранее считался июль. Подтверждением этому являются исследования В. И. Волковой с коллегами (2020), в результате которых было установлено, что с начала XXI века на август приходится 23 суточных максимума, в то время как 1950–2000 гг. их было всего 8. Из-за повышенных температур наблюдается значительная испаряемость, превышающая количество выпавших осадков. Развитие растений зависит от

влажности воздуха; во второй половине лета её уровень снижается до 60–62 %, что создаёт неблагоприятные условия для их роста (Веревкина С. И., 2008).

Сентябрь, как и август, характеризуется засушливостью и жаркой погодой. Осенние климатические условия формируются с конца месяца – среднесуточные температуры опускаются ниже +15 °С. С октября начинаются дожди, температура продолжает снижаться. Рост осадков в этом месяце по сравнению со среднегодовой нормой благоприятно влияет на появление дружных всходов озимой пшеницы (Антонов С. А., 2019). К 10 ноября происходит снижение температуры и переход через +5 °С, что означает окончание вегетации растений. В это же время наблюдаются заморозки, и к 20 числам ноября температура воздуха переходит через 0 °С (Дриггер В. К., 2021-1).

При этом стоит обратить внимание на отрицательные стороны климата. Выпадение осадков весной имеет ливневый характер, что приводит к эрозии почв, а также к смыванию верхнего плодородного слоя. Осадки в летние месяцы сопровождаются высокими температурами, а также умеренными и сильными ветрами, что приводит к суховеям в данный период. Все это указывает на то, что необходимо внедрять ресурсосберегающие технологии, к которым относится технология прямого посева. Этому же мнению придерживается С. В. Коковихин с соавторами (2023), по мнению которых необходимо применение технологий, обеспечивающих накопление влаги в почве.

Таким образом, климат Центрального Предкавказья способствует возделыванию озимой пшеницы. Более ранний переход через 0 °С к положительным значениям весной продлевает вегетационный период, что благоприятно влияет на урожайность культуры. Основная часть годовых осадков выпадает в период с апреля по июнь, сочетание которых с достаточным уровнем тепла способствует благоприятному развитию озимой пшеницы. Тем не менее, существуют проблемы: сильные ливни приводят к значительному снижению их продуктивности, а неравномерность осадков в течение сезона усложняет агрономические мероприятия. Зимой часто происходят оттепели, нарушающие стабильность снежного покрова (Бадахова Г. Х., 2022).

2.3. Почвы зоны и опытного участка

В Центральном Предкавказье в структуре почвенного покрова преобладают черноземы обыкновенные, типичные и выщелоченные, из которых доминируют черноземы обыкновенные карбонатные. Например, в Ставропольском крае черноземные почвы занимают 2687 тыс. га, что составляет 42,5 % всех почв Ставрополья, среди которых более половины (64,7 %, или 1739,1 тыс. га) являются черноземами обыкновенными карбонатными (Сычев В. Г., Гречишкина Ю. И., Матвиенко А. В., 2023).

Черноземы Центрального Предкавказья сформировались в условиях неустойчиво-влажного, умеренно-влажного и отчасти засушливого климата. Средняя мощность горизонтов А + В обыкновенных черноземов составляет 111 см при мощности горизонта А 35–50 см. При такой мощности почвенного профиля они характеризуются пониженной гумусированностью с поверхности – 4,76 % в естественном состоянии. Но в результате распашки и сельскохозяйственного использования произошло снижение содержания гумуса, что объясняется не только заменой естественной растительности культурной, но и более интенсивным разложением на пашне растительных остатков и органического вещества почвы (Куприченков М. Т., 2005).

Черноземы обыкновенные благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур, в частности озимой пшеницы. Они имеют благоприятные физические свойства: оптимальную для большинства сельскохозяйственных культур плотность (1,09 до 1,17 г/см³), высокую пористость (55–57 %), а также хорошие водно-физические свойства и выраженную структуру с преобладанием агрономически ценных агрегатов от 0,25 до 10 мм (Кузыченко Ю. А. и др., 2019).

Данные почвы обладают сравнительно благоприятным азотным режимом с валовым содержанием азота с поверхности 0,25–0,50 %. Несмотря на это, внесение азотных удобрений положительно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы.

Черноземы обыкновенные Центрального Предкавказья имеют сравнительно высокую обеспеченность валовыми формами фосфора (0,15–0,17 % в пахотном и

0,10–0,13 % в подпахотном слое). Однако из-за высокой карбонатности большая часть фосфорных соединений находится в труднодоступных для растений формах. Поэтому содержание подвижных форм фосфора в пахотном слое составляет в среднем 16,5 мг/кг, что говорит о средней обеспеченности почв этим элементом и высокой эффективности внесения фосфорных удобрений для повышения урожайности возделываемых культур.

Намного лучше описываемые почвы обеспечены калием. При его средних валовых запасах, равных 2–2,5 %, подвижного калия содержится около 300 мг/кг, что говорит о хорошей обеспеченности почв этим элементом. Но вследствие большого выноса его с урожаем ощущается снижение содержания подвижного калия, и для компенсации его убыли из почвы необходимо внесение калийных удобрений (Цховребов В. С., Фаизова В. И., 2015).

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднемоощный слабогумусированный тяжелосуглинистый, сформировавшийся на лессовидных карбонатных суглинках. Горизонт $A_{\text{пах}}$ темно-серый, пылевато-зернисто-комковатый. Перед закладкой опыта в слое почвы 0–10 см содержалось: подвижного фосфора (по Мачигину) – 16,7 мг/кг, подвижного калия (по Мачигину) – 266 мг/кг, что соответствует средней обеспеченности почвы этими элементами питания. Реакция почвенного раствора нейтральная. Мощность гумусовых горизонтов А + В составляет 111 см при мощности горизонта А – 34 см.

Таким образом, почва опытного участка типична для Центрального Предкавказья, обладает оптимальными агрофизическими и агрохимическими свойствами, что позволяет возделывать сельскохозяйственные культуры по технологии прямого посева, в том числе и озимую пшеницу (Иванов А. Л. и др., 2021).

2.4. Метеорологические условия проведения исследований

Для получения высокого урожая озимой пшеницы метеорологические условия имеют большое значение. В 2020–2021 сельскохозяйственный год сумма осадков составила 586 мм, что больше климатической нормы на 32 мм, или 6 % (Таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия 2020–2021 сельскохозяйственного года

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	за декаду			за ме- сяц	средне- много- летняя*	за декаду			за ме- сяц	средне- много- летние*
	I	II	III			I	II	III		
Август	24,1	22,3	22,1	22,8	22,6	3	0	2	5	36
Сентябрь	22,7	19,4	17,0	19,7	16,7	3	0	0	3	47
Октябрь	14,7	16,6	12,7	14,7	10,5	0	8	0	8	52
Ноябрь	7,8	0,2	1,0	3,0	3,6	22	16	16	54	38
Декабрь	-3,0	0,2	-1,4	-1,4	-0,5	0	3	4	7	33
Январь	3,5	-3,5	1,6	0,5	-2,3	3	25	4	32	29
Февраль	3,3	-4,5	-3,6	-1,6	-1,7	23	40	26	89	28
Март	0,3	-0,4	2,9	0,9	3,2	9	16	25	50	41
Апрель	8,0	10,3	10,9	9,7	9,6	18	38	25	81	40
Май	14,3	17,0	18,9	16,7	15,4	14	19	80	113	74
Июнь	16,3	20,9	23,7	20,3	19,9	46	8	14	68	77
Июль	23,9	27,6	23,5	25,0	22,9	35	0	41	76	59
Итого	–	–	–	10,9	9,9	–	–	–	586	554

Примечание: * климатическая норма рассчитана по данным 1991–2020 гг.

В 2020 году с августа по октябрь включительно зафиксирована сильнейшая засуха – общее количество осадков за этот период составило всего 16 мм, что в 8,4 раза ниже за аналогичный период среднемноголетних данных. Такие условия оказали негативное влияние на прорастание семян озимой пшеницы и формирование начальной биомассы растений. Из-за этого растения в зиму ушли не раскустившимися. В декабре также отмечался дефицит осадков, однако уже в январе и, особенно в феврале выпало значительное количество снега — 89 мм против среднегодового показателя 28 мм.

Весенние месяцы отличались повышенной влажностью: с марта по май было зафиксировано 244 мм осадков при норме 155 мм. В марте выпадение шло преимущественно в виде снега, месяц оказался прохладнее обычного — среднесуточная температура составляла 0,9 °С при климатической норме 3,2 °С. Апрель и

май были близки к климатическим нормам по температурному режиму. Июнь 2021 года соответствовал среднемноголетним значениям, отклонений не выявлено.

В целом 2020–2021 сельскохозяйственный год оказался весьма благоприятным для развития озимой пшеницы, за исключением засушливых явлений осенью 2020 года, когда гидротермический коэффициент (ГТК) в сентябре и октябре составил 0,05 и 0,18 соответственно (Антонов С. А., 2017).

Погодные условия 2021–2022 года были весьма благоприятными для роста и развития озимой пшеницы. За август и сентябрь 2021 года выпало 191 мм осадков, что более чем в 2 раза больше климатической нормы (Таблица 2).

Таблица 2 – Метеорологические условия 2021–2022 сельскохозяйственного года

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	за декаду			за месяц	средне- много- летняя*	за декаду			за месяц	средне- много- летние*
	I	II	III			I	II	III		
Август	27,0	22,4	23,0	24,1	22,6	8	57	29	94	36
Сентябрь	15,2	16,5	10,9	14,2	16,7	34	13	50	97	47
Октябрь	6,8	11,3	7,1	8,4	10,5	18	1	12	31	52
Ноябрь	9,5	2,0	5,4	5,6	3,6	15	2	23	40	38
Декабрь	5,8	1,6	-0,2	2,4	-0,5	7	4	4	15	33
Январь	3,2	-2,4	-2,2	-0,5	-2,3	17	13	5	35	29
Февраль	0,8	1,9	5,8	2,8	-1,7	13	4	8	25	28
Март	0,4	-4,3	3,6	-0,1	3,2	14	6	9	29	41
Апрель	11,0	10,7	14,2	12,0	9,6	13	12	2	27	40
Май	8,6	13,5	17,4	13,2	15,4	92	8	13	113	74
Июнь	22,3	21,8	20,1	21,4	19,9	0	13	85	98	77
Июль	22,6	20,8	21,6	21,6	22,9	0	37	35	72	59
Итого	–	–	–	10,2	9,9	–	–	–	676	554

Примечание: * климатическая норма рассчитана по данным 1991–2020 гг.

Несмотря на то, что в октябре количество выпавших осадков было ниже климатической нормы, для прорастания семян озимой пшеницы складывались

благоприятные условия. Этому способствовали осадки, выпадавшие в августе, сентябре и первой декаде октября в количестве 209 мм. Благодаря этому перед посевом было накоплено достаточное количество продуктивной влаги в почве, что позволило получить дружные и своевременные всходы культуры. Частые осадки в сентябре и октябре повлияли на температурный режим, он был холоднее среднемноголетних значений на 2,1–2,5 °С, однако ноябрь был теплее обычного.

Зимний период характеризовался более тёплыми, чем обычно, температурными режимами: при дефиците осадков в декабре и почти климатической нормой в январе и феврале, март оказался прохладным – количество осадков составило 29 мм против среднемноголетних 41 мм. Апрель был теплым: среднесуточная температура достигла 12,0 °С, превышая многолетнее значение на 2,4 °С, что создало благоприятные условия для активного развития озимой пшеницы во время весенней вегетации.

Май отличился значительным превышением осадков над среднемноголетним уровнем на 39 мм, или на 52,7 %, что способствовало интенсивному росту, развитию и, следовательно, формированию урожайности озимой пшеницы. Июнь, а также первые дни июля, обеспечили стабильные погодные условия, необходимые для завершения процесса налива семян, их созревания и своевременной уборки урожая.

Метеорологические условия 2022–2023 сельскохозяйственного года были благоприятны для возделывания озимой пшеницы, несмотря на повышенную температуру в августе и небольшое количество осадков в этот месяц. Условия в сентябре оказались благоприятными – выпало 73 мм осадков, что на 55 % выше среднемноголетней нормы, что положительно повлияло на полевую всхожесть семян и осеннее развитие растений озимой пшеницы (Таблица 3).

В ноябре, декабре и январе наблюдался дефицит осадков на уровне 50 % относительно среднемноголетнего количества, однако это было частично компенсировано обильными осадками в феврале и марте — за два месяца выпало 140 мм, что вдвое превышает климатическую норму. В апреле количество осадков было ниже среднего, в мае же зафиксировано рекордное количество — 189 мм при

норме 74 мм (в 2,6 раза больше), а в июне при норме 77 мм выпало 93 мм. Температурный режим в эти месяцы был близким к климатической норме. Всего за сельскохозяйственный год выпало 678 мм, что на 124 мм (22,4 %) больше климатической нормы, а средняя температура воздуха за год составила 11,0 °С при норме 9,9 °С.

Таблица 3 – Погодные условия 2022–2023 сельскохозяйственного года

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	за декаду			за месяц	средне- много- летняя*	за декаду			за месяц	средне- много- летние*
	I	II	III			I	II	III		
Август	24,2	24,8	24,3	24,4	22,6	3	23	0	26	36
Сентябрь	19,2	18,7	15,3	17,7	16,7	0	15	58	73	47
Октябрь	15,4	10,5	8,2	11,4	10,5	20	5	12	37	52
Ноябрь	4,6	6,8	5,9	5,8	3,6	24	0	3	27	38
Декабрь	-2,9	2,0	1,4	0,2	-0,5	0	10	4	14	33
Январь	-1,1	-1,9	-0,4	-1,1	-2,3	7	2	0	9	29
Февраль	-5,0	-1,8	3,3	-1,2	-1,7	42	36	5	83	28
Март	4,7	7,6	7,8	6,7	3,2	28	6	23	57	41
Апрель	9,8	9,0	12,0	10,3	9,6	6	2	8	16	40
Май	12,0	13,7	17,9	14,5	15,4	42	25	122	189	74
Июнь	18,2	20,6	21,3	20,0	19,9	45	40	8	93	77
Июль	23,8	20,7	23,5	22,7	22,9	19	4	19	42	59
Итого	–	–	–	11,0	9,9	–	–	–	666	554

Примечание: * климатическая норма рассчитана по данным 1991–2020 гг.

Таким образом, в годы проведения исследований метеорологические условия были характерными для условий неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. Более благоприятные условия по наличию осадков и температурному режиму были в 2021–2022 и, особенно, в 2022–2023 сельскохозяйственные годы, а 2020–2021 сельскохозяйственный год отличался сильной осенней засухой, тогда как условия для весенне-летней вегетации были вполне благоприятными. Погодные условия в годы исследований по-разному влияли на полевую всхо-

жесть, рост, развитие, сохранность и урожайность озимой пшеницы.

2.5. Методика исследований

В двухфакторном полевом опыте было изучено влияние норм высева озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева по технологиям разной интенсивности, на ее рост, развитие и урожайность на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Схема полевого двухфакторного опыта выглядит следующим образом:

Фактор А – технология возделывания озимой пшеницы:

- 1) экстенсивная;
- 2) базовая;
- 3) интенсивная.

Фактор В – норма высева всхожих семян озимой пшеницы:

- 1) 2 млн/га;
- 2) 3 млн/га;
- 3) 4 млн/га;
- 4) 5 млн/га;
- 5) 6 млн/га.

Делянки в опыте размещались в 3 яруса. В каждом ярусе была расположена повторность опыта, в которой со смещением размещались все изучаемые технологии и нормы высева озимой пшеницы. Поэтому повторность опыта трехкратная, площадь делянки 106 м²: ширина – 5,3 м, длина – 20 м (Рисунок 1).

Полевые исследования и обобщение результатов полученных данных были проведены по общепринятым методикам, с опорой на методические указания Б. А. Доспехова (1985). На каждом варианте отмечались даты посева и появления полных всходов, а также наступления фенологических фаз: кущение, возобновление весенней вегетации (ВВВ), выход в трубку, колошение и полная спелость. Датой наступления фенологической фазы являлся день, когда 75 % растений достигали необходимого состояния (Сапунков В. Л. и др., 2022).

Содержание продуктивной влаги в слое 0–100 см почвы определяли термо-

статно-весовым методом во время посева, весеннего возобновления вегетации, колошения и полной спелости озимой пшеницы послойно, через каждые 10 см по методике Б. А. Доспехова (2011). В фазе начала выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 0–30 см определяли содержание элементов питания: нитратный азот по методу ЦИНАО (ГОСТ 26488–85), подвижный фосфор и калий по методу Мачигина (ГОСТ 26205–91).

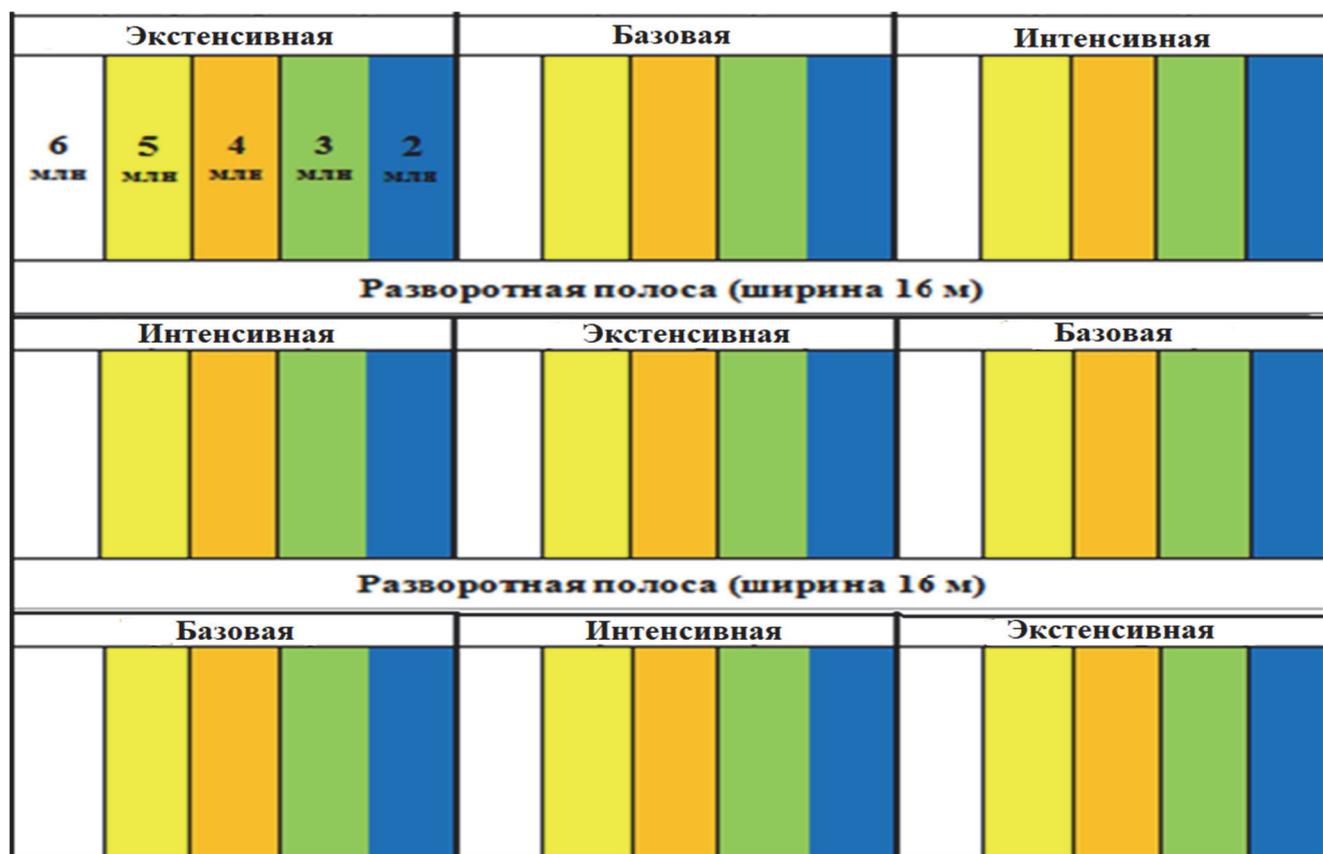


Рисунок 1. Схема размещения делянок в опыте

Определение содержания азота и фосфора в растениях озимой пшеницы осуществляли в период весеннего кущения и в листьях на этапе колошения согласно методике В. Т. Куркаева (1959). Засорённость посевов оценивали перед уходом в зиму, на стадии кущения перед проведением весенней гербицидной обработки и спустя 30 дней после неё по методике К. С. Артохина (2010).

Динамику накопления вегетативной биомассы у посевов озимой пшеницы изучали в основные фазы развития: перед уходом в зиму, в период весеннего кущения, выхода в трубку и колошения, в соответствии с требованиями государственной методики испытаний сортов сельскохозяйственных культур, по методи-

ке А. М. Федина совместно с соавторами (2019). Растения отбирали с площади 0,25 м² в четырёхкратной повторности (по две точки отбора на первой и третьей повторности), при этом определяли показатели густоты стояния, сырой надземной массы, высоты растений, продуктивной кустистости и доли сухого вещества. Площадь листовой поверхности рассчитывали по методическим рекомендациям А. А. Ничипоровича и соавторов (1961). В фазе полной спелости были отобраны растения для определения следующих элементов структуры урожая: количество растений, количество колосьев на растении, количество зерен и масса зерна с колоса, масса тысячи зерен.

Учет урожая проведен механизировано, путем прокоса по середине делянки малогабаритным комбайном Сампо-130 с дальнейшим пересчетом на стандартную чистоту и влажность. Технологические качества зерна определены в соответствии с методами ГОСТа. Общая стекловидность зерна – по ГОСТ 10987–76, влажность зерна – по ГОСТ 13586.5–2015, содержание белка в зерне на сухое вещество – по ГОСТ 10846-91, содержание сырой клейковины – методом отмывки определенной навески по ГОСТ 54478–2011, качество клейковины – на приборе ИДК-4.

Обобщение и математическая обработка полученных данных проведена по методике Б. А. Доспехова (2011). Экономическая оценка технологий и норм высева семян озимой пшеницы проведена по методике Н. В. Банниковой с коллегами (2020). Для этого рассчитаны технологические карты возделывания озимой пшеницы по всем изучаемым технологиям и нормам высева, в которых стоимость материально-технических ресурсов и зерна озимой пшеницы в зависимости от его качества взяты в ценах 2023 года. Статистическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б. А. Доспехову (2011) и В. П. Томилову (1987).

2.6. Технология возделывания озимой пшеницы в опыте

В опыте озимую пшеницу возделывали по предшественнику – гороху. За 3–5 дней до посева озимой пшеницы проводили обработку делянок гербицидом

сплошного действия из группы глифосатов Тотал 480 с нормой 2 л/га. Посев озимой пшеницы производили сеялкой Gimetal, оснащенной гофрированными турбодисками (култер, резак) и двухдисковыми сошниками с заделывающими устройствами и прикатывающими катками. Ширина междурядий – 17,5 см (Таблица 4).

Таблица 4 – Технологическая схема возделывания озимой пшеницы

Технологическая операция	Технология		
	экстенсивная	базовая	интенсивная
Обработка гербицидом за 3–5 дней до посева	Тотал 480 (2 л/га)		
Протравливание семян	–	БисолбиСан 0,5 л/т + Росток 1 л/т + Максим Форте 1,75 л/т	
Посев с внесением удобрений	–	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ (нитроаммофоска 125 кг/га)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (нитроаммофоска 375 кг/га)
Ранневесенняя подкормка (кущение)	–	N ₃₃ (аммиачная селитра 100 кг/га)	N ₆₆ (аммиачная селитра 200 кг/га)
Обработка гербицидом (кущение)	Статус Гранд, ВДГ 40 г/га		
Обработка фунгицидом (кущение)	–	Новус-Ф, КС 0,8 л/га	
Вторая азотная подкормка (начало выхода в трубку)	–	–	N ₃₃ (аммиачная селитра 100 кг/га)
Обработка фунгицидом (флаг-лист)	–	–	Новус-Ф, КС 0,8 л/га
Третья азотная подкормка (колошение)	–	–	N ₃₀ (карбамид 65 кг/га)
Обработка инсектицидом (колошение)	–	–	Органза, КЭ 0,2 л/га
Уборка урожая	Сампо-130		

Сеяли сорт озимой пшеницы «Виктория Одесская», который внесен в государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в Ставропольском крае. Перед посевом семена протравливали рабочим раствором, содержащим БисолбиСан 0,5 л/т + Росток 1 л/т + Максим Форте 1,75 л/т, семена при экстенсивной технологии не протравливали. Посев осуществлен в оптимальные сроки для данной зоны – в первой декаде октября.

По экстенсивной технологии посев осуществлен без применения удобрений, по базовой технологии при посеве вносили $N_{20}P_{20}K_{20}$ (125 кг/га нитроаммофоски), а по интенсивной технологии $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 375 кг/га нитроаммофоски. По базовой технологии рано весной в фазе весеннего кущения вносили 100 кг/га аммиачной селитры (N_{33}). По интенсивной технологии рано весной в качестве первой азотной подкормки вносили 200 кг/га аммиачной селитры, в фазе кущения проведена вторая азотная подкормка 100 кг/га аммиачной селитры (N_{33}), в фазе выхода флагового листа – третья азотная подкормка на качество зерна карбамидом в дозе 65 кг/га (N_{30}).

Весной по всем технологиям в фазе кущения озимой пшеницы против двудольных сорняков проводили обработку гербицидом Статус Гранд, ВДГ, в дозе 40 г/га, а по базовой и интенсивной технологии – баковой смесью гербицида с фунгицидом Новус-Ф в дозе 0,8 л/га. Во время появления флагового листа по интенсивной технологии проводили еще одну обработку фунгицидом Новус-Ф в дозе 0,8 л/га. Инсектицид Органза, КС 0,2 л/га применяли по интенсивной технологии в фазе колошения озимой пшеницы. Уборку урожая прямым комбайнированием проводили в фазе полной спелости культуры комбайном Сампо-130.

3. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ВЛАГОЙ И ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

На содержание продуктивной влаги в посевном и метровом слое почвы перед посевом и во время вегетации озимой пшеницы существенное влияние оказали погодные условия в годы исследований. В 2020 году при посеве по всем изучаемым технологиям в верхнем двадцатисантиметровом слое почвы продуктивная влага практически отсутствовала (0,4–1,3 мм), что обусловлено сильнейшей атмосферной и почвенной засухой, когда в течение августа, сентября и первой декады октября выпало всего 8 мм осадков, что в 12,5 раза меньше климатической нормы – 100 мм (Таблица 5).

Таблица 5 – Содержание продуктивной влаги при посеве озимой пшеницы в слое 0–20 см, мм

Технология	Год			Среднее
	2020	2021	2022	
Экстенсивная	0,8	28	21	17
Базовая	1,3	27	19	16
Интенсивная	0,4	28	21	16
НСР ₀₅	0,1	2	2	2

В 2021 и 2022 гг. за это же время выпадало 222 и 119 мм осадков соответственно, которые по всем технологиям существенно увеличили содержание продуктивной влаги в посевном слое почвы соответственно до 27–28 и 19–21 мм (Гонченок А. В., Дридигер В. К., 2025). По градации М. Т. Куприченкова (2005–1) такое количество влаги для получения своевременных и дружных всходов озимой пшеницы оценивается как очень хорошее (25–30 мм) и хорошее – 20–25 мм, тогда как в 2020 году оно было очень плохим, при котором всходы можно получить только после выпадения осадков.

В среднем за годы проведения опыта при посеве в слое почвы 0–20 см содержалось 16–17 мм продуктивной влаги, не отличаясь существенно между тех-

нологиями, и по той же градации оценивалось как удовлетворительное.

Ситуация складывалась аналогично и по уровню запасов продуктивной влаги в слое 0-100 см. В связи с засухой осенью 2020 года при посеве в метровом слое почвы продуктивной влаги содержалось всего 36–38 мм, что оценивалось как очень плохое (Таблица 6).

Таблица 6 – Содержание продуктивной влаги при посеве озимой пшеницы в метровом слое почвы, мм

Технология	Год			Среднее
	2020	2021	2022	
Экстенсивная	36	152	106	98
Базовая	38	154	102	98
Интенсивная	37	156	106	100
НСР ₀₅	2	8	6	5

Количество атмосферных осадков в августе, сентябре и первой декаде октября 2021 года превысило показатель 2022 года почти вдвое – это позволило накопить значительный запас влаги по всем изучаемым технологиям за все годы исследований – 152–156 мм, тогда как в 2022 году этот показатель находился на уровне 102–106 мм.

За годы проведения опыта различия между технологиями по содержанию продуктивной влаги в метровом слое статистически не достоверны, как и по средним значениям – они составляют 98–100 мм, что оценивается как удовлетворительное. Таким образом, технологии возделывания озимой пшеницы различной интенсивности не оказали существенного влияния на содержание продуктивной влаги при ее посеве в слое почвы 0–20 и 0–100 см.

После посева и до весеннего возобновления вегетации озимой пшеницы выпадали осадки различной интенсивности. В среднем за 3 года исследований за это время выпадало 187 мм осадков, из которых 50 мм, или 26,7 %, выпали от посева до наступления зимы, 137 мм (73,3 %) – в течение зимы в виде дождя и снега (Таблица 7).

Осенью после посева озимой пшеницы больше всего осадков выпало в 2021 году – 78 мм, но в течение зимы их было всего 68 мм, или в 3,1 раза меньше, чем зимой 2020–2021 гг., и в 2 раза меньше зимы 2022–2023 гг. Поэтому в этот год осадков от посева до ВВВ было меньше за все годы исследований.

Таблица 7 – Количество осадков, выпавших от посева до ВВВ, мм

Сельскохозяйственный год	Посев – ВВВ	В том числе	
		посев – уход в зиму	уход в зиму – ВВВ
2020–2021	240	30	210
2021–2022	146	78	68
2022–2023	174	41	133
Среднее	187	50	137

Больше всего осадков за осень и зиму выпало в 2020–2021 гг. – 240 мм, что в 1,6 раза больше, чем в 2021–2022 гг., и в 1,4 раза больше 2022–2023 гг. При этом 210 мм, или 87,5 %, осадков было в зимнее время. Но на фоне летне-осенней засухи 2020 года такое количество осенне-зимних осадков позволило к весеннему возобновлению вегетации озимой пшеницы в 2021 году в метровом слое почвы накопить в среднем по всем нормам высева от 138 мм продуктивной влаги по экстенсивной технологии до 141 мм по интенсивной и 145 мм по базовой технологии, что на 19–29 мм, или 13,1–20,6 %, меньше, чем весной 2022 года, и на 16 мм (11,4 %) меньше, чем в 2023 году (Приложение 2).

В среднем за 3 года исследований в метровом слое почвы содержание продуктивной влаги во время ВВВ по всем технологиям возделывания было одинаковым и составило 151–153 мм (Таблица 8). Но с увеличением нормы высева по всем технологиям наблюдалось достоверное снижение содержания продуктивной влаги от 153–156 мм при посеве 2 млн/га до 146–149 мм при норме высева 6 млн/га, что подтверждает и тесная отрицательная корреляционная зависимость ($r = -0,84$) и уравнение регрессии между этими показателями:

$$Y = 160,5 - 0,03 x \quad (1)$$

где Y – густота стояния растений озимой пшеницы в фазе кущения, шт/м²;

х – содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм.

К фазе колошения количество продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см по всем технологиям снизилось, но самое маленькое уменьшение этого показателя – 17 мм – произошло по экстенсивной технологии, по базовой технологии оно составило 22 мм, по интенсивной – 29 мм. Обусловлено это меньшим развитием надземной массы растений озимой пшеницы и, соответственно, меньшим потреблением влаги из почвы по экстенсивной технологии, чем по базовой и особенно интенсивной технологии, где более развитые растения потребили из почвы и больше влаги.

Таблица 8 – Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм
(среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	ВВВ			Колошение		
	Экстен- сивная	Базовая	Интен- сивная	Экстен- сивная	Базовая	Интен- сивная
2	156	153	156	137	130	132
3	156	153	157	134	131	122
4	151	153	152	135	131	123
5	147	151	153	134	128	119
6	147	149	146	130	127	123
Среднее	151	152	153	134	130	124
НСР ₀₅ технология	4			6		
НСР ₀₅ норма высева	5			7		
НСР ₀₅ частных различий	8			13		

По этой причине в среднем по всем нормам высева в фазе колошения больше всего продуктивной влаги в метровом слое почвы по экстенсивной технологии – 134 мм, незначительно меньше – по базовой (130 мм) и значительно меньше – по интенсивной технологии – 124 мм. Тем не менее, по оценке В. В. Медведева с коллегами (2002), такое количество продуктивной влаги во время колошения озимой пшеницы (более 120 мм) является оптимальным для формирования урожая.

В фазе колошения также по всем технологиям увеличение нормы высева

приводило к уменьшению содержания влаги в почве, но эти различия были математически недоказуемыми.

В годы исследований меньше всего продуктивной влаги в почве в фазе колошения озимой пшеницы было в 2021 году, тогда как в 2022 году ее было на 14–18 мм, или на 11,7–15,6 %, в 2023 году – на 7–14 мм (7,0–11,7 %) больше (Приложение 3). При этом во все годы достоверно меньше всего влаги в почве было по интенсивной технологии – 115–123 мм, больше всего по экстенсивной технологии (126–144 мм).

Аналогичная закономерность наблюдается и при достижении растениями фазы полной спелости: значимо меньше всего влаги в метровом слое почвы в годы проведения опыта по интенсивной технологии, больше всего – по экстенсивной, тогда как по базовой технологии эти показатели занимали промежуточное значение между интенсивной и экстенсивной технологиями (Приложение 4).

В среднем за годы исследований в фазе полной спелости озимой пшеницы содержание продуктивной влаги в среднем по нормам высева находилось в диапазоне от 64 мм по интенсивной технологии до 77 мм по экстенсивной технологии. Разница между этими технологиями была достоверной, тогда как между экстенсивной и базовой она была несущественной (Таблица 9).

В фазе полной спелости по всем изучаемым технологиям наблюдалась тесная отрицательная корреляционная зависимость ($r = -0,70$) между содержанием продуктивной влаги в метровом слое почвы и нормой высева. Это указывает на большее потребление почвенной влаги более густыми посевами озимой пшеницы при более высоких нормах высева по всем изучаемым технологиям возделывания озимой пшеницы.

Результаты, аналогичные нашим были отмечены в работах И. А. Вольтерс и соавторов (2018) на черноземе южном Ставрополя при возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева. В метровом горизонте почвы в период кущения и стеблеобразования отмечено существенно большее количество продуктивной влаги по сравнению с традиционной технологией.

Таблица 9 – Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см в фазе полной спелости озимой пшеницы, мм (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Технология		
	экстенсивная	базовая	интенсивная
2	84	79	75
3	82	78	69
4	71	74	64
5	75	58	59
6	73	65	52
Среднее	77	71	64
НСР ₀₅ технология	7		
НСР ₀₅ норма высева	9		
НСР ₀₅ частных различий	16		

Внесение различных доз минеральных удобрений в зависимости от интенсивности технологий возделывания озимой пшеницы оказало существенное влияние на содержание доступных для растений элементов питания в почве. Одним из наиболее важных является нитратный азот, от которого во многом зависит урожайность и качество зерна озимой пшеницы (Энговатова И. В. и др., 2020).

В опыте в фазе начала выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 0–10 см по экстенсивной технологии в среднем по всем нормам высева содержалось 4,3 мг/кг нитратного азота, что по классификации Э. А. Муравина и В. И. Титовой (2010) соответствует очень низкому содержанию (< 15 мг/кг). При такой низкой концентрации нитратного азота в почве растения озимой пшеницы испытывают азотное голодание (Таблица 10).

При возделывании озимой пшеницы по базовой и интенсивной технологии содержание этого элемента питания достоверно увеличивается соответственно до 18,6 и 25,7 мг/кг, что по той же классификации оценивается как низкое – 15–30 мг/кг. Увеличение содержания нитратного азота в верхнем слое почвы обусловлено внесением азотных удобрений при посеве и ранневесенней подкормкой в дозе 53 кг/га д. в. по базовой и 126 кг/га д. в. по интенсивной технологии. Очень

низкое содержание нитратного азота по экстенсивной технологии связано с возделыванием озимой пшеницы без внесения азотных удобрений – на естественных запасах этого элемента в черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Таблица 10 – Влияние технологии и норм высева на содержание нитратного азота в фазе выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 0–10 см, мг/кг (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева (фактор В)	Технология (фактор А)			Среднее, В
	экстенсивная	базовая	интенсивная	
2 млн/га	4,5	18,9	26,4	16,6
3 млн/га	4,0	18,5	26,2	16,2
4 млн/га	3,5	18,4	25,6	15,8
5 млн/га	4,1	18,0	25,4	15,8
6 млн/га	5,3	18,1	25,0	16,1
Среднее, А	4,3	18,6	25,7	16,1
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,9; В = 1,1; АВ = 1,3)				

В слое почвы 10–20 см содержание нитратного азота по всем технологиям снижается – до 1,5 мг/кг по экстенсивной технологии, 12,0 мг/кг по базовой и 17,9 мг/кг по интенсивной технологии. В нижележащем слое почвы (20–30 см) концентрация этого элемента питания по всем технологиям очень низкая и составляет от 1,8 до 6,5 мг/кг. Следует отметить, что по всем технологиям повышение нормы высева озимой пшеницы, что увеличивало густоту стояния ее растений, приводило к уменьшению содержания нитратного азота во всех изучаемых слоях почвы. Но снижение было незначительным и математически недоказуемым.

Во все годы проведения опыта самое большое содержание нитратного азота в почве было по интенсивной технологии, снижаясь по базовой технологии, и самая низкая концентрация этого элемента питания была по экстенсивной технологии (Приложение 5). Самое большое содержание нитратного азота в почве по всем технологиям наблюдалось в 2022 году, когда от фазы кущения озимой пшеницы до выхода в трубку в апреле выпало 27 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха в это время 12,0 °С. Такое количество осадков в сочетании с

теплой погодой способствовало активизации процессов нитрификации, в результате которых в почву поступал нитратный азот и содержание этого элемента в слое 0–10 см в этот год было самым высоким и в среднем по нормам высева по экстенсивной технологии составило 7,5 мг/кг, по базовой – 21,6 мг/кг, по интенсивной технологии – 33,0 мг/кг.

Весной 2021 года в это время при климатической норме 40 мм выпало 81 мм осадков, но из-за низкой средней температуры воздуха (9,7 °С) нитрификация в почве протекала очень медленно, в результате чего содержание нитратного азота по всем технологиям было самым низким за годы исследований. В 2023 году процессы нитрификации в почве сдерживало выпадение в апреле всего 16 мм осадков, что в 2,5 раза меньше климатической нормы.

Важным элементом питания растений озимой пшеницы является подвижный фосфор, который является основным источником энергии, повышает зимостойкость, засухоустойчивость и перенесение других неблагоприятных условий роста растений (Яковлев А. В., 2023). В наших исследованиях в среднем за 2021–2023 гг. в фазе выхода в трубку озимой пшеницы обеспеченность слоя почвы 0–10 см подвижным фосфором в среднем по нормам высева по экстенсивной и базовой технологии оценивалась как низкая (15–30 мг/кг) (Таблица 11).

Таблица 11 – Влияние технологии и норм высева на содержание подвижного фосфора в фазе выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 0–10 см, мг/кг (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева (фактор В)	Технология (фактор А)			Среднее, В
	экстенсивная	базовая	интенсивная	
2 млн/га	19,8	24,8	36,7	27,1
3 млн/га	20,5	24,4	35,5	26,8
4 млн/га	19,9	23,8	35,2	26,3
5 млн/га	19,6	23,3	33,0	25,3
6 млн/га	19,5	21,6	32,7	24,6
Среднее, А	19,9	23,6	34,6	26,0
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,6; В = 2,1; АВ = 3,6)				

По интенсивной технологии благодаря большей дозе внесения фосфорного удобрения содержание подвижного фосфора было достоверно больше, чем по базовой технологии, – 34,6 мг/кг и соответствовало средней (30–45 мг/кг) обеспеченности почвы этим элементом питания.

В слое почвы 10–20 см содержание подвижного фосфора по всем вариантам опыта снижается и соответствует низкой обеспеченности почвы этим элементом питания (Таблица 12).

Таблица 12 – Влияние технологии и норм высева на содержание подвижного фосфора в фазе выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 10–20 см, мг/кг (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева (фактор В)	Технология (фактор А)			Среднее, В
	экстенсивная	базовая	интенсивная	
2 млн/га	16,5	18,0	25,5	24,0
3 млн/га	15,9	17,9	24,9	19,6
4 млн/га	15,3	17,5	24,8	19,2
5 млн/га	15,0	17,3	23,7	18,7
6 млн/га	15,0	15,3	23,3	17,9
Среднее, А	15,5	17,2	24,4	19,1
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,1; В = 1,5; АВ = 2,5)				

Однако по экстенсивной и базовой технологии этот показатель был близок к минимальному показателю градации, в то время как по интенсивной технологии благодаря припосевному внесению фосфорного удобрения этот показатель был значимо выше (24,4 мг/кг) и соответствовал середине градации, что оказало положительное влияние на потребление этого элемента питания растениями озимой пшеницы.

Тем не менее, внесение фосфорных удобрений по базовой и интенсивной технологии обеспечило достоверное увеличение содержания подвижного фосфора в слое почвы 10–20 см, и чем выше доза внесения минеральных туков (интенсивная технология), тем рост более значимый.

В то же время А. Н. Есаулко совместно с соавторами (2018) и В. Г. Сычѐв с коллегами (2023-1) отмечают, что при прямом посеве концентрация подвижного фосфора в верхнем десятисантиметровом горизонте значительно выше, чем в нижележащем слое 10–20 см, что связано с последующим припосевным внесением фосфорных удобрений на глубину залегания семян (до 5–7 см) и отсутствием обработки почвы.

Аналогичная ситуация ость наблюдается и в наших исследованиях, где по экстенсивной технологии разница между содержанием подвижного фосфора в слое почвы 0–10 и 10–20 см составляет 4,4 мг/кг, это обусловлено естественным распределением данного элемента в черноземе обыкновенном (Кураченко Н. Л., Колесник А. А., 2020). При припосевном внесении 20 кг/га д. в. фосфорных удобрений по базовой технологии различие между этими слоями почвы в пользу верхнего слоя составило 6,4 мг/кг, что на 2,0 мг/кг, или на 45,4 %, больше. Внесение 60 кг/га д. в. фосфорных удобрений по интенсивной технологии увеличило этот показатель до 10,2 мг/кг, или в 2,3 раза больше, чем по экстенсивной технологии.

По мнению О. Г. Назаренко (2015), концентрация подвижного фосфора в десятисантиметровом слое почвы является отрицательным явлением, так как корневая система растений сосредоточивается в верхнем слое почвы и при засухе растения, не сформировав глубоко проникающую в почву корневую систему, страдают от недостатка влаги, что может привести к снижению урожайности возделываемых культур.

Однако М. С. Соколов с коллегами (2019) считает, что глубокое внесение фосфорных удобрений необходимо при пересыхании поверхностного слоя почвы во время вегетации растений. Если поверхность поля во время вегетационного периода укрыта растительными остатками, что наблюдается в технологии No-till, то почва будет более влажной и внесение фосфора на большую глубину не потребует.

Данные выводы подтверждаются практикой Аргентины, где сельскохозяйственные культуры возделывают по технологии No-till уже свыше 40 лет, при этом снижение урожайности возделываемых культур из-за мелкой заделки фос-

форных удобрений в почву не зафиксировано (Кроветто К. Л., 2013). Как считают Д. Н. Гассен и Ф. Р. Гассен (1996), накопление фосфора в верхнем слое почвы в технологии No-till не вызывает тревоги, поскольку корни развиваются именно в этой среде, при условии объемного слоя пожнивных остатков на поверхности.

Мы также не наблюдали угнетения растений при возделывании озимой пшеницы по базовой и интенсивной технологии, что обусловлено постоянным наличием на поверхности почвы растительных остатков предшествующих культур. Кроме того, наблюдается увеличение содержания этого элемента по этим технологиям в слое почвы 10–20 см, что связано с перераспределением подвижного фосфора, выделяемого в почву в результате разложения корневых остатков растений почвенными микроорганизмами, или перемещением частиц удобрений при растрескивании почвы.

Этими же путями подвижный фосфор проникает и в более глубокий слой почвы – 20–30 см, о чем свидетельствует значимое увеличение его концентрации после внесения удобрений по базовой и интенсивной технологии (Таблица 13).

Таблица 13 – Влияние технологии и норм высева на содержание подвижного фосфора в фазе выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 20–30 см, мг/кг (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева (фактор В)	Технология (фактор А)			Среднее, В
	экстенсивная	базовая	интенсивная	
2 млн/га	8,8	10,7	10,8	10,1
3 млн/га	8,7	11,0	11,9	10,5
4 млн/га	8,9	10,2	11,5	10,2
5 млн/га	8,7	10,1	11,1	10,0
6 млн/га	8,5	9,7	9,2	9,1
Среднее, А	8,7	10,3	10,9	10,0
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,0; В = 1,2; АВ = 2,2)				

Все это положительно влияет на обеспеченность растений этим важным элементом питания при возделывании озимой пшеницы по базовой и интенсивной технологии в системе прямого посева и окажет существенное влияние на их рост,

развитие и урожайность.

На содержание подвижного фосфора в почве влияние оказали и нормы высева семян озимой пшеницы. Их увеличение по всем технологиям возделывания культуры приводило к большему потреблению подвижного фосфора растениями и, соответственно, снижению его содержания в почве. Только в экстенсивной технологии во всех изучаемых слоях почвы наблюдалась тенденция по уменьшению P_2O_5 с увеличением нормы высева, тогда как по базовой технологии различия между нормой высева 2 и 6 млн/га, по интенсивной технологии между 2–3 и 5–6 млн/га в слоях почвы 0–10 и 10–20 см были математически доказуемы с достоверно большим содержанием подвижного фосфора при меньших нормах высева.

Такие же закономерности по влиянию нормы высева на содержание подвижного фосфора в почве и его дифференциации по почвенным слоям наблюдались во все годы проведения исследований (Приложение 6). При этом существенных различий по содержанию этого элемента питания в почве по годам проведения полевого опыта не наблюдалось.

Наряду с азотом и фосфором, необходимым элементом питания является калий. В опыте при содержании перед закладкой опыта в слое почвы 0–10 см 266 мг/кг подвижного калия его количество по экстенсивной технологии уменьшилось и варьировало в пределах от 285 до 316 мг/кг, что обусловлено его выносом из почвы выращиваемыми растениями, отсутствием внесения калийных удобрений и при норме высева 5 и 6 млн/га соответствует средней (201–300 мг/кг), а при снижении нормы высева до 2 млн/га – повышенной (300–400 мг/кг) обеспеченности почвы этим элементом питания (Таблица 14).

При внесении калийных удобрений в дозе 20 кг/га д. в. по базовой технологии его содержание в этом слое почвы существенно на 46 мг/кг, или на 17,3 %, увеличилось по отношению к исходному и на 12 мг/кг (4,0 %) – по отношению к экстенсивной технологии. Увеличение нормы внесения калия до 60 кг/га д. в. по интенсивной технологии повысило его концентрацию в сравнении с исходным на 71 мг/кг (26,7 %) и на 37 мг/кг (12,3 %) относительно экстенсивной технологии. В обоих случаях обеспеченность верхнего десятисантиметрового слоя почвы этим

элементом питания оценивается как повышенное – 301–400 мг/кг.

Таблица 14 – Влияние технологии и норм высева на содержание подвижного калия в фазе выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 0–10 см, мг/кг (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева (фактор В)	Технология (фактор А)			Среднее, В
	экстенсивная	базовая	интенсивная	
2 млн/га	316	332	351	333
3 млн/га	301	316	339	319
4 млн/га	302	310	339	317
5 млн/га	295	308	330	311
6 млн/га	285	293	326	301
Среднее, А	300	312	337	316
(НСР ₀₅ для факторов: А = 11; В = 16; АВ = 22)				

В слое почвы 10–20 см содержание K_2O по всем технологиям значительно уменьшилось в сравнении с верхним десятисантиметровым слоем и оценивается как средняя обеспеченность почвы этим элементом питания. В среднем по нормам высева его концентрация по экстенсивной технологии составляла 232 мг/кг, существенно увеличиваясь до 244 мг/кг по базовой и до 251 мг/кг по интенсивной технологии (Таблица 15).

Во всех изучаемых технологиях и обоих слоях почвы наблюдается уменьшение содержания подвижного калия при повышении нормы высева, что обусловлено увеличением количества вегетирующих растений и, соответственно, большим потреблением этого элемента из почвы. В слое почвы 0–10 см содержание K_2O при норме высева 2 млн/га достоверно больше, чем при посеве 5 и 6 млн/га, в слое 10–20 см они значимы между 2 и 6 млн/га. В остальных вариантах опыта различия недоказуемы – наблюдается тенденция к уменьшению концентрации подвижного калия в почве с увеличением нормы высева озимой пшеницы.

Исследованиями В. К. Дридигера с коллегами (2023) установлено, что при возделывании сельскохозяйственных культур в системе прямого посева содержание подвижного калия в верхнем десятисантиметровом слое почвы существенно

увеличивалось, тогда как в нижележащих слоях 10–20 и 20–30 см значительно уменьшалось по сравнению с исходным содержанием этого элемента питания в почве.

Таблица 15 – Влияние технологии и норм высева на содержание подвижного калия в фазе выхода в трубку озимой пшеницы в слое почвы 10–20 см, мг/кг (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева (фактор В)	Технология (фактор А)			Среднее, В
	экстенсивная	базовая	интенсивная	
2 млн/га	235	256	261	251
3 млн/га	237	250	251	246
4 млн/га	233	246	247	242
5 млн/га	233	233	251	239
6 млн/га	222	233	247	234
Среднее, А	232	244	251	242
(НСР ₀₅ для факторов: А = 13; В = 16; АВ = 22)				

Авторы объясняют это поступлением растительных остатков возделываемых растений на поверхность почвы, в результате разложения которых микроорганизмами в верхний слой почвы поступает доступный для растений калий, а в нижележащих слоях происходит потребление этого элемента корневой системой растений, что и приводит к его уменьшению.

Аналогичную ситуацию мы наблюдали и в нашем исследовании, когда по экстенсивной технологии разница по содержанию подвижного калия между первым и вторым десятисантиметровым слоем почвы составила 28 мг/кг, что при низкой урожайности озимой пшеницы и, соответственно, небольшом потреблении калия из почвы можно считать естественным уменьшением концентрации этого элемента в более глубоком слое почвы. По базовой и интенсивной технологии, несмотря на абсолютное увеличение содержания подвижного калия в обоих слоях почвы относительно экстенсивной технологии, различия между этими слоями почвы составили 69 и 107 мг/кг, или в 2,5 и 3,8 раза больше. Связано это с увеличением урожайности озимой пшеницы и, соответственно, большей вегетативной

массы, поступающей на почвенную поверхность, и ростом потребления калия из нижележащих слоев почвы, особенно по интенсивной технологии.

Поэтому при возделывании озимой пшеницы в системе прямого посева по базовой и особенно интенсивной технологии необходимо контролировать содержание доступного для растений калия в почве и при его уменьшении увеличивать дозу калийных удобрений, особенно в засушливые годы, когда есть опасность иссушения верхнего слоя почвы.

В годы исследований закономерности по влиянию технологий и норм высева на содержание в почве подвижного калия были такими же – больше его по базовой и интенсивной технологии с уменьшением концентрации от верхнего десятисантиметрового слоя почвы к слою 10–20 и 20–30 см (Приложение 7). По годам проведения опыта существенных различий по содержанию доступного калия по вариантам опыта не наблюдалось, кроме 2021 года, когда при всех нормах высева концентрация этого элемента по базовой технологии была значительно меньше, чем в 2022 и 2023 гг.

Таким образом, самая низкая обеспеченность почвы доступными для растений элементами питания при возделывании озимой пшеницы – по экстенсивной технологии. По содержанию нитратного азота она оценивается как очень низкая, по подвижному фосфору – низкая, по подвижному калию – средняя. По базовой технологии эти показатели по азоту и фосфору соответствуют низкой обеспеченности, по калию – средней. Лучше всего элементами питания почва обеспечена в интенсивной технологии, в которой при такой же оценке обеспеченности их в почве содержится достоверно больше, чем в базовой технологии (Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025).

По всем технологиям увеличение нормы высева приводило к снижению обеспеченности почвы элементами питания, а в базовой технологии различия по содержанию подвижного фосфора между нормами высева 2 и 6 млн/га были достоверными, в интенсивной технологии они были таковыми между 2–3 и 5–6 млн/га. По содержанию подвижного калия по всем технологиям разница была значимой только между нормами высева 2 и 5–6 млн/га.

Обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания оказала существенное влияние на их содержание в растениях озимой пшеницы, важнейшими из которых являются азот и фосфор (Малкандуев Х. А. и др., 2022).

После ранневесенней азотной подкормки, когда растения озимой пшеницы были в фазе кущения, в среднем за 3 года содержание азота в растениях, возделываемых по экстенсивной технологии, в среднем составляло 3,19 %, по базовой и интенсивной технологиям – соответственно 4,00 и 4,48 %. Все различия между технологиями были достоверными (Таблица 16).

Таблица 16 – Влияние технологий и норм высева на содержание азота в растениях озимой пшеницы в фазе кущения, % в АСВ (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	3,22	3,22	3,21	3,17	3,15	3,19
Базовая	4,10	4,07	3,98	3,93	3,88	4,00
Интенсивная	4,62	4,56	4,51	4,40	4,34	4,48
Среднее, В	3,98	3,95	3,90	3,83	3,79	3,89
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,20; В = 0,23; АВ = 0,28)						

По всем технологиям увеличения нормы высева наблюдалась тенденция по постепенному снижению содержания в растениях этого элемента питания. Только по интенсивной технологии азота в растениях при норме высева 2 млн/га было значимо больше, чем при посеве 6 млн/га. Это можно объяснить большим потреблением этого элемента питания по интенсивной технологии из-за формирования существенно большего урожая, чем по базовой и интенсивной технологии (Исайчев В. А. и др., 2021), а также эффектом разбавления азота в большей надземной массе посева при самой высокой норме высева

По наблюдениям А. А. Zavalin et al. (2018), во время кущения озимой пшеницы оптимальным содержанием азота в растениях озимой пшеницы является 5 %. Поэтому при наблюдающемся в опыте содержании этого элемента в растениях авторы рекомендуют провести подкормку азотными удобрениями по экстен-

сивной технологии по всем нормам высева в дозе 60 кг/га д. в., по базовой – 45 кг/га, по интенсивной – 30 кг/га д. в. Но азотные подкормки предусмотрены только по интенсивной технологии, поэтому по базовой и особенно экстенсивной технологии растения озимой пшеницы испытывали азотное голодание уже в фазе кущения.

В начале фазы колошения содержание азота в листьях озимой пшеницы уменьшилось во всех вариантах опыта, но закономерности такие же – самое высокое содержание этого элемента питания в растениях, возделываемых по интенсивной технологии, и достоверное его снижение по базовой и особенно экстенсивной технологии (Таблица 17).

Таблица 17 – Влияние технологий и норм высева на содержание азота в листьях озимой пшеницы в фазе колошения, % в АСВ (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	1,91	1,85	1,78	1,68	1,65	1,77
Базовая	2,39	2,34	2,30	2,27	2,22	2,30
Интенсивная	2,78	2,75	2,74	2,68	2,64	2,71
Среднее, В	2,36	2,31	2,27	2,21	2,17	2,26
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,13; В = 0,16; АВ = 0,20)						

При таком же постепенном снижении содержания азота при увеличении нормы высева в технологии прямого посева различия между нормами высева математически недоказуемы, в базовой технологии они достоверны между нормой посева 2 и 6 млн/га, в экстенсивной технологии значимы между нормами посева 2 и 4–6 млн/га и 3 и 5–6 млн/га. То есть в фазе колошения дефицит азота у растений становится более выраженным в базовых и особенно экстенсивных технологиях возделывания, причём степень его нехватки возрастает с ростом нормы высева.

В годы проведения опыта самое низкое содержание азота в растениях озимой пшеницы в фазе кущения и в листьях во время колошения наблюдалось в 2021 году (Приложение 8), что можно объяснить более слабым развитием расте-

ний и меньшей их способностью потреблять элементы питания из почвы из-за недостатка в ней влаги. Меньше всего этого элемента питания по всем нормам высева было по экстенсивной технологии, больше всего – по интенсивной технологии.

Сопоставимые данные по влиянию доз внесения азотных удобрений на содержание азота в растениях и листьях озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева на черноземе обыкновенном Ставропольского края, получены Е. А. Бильдиевой с коллегами (2022), где внесение азотных удобрений в дозе N_{60} и N_{90} увеличивало содержание азота в растениях озимой пшеницы в фазе кущения с $4,84 \text{ г/м}^2$ до $8,47$ и $10,05 \text{ г/м}^2$ (в 1,7 и 2,1 раза), в листьях в фазе колошения – с $1,21 \text{ г/м}^2$ до $2,80$ и $5,58 \text{ г/м}^2$ (в 2,3 и 4,6 раза).

Содержание азота в листьях озимой пшеницы во время колошения оказывает существенное влияние на хлебопекарные качества зерна. Поэтому В. В. Кулинцевым с коллегами (2014) для получения высококачественного зерна рекомендована градация потребности в проведении внекорневых азотных подкормок в зависимости от содержания азота в листьях озимой пшеницы в фазе колошения (Таблица 18).

Таблица 18 – Применение внекорневых азотных подкормок в зависимости от содержания азота в листьях озимой пшеницы в фазе колошения

(Кулинцев В. В., Годунова Е. И., Нешин И. В. и др., 2014)

Содержание азота, % в АСВ	Нуждаемость в азотной подкормке	Доза азотной подкормки, кг/га д. в.
менее 2,0	очень сильная	не проводится
2,1–2,5	сильная	N_{30} колошение + N_{30} в налив зерна
2,6–2,9	средняя	N_{30} колошение

В нашем опыте при содержании азота в листьях озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии, 1,77 % нуждаемость в листовой азотной подкормке очень высокая, но проводить ее не рекомендуется, так как в такой ситуации улучшить качество зерна уже практически невозможно. По базовой технологии с содержанием азота 2,30 % сильная нуждаемость в азотной подкормке, но

в этой технологии она не предусмотрена. По интенсивной технологии, где в листьях озимой пшеницы содержится 2,71 % азота, потребность во внекорневой азотной подкормке классифицируется как средняя. Для получения зерна высокого качества рекомендуется провести азотную подкормку в дозе N_{30} , которая предусмотрена и проводится по этой технологии в фазе колошения.

Однако, согласно этим же рекомендациям, нормы внесения азотных удобрений необходимо корректировать в зависимости от содержания в растениях фосфора, являющегося важным элементом питания, который растения озимой пшеницы в большей мере потребляют в начальный период вегетации, но от его содержания в течение роста и развития посевов зависит урожайность культуры. В озимой пшенице оптимальным соотношением азота и фосфора в растениях для формирования урожая составляет 5 : 1, поэтому при оптимальном содержании в растении 5 % фосфора должно быть 1 % (Оганян Л. Р. и др., 2022).

В нашем опыте такое содержание фосфора в растениях озимой пшеницы в фазе их кущения наблюдалось по базовой и немного больше по интенсивной технологии, что обусловлено припосевным внесением фосфорных удобрений, доза которых в интенсивной технологии была значительно больше. Из-за отсутствия удобрений содержание этого элемента по экстенсивной технологии было ниже оптимального в среднем по всем нормам высева на 0,12 % (Таблица 19).

Таблица 19 – Влияние технологии и норм высева на содержание фосфора в растениях озимой пшеницы в фазе кущения, % (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	0,91	0,90	0,89	0,89	0,84	0,88
Базовая	1,05	1,07	1,05	1,02	0,99	1,03
Интенсивная	1,16	1,15	1,13	1,10	1,05	1,13
Среднее, В	1,04	1,04	1,02	1,00	0,96	1,01
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,06; В = 0,09; АВ = 0,11)						

Во всех технологиях наблюдалась тенденция к постепенному снижению содержания фосфора в растениях при увеличении нормы высева. Только по интенсивной технологии различия между нормой высева 2–3 и 6 млн/га были достоверными, что, видимо, связано большей потребностью в этом элементе питания значительно более загущенного посева с нормой высева 6 млн/га.

В течение роста и развития растений озимой пшеницы наблюдается снижение количества фосфора в листьях по всем технологиям и нормам высева, что, возможно, является следствием ростового разбавления в результате увеличения биомассы растений.

В фазе колошения самое низкое содержание этого элемента в среднем по всем нормам высева по экстенсивной технологии – 0,73 %, что существенно меньше, чем по базовой и интенсивной технологиям, где этот показатель составляет 0,80 и 0,84 %, что также обусловлено внесением минеральных фосфорных туков по этим технологиям (Таблица 20).

Таблица 20 – Влияние технологии и норм высева на содержание фосфора в листьях озимой пшеницы в фазе колошения, % (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	0,80	0,76	0,72	0,71	0,68	0,73
Базовая	0,84	0,82	0,80	0,78	0,75	0,80
Интенсивная	0,89	0,87	0,84	0,82	0,79	0,84
Среднее, В	0,84	0,82	0,79	0,77	0,74	0,79
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,04; В = 0,06; АВ = 0,07)						

Увеличение нормы высева приводит к постепенному уменьшению содержания фосфора в листьях озимой пшеницы, но в экстенсивной технологии это тенденция, а в базовой и интенсивной технологиях различия по этому показателю между нормами высева 2 и 5–6 и 3 и 6 млн/га существенны.

Такие закономерности по содержанию фосфора в растениях и листьях озимой пшеницы в течение вегетации в зависимости от технологии возделывания и

нормы высева наблюдались во все годы проведения опыта (Приложение 9). Различия лишь в том, что в 2021 году содержание этого элемента в фазе кущения и колошения по всем вариантам опыта было меньше, чем в 2022 и особенно 2023 году. Это можно объяснить осенней засухой 2020 года, когда после припосевного внесения минеральных туков фосфор удобрений из-за отсутствия влаги не растворился и растения озимой пшеницы испытывали недостаток доступного фосфора в течение вегетации. В 2022 и особенно 2023 гг. выпадающие до посева и во время вегетации осадки способствовали поступлению доступного фосфора в почву не только из удобрений, но и из почвы, что обеспечило лучшее впитывание и большее содержание в растениях этого элемента питания в течение вегетации.

Соотношение же азота и фосфора в листьях озимой пшеницы в фазе колошения составило 2,42, что указывает на сильную потребность посевов в азотной подкормке (Таблица 21).

Таблица 21 – Влияние технологии на содержание и соотношение азота и фосфора в листьях в фазе колошения озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025)

Технология	Содержание, %		Соотношение	Нуждаемость в азотной подкормке
	азота	фосфора		
Экстенсивная	1,77±0,10	0,73±0,06	2,42	Сильная
Базовая	2,30±0,09	0,80±0,04	2,87	Средняя
Интенсивная	2,71±0,07	0,84±0,06	3,23	Слабая
НСР ₀₅	0,16	0,04	–	–

По базовой и особенно по интенсивной технологии соотношение этих элементов питания увеличивается, и нуждаемость в азотной подкормке в первом случае снижается до средней, во втором – до слабой. Однако в экстенсивной и базовой технологиях проведение азотных подкормок в это время не предусмотрено, тогда как в интенсивной технологии в фазе колошения проводится азотная подкормка карбамидом в дозе 30 кг/га д. в.

Установлена тесная корреляционная зависимость содержания азота и фосфора в растениях озимой пшеницы в фазе кущения и в листьях во время колошения от наличия нитратного азота и подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см – $r = 0,78–0,83$. Концентрация же нитратного азота и подвижного фосфора в почве напрямую зависит от количества внесенных азотных и фосфорных удобрений по возделываемым технологиям, что дает основание заключить о прямом влиянии норм внесения азотных и фосфорных удобрений в той или иной технологии на содержание азота и фосфора в растениях озимой пшеницы в течение вегетации.

Наблюдается также тесная отрицательная зависимость ($r = -0,68–0,77$) содержания этих элементов питания в растениях озимой пшеницы от их надземной массы, которая контролируется нормой высева – с увеличением нормы высева возрастает и вегетативная масса посевов. То есть на содержание азота и фосфора в растениях озимой пшеницы существенное влияние оказывают технологии возделывания и нормы высева.

Таким образом, при возделывании озимой пшеницы в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья содержание продуктивной влаги при посеве в слое почвы 0–20 см зависит от количества осадков до посева. В условиях отсутствия осадков с августа по октябрь в данном горизонте почвы независимо от степени интенсификации технологий содержится всего 0,4–1,3 мм продуктивной влаги, которой явно недостаточно для прорастания семян. При выпадении осадков, близких к климатической норме (135 мм), запасы полезной влаги в почве повышаются до 23–24 мм – этого количества достаточно для формирования дружных всходов озимой пшеницы.

В фазе колошения озимой пшеницы в метровом слое почвы содержится оптимальное количество продуктивной влаги (124–134 мм) для формирования урожая по всем изучаемым технологиям. При этом в течение всего периода вегетации более благоприятный водный режим для роста и развития озимой пшеницы при норме высева 2 млн/га всхожих семян. С увеличением нормы высева обеспеченность растений влагой ухудшается, и самая плохая она при посеве 6 млн/га.

В течение всего вегетационного периода в почве и растениях озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии, складывался острый дефицит элементов питания. В базовой технологии благодаря внесению удобрений дефицит значительно меньше, но из-за невысоких доз минеральных туков растения не в полной мере обеспечены подвижным азотом и фосфором, в результате чего содержание этих элементов в растениях существенно ниже оптимальных значений. Только в интенсивной технологии, при более высоких дозах фосфорных и дробного внесения азотных удобрений, в течение всего периода вегетации обеспеченность почвы доступными формами элементов питания, содержание азота и фосфора в растениях приближаются к оптимальным значениям для формирования урожая озимой пшеницы. Все это оказало существенное влияние на эффективность работы фотосинтетического аппарата и урожайность культуры.

4. ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Важную роль при возделывании озимой пшеницы играет засоренность посевов, так как сорняки, обладая высокой живучестью и конкурентной способностью в борьбе за свет, влагу и пищу, снижают обеспеченность культурных растений источниками жизни, существенно снижая их урожайность.

В годы исследований во всех вариантах опыта наблюдался смешанный тип засоренности посевов озимой пшеницы с преобладанием того или иного вида или группы видов сорных растений. Основными биологическими группами сорных растений, произрастающих в посевах озимой пшеницы, были зимующие, ранние и поздние яровые и многолетние сорняки. Из зимующих наиболее часто встречались василек синий (*Centaurea cyanus* L.), вероника плющелистная (*Veronica hederifolia* L.), мак сомнительный (*Papaver dubium* L.), консолида великолепная (*Consolida regalis* S. F. Gray), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), лисохвост полевой (*Alopecurus pratensis* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr) и хориспора нежная (*Chorispora tenella*).

Представителями ранних яровых сорняков были гречишка вьюнковая (*Fallopian convolvutus* (L.) A. Love), горец птичий (*Polygonum aviculare*), горюцвет пламенный (*Adonis flammea*), дымянка Шлейхера (*Fumaria Schleicheri* soy. – *Willem.*) и лютик полевой (*Ranunculus arvensis*). Из поздних яровых сорняков произрастала амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisifolia* L.), представителями многолетних сорных растений были бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.) и осот полевой (*Sonchus arvensis* L.).

Всходы сорных растений появляются одновременно со всходами озимой пшеницы. Появляться они могут и во время вегетации культурных растений, особенно при выпадении осадков после засушливых периодов, а зимующие сорняки способны всходить и весной, даже после гербицидной обработки.

Во время осенней вегетации перед уходом в зиму в посевах озимой пшеницы за годы исследований наибольшее количество сорняков в среднем по нормам высева было по интенсивной технологии и составило 26,7 шт/м². По базовой и экстенсивной технологии этот показатель был значимо – на 11,5 и 15,9 шт/м²

меньше (Таблица 22).

Таблица 22 – Влияние технологии и норм высева на количество сорняков в посевах озимой пшеницы перед уходом в зиму, шт/м² (среднее за 2020–2022 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	16,1	11,6	11,9	8,3	6,0	10,8
Базовая	21,3	17,0	15,4	12,1	10,4	15,2
Интенсивная	31,6	30,4	27,7	24,7	19,0	26,7
Среднее, В	23,0	19,7	18,3	15,0	11,8	17,6
НСР ₀₅ для факторов: А = 0,9; В = 1,2; АВ = 1,6						

Существенное влияние на засоренность посевов в это время оказали нормы высева. По всем технологиям возделывания озимой пшеницы ее увеличение на 1 млн/га всхожих семян приводило к значимому уменьшению численности сорных растений, что подтверждается сильной отрицательной корреляционной связью количества произрастающих сорняков с густотой стояния растений озимой пшеницы ($r = -0,78$), которая напрямую зависит от нормы высева ее семян.

Существенное увеличение засоренности посевов озимой пшеницы по интенсивной технологии перед уходом в зиму можно объяснить лучшей обеспеченностью почвы элементами питания, что обеспечивает более благоприятные условия для произрастания сорных растений по сравнению с базовой и особенно экстенсивной технологией, в которых доступных для растений элементов питания значительно меньше. Снижение численности сорных растений при повышенных нормах высева связано с увеличением количества всходов и большей густотой стояния культурных растений, которые проявляют более высокую конкурирующую способность по отношению к сорнякам, чем в менее густых посевах озимой пшеницы при уменьшенных нормах высева.

К моменту наступления зимы во всех вариантах опыта в посевах озимой пшеницы имелись представители зимующих сорняков. Из них преобладающими видами были подмаренник цепкий, фиалка полевая и василек синий, которых в это время вегетировало от 2,2 до 7,1 шт/м² растений, что составляло по 19,7–

26,7 %. В сумме эти три вида во флористическом составе сорняков составляли от 62,4 % по базовой до 72,8 % по интенсивной технологии (Таблица 23).

Таблица 23 – Влияние технологии на флористический состав сорных растений перед наступлением зимы (среднее за 2020–2022 гг.)

Биологическая группа сорных растений	Количество, шт/м ²			Доля, %		
	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная
Василек синий	2,2	3,0	5,4	20,4	19,7	20,4
Вероника плющелистная	0,4	0,7	0,8	3,7	4,6	3,0
Консолида великолепная	1,1	1,6	2,8	10,2	10,5	10,4
Лисохвост полевой	1,7	2,1	1,1	15,7	13,3	4,2
Мак сомнительный	0,8	1,4	2,6	7,4	9,2	9,6
Подмаренник цепкий	2,3	3,5	6,9	21,3	22,9	25,7
Фиалка полевая	2,3	2,9	7,1	21,3	19,8	26,7

Значительно меньше – 1,1–2,8 шт/м², или 10,2–15,7 %, составляли консолида великолепная и лисохвост полевой. Отдельными растениями произрастали вероника плющелистная и мак сомнительный.

Из-за сильной засухи сорняки осенью 2020 года не взошли. В 2021 году в посевах озимой пшеницы, выращиваемой по экстенсивной технологии, произрастало 16,6 шт/м² сорняков, по базовой – 19,8, интенсивной – 34,1 шт/м². В 2022 году их численность составила соответственно 15,8; 25,8 и 46,0 шт/м². Во все годы это были зимующие сорняки.

В связи с особенностями жизнедеятельности, умеренным морозам и способности зимующих сорняков прорасти весной, их количество в фазе кушения озимой пшеницы по всем технологиям заметно выросло. Продолжая активный рост до поздней осени и возобновляя вегетацию ранней весной при потеплении, они к моменту кушения достигали максимальной биомассы. Следовательно, именно зимующие сорняки стали главными причинами засорённости посевов озимой пшеницы во время ее кушения, составляя по численности по всем технологиям и нормам высева от 63,6 до 66,2 %, по надземной массе еще больше –

90,1–94,9 % (Таблица 24).

Таблица 24 – Влияние технологии на биологические группы сорняков в фазе кущения озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Биологическая группа сорняков	Экстенсивная		Базовая		Интенсивная	
	Количество, шт/м ²	Масса, г/м ²	Количество, шт/м ²	Масса, г/м ²	Количество, шт/м ²	Масса, г/м ²
Зимующие	35	61,1	51	79,1	63	100,0
Ранние яровые	12	1,7	16	5,3	20	7,0
Поздние яровые	8	1,6	10	1,9	13	3,5
Многолетние	0	0	0	0	1	1,0
Итого	55	64,4	77	86,3	97	111,5

Вторыми по количеству и вегетативной массе были ранние яровые сорняки, составляя соответственно 20,6–21,8 и 2,6–6,3 %. Еще меньше было поздних яровых сорняков, и отдельными растениями в посеве озимой пшеницы по интенсивной технологии встречались многолетние сорняки.

Значительное влияние на степень засорённости посевов озимой пшеницы в этот период оказали нормы ее высева. Во всех исследуемых технологиях повышение нормы высева способствовало статистически значимому уменьшению числа и общей сырой биомассы сорняков в целом за годы наблюдений (Таблица 25). В среднем по трем технологиям возделывания озимой пшеницы увеличение нормы высева от 2 до 3 млн га значимо уменьшало количество вегетирующих в посеве сорняков на 17 шт/м², или на 16,7 %, их сырая вегетативная масса уменьшалась на 15,3 шт/м² (12,9 %). Такое же существенное снижение численности и массы сорно-полевой растительности наблюдалось при увеличении нормы посева на каждый 1 млн/га.

Установлена средняя прямая связь количества и надземной массы сорных растений с содержанием подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см, которое зависит от технологии возделывания культуры, $-r = 0,58$ и $0,51$ и такая же обратная связь этих показателей с плотностью стояния растений озимой пшеницы в фазе кущения, контролируемой нормами высева, $-r = -0,66$ и $-0,70$.

Таблица 25 – Влияние технологии и нормы высева на количество и сырую массу сорных растений в фазе кущения озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Количество, шт/м ²				Сырая масса, г/м ²			
	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная	Среднее	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная	Среднее
2	77	98	130	102	74,0	119,8	161,8	118,5
3	64	82	108	85	78,6	107,3	123,6	103,2
4	64	80	87	77	62,2	102,7	109,7	91,5
5	40	63	95	66	67,2	54,3	90,3	70,6
6	30	52	64	49	39,6	54,2	69,1	54,3
НСР ₀₅ технология	5				5,8			
НСР ₀₅ норма высева	7				8,3			
НСР ₀₅ частных различий	11				12,4			

Еще более тесная зависимость наблюдается от взаимодействия этих факторов ($r = 0,77$). При этом наибольшее влияние на количество и массу сорняков оказали технологии возделывания – 43,9 %, действие норм высева составило 27,8 %, взаимодействие факторов – 11,4 %, прочие влияния – 16,9 %.

Во флористическом составе сорняков по всем технологиям в фазе кущения озимой пшеницы по количеству 64,3–69,3 % составили зимующие сорняки. По надземной массе их доля была еще больше – 89,3–94,6 % (Таблица 26).

Существенно меньше было ранних яровых – 18,2–21,9 % от общего количества сорняков и 2,8–6,3 % от их сырой надземной массы. Еще меньше по численности (10,7–13,8 %) и массе (2,2–3,8 %) составляли поздние яровые сорняки, тогда как многолетние произрастали отдельными растениями только по интенсивной технологии.

Большая численность и сырая масса зимующих сорняков в фитоценозе озимой пшеницы в фазе ее кущения, возделываемой в системе прямого посева по экстенсивной, базовой и интенсивной технологиям, объясняется появлением всходов и наращиванием вегетативной массы сорняков осенью после посева до наступления холодов, их способностью переносить зимы Центрального Предкавказья.

казья, а также прорасти рано весной при среднесуточной температуре воздуха 2–3 °С.

Таблица 26 – Влияние технологии на флористический состав, количество и массу сорных растений в фазе кущения озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Биологическая группа сорных растений	Количество, шт/м ²			Сырая масса, г/м ²		
	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная
Зимующие						
Василек синий	7,5	8,1	10,7	17,6	10,8	15,0
Вероника плющелистная	0	0	0,6	0	0	0,5
Консолида великолепная	4,9	8,5	4,7	7,1	5,3	6,7
Лисохвост полевой	0	3,3	3,5	0	3,7	4,3
Мак сомнительный	5,1	4,6	8,0	5,8	4,0	5,7
Подмаренник цепкий	7,3	12,7	12,0	18,4	32,7	50,0
Фиалка полевая	9,9	11,9	25,0	9,1	22,1	15,6
Хориспора нежная	0,2	1,3	2,6	0,1	0,4	1,7
Итого	34,9	50,9	67,1	58,1	79,0	99,5
Ранние яровые						
Горец птичий	0,1	0	0	0,1	0	0
Горицвет пламенный	1,6	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1
Гречишка выюнквая	6,7	10,5	9,4	0,9	3,0	4,0
Дымянка Шлейхера	3,2	4,6	6,0	0,2	0,5	1,4
Лютик полевой	0,3	1,1	1,8	0,4	1,7	1,5
Итого	11,9	16,3	17,6	1,7	5,3	7,0
Поздние яровые						
Амброзия полыннолистная	7,5	8,0	11,4	1,6	1,9	4,2
Многолетние						
Осот полевой	0	0	0,7	0	0	0,7
Всего	54,3	75,2	96,8	61,4	86,2	111,4

При данной температуре начинают прорастать ранние яровые сорняки, однако их всходы формируются под защитой культурных растений и активно растущих зимующих сорняков, что существенно уменьшает процент всхожести. К моменту кущения озимой пшеницы они не успевают образовать значительной надземной части. Еще меньше всходит поздних яровых и многолетних сорняков, которым для этого нужны более высокие температуры воздуха.

Как и осенью, в фазе кущения озимой пшеницы из зимующих сорняков больше всего по численности и надземной массе в среднем за годы опыта было василька синего, подмаренника цепкого и фиалки полевой. Но наиболее вредоносным был подмаренник цепкий, который по массе в базовой технологии составлял 32,7 %, в интенсивной технологии – половину от вегетативной массы зимующих сорняков. Значительно меньше было консолиды великолепной, мака сомнительного и хориспоры нежной. Вероника плющелистная и лисохвост полевой произрастали отдельными растениями, при этом первая отсутствовала в экстенсивной и базовой технологии, второй – в экстенсивной технологии.

Среди ранних яровых сорняков больше было гречишки вьюнковой, значительно меньше дымянки Шлейхера и лютика полевого, редкими растениями произрастали горец птичий и горюхец пламенный. Из поздних яровых сорняков появлялись всходы амброзии полыннолистной, из многолетних – осота полевого, который единично встречался только по интенсивной технологии.

На засоренность посевов озимой пшеницы существенное влияние оказывали нормы высева. По всем технологиям увеличение нормы высева приводило к снижению численности сорных растений. Но по экстенсивной технологии в среднем за годы опытов количество сорняков при высеве 2 млн/га составило 76,6 шт/м² и с увеличением посевной нормы снижалось до 29,6 шт/м², или в 2,6 раза, при посеве 6 млн/га (Приложение 10). По базовой технологии уменьшение численности сорняков с увеличением нормы высева составило от 97,9 до 52,4 шт/м², по интенсивной технологии – от 129,6 до 63,9 шт/м², или в 1,9 и 2,0 раза. Уменьшение численности сорняков с увеличением нормы высева наблюдалось по всем биологическим группам и видам сорных растений.

Такие же закономерности наблюдаются и по уменьшению сырой надземной массы сорняков с увеличением нормы высева озимой пшеницы по всем технологиям ее возделывания (Приложение 11). По экстенсивной технологии масса сорных растений с нормой высева 6 млн/га была на 34,4 г/м² меньше, чем при посеве 2 млн/га, по базовой технологии эта разница составила 65,6 г/м², или в 1,9 раза больше, по интенсивной технологии она увеличилась до 92,7 г/м², что в 1,4 раза больше, чем по базовой, и в 2,7 раза больше экстенсивной технологии. Объяснить это можно самой большой вегетативной массой растений озимой пшеницы по интенсивной технологии, обеспечившей им и большую конкурентоспособность с сорняками, что и привело к более значительному уменьшению надземной массы последних, чем по базовой и особенно экстенсивной технологии, где вегетативная масса посевов была существенно меньше. По этой же причине количество сорняков при посеве 6 млн/га по сравнению с 2 млн/га в это время по экстенсивной технологии уменьшилось на 47,0 шт/м², по базовой – на 45,5 шт/м², а по интенсивной технологии – на 65,7 шт/м², или в 1,4 раза больше.

Самая маленькая засоренность посевов озимой пшеницы в фазе кущения по всем вариантам опыта наблюдалась в 2021 году, когда в среднем по всем технологиям и срокам посева произрастало 52,3 шт/м² сорных растений, имеющих сырую массу 8,5 г/м² (Приложение 12). В 2022 году эти показатели увеличились до 68,1 шт/м² и 115,2 г/м² (Приложение 13), и самыми большими они были в 2023 году, соответственно 109,4 шт/м² и 134,9 г/м² (Приложение 14).

Существенно большая засоренность посевов озимой пшеницы в 2022 и 2023 гг. обусловлена продолжительными периодами – 70 и 41 день – от ее посева до наступления холодов осенью 2021 и 2022 гг., в течение которых сумма положительных среднесуточных температур воздуха составила соответственно 350 и 303 °С и выпало 44 и 41 мм осадков, а также выпадением 42 и 57 мм осадков после возобновления весенней вегетации и до наступления фазы кущения. Осенью же 2020 года из-за засухи сорняки не всходили, их всходы начали появляться весной 2021 года, что в этот год и привело к самой низкой численности и надземной массе сорняков в фазе кущения озимой пшеницы.

Из-за этого изменялся флористический состав и соотношение биологических групп сорняков. Весной 2021 года из-за того, что всходы озимой пшеницы по всем технологиям и нормам посева появились перед самой зимой, а зимующие сорняки начали всходить только весной (всходов вероники плющелистной и лисохвоста полевого не было), они не затенили поверхность почвы, что создало благоприятные условия для появления всходов ранних яровых сорняков, из которых больше всего было всходов гречишки вьюнковой, отдельными растениями появились горюхецы пламенный и дымянка Шлейхера. С потеплением начали появляться всходы амброзии полыннолистной, относящейся к поздним яровым сорнякам, но способной прорасти при температуре 6–8 °С (Трухачев В. И. и др., 2006). В этот год многолетние сорняки отдельными растениями появлялись только в базовой и интенсивной технологиях. Поэтому доля зимующих сорняков в общей их численности в среднем по вариантам опыта составила 25,8 %, тогда как ранних яровых сорняков – 35,7, поздних яровых – 38,4 % (Таблица 27).

В 2022 и 2023 гг. доля зимующих сорняков в ценозе сорных растений увеличилась соответственно до 86,4 и 76,2 %, и их надземная масса составила 95,2 и 91,8 %. Численность же ранних яровых сорняков в эти годы уменьшилась до 12,0 и 17,5 %, поздних яровых – до 1,4 и 6,1 %, а их сырая масса составляла всего от 0,8 до 3,2 %, что обусловлено одновременным появлением всходов и хорошим развитием озимой пшеницы и зимующих сорняков осенью и ранней весной, что приводило к затенению почвы и сдерживало появление всходов и развитие вегетативной массы ранних и особенно поздних яровых сорняков.

Во все годы самая низкая численность и сырая масса сорняков была по интенсивной технологии, существенно увеличивалась по базовой, и самыми большими эти показатели были по интенсивной технологии. Это связано с увеличением дозы внесения минеральных удобрений и улучшением обеспеченности почвы доступными для растений элементами питания по базовой и особенно интенсивной технологии. При этом увеличение нормы посева от 2 до 6 млн/га приводило к значительному снижению засоренности по всем технологиям.

Таблица 27 – Влияние технологии на биологические группы сорняков в фазе кущения озимой пшеницы (среднее по всем технологиям)

Биологическая группа сорняков	2021		2022		2023	
	Показатель	Доля, %	Показатель	Доля, %	Показатель	Доля, %
Количество сорняков, шт/м ²						
Зимующие	13,3	25,8	56,1	86,4	84,0	76,2
Ранние яровые	18,4	35,7	7,8	12,0	19,3	17,5
Поздние яровые	19,9	38,4	0,9	1,4	6,7	6,1
Многолетние	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2
Итого	51,6	100	64,9	100	110,3	100
Сырая надземная масса сорняков, г/м ²						
Зимующие	5,8	49,1	110,0	95,2	121,4	91,8
Ранние яровые	3,4	28,8	4,3	3,7	6,3	4,7
Поздние яровые	2,5	21,3	0,9	0,8	4,2	3,2
Многолетние	0,1	0,8	0,3	0,3	0,3	0,2
Итого	11,8	100	111,5	100	132,2	100

Повышение засоренности посевов с увеличением дозы минеральных удобрений наблюдала Д. В. Еремина (2017). В ее исследованиях на черноземе выщелоченном Северного Зауралья увеличение дозы внесения минеральных удобрений от N₇₀P₁₅ до N₁₇₀P₆₅ приводило к росту численности сорняков от 19 до 29 шт/м², или в 1,5 раза, тогда как их сухая масса возросла от 67,8 до 309,9 г/м², или в 4,6 раза, что привело к существенному увеличению потерь урожайности яровой пшеницы при увеличении дозы внесения минеральных удобрений.

В опытах В. И. Торикова с коллегами (2023), проведенных в Брянском ГАУ, увеличение нормы высева озимой пшеницы на 2 млн/га всхожих семян (с 3,5 до 5,5 млн/га) на трех приемах обработки почвы (отвальная, плоскорезная, поверхностная) достоверно снижало количество сорных растений на 14,6–16,5 %. Даже повышение нормы высева льна масличного, являющегося из-за плохой облиственности растений слабо конкурентоспособным по отношению к сорнякам, от 3

до 4, от 5 и 6 млн/га уменьшало долю сорняков в агрофитоценозе с 9,17 % до 4,43 %, или в 2,1 раза (Орлов А. А. и др., 2022). Все это еще раз указывает на возможность правильным подбором технологии возделывания культуры, связанными с ней дозами внесения удобрений, а также оптимизацией норм высева вести эффективную борьбу с сорно-полевой растительностью.

Важную роль во вредоносности сорных растений играет доля их сырой надземной массы в агрофитоценозе – чем она больше, тем больше вреда и ущерба они наносят культурным растениям, снижая их урожайность. В опыте при посеве озимой пшеницы по всем технологиям с нормой высева 2 млн/га всхожих семян вегетативная масса сорняков в фитоценозе в фазе кущения культуры составила 20,7–26,0 %, что по градации, предложенной В. Н. Черкашиным с коллегами (2018), указывает на сильную засоренность посевов (Таблица 28).

Таблица 28 – Влияние технологии и нормы высева на долю сорняков в надземной массе агрофитоценоза в фазе кущения озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Надземная масса фитоценоза, г/м ²			В том числе сорняки					
				масса, г/м ²			доля, %		
	Экстенсивная	Нормальная	Интенсивная	Экстенсивная	Нормальная	Интенсивная	Экстенсивная	Нормальная	Интенсивная
2	357,0	460,8	682,8	74,0	119,8	161,8	20,7	26,0	23,7
3	402,6	553,3	708,6	78,6	107,3	123,6	19,5	19,4	17,4
4	427,2	637,7	789,7	62,2	102,7	109,7	14,6	16,1	13,9
5	463,2	681,3	830,3	67,2	54,3	90,3	14,5	8,0	10,9
6	444,6	695,2	796,1	39,6	54,2	69,1	8,9	7,8	8,7

При посеве 3, 4 и 5 млн/га доля сорняков в агрофитоценозе снизилась до 10,9–19,5 %, что по той же градации оценивается как средняя, при норме высева 6 млн/га – слабая засоренность озимой пшеницы. По мнению этих же авторов, при сильной и средней засоренности посевов необходимо проводить борьбу с сорняками. В фазе кущения озимой пшеницы единственным эффективным способом в борьбе с сорно-полевой растительностью является опрыскивание посевов гербицидами избирательного действия, что и было проведено.

Под воздействием гербицида количество и сырая надземная масса сорняков через 30 дней после обработки гербицидом по всем вариантам опыта существенно уменьшились. На засоренность посевов значимое влияние оказали также технологии возделывания и нормы высева озимой пшеницы. Но в отличие от фазы кущения усиление интенсификации технологий приводило к достоверному снижению численности сорняков в озимой пшенице после обработки ее посевов гербицидом от 17,5 шт/м² по экстенсивной технологии до 14,6 шт/м² по базовой и 13,5 шт/м² по интенсивной технологии, их сырая вегетативная масса уменьшалась соответственно от 18,2 г/м² до 12,6 и 10,5 г/м² (Таблица 29).

Таблица 29 – Влияние технологий и норм высева на засоренность посевов озимой пшеницы через 30 дней после обработки гербицидом (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Количество, шт/м ²				Сырая масса, г/м ²			
	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная	Среднее	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная	Среднее
2	22,4	20,2	15,7	18,8	24,4	18,8	13,6	18,9
3	20,0	17,6	16,7	17,4	21,5	13,7	11,8	15,7
4	17,4	13,0	13,7	14,0	19,4	11,8	11,7	14,3
5	15,9	12,9	14,3	13,7	17,6	9,3	9,4	12,1
6	11,6	9,3	7,3	8,7	8,1	9,4	6,1	7,9
Среднее	17,5	14,6	13,5	14,5	18,2	12,6	10,5	13,8
НСР ₀₅ технология	0,9				1,1			
НСР ₀₅ норма высева	1,2				1,5			
НСР ₀₅ частных различий	1,6				2,1			

Увеличение нормы высева озимой пшеницы приводило к значимому снижению количества и сырой массы сорняков по всем технологиям. В среднем численность сорняков при норме высева 2 млн/га составила 18,8 шт/м², постепенно снижаясь при посеве 6 млн/га до 8,7 шт/м², или в 2,2 раза, их сырая масса уменьшалась соответственно от 18,9 до 7,9 г/м² – в 2,4 раза.

Снижение засоренности посевов озимой пшеницы при увеличении интенсивности технологий связано с ростом густоты стояния растений и их надземной

массы при всех нормах высева, что обеспечило ее посевам существенно большую конкурентоспособность по отношению к сорнякам, ослабленным гербицидной обработкой. По этой же причине происходило уменьшение численности и сырой массы сорных растений при увеличении нормы высева семян озимой пшеницы по всем технологиям ее возделывания. Это обусловлено тесной отрицательной корреляционной связью численности сорняков с густотой стояния ($r = -0,87$) и количеством стеблей озимой пшеницы ($r = -0,74$), а также средней отрицательной зависимостью сырой массы сорняков с вегетативной массой посевов ($r = -0,63$) и площадью листьев культуры в фазе колошения ($r = -0,66$).

Под действием гербицида и усилившейся конкуренции со стороны растений озимой пшеницы по всем технологиям и нормам высева из зимующих сорняков погибли вероника плющелистная, мак сомнительный и хориспора нежная, по интенсивной технологии из посевов выпал подмаренник цепкий (Приложение 15). Во всех вариантах опыта из зимующих в количестве 4,0–7,0 шт/м² с массой 4,3–6,1 г/м² произрастали фиалка полевая, василек синий (0,3–3,6 шт/м² и 0,6–4,5 г/м²) и лисохвост полевой (0,7 шт/м² и 0,4 г/м²). Единичными растениями встречались консолида великолепная и подмаренник цепкий по экстенсивной и базовой технологии. Из ранних яровых сорняков по всем технологиям и нормам высева вегетировала одна гречишка вьюнковая, а многолетние бодяк полевой и осот полевой отдельными растениями произрастали только в базовой технологии.

Все произрастающие через 30 дней после обработки гербицидом сорняки в посевах озимой пшеницы, находящейся в фазе выхода в трубку, были в нижнем ярусе в угнетенном состоянии, и их доля в агрофитоценозе по экстенсивной технологии по всем нормам высева составляла от 0,6 до 3,1 %, по базовой технологии – 0,5–1,6 %, интенсивной – 0,2–0,8 % (Таблица 30).

Такая доля сырой массы сорных растений в фитоценозе культурных растений соответствует очень слабой засоренности (< 5 %) и указывает на то, что сорняки по всем изучаемым в опыте технологиям и нормам высева не оказали существенного влияния на ход формирования и качество урожая озимой пшеницы, возделываемой по предшественнику горох на черноземе обыкновенном Цен-

трального Предкавказья по технологии прямого посева.

Таблица 30 – Влияние технологий и норм высева на долю сорняков в фитоценозе озимой пшеницы через 30 дней после обработки гербицидом, % (2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Технология		
	экстенсивная	базовая	интенсивная
2	3,1	1,6	0,8
3	2,2	1,0	0,6
4	1,8	0,7	0,5
5	1,4	0,5	0,4
6	0,6	0,5	0,2

5. ХОД ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА

5.1. Полевая всхожесть и сохранность растений

Существенное влияние на полевую всхожесть семян озимой пшеницы оказали погодные условия до и после посева. В 2020 году, несмотря на самое большое за годы проведения опыта количество тепловых ресурсов и выпавших осадков за послепосевной период, всходы озимой пшеницы появились только через 30 дней после посева, что связано с содержанием при посеве всего 0,8–1,1 мм продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см по всем вариантам опыта и появлением всходов только после выпадения осадков в ноябре (Таблица 31).

Таблица 31 – Влияние метеорологических условий в послепосевной период на время появления всходов озимой пшеницы

Показатель	Год		
	2020	2021	2022
Дата посева	9 октября	2 октября	15 октября
Сумма активных температур воздуха, °С	397	152	145
Среднесуточная температура воздуха, °С	+13,2	+8,9	+10,4
Количество осадков, мм	26	17	14
Период появления всходов, дней	30	16	15

В 2021 и 2022 гг. в сентябре выпадали обильные осадки, превышающие среднемноголетние значения в 1,7–2,3 раза, и по всем технологиям в посевном слое почвы содержалось от 20 до 28 мм продуктивной влаги. Поэтому в 2 раза меньшее количество активных среднесуточных температур воздуха и выпавших осадков за послепосевной период обеспечили получение всходов озимой пшеницы на 16-й и 15-й день после посева.

В среднем за годы исследований при норме высева 2 млн/га получено 183–187 шт/м² всходов, при отсутствии достоверных различий между технологиями. Увеличение нормы высева приводило к достоверному росту количества всходов до 474 шт/м² при посеве 6 млн/га по экстенсивной технологии, 488 шт/м² – по

базовой и 515 шт/м² – по интенсивной технологии (Таблица 32).

Таблица 32 – Влияние технологий и норм высева на количество всходов и полевую всхожесть семян озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, В
	2	3	4	5	6	
Количество всходов, шт/м²						
Экстенсивная	184	271	355	420	474	341
Базовая	183	256	349	440	488	340
Интенсивная	187	277	365	465	515	359
Среднее, А	185	268	356	442	492	347
(НСР ₀₅ для факторов: А = 18; В = 28; АВ = 31)						
Полевая всхожесть, %						
Экстенсивная	92,0	92,3	88,8	84,0	79,0	87,2
Базовая	91,5	85,3	87,2	88,0	81,3	86,6
Интенсивная	93,5	92,3	91,2	90,0	85,8	90,6
Среднее, А	92,3	90,0	89,1	87,3	82,0	88,1
(НСР ₀₅ для факторов: А = 4,7; В = 5,1; АВ = 5,9)						

Полевая всхожесть семян при норме высева 2 млн/га по экстенсивной технологии составила 92,0 %, по базовой – 91,5 %, по интенсивной – 93,5 %. Увеличение нормы высева до 6 млн/га приводило к достоверному снижению полевой всхожести по всем технологиям – в экстенсивной на 13,0 %, в базовой – на 10,2 %, в интенсивной технологии – на 7,7 %, но при всех нормах высева отмечена тенденция к увеличению полевой всхожести семян при возделывании озимой пшеницы по интенсивной технологии.

Увеличение полевой всхожести по интенсивной технологии обусловлено лучшей обеспеченностью проростков озимой пшеницы элементами питания, а уменьшение величины этого показателя при увеличении нормы высева связано с ростом количества семян на единице площади и усиливающейся в связи с этим конкуренцией за влагу и элементы питания.

Установлена высокая положительная корреляционная зависимость количества полученных всходов от содержания продуктивной влаги в посевном слое почвы – $r = 0,88$. Еще более тесная, но отрицательная зависимость ($r = -0,94$) наблюдается по продолжительности времени появления всходов от увлажнения слоя почвы 0–20 см. В то же время температурный режим и количество выпавших осадков в послепосевной период существенного влияния на количество всходов озимой пшеницы и время их появления не оказали ($r = 0,22–0,33$). То есть для получения дружных и своевременных всходов озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева, независимо от интенсивности технологии необходимо в допосевной период накопить в слое почвы 0–20 см не менее 20–22 мм продуктивной влаги.

В годы проведения опыта по всем технологиям меньше всего всходов озимой пшеницы было получено в 2020 г. – 311 шт/м² по экстенсивной технологии, 322 шт/м² по базовой и 331 шт/м² по интенсивной технологии (Приложение 16). Самое большое количество всходов было в 2021 г. – от 355 шт/м² по экстенсивной, до 383 шт/м² – по интенсивной технологии. При этом увеличение интенсивности технологий приводило к увеличению количества всходов и полевой всхожести семян, тогда как увеличение нормы высева семян озимой пшеницы приводило к снижению их полевой всхожести по всем изучаемым технологиям.

Аналогичные закономерности по снижению полевой всхожести семян озимого ячменя при увеличении нормы высева наблюдали в своих исследованиях, проведенных в предгорьях Крыма, Е. В. Горбунова с коллегами (2021). По данным Р. И. Золотаревой, Ю. А. Лапшина и В. А. Максимова (2021), увеличение нормы высева ярового тритикале с 4 до 6 млн/га приводило к снижению полевой всхожести семян с 90,9 до 78,1 %, или на 12,8 %. В то же время в опыте Л. К. Петрова с коллегами (2024) увеличение нормы высева 6 сортов озимой пшеницы с 3 до 6 млн/га сопровождалось достоверным ростом полевой всхожести семян всех сортов с 60,2–66,3 до 73,9–75,2 %.

В течение вегетации наблюдается уменьшение количества растений озимой пшеницы, что происходит из-за внутривидовой конкуренции, обеспеченности

посевов светом, влагой и элементами питания, на которые существенное влияние оказывают технологии возделывания и нормы высева. При всех нормах высева самая маленькая густота стояния растений при посеве озимой пшеницы – по экстенсивной технологии. По базовой и особенно интенсивной технологии количество растений существенно увеличивалось (Таблица 33).

Таблица 33 – Влияние технологий и норм высева на сохранность растений озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Количество растений в фазе полной спелости, шт/м ²			Сохранность растений, %		
	Экстен- сивная	Базовая	Интен- сивная	Экстен- сивная	Базовая	Интен- сивная
2	151	161	171	82,1	88,0	91,4
3	214	223	239	79,0	87,1	86,3
4	273	297	316	76,9	86,3	86,6
5	324	359	390	77,0	81,6	83,9
6	378	396	430	78,4	81,1	83,5
Среднее	268	289	309	78,6	84,8	86,3
НСР ₀₅ технология	12			2,4		
НСР ₀₅ норма высева	15			3,5		
НСР ₀₅ частных различий	26			5,7		

Аналогичное наблюдалось и с сохранностью растений в течение вегетации – в среднем по всем нормам высева самая низкая она по экстенсивной технологии (78,6 %), по базовой технологии она возрастает до 84,8 % и самая лучшая выживаемость озимой пшеницы по интенсивной технологии – 86,3 %. Это можно объяснить тем, что, благодаря внесению минеральных удобрений в базовой и особенно интенсивной технологии и несмотря на лучшее развитие растений, усиливающее внутривидовую конкуренцию, они по этим технологиям лучше обеспечены элементами питания, чем по экстенсивной технологии.

По всем технологиям увеличение нормы высева приводило к снижению сохранности растений из-за усиливающейся конкуренции за свет, влагу и элементы

питания при большей густоте посевов с более высокими нормами высева.

Самая низкая выживаемость растений во всех вариантах опыта наблюдалась в 2021 году, которая по всем нормам высева составляла от 73,9 % по экстенсивной технологии, до 77,2 % по базовой и 80,9 % по интенсивной технологии (Приложение 17). Это обусловлено слабым развитием растений после выхода из зимовки из-за осенней засухи, а выпавшие в течение вегетации осадки усилили внутривидовую конкуренцию, что и привело к большей гибели растений, чем в более благоприятном 2022 году, когда их выживаемость была самой высокой.

В исследованиях Ж. В. Кузикеева с коллегами (2020) увеличение нормы высева 4 сортов ярового ячменя от 3 до 5 млн/га также приводило к уменьшению выживаемости растений с 91,8–93,4 % до 87,9–90,1 %, а применение азотной подкормки в дозе N_{30} и N_{45} увеличивало количество сохранившихся к полной спелости растений на 3,8–6,0 %. В опыте А. В. Ивенина с коллегами (2025) возделывание озимой пшеницы в Нижегородской области без внесения удобрений и с их применением в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$ не оказало существенного влияния на сохранность 7 сортов озимой пшеницы, которая составила 41,1–42,0 %, не отличаясь существенно между вариантами опыта. Авторы объясняют это низким плодородием светло-серой лесной почвы, на которой проводились исследования.

Таким образом, при возделывании озимой пшеницы в системе прямого посева самая высокая полевая всхожесть семян (90,6 %) и сохранность растений в течение вегетации (86,3 %) – по интенсивной технологии. По базовой технологии эти показатели снижаются соответственно на 4,0 и 1,5 %, по экстенсивной технологии – на 3,4 и 7,7 %. Увеличение нормы высева приводит к снижению полевой всхожести семян и сохранности растений по всем изучаемым технологиям.

5.2. Использование климатических ресурсов

За период наблюдений всходы озимой пшеницы по всем изучаемым технологиям появлялись в среднем 29 октября, а осенняя вегетация завершалась 25 ноября при снижении суточной температуры ниже +5 °С. Начало весенней вегетации (ВВВ) отмечено 12 марта – момент перехода среднесуточной температуры

выше +5 °С, а фаза кущения наступала 8 апреля (Таблица 34).

Таблица 34 – Влияние технологий возделывания на даты наступления фенологических фаз растений озимой пшеницы (среднее за 2020–2023 гг.)

Технология	Фенологическая фаза						
	Всходы	Уход в зиму	ВВВ	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Экстенсивная	29.10	25.11	12.03	08.04	30.04	27.05	3.07
Базовая	29.10	25.11	12.03	08.04	1.05	30.05	6.07
Интенсивная	29.10	25.11	12.03	08.04	2.05	1.06	8.07

После этого все следующие фенологические фазы роста и развития озимой пшеницы наступали в разное время. В среднем за 3 года фаза выхода в трубку по экстенсивной технологии наступила 30 апреля по базовой технологии на 2 дня позже – 1 мая, и 2 мая – по интенсивной технологии.

В фазе колошения и полной спелости разрыв между экстенсивной и базовой технологией увеличился до 3 дней, по интенсивной технологии эти фенологические фазы наступали еще на 2 дня позже, увеличив наступление полной спелости на 5 дней позже, чем по экстенсивной технологии.

Во всех технологиях нормы высева до фазы кущения озимой пшеницы не оказывали влияния на даты наступления ее фенологических фаз, а фазы колошение и полная спелость по всем технологиям при норме высева 2 млн/га наступали на 1–2 дня позже, чем при посеве 4 млн/га, и еще на 1–2 дня позже, чем при 6 млн/га.

По годам исследований в силу сложившихся погодных условий даты наступления фенологических фаз существенно различались. Раньше всех всходы озимой пшеницы были получены в 2022 году – 18 октября, позже всего – в 2020 году – 8 ноября, или на 20 дней позже (Приложение 18). В то же время самое раннее прекращение осенней вегетации произошло 9 ноября 2020 года (на следующий день после появления всходов), тогда как в 2021 году переход через +5 °С в сторону понижения произошло 11 декабря (на 32 дня позже).

Весеннее возобновление вегетации озимой пшеницы раньше всех наступило

в 2022 году (28 февраля), позже всех из зимнего покоя растения вышли в 2021 году – 29 марта, тогда как в 2023 году датой наступления весенней вегетации является 9 марта. Дальнейшие фенологические фазы раньше всех наступали в 2021 году, и озимая пшеница достигла полной спелости, в зависимости от технологии, с 29 июня до 6 июля, позже всех она созрела в 2023 году – с 6–11 июля. Во все годы опыта фенологические фазы от выхода в трубку до полной спелости озимой пшеницы раньше всех наступали по экстенсивной технологии. По базовой технологии они наступали на 1–3, по интенсивной – еще на 2–4 дня позже.

Даты наступления фенологических фаз оказали существенное влияние на продолжительность межфазных периодов. За годы проведения полевого опыта наиболее краткий промежуток времени от всходов до завершения осенней вегетации был в 2020 году – всего один день. Максимальная продолжительность осеннего периода составила 54 дня в 2021 году, что почти вдвое больше, чем в 2022 году — 27 дней (Приложение 19). Продолжительность зимнего периода (интервала между снижением среднесуточной температуры ниже 0 °С осенью и её подъемом выше 0 °С весной) самой продолжительной была в 2020–2021 г. (140 дней), самой короткой – в 2021–2022 гг. – 79 дней.

После весеннего возобновления вегетации разница между годами исследований по продолжительности межфазных периодов были незначительной, и самым коротким период вегетации в зависимости от технологии возделывания был в 2020–2021 г. и составил 233–240 дней, самым продолжительным – в 2021–2022 г. – 259–264 дня. Если из этого времени вычесть зиму, то период активной вегетации в первом случае составил 93–100, во втором – 180–185 дней, или в 2 раза продолжительнее.

Во все годы проведения опыта, начиная с фазы весеннего кущения, межфазные периоды по базовой технологии на 1–2 дня, по интенсивной технологии – на 2–4 дня более продолжительные, чем по экстенсивной технологии. Поэтому вегетационный период по экстенсивной технологии в зависимости от года составил от 233 до 259 дней, по базовой технологии он был на 3–4, по интенсивной технологии – на 5–7 дней больше.

В среднем продолжительность межфазных периодов до фазы кущения озимой пшеницы по всем изучаемым технологиям была одинаковой. Но, начиная с межфазного периода «кущение – выход в трубку», они по базовой технологии были на 1 день, по интенсивной технологии на 2 дня продолжительнее. Поэтому период вегетации по экстенсивной технологии составил 247 дней, по базовой – 250, по интенсивной – 253 дня, или на 3 и 6 дней больше (Таблица 35).

Таблица 35 – Влияние технологий возделывания на продолжительность межфазных периодов растений озимой пшеницы (среднее за 2020–2023 гг.)

Технология	Межфазный период						
	Всходы – уход в зиму	Уход в зиму – ВВВ	ВВВ – кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение – полная спелость	Всходы – полная спелость
Экстенсивная	27	107	27	22	28	36	247
Базовая	27	107	27	23	29	37	250
Интенсивная	27	107	27	24	30	37	253

Увеличение продолжительности межфазных периодов и в целом периода вегетации по базовой и, особенно по интенсивной технологии связано с большим внесением удобрений и меньшим поражением растений болезнями и вредителями, и чем больше доза удобрений и эффективнее защита растений (интенсивная технология), тем продолжительнее вегетационный период роста и развития растений озимой пшеницы. Различия же по датам наступления фенологических фаз и продолжительности вегетации культуры по годам проведения полевого опыта обусловлены существенными изменениями погодных условий – температурный режим, количество и распределение осадков, время наступления осенних холодов и весеннего тепла и т. д.

Увеличение нормы высева озимой пшеницы от 2 до 4 млн/га по всем технологиям возделывания уменьшало продолжительность межфазного периода «колошение – полная спелость» и всего вегетационного периода на 1–2 дня, что наблюдалось и при увеличении нормы высева до 6 млн/га. Обусловлено это большей густотой стояния растений при увеличении нормы высева, что при одинаковом количестве выпадающих осадков и дозах внесения удобрений приводило

к меньшей обеспеченности растений водой и элементами питания и, соответственно, приводило к ускорению созревания на такое же количество дней. Поэтому по всем изучаемым технологиям продолжительность периода вегетации при норме высева 2–3 млн/га была на 2–3 дня продолжительнее, чем при посеве 5–6 млн/га. От этого зависело количество климатических ресурсов, используемых озимой пшеницей для формирования урожая. В среднем от всходов до полной спелости озимая пшеница, возделываемая по экстенсивной технологии, использовала 1643 °С активных среднесуточных температур воздуха, по базовой технологии этот показатель увеличился на 54 °С, по интенсивной – на 107 °С (Таблица 36).

Таблица 36 – Сумма активных температур воздуха по межфазным периодам в зависимости от технологий возделывания озимой пшеницы, °С (2020–2023 гг.)

Технология	Межфазный период					
	Всходы – уход в зиму	ВВВ – кушение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение – полная спелость	Всходы – полная спелость
Экстенсивная	121	137	239	397	749	1643
Базовая	121	137	253	428	757	1696
Интенсивная	121	137	275	446	770	1750

Увеличение потребления тепловых ресурсов по базовой и интенсивной технологии наблюдалось с фазы кушения озимой пшеницы и продолжалось до полной спелости культуры. По всем технологиям увеличение нормы высева от 2 до 4 млн/га приводило к уменьшению потребления тепловых ресурсов на 30–35 °С, что наблюдалось и при росте посевной нормы с 4 до 6 млн/га. Разница же между посевом 2 и 6 млн/га составляет 60–70 °С, или 3,7–4,0 % от используемых растениями активных среднесуточных температур воздуха.

Меньше всего тепловых ресурсов использовали посеvy озимой пшеницы для формирования урожая в 2020–2021 сельскохозяйственном году – 1413 °С по экстенсивной, 1464 °С – по базовой и 1549 °С по интенсивной технологии (Приложение 20). Самое большое количество активных температур получили посеvy в 2022–2023 г., соответственно на 415, 407 и 352 °С больше, чем в 2020–2021 г.

Значительно меньшее количество тепловых ресурсов, полученных растени-

ями озимой пшеницы в первом случае, связано с отсутствием осенней вегетации из-за позднего появления всходов в 2020 году (за день до наступления зимы) и самым поздним за годы проведения опыта возобновлением весенней вегетации – 29 марта 2021 года.

Такая же закономерность наблюдалась по количеству выпавших осадков в период вегетации растений. От появления всходов до весеннего кушения различий по количеству выпавших осадков не наблюдалось ввиду одинаковых дат наступления фенологических фаз (Таблица 37).

Таблица 37 – Количество осадков по межфазным периодам в зависимости от технологий возделывания озимой пшеницы, мм (среднее за 2020–2023 гг.)

Технология	Межфазный период						
	Всходы – уход в зиму	Уход в зиму – ВВВ	ВВВ – кушение	Кушение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение – полная спелость	Всходы – полная спелость
Экстенсивная	19	137	44	31	118	104	453
Базовая	19	137	44	32	129	104	465
Интенсивная	19	137	44	36	136	107	479

От начала кушения и до полной спелости по экстенсивной технологии выпало 253 мм осадков, по базовой – на 12 мм, по интенсивной технологии – на 26 мм больше. Такими же различия между технологиями остались и по количеству осадков за вегетационный период. По всем технологиям увеличение нормы высева от 2 до 4 млн/га приводило к уменьшению количества осадков на 8–10 мм, что происходило и при росте нормы с 4 до 6 млн/га. Разница же между посевом 2 и 6 млн/га составляет 16–20 мм, что может оказать влияние на ход формирования урожая озимой пшеницы при разных нормах высева.

Закономерность по увеличению количества осадков за период вегетации по интенсивной технологии наблюдалась во все годы проведения опыта (Приложение 21). По всем технологиям меньше всего их было в 2021–2022 г. (363–372 мм), самое большое количество в 2022–2023 г. – 524–561 мм. В этот же год больше всего осадков было в теплое время года – 391–428 мм, или 74,6–76,3 % от их об-

щего количества, тогда как в 2021–2022 г. этот показатель составил 295–304 мм, и меньше всего их летом было в 2020–2021 г. – 271–294 мм, или 56,3–58,3 %.

Таким образом, возделывание озимой пшеницы по базовой и особенно интенсивной технологии приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода, благодаря чему ее посевы используют больше атмосферных осадков и активных среднесуточных температур воздуха по сравнению с экстенсивной технологией. Увеличение усваиваемых растениями климатических ресурсов наблюдается также при снижении нормы высева культуры по всем технологиям от 6 до 2 млн/га. Все это окажет существенное влияние на фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы при ее возделывании по технологиям различной интенсивности с разными нормами высева.

5.3. Динамика вегетативной массы растений

Из-за разного времени появления всходов в годы проведения опыта и погодных условий до перехода среднесуточных температур воздуха через 5 °С в сторону понижения, когда прекращается вегетация озимой пшеницы, осеннее развитие растений существенно изменялось. В 2020 году из-за поздних всходов такой переход температуры воздуха отмечали на следующий день после их появления (9 ноября), поэтому растения озимой пшеницы ушли в зиму в фазе 1–2 листьев.

В 2021 году благодаря более раннему появлению всходов и позднему переходу среднесуточных температур воздуха через 5 °С (26 ноября) растения озимой пшеницы активно вегетировали в течение 54 дней, за которые сумма активных температур воздуха составила 198 °С и выпало 27 мм атмосферных осадков. При таком количестве тепловых и водных ресурсов растения озимой пшеницы раскустились и перед уходом в зиму имели по 2–3 боковых побега с хорошо развитой корневой системой. Их надземная масса по экстенсивной технологии в среднем по всем нормам высева составила 105 г/м² с площадью листовой поверхности 1,04 м²/м², по базовой технологии – 151 и 1,48, а по интенсивной – 186 г/м² и 2,21 м²/м² соответственно (Приложение 22).

В 2022 году до наступления холодов выпало также 27 мм осадков, но продолжительность вегетации составила 27 дней с суммой среднесуточных температур воздуха 158 °С. При таких ресурсах озимая пшеница не раскустилась и, сформировав 2–3 листа, ушла в зиму. В этот год сырая масса и площадь листьев растений перед наступлением зимы по экстенсивной технологии были на 15–17 %, по базовой и интенсивной технологии на 33–42 % меньше, чем в 2021 году.

В среднем за 3 года перед наступлением зимы самую низкую вегетативную массу и площадь листовой поверхности при всех нормах высева формировали посе́вы по экстенсивной технологии (Таблица 38).

Таблица 38 – Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу и листовой индекс растений озимой пшеницы перед уходом в зиму
(среднее за 2020–2022 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее
	2	3	4	5	6	
Сырая надземная масса растений, г/м²						
Экстенсивная	46	62	68	73	75	65
Базовая	53	69	82	96	100	79
Интенсивная	66	90	110	121	128	103
Среднее	55	74	87	93	101	82
(НСР ₀₅ для факторов: А = 5; В = 6; АВ = 7)						
Листовой индекс, м²/м²						
Экстенсивная	0,40	0,55	0,71	0,73	0,77	0,63
Базовая	0,59	0,73	0,84	0,98	0,97	0,82
Интенсивная	0,79	1,05	1,29	1,42	1,54	1,22
Среднее	0,59	0,77	0,94	1,04	1,09	0,89
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,05; В = 0,06; АВ = 0,08)						

Достоверно выше величина этих показателей была по базовой и особенно по интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы. Увеличение нормы высева по всем технологиям приводило к повышению сырой надземной массы и листового индекса посевов. Но по интенсивной технологии рост величины этих

показателей был достоверным при всех увеличениях нормы высева, тогда как при повышении нормы высева с 5 до 6 млн/га в базовой технологии и с 4 до 5 и 6 млн/га в экстенсивной он был математически недоказуемым.

Аналогичные закономерности перед наступлением зимы наблюдаются и по биометрическим показателям 1-го растений в зависимости от технологии возделывания и нормы высева. При всех нормах высева сырая надземная масса 1-го растения самая низкая по экстенсивной технологии и значимо увеличивается по базовой и интенсивной технологии. Увеличение нормы высева приводит к снижению вегетативной массы растения, но эти различия математически доказуемы при разнице в норме высева 2 млн/га всхожих семян и более (Таблица 39).

Таблица 39 – Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу и площадь листьев 1-го растения озимой пшеницы перед уходом в зиму (среднее за 2020–2022 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее
	2	3	4	5	6	
Сырая надземная масса, г						
Экстенсивная	0,24	0,22	0,18	0,17	0,15	0,19
Базовая	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,23
Интенсивная	0,34	0,31	0,29	0,26	0,24	0,29
Среднее	0,29	0,26	0,20	0,21	0,19	0,24
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,02; В = 0,03; АВ = 0,04)						
Площадь листьев, см²						
Экстенсивная	21,0	18,9	18,9	17,1	15,4	18,3
Базовая	31,1	27,9	24,1	21,6	18,5	24,6
Интенсивная	40,6	36,6	33,5	31,0	28,4	34,0
Среднее	30,9	23,8	25,5	23,2	20,8	25,6
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,4; В = 1,6; АВ = 1,8)						

Площадь листьев растений озимой пшеницы также достоверно увеличивалась по мере интенсификации технологии – в среднем по всем нормам высева от 18,3 см² по экстенсивной технологии до 24,6 см² по базовой и 34,0 см² по интен-

сивной технологии, или в 1,3 и 1,9 раза. Увеличение же нормы высева вызывало снижение этого показателя при всех технологиях возделывания культуры.

В осенние месяцы 2021 и 2022 года динамика прироста вегетативной массы и площади листьев в зависимости от интенсивности технологии возделывания и нормы высева были такими же (Приложение 23), с той лишь разницей, что в 2021 году из-за более продолжительного периода осенней вегетации эти показатели были больше, чем в 2022 году.

То есть физиологическое состояние и биометрические параметры растений озимой пшеницы накануне зимы во многом определяются длительностью периода от появления всходов до наступления холодов, поступающими за это время активными температурами воздуха и количеством выпадающих осадков, а также технологиями возделывания и нормами высева культуры. Чем дольше вегетация растений в предзимний период, тем больше они получают климатических ресурсов, тем больше их вегетативная масса, листовая поверхность и выживаемость растений в течение зимы.

Более благоприятные условия для произрастания озимой пшеницы в это время складываются по интенсивной технологии с нормами высева 2 и 3 млн/га, что обусловлено лучшей обеспеченностью растений элементами питания и меньшей конкуренцией за жизненное пространство. Ухудшение пищевого режима по базовой и особенно экстенсивной технологии приводило к снижению биометрических показателей растений перед зимовкой и их зимостойкости, на которую существенное влияние оказывают условия зимовки растений, существенно отличающиеся в годы проведения опыта.

Самой продолжительной и холодной была зима 2020–2021 гг., которая продолжалась 140 дней. В декабре, январе, феврале и даже марте наблюдались отрицательные среднесуточные температуры воздуха от $-3,0$ до $-4,5$ °С с понижением в отдельные дни до -15 – -17 °С. Такие условия зимовки в сочетании с ранним наступлением зимы (9 ноября) и поздним возобновлением весенней вегетации (29 марта) привели к тому, что в эту зиму по всем технологиям возделывания погибло больше всего растений – от 10,9 до 14,8 % (Таблица 40).

Таблица 40 – Влияние технологий возделывания озимой пшеницы на сохранность растений в течение зимовки, %

Технология	Зима			
	2020–2021	2021–2022	2022–2023	Среднее
Экстенсивная	85,2	92,6	89,9	89,4
Базовая	87,2	94,4	94,1	91,9
Интенсивная	89,1	95,3	95,9	93,6

Зимы же 2021–2022 и 2022–2023 гг. были менее продолжительными (79 и 103 дня), и холодные периоды с отрицательными температурами воздуха $-1,0$ – $2,0$ °С чередовались с оттепелями, что в сочетании с лучшим развитием растений в осенний период обеспечило им более высокую зимостойкость и сохранность – на уровне 89,9–95,9 %.

Во все годы опытов самая низкая сохранность растений в течение зимовки наблюдалась по экстенсивной технологии, которая в среднем составила 89,4 %, по базовой технологии она увеличивалась на 2,5 %, по интенсивной технологии – на 4,2 %. По всем технологиям увеличение нормы высева на 2 млн/га приводило к снижению зимостойкости растений на 0,6–0,8 %.

Из-за более суровой зимы 2020–2021 гг., отсутствия вегетации в предзимний период и позднего возобновления весенней вегетации надземная масса растений озимой пшеницы по всем технологиям в течение всего периода вегетации в 2021 году была самой низкой, и в фазе кущения по экстенсивной технологии по всем нормам высева составила 112 г/м², по базовой – 138 г/м², по интенсивной – 278 г/м², что в 3,0–4,2 раза меньше, чем в среднем в 2022 и 2023 гг. (Приложение 24). К фазе колошения различия немного нивелировались, но все равно различались в 2,1–2,3 раза (Приложение 25).

В среднем за 3 года самую большую надземную массу в течение всего вегетационного периода в среднем по всем нормам высева формировали посеvy озимой пшеницы по интенсивной технологии. Существенно по этому показателю уступали посеvy по базовой технологии, и самая маленькая вегетативная масса

была по экстенсивной технологии (Рисунок 2).

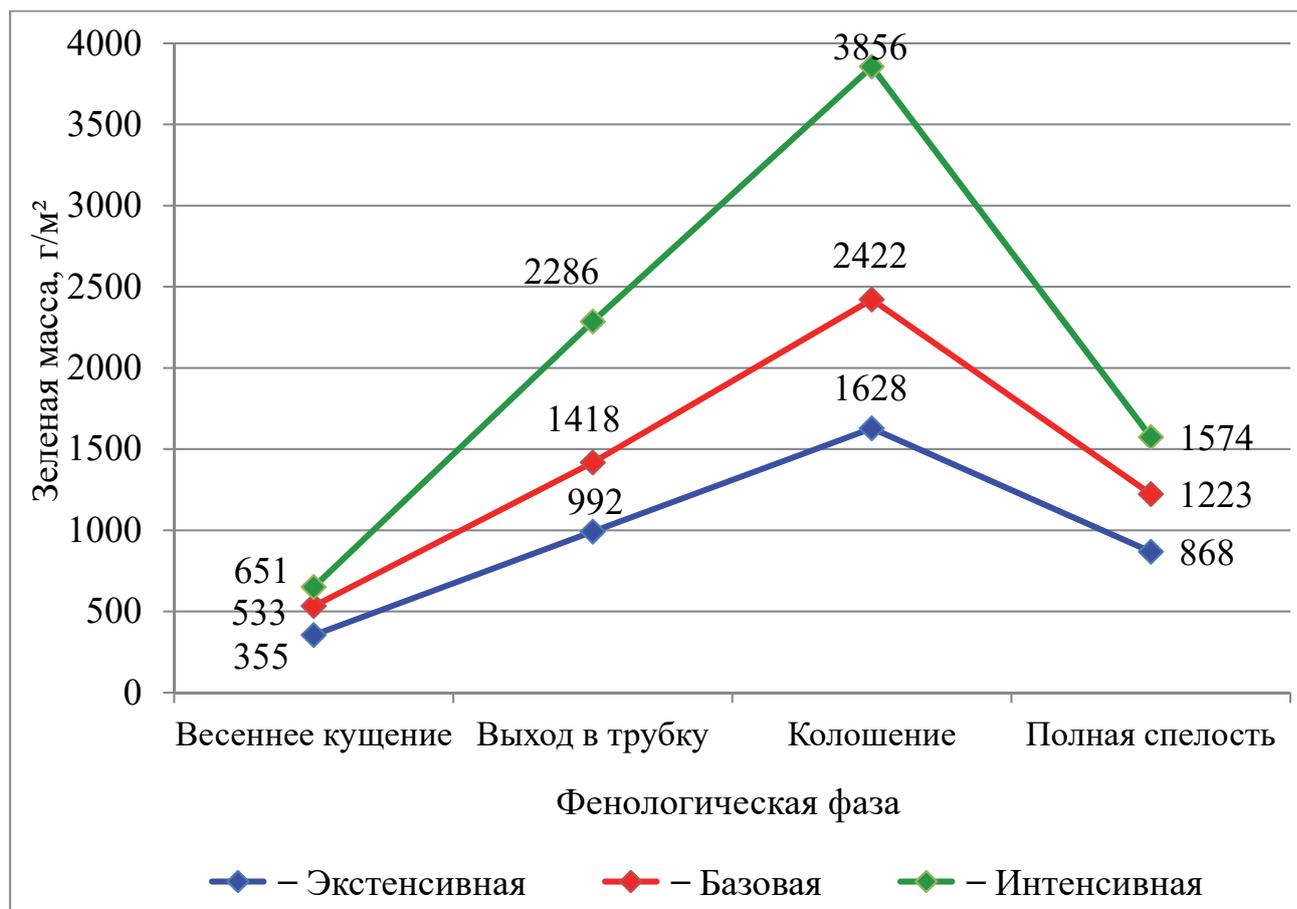


Рисунок 2 – Влияние технологии возделывания на динамику надземной массы озимой пшеницы, г/м² (среднее за 2021–2023 гг.)

В фазе кущения вегетативная масса растений по интенсивной технологии была больше, чем по базовой технологии, на 118 г/м², или 18,1 %, относительно экстенсивной технологии – на 296 г/м² (45,5 %). В фазе выхода в трубку преимущество интенсивной технологии увеличилось, соответственно, до 868 г/м² (38,0 %) и 1294 г/м², или в 2,4 раза (Гоноченко А. В., 2021).

Максимальных значений надземная масса посевов озимой пшеницы по всем технологиям достигала в фазе колошения, но, опять же, по интенсивной технологии она была достоверно на 37,2 % больше, чем по базовой, и в 2,3 раза выше экстенсивной технологии (Таблица 41).

По всем технологиям увеличение нормы высева от 2 до 6 млн/га приводило к значимому росту вегетативной массы посевов, за исключением замедления величины этого показателя при посеве 5 и 6 млн/га по экстенсивной и базовой тех-

нологиям и его снижения по интенсивной технологии на 252 г/м^2 (5,5 %).

Таблица 41 – Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу озимой пшеницы в фазе колошения, г/м^2 (среднее за 2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., 2025-1)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	1089	1526	1728	1884	1911	1628
Базовая	1586	2068	2708	2825	2921	2422
Интенсивная	2548	3710	4095	4589	4337	3856
Среднее, В	1741	22435	2844	3099	3056	2635
НСР ₀₅ для факторов: А = 139; В = 151; АВ = 189						

Такая же закономерность по отсутствию достоверных различий по сырой массе посевов между нормами высева 5 и 6 млн/га по экстенсивной и базовой технологиям и ее снижение при 6 млн/га относительно 5 млн/га по интенсивной наблюдается во все фенологические фазы роста и развития растений (Приложение 26).

Немного иная ситуация складывается по влиянию технологий и норм высева на вегетативную массу 1 растения озимой пшеницы. Увеличение интенсивности технологий приводит к значимому росту надземной массы 1-го растения – по базовой технологии в 1,3–1,4 раза, по интенсивной – в 1,8–2,1 раза больше, чем по экстенсивной технологии (как и масса посева), тогда как увеличение нормы высева, наоборот, уменьшает массу растений по всем технологиям и фенологическим фазам роста и развития озимой пшеницы (Приложение 27).

Поэтому в течение всего вегетационного периода самая высокая вегетативная масса 1 растения при норме высева 2 млн/га, что наглядно видно при возделывании озимой пшеницы по интенсивной технологии (Рисунок 3).

По всем технологиям увеличение нормы посева приводит к уменьшению сырой массы 1 растения в течение вегетации, и самая маленькая она при посеве 6 млн/га. Это обусловлено меньшей площадью питания 1 растения при большей густоте их стояния в увеличивающихся нормах высева, что усиливает внутриви-

довую конкуренцию и ухудшает обеспеченность растений светом, влагой и элементами питания. И наоборот, чем меньше норма высева, тем реже посевы и лучше условия для жизнеобеспечения растений озимой пшеницы.

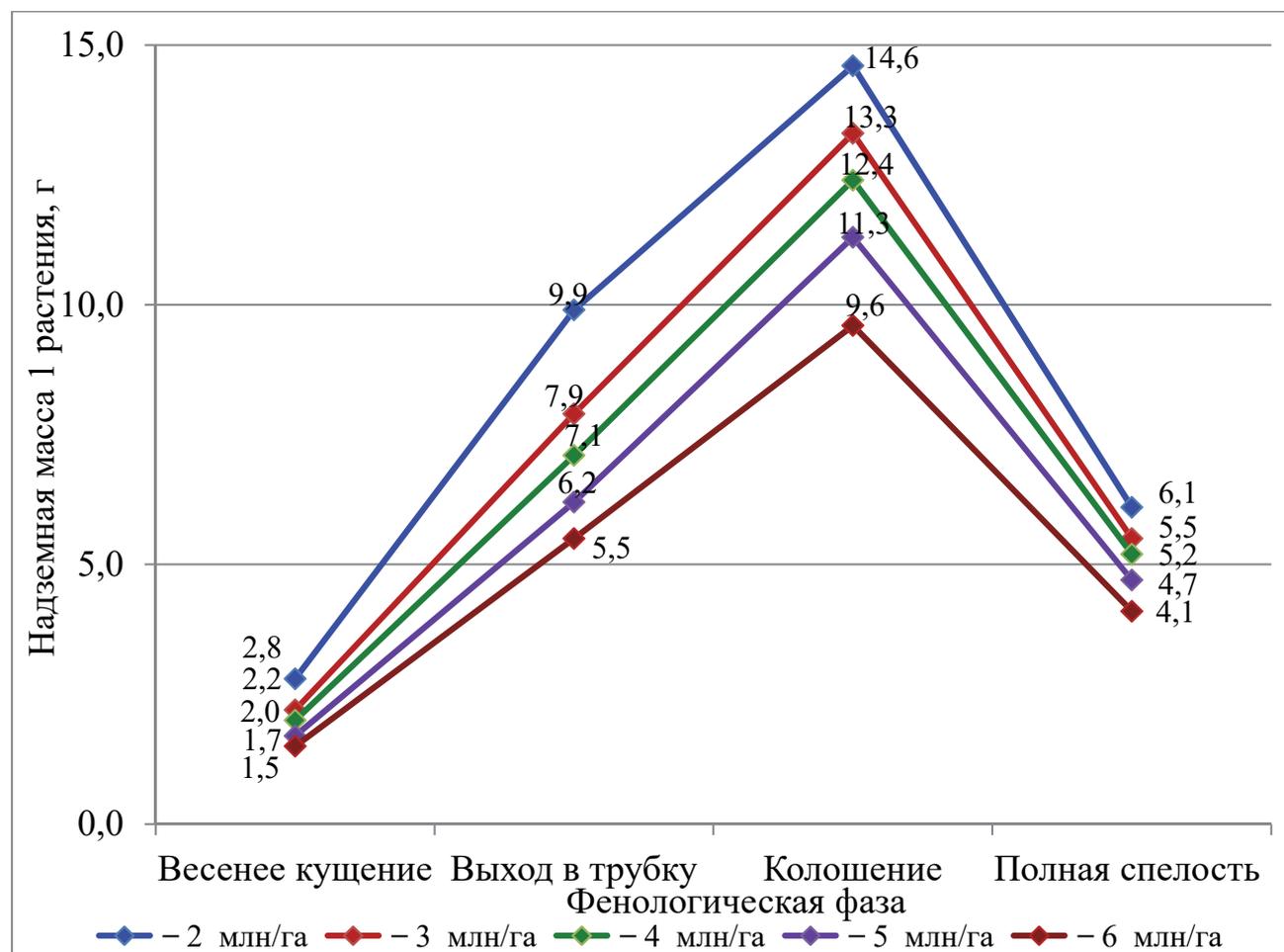


Рисунок 3 – Влияние нормы высева на динамику надземной массы одного растения озимой пшеницы при посеве по интенсивной технологии (2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., Джандаров А. Н., Дридигер В. К, 2025)

При этом различия по этому показателю в экстенсивной и базовой технологиях достоверны только между нормами высева 2 и 4–6 млн/га, по интенсивной технологии, где обеспеченность растений элементами минерального питания лучше, они значимы между всеми нормами посева.

Установлена сильная прямая корреляционная связь сырой надземной массой растений озимой пшеницы в фазе колошения с содержанием азота ($r = 0,81$) и фосфора ($r = 0,76$) в ее листьях в это время. Еще более плотная зависимость вегетативной массы 1 растения наблюдается с содержанием обоих элементов питания,

где коэффициент множественной корреляции $r = 0,87$.

Таким образом, во все годы исследований самую большую надземную массу формируют посевы озимой пшеницы по интенсивной технологии, которая в фазе колошения достоверно на 37,2 % больше, чем по базовой, и в 2,3 раза выше экстенсивной технологии.

Вегетативная масса 1 растения озимой пшеницы благодаря их лучшей обеспеченности азотом и фосфором также самая большая по интенсивной технологии и в 1,2–1,4 раза больше, чем по базовой, и в 1,9–2,1 раза выше экстенсивной технологии. Увеличение же нормы высева по всем технологиям приводит к снижению надземной массы растений, и по интенсивной технологии различия значимы между всеми нормами высева, в экстенсивной и базовой технологиях они достоверны только между нормами высева 2 и 4–6 млн/га.

5.4. Фотосинтетическая деятельность посевов

В фазе кущения самый маленький листовой индекс посевов озимой пшеницы наблюдался при ее возделывании по экстенсивной технологии, где в среднем по всем нормам высева он составил $0,60 \text{ м}^2/\text{м}^2$. По базовой технологии этот показатель увеличился до $1,12 \text{ м}^2/\text{м}^2$, что достоверно на $0,52 \text{ м}^2/\text{м}^2$, или на 86,7 % больше. Еще большая площадь листовой поверхности – по интенсивной технологии ($1,51 \text{ м}^2/\text{м}^2$), которая существенно – на $0,39 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (34,8 %) – выше базовой технологии и в 2,5 раза превышает экстенсивную технологию (Таблица 42).

Самый большой индекс площади листьев посевы озимой пшеницы по всем технологиям развивают в фазе колошения, но закономерности те же – при всех нормах высева наибольший он по интенсивной технологии, достоверно меньше по базовой и самый маленький – по экстенсивной технологии.

Существенное влияние на этот показатель оказали нормы высева в зависимости от технологии возделывания. Но по экстенсивной технологии рост нормы высева вызывает тенденцию к постепенному увеличению листовой поверхности от 2 до 6 млн/га, тогда как по базовой и интенсивной технологии наблюдается математически доказуемое увеличение этого показателя от 2 до 5 млн/га и его сни-

жение по интенсивной технологии при посеве 6 млн/га.

Таблица 42 – Влияние технологий и норм высева на листовой индекс в фазе кущения и колошения озимой пшеницы, м²/м² (среднее за 2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., 2025-1)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее
	2	3	4	5	6	
Кущение						
Экстенсивная	0,41	0,54	0,62	0,68	0,74	0,60
Базовая	0,71	0,91	1,21	1,39	1,41	1,12
Интенсивная	0,99	1,33	1,62	1,84	1,78	1,51
Среднее	0,70	0,93	1,15	1,30	1,31	1,08
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,17; В = 0,14; АВ = 0,22)						
Колошение						
Экстенсивная	1,31	1,58	1,74	1,83	1,94	1,68
Базовая	2,08	2,42	2,92	3,21	3,28	2,78
Интенсивная	2,95	3,42	3,87	4,45	4,34	3,80
Среднее	2,11	2,47	2,84	3,16	3,19	2,75
НСР ₀₅ для факторов: А = 0,21; В = 0,27; АВ = 0,47						

Это указывает на чрезмерную загущенность посевов по интенсивной технологии при этой норме высева, вызывающей угнетение растений и ухудшение условий произрастания, что приводит к снижению вегетативной массы и площади листовой поверхности по сравнению с более изреженными посевами при меньших нормах высева. Такая закономерность наблюдалась во все годы исследований (Приложение 28), с той лишь разницей, что самым маленьким листовой индекс в течение вегетации озимой пшеницы был в 2021 году, самый большой – в 2022 году.

Наши данные по площади ассимиляционной поверхности сопоставимы с результатами А. С. Березневой (2025), полученными в учебно-опытном хозяйстве «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета. В опыте площадь листьев озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии, в

фазе колошения составила 34,0 тыс. м²/га, по базовой технологии она была в 1,3 раза, а по интенсивной технологии – в 2,0 раза больше. Такая закономерность наблюдалась в течение всего вегетационного периода.

Немного иная ситуация складывается по влиянию технологий и норм высева на площадь листьев 1 растения озимой пшеницы. Если этот показатель, как и листовой индекс, значительно увеличивается от экстенсивной к базовой технологии и больше всего он по интенсивной технологии, то увеличение нормы высева, наоборот, приводит к снижению листовой поверхности 1 растения (Таблица 43).

Таблица 43 – Влияние технологий и норм высева на площадь листьев 1 растения озимой пшеницы, см² (среднее за 2021–2023 гг.)
(Гоноченко А. В., Джандаров А. Н., Дридигер В. К., 2025)

Норма высева, млн/га	Кущение			Колошение		
	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная	Экстенсивная	Базовая	Интенсивная
2	23,3	39,9	54,9	78,1	121,4	160,0
3	22,3	37,9	50,8	69,7	106,1	136,0
4	19,1	35,7	46,7	60,2	94,6	118,6
5	18,0	33,6	42,6	53,7	84,5	110,5
6	16,8	30,6	36,8	49,4	77,0	97,5
Среднее	19,9	35,5	46,4	62,2	96,7	124,5
НСР ₀₅ технология	2,1			4,7		
НСР ₀₅ норма высева	2,6			5,4		
НСР ₀₅ частных различий	3,3			6,0		

Объяснить это можно тем, что при увеличении нормы высева количество растений на 1 м² возрастает, следовательно, каждому растению поступает меньшее количество элементов питания, а также обостряется конкуренция за свет и влагу. Все это приводит к снижению площади листовой поверхности 1 растения в течение всего вегетационного периода по любой по интенсивности технологии.

Аналогичные результаты получены М. Е. Чаплыгиным с коллегами (2023), в опытах которых на черноземе обыкновенном СКФО увеличение нормы высева озимой пшеницы сорта «Таня» от 2,6 до 6,5 млн/га приводило к математически доказуемому увеличению густоты стояния растений и значимому уменьшению площади ассимиляционной поверхности ее растений.

Однако в наших исследованиях в фазе кущения по экстенсивной и базовой технологии наблюдается тенденция к снижению площади листьев 1 растения с увеличением нормы высева, тогда как по интенсивной технологии различия между всеми нормами высева достоверны. Видимо, это обусловлено большей обеспеченностью растений элементами минерального питания по интенсивной технологии, что позволяет растениям по всем нормам высева лучше реализовать свои генетические возможности по развитию фотосинтетического аппарата.

Сопоставимые данные получены и в годы проведения полевого опыта (Приложение 29), но по всем вариантам опыта самую маленькую фотосинтетическую поверхность формировали растения в 2021 году. В 2022 и 2023 гг. она была значительно больше, не отличаясь существенно между собой.

Самый большой листовой индекс посевов в интенсивной технологии, а также более продолжительный вегетационный период по сравнению с базовой (на 3 дня) и экстенсивной технологиями (на 6 дней) обеспечили и самый высокий фотосинтетический потенциал (ФСП) озимой пшеницы за весь период вегетации – 2265 тыс. м²×сут/га, который существенно выше, чем по базовой и экстенсивной технологиям (Таблица 44).

По всем технологиям увеличение нормы высева от 2 до 5 млн/га значимо повышало фотосинтетический потенциал посевов. Дальнейшее увеличение посевной нормы до 6 млн/га было математически недоказуемым, а по интенсивной технологии наблюдалось даже его снижение. Такая закономерность наблюдалась во все годы опытов (Приложение 30), но в 2021 году по всем технологиям фотосинтетический потенциал посевов был в 2,0–3,3 раза меньше, чем в 2022 и 2023 гг., и по интенсивной технологии происходило увеличение листовой поверх-

ности посевов с нормой высева 6 млн/га, хотя оно было математически недоказуемым.

Таблица 44 – Влияние технологий и норм высева на фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы за время вегетации, тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ (2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., Гаджиумаров Р. Г., Джандаров А. Н. и др., 2025)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	710	857	952	1041	1075	927
Базовая	1245	1416	1610	1780	1835	1577
Интенсивная	1768	1969	2368	2616	2606	2265
Среднее, В	1241	1414	1643	1812	1839	1590
НСР ₀₅ для факторов: А = 86; В = 95; АВ = 128						

В то же время чистая продуктивность фотосинтеза, самая большая по экстенсивной технологии и в среднем по всем нормам высева, составляет $8,26 \text{ г}/\text{м}^2 \times \text{сут}$. По базовой технологии она снижается до $6,26 \text{ г}/\text{м}^2 \times \text{сут}$., и самая низкая продуктивность фотосинтеза по интенсивной технологии – $5,98 \text{ г}/\text{м}^2 \times \text{сут}$. (Таблица 45).

Таблица 45 – Влияние технологий и норм высева на чистую продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы, $\text{г}/\text{м}^2 \times \text{сут}$. (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Экстенсивная	7,94	8,07	8,26	8,41	8,63	8,26
Базовая	6,04	6,15	6,27	6,36	6,47	6,26
Интенсивная	5,72	5,85	5,95	6,11	6,29	5,98
Среднее, В	6,57	6,69	6,83	6,96	7,12	6,83
НСР ₀₅ для факторов: А = 0,29; В = 0,31; АВ = 0,55						

По мнению Ф. В. Ерошенко с коллегами (2020), это обусловлено тем, что для обеспечения жизнедеятельности растений озимой пшеницы с меньшей листовой поверхностью процесс фотосинтеза должен протекать намного интенсивнее,

чем с большей листовой поверхностью, где потребное количество продуктов фотосинтеза производится за счет большей ассимиляционной поверхности. Об этом в нашем опыте свидетельствует тесная отрицательная зависимость чистой продуктивности фотосинтеза от фотосинтетического потенциала посевов – $r = -0,91$.

Аналогичные закономерности по эффективности работы фотосинтетического аппарата посевов озимой пшеницы при различных по интенсивности технологиях ее возделывания получены Л. Р. Оганян, Е. О. Шестаковой и Ф. В. Ерошенко (2022). По мнению авторов, важно, чтобы различия по продуктивности фотосинтеза между базовыми и интенсивными технологиями или технологическими приемами были меньше, чем между экстенсивными и базовыми технологиями.

В опыте различия по чистой продуктивности фотосинтеза за вегетационный период между экстенсивной и базовой технологиям составляют $2,00 \text{ г/м}^2 \times \text{сут.}$, или 24,2 %, тогда как между базовой и интенсивной технологиями они существенно меньше – $0,28 \text{ г/м}^2 \times \text{сут.}$ (4,5 %). Это означает, что по интенсивной технологии обеспечиваются более благоприятные условия для роста и развития растений озимой пшеницы (обеспеченность элементами питания, засоренность, поражение вредителями и болезнями и др.), чем по базовой технологии.

Подобные данные получены в исследованиях Н. В. Войтович и В. М. Никифорова (2019) в условиях Центрального Нечерноземья России, в которых фотосинтетический потенциал трех сортов яровой пшеницы при выращивании по базовой технологии составил $2,42 \text{ млн м}^2/\text{га дн.}$, по интенсивной технологии он был существенно, на $0,71 \text{ млн м}^2/\text{га дн.}$, или на 29,3 %, больше, тогда как чистая продуктивность фотосинтеза, наоборот, значительно более высокой была по базовой технологии – $1,94 \text{ г/м}^2 \times \text{сут.}$, что на $0,19 \text{ г/м}^2 \times \text{сут.}$ (9,8 %) больше, чем по интенсивной технологии.

По мере того, как озимая пшеница проходит фенологические стадии, чистая продуктивность фотосинтеза изменяется под воздействием колебаний погодных условий в период вегетации. После возобновления роста весной, при превышении среднесуточными температуры воздуха отметки в $5 \text{ }^\circ\text{C}$, влаги в почве после осенне-зимних осадков и выпадения до фазы кущения в среднем за годы опыта 44 мм

достаточно для роста и развития растений. Но температура воздуха в годы исследований в это время в среднем составила всего 6,6 °С, что обусловлено возвратом холодов и проявлением ночных заморозков. При такой среднесуточной температуре воздуха фотосинтез в растениях озимой пшеницы протекает очень медленно, и продуктивность его работы в это время в среднем по всем нормам высева составила от 4,71 г/м² × сут. по интенсивной технологии до 5,03 г/м² × сут. по базовой и 6,64 г/м² × сут. по экстенсивной технологии (Таблица 46).

От фазы кущения до выхода в трубку среднесуточная температура воздуха увеличилась в среднем до 11,3 °С, что на фоне выпадения в это время 33 мм осадков улучшало условия для более интенсивного фотосинтеза в растениях озимой пшеницы, что способствовало увеличению его чистой продуктивности по всем технологиям возделывания и нормам высева до 6,43–9,48 г/м² × сут.

В межфазный период от выхода в трубку до колошения озимой пшеницы, который в условиях неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья протекает в мае, когда среднесуточная температура воздуха в годы проведения опыта составила 15,1 °С, в дневное время она повышалась до 22–25 °С, и выпало в среднем 128 мм осадков. Такой температурный режим и условия увлажнения, по мнению В. В. Медведева с коллегами (2002), являются самыми благоприятными для произрастания сельскохозяйственных культур. Поэтому продуктивность работы фотосинтетического аппарата в это время по всем вариантам опыта была самой высокой и варьировала от 6,86 г/м² × сут. по интенсивной технологии до 10,28 г/м² × сут. по экстенсивной технологии.

После фазы колошения и до полной спелости чистая продуктивность фотосинтеза снижалась из-за увеличения среднесуточных температур воздуха до 21,2 °С, а в дневные часы она повышалась до 33–35 °С и более, что на фоне снижения количества осадков до 105 мм за 37 дней вегетации привело к уменьшению продуктивности фотосинтеза по всем технологиям до 4,81–7,19 г/м² × сут. Кроме того, во время налива и особенно созревания зерна фотосинтетическая активность в растениях естественным образом снижается, и большое количество питательных веществ поступает в колос для формирования урожая из других органов растений

в процессе реутилизации (Ерошенко Ф. В., 2006).

Таблица 46 – Влияние технологии и нормы высева на чистую продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы, г/м² × сут. (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология	Норма высева, млн/га	Межфазный период			
		ВВВ – кушение	Кушение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение – полная спелость
Экстенсивная	2	5,88	9,08	9,99	6,75
	3	6,31	9,23	10,05	6,93
	4	6,46	9,45	10,28	7,17
	5	6,90	9,57	10,43	7,37
	6	7,67	10,05	10,63	7,71
Среднее		6,64	9,48	10,28	7,19
Базовая	2	4,73	6,60	7,32	5,46
	3	4,85	6,78	7,43	5,29
	4	5,06	6,87	7,58	5,17
	5	5,19	7,04	7,67	5,01
	6	5,33	7,16	7,83	4,85
Среднее		5,03	6,89	7,57	5,16
Интенсивная	2	4,51	6,21	6,56	5,10
	3	4,58	6,29	6,71	4,96
	4	4,70	6,38	6,83	4,81
	5	4,80	6,56	7,00	4,65
	6	4,99	6,72	7,18	4,53
Среднее		4,71	6,43	6,86	4,81
НСР ₀₅ технология		0,19	0,23	0,33	0,22
НСР ₀₅ норма высева		0,25	0,29	0,37	0,29
НСР ₀₅ частных различий		0,43	0,50	0,49	0,49

В годы проведения опыта чистая продуктивность изменялась в зависимости от роста и развития растений озимой пшеницы, на что в свою очередь влияли погодные условия. В 2021 году из-за осенней засухи 2020 года и получения всходов

перед наступлением зимы фотосинтетический потенциал посевов был самым низким за годы опыта. Соответственно, в текущем году показатель чистой продуктивности фотосинтеза при всех технологиях и нормах высева оказался заметно ниже, чем в 2022 году, когда посевы сформировали самую большую ассимиляционную поверхность по всем вариантам опыта (Приложение 31).

При этом во всех технологиях возделывания повышение нормы высева способствовало увеличению чистой продуктивности фотосинтеза во все годы исследований, но различия между нормами высева в 1 млн/га математически недоказуемы, тогда как между нормами высева 2–3 и 5–6 млн/га они достоверны. По-видимому, это можно объяснить уменьшением площади листьев 1 растения озимой пшеницы при увеличивающихся нормах высева, о чем свидетельствует довольно тесная ($r = 0,78$) положительная корреляция между этими показателями.

В то же время в опыте Н. В. Войтович и В. М. Никифорова (2019) посев трех сортов яровой пшеницы нормой высева семян 4, 5 и 6 млн/га приводило к достоверному уменьшению чистой продуктивности фотосинтеза с 2,03 кг зерна/тыс. м² в сутки при норме высева 4 млн/га, до 1,78 кг зерна/тыс. м² в сутки при посеве 5 млн/га и 1,38 кг зерна/тыс. м² в сутки при посевной норме 6 млн/га.

Результатом фотосинтетической деятельности посевов является накопление абсолютно сухого вещества, из которого формируется урожай возделываемой культуры, и чем больше растения за время вегетации накапливают сухой биомассы, тем их урожайность выше.

В опыте самую маленькую сухую надземную массу в течение всего вегетационного периода имели посевы по экстенсивной технологии, которая в фазе полной спелости в среднем по всем нормам высева составила 744 г/м², что достоверно на 266 г/м², или на 35,8 %, меньше, чем по базовой технологии, и в 1,8 раза меньше, чем по интенсивной технологии (Таблица 47). По всем возделываемым технологиям в течение вегетационного периода увеличение нормы высева приводит к большему накоплению сухой биомассы. По всем технологиям возделывания во все фенологические фазы роста и развития озимой пшеницы увеличение нормы высева от 2 до 5 млн/га приводит к значимому повышению содержания сухого ор

ганического вещества в ее растениях.

Таблица 47 – Влияние технологии и норм высева на динамику накопления абсолютно сухого вещества растениями озимой пшеницы, г/м² (2021–2023 гг.)

Технология	Норма высева, млн/га	Фенологическая фаза			
		Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Экстенсивная	2	42	138	428	604
	3	48	174	506	708
	4	54	195	554	777
	5	57	235	599	813
	6	62	247	615	817
Среднее		53	198	540	744
Базовая	2	49	202	583	771
	3	62	244	690	924
	4	78	304	747	1038
	5	93	325	845	1140
	6	96	324	859	1175
Среднее		76	280	745	1010
Интенсивная	2	74	298	732	983
	3	85	370	957	1248
	4	100	406	1057	1408
	5	110	441	1184	1589
	6	109	434	1165	1545
Среднее		96	392	1019	1355
НСР ₀₅ технология		4	14	44	53
НСР ₀₅ норма высева		6	21	50	59
НСР ₀₅ частных различий		10	34	71	74

Увеличение нормы высева до 6 млн/га по экстенсивной и базовой технологии приводит к тенденции увеличения надземной биомассы, так как эти различия математически недоказуемы. По интенсивной технологии в это же время происходит также математически недоказуемое, но уменьшение содержания сухого ве

щества по сравнению с нормой высева 5 млн/га.

Происходит это из-за чрезмерно увеличивающейся внутривидовой конкуренции за свет, влагу и элементы питания при увеличении нормы высева с 5 до 6 млн/га, и особенно сильно она проявляется в интенсивной технологии, несмотря на лучшую обеспеченность посевов элементами питания.

Установлена тесная прямая корреляционная зависимость накопления абсолютно сухого органического вещества от фотосинтетического потенциала посевов озимой пшеницы – $r = 0,88$. Немного меньше такая связь ($r = 0,73$) между площадью ассимиляционной поверхности посевов, которая напрямую определяется нормой высева (с ее увеличением площадь листьев возрастает), и содержанием в них сухого вещества.

В то же время количество накапливаемого растениями абсолютно сухого органического вещества находится в обратной (отрицательной) зависимости от чистой продуктивности фотосинтеза – $r = -0,56$. Поэтому для большего накопления сухого вещества необходимы технологии и нормы высева, обеспечивающие формирование как можно большей вегетативной массы и, соответственно, площади ассимиляционной поверхности.

Таким образом, самую большую ассимиляционную поверхность и фотосинтетический потенциал (2265 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут/га}$) формируют посевы озимой пшеницы по интенсивной технологии, что обеспечивает им в процессе фотосинтеза синтезировать в растениях наибольшее количество абсолютно сухого органического вещества – 1355 г/м^2 , о чем свидетельствует тесная положительная зависимость между этими показателями ($r = 0,88$). При посеве озимой пшеницы по базовой технологии достоверно на 688 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут/га}$, или на 30,4 %, снижается фотосинтетический потенциал (до 1577 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут/га}$) и содержание сухого вещества – на 345 г/м^2 (25,5 %) – до 1010 г/м^2 , и самые низкие они по экстенсивной технологии – соответственно 927 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут/га}$ и 744 г/м^2 .

По всем технологиям увеличение нормы высева от 2 до 5 млн/га приводит к значимому увеличению площади ассимиляционного аппарата и, соответственно, – $r = 0,73$ – содержанию сухого вещества, тогда как при дальнейшем увеличении

нормы высева до 6 млн/га в экстенсивной и базовой технологии вызывает незначительный рост этих показателей, а по интенсивной технологии они снижаются на такую же величину.

6. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

6.1. Урожайность

Существенные различия между технологиями возделывания и нормами высева озимой пшеницы по динамике формирования надземной массы растений, развитию и эффективности работы фотосинтетического аппарата и засоренности посевов оказали существенное влияние на урожайность культуры. Во все годы проведения опыта самой низкой она была по экстенсивной технологии и в среднем по всем нормам высева составила 2,21 т/га (Таблица 48).

Таблица 48 – Влияние технологий и норм высева на урожайность озимой пшеницы, т/га (Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025)

Технология	Норма высева, млн/га	Год			Среднее
		2021	2022	2023	
Экстенсивная	2	1,31	2,60	1,82	1,91
	3	1,67	2,84	1,89	2,13
	4	1,72	2,91	1,92	2,18
	5	1,51	3,44	2,16	2,37
	6	1,74	3,13	2,44	2,44
	Среднее	1,59	2,98	2,05	2,21
Базовая	2	2,70	3,42	3,34	3,15
	3	3,04	3,59	3,53	3,39
	4	3,55	4,41	3,70	3,88
	5	3,34	4,29	3,74	3,79
	6	3,03	4,20	3,65	3,63
	Среднее	3,13	3,98	3,59	3,57
Интенсивная	2	4,29	5,76	5,94	5,33
	3	5,03	7,01	6,66	6,23
	4	5,27	6,60	6,91	6,26
	5	4,89	6,18	6,52	5,86
	6	4,56	5,83	5,97	5,45
	Среднее	4,81	6,28	6,40	5,83
НСР ₀₅ технология		0,23	0,29	0,22	0,25
НСР ₀₅ норма высева		0,28	0,38	0,29	0,31
НСР ₀₅ частных различий		0,48	0,54	0,36	0,48

Достоверно на 1,36 т/га, или на 61,5 %, она была выше по базовой технологии, а самая высокая урожайность получена по интенсивной технологии – в среднем по нормам высева 5,83 т/га, что в 1,6 раза больше, чем по базовой технологии, и в 2,6 раза больше, чем по экстенсивной технологии.

Во всех технологиях возделывания озимой пшеницы существенное влияние на ее урожайность оказали нормы высева. По экстенсивной технологии увеличение нормы высева приводило к постепенному росту урожайности, и наибольшей она была при посеве 6 млн/га всхожих семян и составила 2,44 т/га. Но превышение урожайности по сравнению с нормой высева 5 млн/га было всего 0,07 т/га и математически недоказуемое.

По базовой технологии наибольшая урожайность получена при посеве 4 млн/га – 3,88 т/га. Увеличение, как и уменьшение нормы высева по этой технологии, приводило к значимому снижению урожайности культуры. По интенсивной технологии самая высокая урожайность была при норме высева 4 млн/га – 6,26 т/га, но она превышала таковую при посеве 3 млн/га всего на 0,03 т/га, и превышение также было недостоверным.

В годы проведения исследования самая низкая урожайность озимой пшеницы по всем вариантам опыта получена в 2021 году. Мы связываем это с отсутствием вегетации растений осенью 2020 года из-за позднего получения всходов. Поэтому растения озимой пшеницы после выхода из зимовки были ослабленными и не раскустившимися, что привело к существенному отставанию в росте и развитии в сравнении с таковыми в более благоприятных погодных условиях осенней вегетации в 2022 и 2023 гг. Тем не менее во все годы самая высокая урожайность озимой пшеницы была получена по интенсивной технологии, которой значимо уступали посевы по базовой технологии, и самой низкой она была по экстенсивной технологии.

Увеличение урожайности озимой пшеницы по технологии прямого посева на 1,22 т/га, или 45,3 %, по сравнению с традиционной технологией с отвальной обработкой почвы наблюдали в своих исследованиях Г. Р. Дорожко с коллегами (2011, 2012, 2013) на черноземе южном засушливой зоны Ставропольского края.

Нами была проведена математическая обработка полученных данных, и выявлено, что наибольшее влияние на урожайность озимой пшеницы оказали технологии возделывания – 83,9 %, тогда как действие норм высева составило всего 1,8 %, взаимодействие факторов – 1,4 %, прочие влияния – 12,9 %. Из-за подавляющего воздействия на продуктивность озимой пшеницы технологий возделывания нами проведен анализ эффективности использования основного климатического ресурса, лимитирующего уровень урожайности культуры в Центральном Предкавказье, – количество атмосферных осадков в течение вегетации, а также действующих веществ вносимых удобрений.

Установлена средняя корреляционная зависимость урожайности озимой пшеницы с количеством осадков, выпадающих в течение вегетации культуры. Но в экстенсивной технологии такая зависимость более тесная ($r = 0,55$), тогда как по базовой технологии она снижается на 0,07 пунктов, и самая низкая она по интенсивной технологии – $r = 0,42$ (Таблица 49).

Таблица 49 – Влияние технологий на использование влаги атмосферных осадков на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева

Технология	Коэффициент		Уравнение регрессии	Расход влаги, мм/т зерна
	корреляции	детерминации, %		
Экстенсивная	0,55	30,0	$Y = 2,33 + 0,001 x$	202,0
Базовая	0,48	23,0	$Y = 3,12 + 0,002 x$	130,4
Интенсивная	0,42	17,6	$Y = 3,96 + 0,004 x$	83,6

Поэтому в экстенсивной технологии получение урожайности на 30 % зависит от количества выпадающих осадков, о чем указывает коэффициент детерминации ($d_{yx} = 30,0 \%$). В базовой технологии такая зависимость снижается до 23,0 %, и самая маленькая она по интенсивной технологии – 17,6 %. То есть урожайность озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии, значительно больше, чем в базовой и особенно интенсивной технологии, зависит от количества выпадающих во время вегетации культуры атмосферных осадков.

Поэтому согласно полученным уравнениям регрессии при выпадении одинакового количества осадков за это время – 500 мм – урожайность озимой пше-

ницы по экстенсивной технологии составит 2,83 т/га, по базовой – 4,12 т/га, по интенсивной технологии – 5,96 т/га.

Более высокая эффективность использования атмосферных осадков в рамках интенсивной технологии подтверждается увеличением потребления влаги (Приложение 32), что связано с более продолжительным периодом вегетации по сравнению с базовой и экстенсивной технологиями, на формирование 1 т зерна озимая пшеница по этой технологии в среднем по нормам высева расходует 88,8 мм продуктивной влаги, что на 49,6 мм (35,8 %) меньше, чем по базовой, и в 2,4 раза ниже экстенсивной технологии (Таблица 50).

Таблица 50 – Влияние технологий и норм высева на водопотребление озимой пшеницы, мм/т (среднее за 2021-2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Технология		
	экстенсивная	базовая	интенсивная
2	244,5	153,6	94,6
3	220,2	143,1	81,9
4	220,2	126,0	82,2
5	197,0	133,2	88,7
6	195,9	137,2	96,7
Среднее	215,6	138,4	88,8

При этом по экстенсивной технологии меньше всего продуктивной влаги расходовали посеvy озимой пшеницы с нормой высева 6 млн/га, по базовой – 4 млн/га, по интенсивной технологии самый низкий показатель из всех вариантов опыта при посеве 3 млн/га.

Результаты наших исследований согласуются с данными Л. В. Юшкевича с коллегами (2025) в условиях Омской области, где водопотребление яровой пшеницы, выращиваемой по интенсивной технологии, было в 2,3 раза меньше, чем по экстенсивной технологии. В Самарской области расход продуктивной влаги при возделывании 4 сортов озимой тритикале без внесения удобрений и применения средств защиты растений составил 911,1 м³/т, тогда как интенсификация техноло-

гий путем применения средств химизации приводила к уменьшению потребности во влаге на 207,0 м³/т, или на 22,7 % (Горянин О. И. и др., 2025).

Важным показателем, позволяющим оценить способность растений преобразовывать фотосинтетические ресурсы в урожай, является коэффициент хозяйственной эффективности ($K_{хоз}$), характеризующий отношение массы полученного зерна к общему количеству надземной биомассы растений, выраженное в процентах. Этот показатель во многом зависит от погодных условий, технологий и технологических приемов выращивания сельскохозяйственных культур (Левакова О. В., 2025).

В опыте самым низким коэффициент хозяйственной эффективности в среднем по всем нормам высева был по экстенсивной технологии и составил 25,5 %, по базовой технологии он увеличился до 29,2 %, и самым высоким он был по интенсивной технологии – 38,0 % (Таблица 51).

Таблица 51 – Влияние технологий и норм высева на коэффициент хозяйственной эффективности озимой пшеницы, % (среднее за 2021–2023 гг.)

Норма высева, млн/га	Технология		
	экстенсивная	базовая	интенсивная
2	34,4	37,0	50,9
3	25,7	32,9	47,2
4	24,1	28,9	37,7
5	24,4	26,5	31,4
6	24,9	24,8	30,7
Среднее	25,5	29,2	38,0

То есть в интенсивной технологии доля соломы в надземной биомассе растений значительно меньше – 62,0 %, чем в базовой (70,8 %) и особенно экстенсивной (74,5 %) технологии, и растения расходуют значительно меньше влаги на ее формирование, а больше используют на получение зерна и повышение его качества.

По всем технологиям увеличение нормы высева приводило к уменьшению

коэффициента хозяйственной эффективности, и наиболее значимым (на 20,2 %) снижение наблюдалось по интенсивной технологии. Наблюдается прямая средняя корреляционная зависимость коэффициента хозяйственной эффективности с обеспеченностью посевов элементами питания ($r = 0,45-0,57$) и площадью листовой поверхности растений ($r = 0,66$) и обратная тесная связь с густотой их стояния – $r = -0,71$. То есть чем больше ассимиляционная поверхность и обеспеченность растений доступными элементами питания, тем эффективнее работает их фотосинтетический аппарат, отчего во многом зависит эффективность удобрений.

В нашем исследовании внесение по базовой технологии 93 кг/га д. в. удобрений привело к росту урожайности озимой пшеницы по сравнению с экстенсивной технологией, где удобрения не вносили, на 1,36 т/га, или 1 кг действующего вещества минеральных туков обеспечил увеличение урожайности зерна на 14,6 кг/га, что является высоким показателем эффективности применения удобрений под озимую пшеницу (Кирюшин В. И., 2019).

Внесение 309 кг/га д. в. удобрений по интенсивной технологии увеличило урожайность озимой пшеницы относительно экстенсивной на 11,7 кг/кг д. в. Увеличение же дозы минеральных удобрений в этой технологии по сравнению с базовой на 216 кг/га д. в. обеспечило рост урожайности на 10,5 кг/га д. в. (Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025-1), что, по мнению Н. Н. Шаповаловой с коллегами (2022), также является хорошим показателем.

По нашему мнению, снижение эффективности применения минеральных туков в интенсивной технологии связано с недостаточным научным обоснованием технологии, особенно в повышении эффективности применяемых удобрений. Об этом свидетельствуют результаты наших исследований, когда оптимизация одного агроприема – нормы высева (3 млн/га) обеспечило увеличение отдачи от применения удобрений по этой технологии до 12,3 кг/кг д. в., или на 0,6 кг/кг д. в.

Высокую эффективность применения минеральных удобрений в технологиях возделывания озимой пшеницы наблюдали в исследованиях А. Г. Павлов, В. А. Воронцов, С. В. Ветрова (2015) и Г. В. Овсянникова с коллегами (2022) в южной зоне Ростовской области, а также Л. В. Юшкевич с коллегами (2023) при

возделывании яровой пшеницы в лесостепной зоне Омской области.

Высокая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы объясняется ее прямой зависимостью таковой от обеспеченности почвы нитратным азотом ($r = 0,42$) и подвижным фосфором ($r = 0,37$), и еще более тесная связь наблюдается с содержанием азота и фосфора в растениях озимой пшеницы в фазе колошения – $r = 0,57$ и $0,51$.

На урожайность озимой пшеницы существенное влияние оказывали биометрические показатели ее посевов: вегетативная масса ($r = 0,76$) и площадь ассимиляционной поверхности ($r = 0,82$) в фазе колошения, фотосинтетический потенциал ($r = 0,84$), содержание в растениях абсолютно сухого органического вещества ($r = 0,88$), на которые значимое влияние оказывали технологии возделывания и нормы высева культуры.

Таким образом, благодаря более эффективному использованию влаги атмосферных осадков и лучшей способности растений преобразовывать фотосинтетические ресурсы в урожай, самая высокая урожайность получена при возделывании озимой пшеницы в системе прямого посева по интенсивной технологии. В среднем по нормам высева она составила 5,83 т/га, что достоверно в 1,6 раза больше, чем по базовой, и в 2,6 раза больше, чем по экстенсивной технологии.

По экстенсивной технологии наибольшая урожайность получена при посеве 6 млн/га, но она незначительно – на 0,07 т/га (2,9 %) – выше, чем при посеве 5 млн/га. По базовой и интенсивной технологии самую высокую урожайность обеспечили посевы с нормой высева 4 млн/га – 3,88 и 6,26 т/га, но по интенсивной технологии она всего на 0,03 т/га превышала таковую при посевной норме 3 млн/га.

6.2. Структура урожая

Самая высокая урожайность озимой пшеницы при возделывании по интенсивной технологии обусловлена большим количеством продуктивных стеблей, которые зависят от густоты стояния и продуктивной кустистости растений, а также лучшими показателями озерненности и массы зерна с колоса.

Количество продуктивных стеблей к моменту полной спелости по интен-

сивной технологии в среднем по всем нормам высева составило 468 шт/м², что достоверно – на 114 шт/м², или на 32,2 %, – больше, чем по базовой, и на 151 шт/м² (47,6 %) выше экстенсивной технологии (Таблица 52).

Таблица 52 – Влияние технологий и норм высева на количество стеблей и продуктивную кустистость озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., 2022, 2025)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Количество продуктивных стеблей, шт/м²						
Экстенсивная	221	285	325	359	393	317
Базовая	268	332	368	390	410	354
Интенсивная	342	429	494	537	540	468
Среднее, В	277	349	396	429	448	380
(НСР ₀₅ для факторов: А = 19; В = 22; АВ = 37)						
Продуктивная кустистость						
Экстенсивная	1,46	1,33	1,19	1,10	1,05	1,23
Базовая	1,66	1,48	1,23	1,08	1,02	1,29
Интенсивная	2,00	1,79	1,56	1,38	1,26	1,60
Среднее, В	1,71	1,53	1,33	1,19	1,11	1,37

Наибольшее число продуктивных стеблей в интенсивной технологии обусловлено повышенной плотностью растений за счет лучшей полевой всхожести семян и сохранности растений в течение вегетации, а также большая, чем по другим технологиям, продуктивная кустистость растений. В интенсивной технологии она составила 1,60, превысив таковую по базовой технологии на 0,31 (24,0 %), по экстенсивной технологии – на 0,37, или 30,1 %.

Во всех технологиях возделывания озимой пшеницы наблюдалось значимое увеличение количества продуктивных стеблей с ростом нормы высева семян, что связано с большим количеством всходов и вегетирующих к полной спелости растений – $r = 0,88$ и $0,92$. В то же время с увеличением количества высеянных семян снижалась продуктивная кустистость ($r = -0,84$), что обусловлено увеличиваю-

щейся внутривидовой конкуренцией за свет, влагу и элементы питания в более загущенных посевах с высокой нормой высева.

Такие закономерности наблюдались и по годам проведения опыта (Приложение 33). Но самая маленькая густота продуктивного стеблестоя по всем технологиям и нормам высева наблюдалась в 2021 году, что объясняется меньшей в этот год густотой стояния растений и их продуктивной кустистости. В этот год посевы по экстенсивной технологии с нормами высева 4–6 млн/га и по базовой технологии с нормой 6 млн/га не кустились, а при меньших нормах высева коэффициенты кущения были значительно меньше, чем в 2022 и 2023 гг.

Наибольшие значения количества продуктивных колосьев и коэффициентов кустистости во всех вариантах опыта отмечены в 2022 году, в 2023 году эти показатели оказались несколько ниже, однако значительно превышали результат 2021 года.

По интенсивной технологии достигаются наиболее высокие параметры по количеству зерен и массы зерна в колосе. В среднем за годы опыта по этой технологии в колосе было 40,3 шт. зерен и их масса составляла 1,53 г, что существенно – на 5,5 шт., и на 0,39 г – больше, чем по базовой, и на 9,7 шт. и на 0,60 г больше экстенсивной технологии (Таблица 53).

Увеличение нормы высева приводило к постепенному снижению количества и массы зерна в колосе ($r = -0,78$ и $-0,81$), что происходило как в среднем, так и по годам проведения опыта (Приложение 34). Но по количеству зерновок в колосе наблюдалась тенденция по их уменьшению с увеличением нормы высева и только различия между нормами 2 и 6 млн/га, а в интенсивной технологии между 2 и 5–6 млн/га математически доказуемы. Аналогичное наблюдалось и с массой зерна в колосе при увеличении нормы высева до 6 млн/га, что и стало одной из причин снижения урожайности озимой пшеницы при этой норме высева по базовой и особенно интенсивной технологии.

Полученная нами информация о влиянии технологий возделывания и норм высева на элементы структуры урожая озимой пшеницы схожи с данными, опубликованными в научной литературе. В исследованиях А. В. Ивенина с коллегами

(2019) увеличение интенсификации технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Нижегородской области также приводило к увеличению густоты стояния продуктивного стеблестоя, росту количества и массы зерна в колосе.

Таблица 53 – Влияние технологий и норм высева на озерненность и массу зерна в колосе озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.) (Гоноченко А. В., 2022, 2025)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Количество зерен в колосе, шт.						
Экстенсивная	32,2	31,2	30,5	30,1	29,1	30,6
Базовая	36,3	35,4	34,9	34,2	33,2	34,8
Интенсивная	42,3	41,3	40,8	39,3	37,9	40,3
Среднее, В	36,9	36,0	35,4	34,5	33,4	35,2
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,8; В = 2,3; АВ = 2,9)						
Масса зерна в колосе, г						
Экстенсивная	1,03	0,93	0,91	0,90	0,86	0,93
Базовая	1,24	1,29	1,14	1,08	1,04	1,14
Интенсивная	1,66	1,63	1,57	1,47	1,32	1,53
Среднее, В	1,31	1,28	1,21	1,15	1,07	1,20
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,06; В = 0,08; АВ = 1,13)						

В опыте А. Г. Ложкина, Н. В. Мардарьевой и С. Н. Мардарьева (2021), проведенном в Чувашской Республике, при увеличении нормы высева яровой твердой пшеницы от 3 до 6 млн/га количество зерен в колосе уменьшалось с 28,2 до 19,0 шт., их масса с 1,29 до 0,91 г, или в 1,5 и 1,4 раза. По данным Р. И. Золотаревой с коллегами (2021), полученным в Марийском НИИ сельского хозяйства, увеличение нормы высева ярового тритикале с 4 до 6 млн/га приводило к уменьшению продуктивной кустистости с 1,6 до 1,1, снижению количества зерен в колосе с 36 до 28 шт. и массы зерна в колосе – с 1,59 до 1,18 г.

Таким образом, самая лучшая кустистость растений, густота продуктивного стеблестоя, озерненность и масса зерна в колосе была при возделывании озимой пшеницы по интенсивной технологии, что и обеспечило ей получение самой вы-

сокой урожайности. При возделывании культуры по базовой и особенно экстенсивной технологии существенно уменьшались показатели элементов структуры урожая и соответственно урожайность озимой пшеницы. По всем технологиям увеличение нормы высева от 2 до 6 млн/га приводило к росту количества продуктивных стеблей, что обусловлено большей густотой стояния растений, и снижению продуктивной кустистости, озерненности и массы зерна в колосе.

6.3. Технологические качества зерна озимой пшеницы

По мнению А. А. Жученко с коллегами (2011), технология возделывания озимой пшеницы оказывает существенное влияние на качество зерна. В нашем опыте увеличение интенсивности технологий возделывания озимой пшеницы от экстенсивной к базовой и интенсивной приводит к повышению общей стекловидности зерна и массы 1000 зерен. Между этими показателями наблюдается очень тесная корреляционная зависимость – $r = 0,84$ (Таблица 54).

Таблица 54 – Влияние технологий и норм высева на общую стекловидность и массу 1000 зерен озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Общая стекловидность, %						
Экстенсивная	45,5	46,2	44,5	44,1	41,2	44,3
Базовая	47,4	44,9	43,7	45,9	41,7	44,7
Интенсивная	46,2	47,2	46,0	47,7	45,4	46,5
Среднее, В	46,4	45,5	44,7	45,9	42,8	45,2
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,7; В = 2,2; АВ = 2,8)						
Масса 1000 зерен, г						
Экстенсивная	33,7	30,3	30,1	30,1	29,7	31,2
Базовая	37,0	35,0	34,3	32,0	31,6	34,0
Интенсивная	40,7	39,9	37,8	36,5	35,1	38,0
Среднее, В	37,1	35,1	34,1	32,9	32,1	34,4
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,8; В = 2,5; АВ = 3,0)						

В то же время увеличение нормы высева, наоборот, вызывает ухудшение этих показателей по всем технологиям возделывания озимой пшеницы, что связано с увеличивающейся внутривидовой конкуренцией за свет, влагу и элементы питания во время вегетации растений, и чем норма высева выше, тем конкуренция все больше возрастает.

В среднем по всем нормам высева при экстенсивной технологии в зерне содержалось 10,7 % белка, при базовой – 13,5 %, при интенсивной технологии – 15,8 %, что по экстенсивной технологии соответствует 4-му классу качества (продовольственное зерно), по базовой технологии – 2-му классу, по интенсивной – 1-му классу. Во всех технологиях выявлено постепенное увеличение содержания белка от средних значений на 0,4–0,6 % при снижении нормы высева до 2 млн/га и такое же уменьшение при увеличении нормы высева до 6 млн/га (Таблица 55).

Таблица 55 – Влияние технологий и норм высева на содержание белка и сырой клейковины в зерне озимой пшеницы, % (среднее за 2021–2023 гг.)

(Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025)

Технология (фактор А)	Норма высева, млн/га (фактор В)					Среднее, А
	2	3	4	5	6	
Белок						
Экстенсивная	11,0	11,0	10,6	10,6	10,3	10,7
Базовая	14,0	14,0	13,4	13,3	12,8	13,5
Интенсивная	16,1	15,9	15,4	15,4	15,2	15,8
Среднее, В	13,7	13,6	13,1	13,1	12,9	13,3
(НСР ₀₅ для факторов: А = 0,5; В = 0,7; АВ = 1,2)						
Сырая клейковина						
Экстенсивная	18,2	17,9	17,3	17,4	16,4	17,4
Базовая	24,6	24,5	24,0	24,0	23,9	24,1
Интенсивная	26,8	26,7	26,7	26,3	25,8	26,4
Среднее, В	23,2	23,0	22,6	22,5	22,0	22,6
(НСР ₀₅ для факторов: А = 1,4; В = 1,3; АВ = 1,9)						

Однако по содержанию сырой клейковины зерно озимой пшеницы, полученное при возделывании по экстенсивной технологии с нормой высева от 3 до 6 млн/га, соответствовало 5-му классу качества – 16,4–17,9 % (фураж), кроме нормы высева 2 млн/га, где содержание клейковины было 18,2 %, то есть было получено продовольственное зерно 4-го класса.

По базовой и интенсивной технологиям формировалось зерно продовольственное 3-го класса. Но по базовой технологии содержание клейковины изменялось от 23,9 % при норме высева 6 млн/га до 24,6 % при посеве 2 млн/га, приближалось к нижней границе этого показателя (23 %), а по интенсивной технологии, особенно при нормах высева от 2 до 4 млн/га (26,8–26,7 %), почти достигало верхней границы по этому показателю для зерна 3-го класса (27 %). Во всех вариантах опыта качество клейковины соответствовало I–II группам с ИДК 72,5–79,0 единиц.

Такие же данные получены в Ростовской (Овсянникова Г. В. и др., 2022) и Московской (Воронов С. И. и др., 2023) областях, где при оптимальных нормах высева интенсификация технологий возделывания озимой пшеницы обеспечивала рост урожайности и улучшение хлебопекарных качеств зерна.

В годы исследований более высокое качество зерна получено в 2021 году, когда по содержанию белка зерно, полученное по экстенсивной технологии, соответствовало 4-му, по базовой и интенсивной технологии 1-му классу качества (Приложение 35). По содержанию клейковины оно было соответственно 5-го, 3-го и 2-го класса. В 2022 и 2023 гг. белка и клейковины в зерне было меньше, и в эти годы по экстенсивной технологии зерно также было 5-го класса, а по базовой и интенсивной технологии получено продовольственное зерно 3-го класса.

Таким образом, при возделывании озимой пшеницы по экстенсивной технологии полученное зерно по качеству соответствует пятому классу и может быть использовано только на корм скоту или в переработку на технические нужды. Зерно, полученное по базовой и интенсивной технологии, стабильно продовольственное 3-го класса, которое можно использовать в пищу для получения хлеба, кондитерских и других изделий.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Для установления производственных затрат нами рассчитаны технологические карты по возделыванию озимой пшеницы по всем изучаемым технологиям (Приложение 36). Самые низкие затраты при возделывании озимой пшеницы по экстенсивной технологии и составляют 13 655 руб/га. По базовой технологии они увеличиваются на 10 321 руб/га, или на 75,6 %. Самые большие производственные расходы при возделывании культуры по интенсивной технологии – 36 393 руб/га, что в 2,7 раза больше, чем по экстенсивной технологии, и на 51,8 % больше базовой технологии (Таблица 56).

Таблица 56 – Влияние технологии возделывания озимой пшеницы на структуру производственных затрат (Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025-1)

Статья расходов	Технология					
	экстенсивная		базовая		интенсивная	
	руб/га	%	руб/га	%	руб/га	%
Фонд оплаты труда	590	4,3	661	2,8	780	2,2
Семена	3040	22,2	3040	12,7	3040	8,3
Удобрения	–	–	5712	23,8	14092	38,7
Средства защиты растений	3126	22,9	6223	25,9	8257	22,7
ГСМ	855	6,3	866	3,6	963	2,6
Амортизация	3380	24,7	3484	14,5	3484	9,6
Ремонт техники	744	5,5	766	3,2	766	2,1
Автотранспорт	79	0,6	89	0,4	99	0,3
Прочие затраты	600	4,4	955	4,0	1604	4,4
Общехозяйственные расходы	1241	9,1	2180	9,1	3308	9,1
Всего затрат	13655	100,0	23976	100,0	36393	100,0

Происходит это из-за применения в базовой и интенсивной технологии удобрений и средств защиты растений, которые в первом случае составляют 5712 и 6223 руб/га, или 23,8 и 25,9 % от всех затрат, во втором – 14 092 и 8257 руб/га

(38,7 и 22,7 %) и являются основными статьями расходов в этих технологиях. По экстенсивной технологии основными статьями расходов были амортизация техники, семена и применяемые в борьбе с сорняками гербициды, которые составили от 3040 до 3380 руб/га, или 22,2–24,7 %.

Стоит обратить внимание, что амортизационные отчисления и затраты на обслуживание техники в базовой и интенсивной технологиях идентичны, несколько ниже по экстенсивной. Такое различие объясняется тем, что в первых двух случаях применяются одинаковые технических средств на всех стадиях выполнения работ, тогда как в экстенсивной технологии снижение этих показателей обусловлено исключением необходимости использования техники для внесения минеральных удобрений. При этом, доля расходов по этим статьям самая высокая в экстенсивной технологии – 24,7 и 5,5 % соответственно, в базовой она снижается до 14,5 и 3,2 %, а в интенсивной достигает минимальных значений – 9,6 и 2,1 %.

Аналогичное наблюдается и в отношении стоимости семян, а также их доли в общих производственных расходах. Несмотря на равный расход семян по изучаемым нормам высева во всех технологиях, доля расходов на семена максимальна в экстенсивной технологии – от 12,8 % при норме 2 млн/га до 30,0 % при 6 млн/га (Таблица 57).

Таблица 57 – Влияние технологий и норм высева на долю стоимости семян в производственных затратах, %

Технология	Норма высева, млн/га				
	2	3	4	5	6
Экстенсивная	12,8	18,0	22,5	26,5	30,0
Базовая	6,8	9,8	12,7	15,3	17,8
Интенсивная	4,4	6,4	8,4	10,2	12,0

По базовой технологии доля семян снижается по сравнению с экстенсивной в 1,7–1,9 раза, интенсивной технологией в 2,5–2,9 раза. Обусловлено это суще-

ственным увеличением расходов на применение в этих технологиях удобрений и средств защиты растений.

Несмотря на самые маленькие производственные затраты при возделывании озимой пшеницы по экстенсивной технологии, экономическая отдача от её производства остаётся наименьшей. Причиной этого является самый низкий показатель урожайности и невысокое качество собранного зерна (фуража), которые пригодны исключительно для кормовых целей. Поэтому денежная выручка от реализации урожая здесь минимальна, что прямо сказалось на снижении прибыли и рентабельности. Однако именно в рамках экстенсивной технологии себестоимость производства зерна самая низкая (Таблица 58).

Таблица 58 – Влияние технологий на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы (среднее по нормам высева)

Показатель	Технология		
	экстенсивная	базовая	интенсивная
Денежная выручка, руб/га	29 835	53 550	93 280
Затраты труда, чел.-ч/га	0,92	1,18	1,36
Затраты труда, чел.-ч/т	0,42	0,30	0,21
Производственные затраты, руб/га	13 655	23 976	36 393
Себестоимость, руб/т	6170	6716	6242
Прибыль, руб/га	16 200	29 574	56 887
Уровень рентабельности, %	118,5	123,3	156,3

Повышение урожайности и улучшение качества зерна за счёт применения базовой технологии позволило добиться значительного роста денежной выручки по сравнению с экстенсивным вариантом. За счёт этого прибыль составила 13 374 руб./га, то есть на 82,5 процентных пункта выше, чем по экстенсивной технологии, а рентабельность – на 4,8 процентных пункта выше, но одновременно с этим себестоимость произведенного зерна увеличилась на 546 руб./т (8,8%).

Наилучшие показатели по результативности демонстрирует возделывание озимой пшеницы в системе прямого посева по интенсивной технологии. Благодаря

ря максимальной урожайности и отличным хлебопекарным свойствам зерна даже при повышенных затратах на производство удалось получить выручку в размере 56 887 руб./га прибыли – это почти вдвое больше, чем по базовой технологии, и более чем в три с половиной раза превышает аналогичный показатель по экстенсивной технологии. Рентабельность производства высокосортного зерна по сравнению с базовым и экстенсивным вариантами повысилась на 33,0 и 37,8 процентных пункта соответственно.

Ключевым показателем при возделывании любой сельскохозяйственной культуры, включая озимую пшеницу, является потребность в живой рабочей силе (Подгорская С. В., 2025). В ходе проведённых исследований минимальные затраты труда на выращивание 1 га озимой пшеницы по экстенсивной технологии составили 0,92 чел.-ч/га — это на 0,26 чел.-ч/га, или на 28,3 процентных пункта ниже, чем по базовой технологии, и почти в полтора раза меньше, чем по интенсивной.

Однако все наоборот при расчёте на единицу продукции: на производство 1 тонны зерна наибольшие затраты труда отмечены по экстенсивной технологии — 0,42 чел.-ч/т, а наименьшие по интенсивной — 0,23 чел.-ч/т. Таким образом, производительность труда при возделывании озимой пшеницы по интенсивной технологии в системе прямого посева оказывается в 1,8 раза выше, чем по экстенсивной, и на 40% выше, чем по базовой технологии. Рост производительности труда является ключевым фактором при дефиците кадров, в особенности специалистов-механизаторов, обусловленном неблагоприятной демографической обстановкой, и становится обязательным требованием для успешного функционирования сельского хозяйства в рыночной среде (Кашаев И. В., Криулина Е. Н., 2023; Криулина Е. Н., Оганян Л. Р., 2023).

На экономическую результативность возделывания озимой пшеницы при различных технологиях существенное воздействие оказывает норма высева, поскольку её увеличение ведёт к росту расхода и стоимости семенного материала. При использовании экстенсивной технологии, несмотря на рост производственных издержек при увеличении нормы высева, прибыль повышается благодаря бо-

лее значительному росту урожайности по сравнению с ростом расходов на семена. Максимальный показатель прибыли — 17 635 руб/га — был зафиксирован при посеве в количестве 5 млн/га (Таблица 59).

Таблица 59 – Влияние норм высева на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы по экстенсивной технологии
(Гоноченко А. В., Дридигер В. К., 2025-1)

Показатель	Норма высева, млн/га				
	2	3	4	5	6
Денежная выручка, руб/га	25 785	28 755	29 430	31 995	32 940
Производственные затраты, руб/га	11 853	13 220	13 525	14 360	15 317
Себестоимость, руб/т	6206	6206	6204	6059	6277
Прибыль, руб/га	13 932	15 535	15 905	17 635	17 623
Уровень рентабельности, %	117,5	117,5	117,6	122,8	115,1

Наибольшая рентабельность возделывания зерна озимой пшеницы при экстенсивной технологии достигнута при посеве 5 млн/га и составила 122,8 %. Снижение нормы высева с 4 до 2 млн/га не повлияло на показатели рентабельности — они сохранились на уровне 117,5–117,6 %, однако этот результат оказался ниже, чем при 5 млн/га на 5,2–5,3 %. Минимальная эффективность при этой технологии зафиксирована при посеве 6 млн/га и обусловлена ростом издержек и снижением прибыли по сравнению с вариантом с нормой 5 млн/га.

При базовой технологии максимальную прибыль в размере 34 224 руб/га и наибольшую рентабельность 142,7 % обеспечила норма высева 4 млн/га, при этом был получен самый высокий уровень урожайности. Уменьшение нормы до 2 млн/га и увеличение до 6 млн/га приводили к снижению прибыли до 24 946 и 28 802 руб/га (на 27,0 и 15,8 % соответственно), а рентабельности — до 111,8 и 112,3 % (Таблица 60).

Наибольшая выручка при возделывании озимой пшеницы в рамках интенсивной технологии зафиксирована при норме высева 4 млн/га, что связано с максимальной урожайностью при данной норме высева семян.

Таблица 60 – Влияние норм высева на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы по базовой технологии

Показатель	Норма высева, млн/га				
	2	3	4	5	6
Денежная выручка, руб/га	47 250	50 850	58 200	56 850	54 450
Производственные затраты, руб/га	22 304	23 140	23 976	24 812	25 648
Себестоимость, руб/т	7081	6826	6179	6547	7066
Прибыль, руб/га	24 946	27 710	34 224	32 038	28 802
Уровень рентабельности, %	111,8	119,7	142,7	129,1	112,3

Однако вследствие увеличения расходов по сравнению с вариантом 3 млн/га наиболее высокая прибыль — 64 122 руб/га и рентабельность — 180,3 % достигнуты именно при норме 4 млн/га (Таблица 61).

Таблица 61 – Влияние норм высева на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии

Показатель	Норма высева, млн/га				
	2	3	4	5	6
Денежная выручка, руб/га	85 280	99 680	100 160	93 760	87 200
Производственные затраты, руб/га	34 720	35 558	36 393	37 230	38 065
Себестоимость, руб/т	6514	5708	5814	6353	6984
Прибыль, руб/га	50 560	64 122	63 767	56 530	49 135
Уровень рентабельности, %	145,6	180,3	175,2	151,8	129,1

Уменьшение нормы высева до 2 млн/га приводило к снижению прибыли на 13 562 руб/га (21,1 %), рентабельности – на 34,7 %. Еще большее снижение экономической эффективности возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии наблюдалось при увеличении посевной нормы до 6 млн/га.

Аналогичные данные получены в условиях Краснодарского края, когда при интенсификации технологий возделывания 7 сортов озимой пшеницы экономически более эффективными были нормы высева 3–4 млн/га. Увеличение нормы высева до 5–7 млн/га приводило к снижению прибыли и рентабельности производ-

ства культуры (Назаренко Л. В., 2023). В опытах О. И. Горянина с соавторами (2019) в Заволжье минимальная себестоимость и наибольшая урожайность озимой пшеницы была получена при норме высева 4 млн/га, в то время как наиболее рентабельными были посевы при норме высева 2 млн/га.

Таким образом, на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья возделывать озимую пшеницу в системе прямого посева по предшественнику горох наиболее экономически выгодно по интенсивной технологии. Выращивание озимой пшеницы по базовой технологии приводит к снижению ее экономической эффективности, и самая низкая она по экстенсивной технологии.

Оптимальной нормой высева озимой пшеницы при посеве по интенсивной технологии является 3 млн/га всхожих семян. По базовой технологии лучшей посевной нормой является 4 млн/га, по экстенсивной технологии – 5 млн/га. Увеличение или уменьшение нормы высева от оптимальной по всем технологиям приводит к снижению экономической эффективности возделывания культуры в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При возделывании озимой пшеницы в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья выпадение осадков с августа по октябрь, по количеству близких к климатической норме, обеспечивает содержание 23–25 мм продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см, которых достаточно для получения дружных и своевременных всходов озимой пшеницы. При отсутствии в это время осадков в посевном слое почвы независимо от технологии возделывания содержится всего 0,4–1,3 мм продуктивной влаги, и всходы озимой пшеницы могут быть получены после их выпадения.

В фазе колошения озимой пшеницы в метровом слое почвы содержится 124–134 мм продуктивной влаги, которой достаточно для формирования урожая по всем изучаемым технологиям. В течение всего вегетационного периода более благоприятный водный режим для роста и развития озимой пшеницы при норме высева 2 млн/га всхожих семян. С ее увеличением обеспеченность растений влагой ухудшается, и самая плохая она при посеве 6 млн/га.

Самая низкая обеспеченность почвы доступными для растений элементами питания при возделывании озимой пшеницы по экстенсивной технологии – по нитратному азоту очень низкая, по подвижному фосфору низкая, по подвижному калию средняя. При значительно большем содержании элементов питания в почве по интенсивной технологии относительно базовой по обеим технологиям обеспеченность почвы нитратным азотом и доступным фосфором оценивается как низкая, калием – средняя.

По всем технологиям увеличение нормы высева приводило к снижению обеспеченности почвы элементами питания, а в базовой технологии различия по содержанию подвижного фосфора между нормами высева 2 и 6 млн/га были достоверными, в интенсивной технологии они были таковыми между 2–3 и 5–6 млн/га. По содержанию подвижного калия по всем технологиям разница была значимой между нормами высева 2 и 5–6 млн/га.

По экстенсивной технологии в течение всего вегетационного периода растения озимой пшеницы испытывали острый дефицит азота и фосфора. В базовой

технологии они лучше обеспечены этими элементами питания, но их содержание существенно ниже оптимальных значений, тогда как в интенсивной технологии оно приближается к оптимальным параметрам для формирования урожая.

В фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева по предшественнику горох, в среднем по всем нормам высева меньше всего сорняков – 55 шт/м², и их сырая надземная масса – 64,3 г/м² – была по экстенсивной технологии. Существенно больше их по базовой технологии – соответственно 75 шт/м² и 87,3 г/м², и больше всего – в интенсивной технологии – 97 шт/м² и 110,9 г/м². Из них по всем вариантам опыта больше всего по численности (64,3–69,3 %) и вегетативной массе (89,3–94,6 %) составляли зимующие широколистные сорняки, ранних яровых сорняков было соответственно 18,2–21,9 и 2,6–6,3 %. Еще меньше было поздних яровых и отдельными растениями в посевах озимой пшеницы по интенсивной технологии встречались многолетние сорняки.

Доля сорняков в агрофитоценозе в это время по всем технологиям при норме высева 2 млн/га составляла 20,7–26,0 %, что соответствовало сильной засоренности посевов. Увеличение нормы высева до 3–5 млн/га снижало долю сорного компонента до 10,9–19,5 % (средняя засоренность), при 6 млн/га она снижалась до слабой засоренности – 7,8–8,9 %. После гербицидной обработки многие сорняки погибли, а оставшиеся находились в нижнем ярусе в угнетенном состоянии и по всем вариантам опыта в фитоценозе составляли 0,2–3,1 % и не оказывали существенного влияния на ход формирования и качество урожая озимой пшеницы.

Самая высокая полевая всхожесть семян (90,6 %) и сохранность растений в течение вегетации (86,3 %) – по интенсивной технологии. По базовой технологии эти показатели снижаются соответственно на 4,0 и 1,5 %, по экстенсивной технологии – на 3,4 и 7,7 %. Увеличение нормы высева приводит к снижению полевой всхожести семян и сохранности растений по всем технологиям.

Благодаря лучшей обеспеченности растений азотом и фосфором ($r = 0,87$) самую большую надземную массу в фазе колошения формируют посева озимой пшеницы по интенсивной технологии – 3856 г/м², которая достоверно на 37,2 % больше, чем по базовой, и в 2,3 раза выше экстенсивной технологии.

По всем технологиям увеличение нормы высева от 2 до 6 млн/га приводило к значимому росту вегетативной массы посевов, за исключением замедления величины этого показателя при посеве 5 и 6 млн/га по экстенсивной и базовой технологиям и его снижения по интенсивной технологии на 5,5 %.

Самый большой фотосинтетический потенциал формируют посевы озимой пшеницы по интенсивной технологии – 2265 тыс. м² × сут/га, и они накапливают в надземной части растений 1355 г/м² абсолютно сухого вещества, что значимо соответственно на 688 тыс. м² × сут/га и 345 г/м², или на 30,4 и 25,5 % больше, чем по базовой технологии, и в 2,2 и 1,8 раза превышает экстенсивную технологию.

Увеличение нормы высева от 2 до 5 млн/га по всем технологиям приводит к достоверному росту площади ассимиляционного аппарата и, соответственно, – $r = 0,73$ – содержанию сухого вещества. Повышение посевной нормы до 6 млн/га в экстенсивной и базовой технологии вызывает уменьшение темпов роста этих показателей, а по интенсивной технологии они снижаются.

Самая высокая урожайность озимой пшеницы, возделываемой в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья, в среднем по всем нормам высева получена по интенсивной технологии – 5,83 т/га. Произошло это благодаря более эффективному использованию растениями влаги атмосферных осадков и лучшей способности преобразовывать фотосинтетические ресурсы в урожай, а также самой высокой густоте продуктивного стеблестоя, озерненности и массе зерна в колосе. Снижение урожайности культуры по базовой технологии до 3,57 т/га или в 1,6 раза и экстенсивной технологии до 2,21 т/га (в 2,6 раза) произошло из-за существенного уменьшения всех элементов структуры урожая. При этом зерно озимой пшеницы, полученное по экстенсивной технологии, 5-го класса качества (фураж), по базовой и интенсивной технологии оно продовольственное 3-го класса.

По экстенсивной технологии наибольшую урожайность озимой пшеницы обеспечил посев 6 млн/га всхожих семян, но она незначительно, всего на 0,07 т/га (2,9 %), выше, чем при 5 млн/га. По базовой и интенсивной технологии самую высокую урожайность получили при норме высева 4 млн/га – 3,88 и 6,26 т/га, но по

интенсивной технологии она всего на 0,03 т/га превышала таковую при посевной норме 3 млн/га.

Наибольшую прибыль (64 122 руб/га) и рентабельность производства (180,3 %) озимой пшеницы в системе прямого посева по предшественнику горох обеспечивает ее возделывание по интенсивной технологии. Выращивание культуры по базовой технологии обеспечивает получение 34 224 руб/га прибыли и 142,7 % рентабельности, самая низкая прибыль и рентабельность по экстенсивной технологии – соответственно 17 635 руб/га и 122,8 %.

Оптимальной нормой высева озимой пшеницы при посеве по интенсивной технологии является 3 млн/га всхожих семян. По базовой технологии лучшей посевной нормой является 4 млн/га, по экстенсивной технологии – 5 млн/га. Увеличение или уменьшение нормы высева от оптимальной по всем технологиям приводит к снижению экономической эффективности возделывания культуры в системе прямого посева.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

На черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья возделывать озимую пшеницу в системе прямого посева по предшественнику горох рекомендуется по интенсивной технологии с нормой высева 3 млн/га всхожих семян.

При недостаточном обеспечении хозяйства материально-техническими ресурсами озимую пшеницу возделывать по базовой технологии с нормой высева 4 млн/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдряев, М. Р. Норма высева как важный составной элемент агротехники пшеницы / М. Р. Абдряев, П. Н. Константинова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 11–1. – С. 143–146.
2. Адаев, Н. Л. Засоренность посевов озимой пшеницы на Северном Кавказе / Н. Л. Адаев, З. П. Оказова, А. П. Шутко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 3 (399). – С. 296–298. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_3_296.
3. Алабушев, А. В. Экспортные поставки и современное состояние рынка зерна пшеницы в России и мире / А. В. Алабушев // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. № 2. – С. 68–70. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10216.
4. Антонов, С. А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края / С. А. Антонов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (66). – С. 43–46.
5. Антонов, С. А. Анализ влияния климатических условий на урожайность озимой пшеницы в Ставропольском крае / С. А. Антонов // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3 (12). – С. 406–410. DOI: 10.25930/2218-855X/103.3.12.2019.
6. Артохин, К. С. Сорные растения / К. С. Артохин. – М. : Печатный город, 2010. – 272 с.
7. Архипенко, А. А. Роль минеральных удобрений и основной обработки почвы под посевы озимой пшеницы в формирование ее продуктивности / А. А. Архипенко, Р. В. Кравченко // Научный журнал КубГАУ. – 2021. – № 171 (07). – С. 335–347. DOI: 10.21515/1990-4665-171-023.
8. Бадахова, Г. Х. Вегетация озимых культур в Ставропольском крае в условиях современного климата / Г. Х. Бадахова // Инновационная наука. – 2022. – № 9–2. – С. 50–54.
9. Бадахова, Г. Х. Температура поверхности почвы на Ставропольской возвышенности в теплый период года / Г. Х. Бадахова // Инновационная наука. – 2023. – № 7–2. – С. 58–60.

10. Бадахова, Г. Х. Полувековой мониторинг средней летней температуры воздуха в Центральном Предкавказье / Г. Х. Бадахова // Инновационная наука. – 2024. – № 11–1–2. – С. 157–159.

11. Банникова, Н. В. Методика экономической оценки эффективности использования технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы / Н. В. Банникова, Т. Н. Костюченко, А. В. Тенищев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 3. – С. 43–47. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-3-43-47.

12. Батурич, В. Н. No-till – шаг к идеальному земледелию / под ред. В. Н. Батурина. – Киев : Зерно, 2007. – 128 с.

13. Безгина, Ю. А. Биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы и их влияние на урожайность культуры / Ю. А. Безгина, Н. Н. Глазунова, Е. В. Волосова [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 132 (08). – С. 1035–1044.

14. Безгина, Ю. А. Влияние предшественников и агротехнологий различной интенсивности на патоккомплекс озимой пшеницы / Ю. А. Безгина // Земледелие. – 2019. – № 7. – С. 41–45.

15. Безгина, Ю. А. Комплексный подход к стабилизации фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы Юга России / Ю. А. Безгина, А. П. Шутко, О. В. Шарипова [и др.] // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2024. – № 2 (54). – С. 23–27. DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-54-23-27.

16. Березнева, А. С. Физиологические основы формирования продуктивности озимой пшеницы в зависимости от технологий выращивания / А. С. Березнева // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2025. – Т. 21. № 1. – С. 18–25.

17. Белобров, В. П. К вопросу о диагностике и защите почв от дефляции в Ставропольском крае / В. П. Белобров, В. К. Дридигер, С. А. Юдин [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 2 (205). – С. 12–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-205-12-25.

18. Билтуев, А. С. Эффективность применения удобрений под культуры зернопарового севооборота в сухостепной зоне Западного Забайкалья / А. С. Билтуев, Л. В. Будажапов, А. К. Уланов // Земледелие. – 2022. – № 7. – С. 32–36. DOI: 10.24412/00447-3913-2022-7-32-36.

19. Бильдиева, Е. А. Фотосинтетическая продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till / Е. А. Бильдиева, Ф. В. Ерошенко, Р. Г. Гаджимаров [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 3. – С. 14–17. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp14-17.

20. Бильдиева, Е. А. Фотосинтез и азотное питание озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева / Е. А. Бильдиева, Ф. В. Ерошенко, В. К. Дридигер // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. № 5. – С. 44–49. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_5_44.

21. Борин, А. А. Влияние агротехнологий на засоренность посевов и урожайность культур севооборота / А. А. Борин, А. Э. Лощина // Защита и карантин растений. – 2019. – № 6. – С. 15–18.

22. Бутковская, Л. К. Влияние изначальной всхожести и элементов сортовой агротехники на качество семян яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / Л. К. Бутковская, В. В. Казанов, Е. А. Сурина // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 6. – С. 64–70. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-64-70.

23. Василько, В. П. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от агрофизических свойств чернозема выщелоченного в условиях Западного Предкавказья / В. П. Василько, Е. Н. Ничипуренко, Т. Д. Федорова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 8 (214). – С. 5–10. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-214-8-5-10.

24. Васина, Е. А. Современная система земледелия «No-till» / Е. А. Васина, А. В. Ермолов, Л. В. Лукиенко // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ : материалы международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 310–314.

25. Веревкина, С. И. Изменение влагообеспеченности территории Ставропольской возвышенности в 2001–2007 гг. / С. И. Веревкина, Н. А. Верхоглазова //

Инновации аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения : материалы международной конференции. – Ставрополь, 2008. – С. 137–141.

26. Власенко, Н. Г. К вопросу о формировании фитосанитарной ситуации в посевах в системе No-till. / Н. Г. Власенко, Н. А. Коротких, И. Г. Бокина. – Новосибирск: Сиб. науч.-исслед. институт земледелия и химизации, 2013. – 124 с.

27. Власенко, Н. Г. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы при технологии No-till / Н. Г. Власенко, Н. А. Коротких, О. В. Кулагин [и др.] // Защита и карантин растений. – 2014. – № 1. – С. 18–22.

28. Власенко, А. Н. Влияние ресурсосберегающих технологий на содержание гумуса в черноземе выщелоченном северной лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, П. И. Кудашкин, Н. Г. Власенко // Земледелие. – 2020. – № 5. – С. 3–5. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10501.

29. Власова, О. Г. Зависимость урожайности гибридов кукурузы от приемов обработки почвы при возделывании в зоне неустойчивого увлажнения / О. И. Власова, В. М. Передериева, О. Г. Шабалдас [и др.] // Земледелие. – 2023. – № 6. – С. 33–36. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-6-33-36.

30. Войтович, Н. В. Изменение физиологических параметров сортов яровой пшеницы от технологии их возделывания / Н. В. Войтович, В. М. Никифорова // Агрехимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 49–53. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10042.

31. Волошенкова, Т. В. Влияние технологии No-till на устойчивость чернозема обыкновенного к дефляции в условиях Центрального Предкавказья / Т. В. Волошенкова, В. К. Дридигер, Р. Г. Гаджиумаров [и др.] // Земледелие. – 2023. – № 8. – С. 28–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-8-28/-31.

32. Волкова, В. И. Динамика и современный температурный режим календарного лета на Ставропольской возвышенности / В. И. Волкова, Г. Х. Бадахова, Н. А. Кравченко [и др.] // Наука. Инновации. Технологии. – 2020. – № 4. – С. 149–160.

33. Вольтерс, И. А. Влияние традиционной технологии возделывания и прямого посева полевых культур на агрофизические факторы почвенного плодотворения

родия чернозема обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения / И. А. Вольтерс, О. И. Власова, Л. В. Трубачева [и др.] // Агрофизика. – 2018. – № 4. – С. 24–30. DOI: 10.25695/AGRPH.2018.04.04

34. Воронов, С. И. Основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы / С. И. Воронов, Ю. Н. Плескачев, П. В. Ильяшенко [и др.] // Плодородие. – 2020. – № 2 (113). – С. 64–66.

35. Воронов, С. И. Влияние условий выращивания озимой пшеницы на фитосанитарное состояние посевов и продуктивность / С. И. Воронов, И. В. Киричкова, А. В. Соломатин // Аграрная Россия. – 2023. – № 12. – С. 13–17. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-12-13-17.

36. Воронцов, В. А. Продуктивность зернопарового севооборота в северо-восточном регионе ЦЧЗ в зависимости от агротехнологий / В. А. Воронцов, Ю. П. Сорочкин // Земледелие. – 2022. – № 1 (41). – С. 99–108. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-99-108.

37. Воропаева, А. А. Влияние технологии возделывания на урожай и качество зерна озимой пшеницы в условиях неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / А. А. Воропаева, Н. Н. Шаповалова, Е. И. Годунова // Известия Оренбургского ГАУ. – 2019. – № 5. – С. 72–76.

38. Вошедский, Н. Н. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов гороха в условиях Нижнего Дона / Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин // Земледелие. – 2024. – № 7. – С. 19–24. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-7-19-24.

39. Гаджиумаров, Р. Г. Продуктивность сои в зависимости от технологии возделывания на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Гаджиумаров Расул Гаджиумарович. – Ставрополь, 2020. – 22 с.

40. Гаджиумаров, Р. Г. Продуктивность сои в зависимости от технологии возделывания на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Гаджиумаров Расул Гаджиумарович. – Ставрополь, 2020. – 168 с.

41. Галушко, Н. А. Важнейшие критерии отбора на качество зерна в селекции озимой пшеницы / Н. А. Галушко, Н. И. Соколенко // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 4 (28). – С. 50–57. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-50-57.
42. Гамзиков, Г. П. Система No-Till в сибирском земледелии: проблемы, реальности и перспективы / Г. П. Гамзиков // Земледелие. – 2024. – № 3. – С. 10–17. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-10-17.
43. Гаркуша, А. А. Влияние насыщения севооборотов масличным подсолнечником на развитие и распространение болезней культуры в Кулундинской степи / А. А. Гаркуша // Земледелие. – 2018. – № 2. – С. 41–43.
44. Гассен, Д. Н. Прямой посев дорога в будущее / Д. Н. Гассен, Ф. Р. Гассен // Aldeia Sul Editora. – 1996. – 207 с.
45. Гилев, С. Д. Эффективность прямого посева в Зауралье / С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, А. А. Замятин [и др.] // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 16–19.
46. Глазунова, Н. Н. Современные гербициды в посевах пшеницы и их влияние на урожайность культуры / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Д. В. Устимов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. № 9. – С. 29–31.
47. Глазунова, Н. Н. Поиск новых решений для борьбы с фузариозом колоса / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, П. Н. Шипуля [и др.] // Земледелие. – 2022. – № 7. – С. 45–47. DOI: 1024412/0044-3913-2022-7-45–47.
48. Говоров, Д. Н. Применение пестицидов. Год 2021 / Д. Н. Говоров, А. В. Живых, А. А. Шабельникова // Защита и карантин растений. – 2022. – № 6. – С. 3–4.
49. Говоров, Д. Н. Применение пестицидов. Год 2023 / Д. Н. Говоров, А. В. Живых, А. А. Шабельникова // Защита и карантин растений.– 2024.– № 4.– С. 9–10.
50. Годунова, Е. И. Современное состояние зерновой отрасли АПК Ставропольского края и пути его оптимизации / Е. И. Годунова, А. И. Хрипунов, Л. Р. Оганян [и др.] // АПК: экономика, управление. – 2023. – № 5. – С. 83–91. DOI: 10.33305/235-83.

51. Горшкова, Н. А. Влияние сроков сева и гербицидов на засоренность и урожайность подсолнечника, возделываемого по технологии прямого посева в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Горшкова Наталья Александровна. – Ставрополь, 2022. – 268 с.

52. Горшкова, Н. А. Влияние сроков сева и гербицидов на засоренность и урожайность подсолнечника, возделываемого по технологии прямого посева в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Горшкова Наталья Александровна. – Самара, 2022. – 268 с.

53. Гоноченко, А. В. Влияние норм высева на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева / А. В. Гоноченко // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса. Новости науки в АПК: материалы IX международной конференции. – Ставрополь : ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ. – 2021. – № 2. – С. 177–179. DOI: 10.25930/2218-855x/048.2.2021.

54. Гоноченко, А. В. Влияние интенсивности технологий на структуру урожая озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева / А. В. Гоноченко // Актуальные вопросы развития идеи В. В. Докучаева в XXI веке. Развитие аграрной науки на современном этапе: материалы международной науч.-практ. конференции и всероссийской школы молодых ученых и специалистов. – М. : Ритм: издательство, технологии, медицина. – 2022. – Ч. 1. – С. 201–204.

55. Гоноченко, А. В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в системе прямого посева / А. В. Гоноченко // Наука и молодежь. Новые идеи и решения: материалы XIX Межд. науч.-практ. конференции молодых исследователей. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – 2025. – Часть I. – С. 10–14.

56. Гоноченко, А. В. Урожайность озимой пшеницы при возделывании по технологиям различной интенсивности в системе прямого посева / А. В. Гоноченко // Молодежная наука: Вызовы и перспективы: материалы VIII

международной науч.-практ. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Макеевка : ДОНАГРА, 2025–1. – Т. III. – С. 53–58.

57. Гоноченко, А. В. Рост, развитие и урожайность озимой пшеницы в зависимости от интенсификации технологии возделывания в системе прямого посева на черноземе обыкновенном Ставропольского края / А. В. Гоноченко, Р. Г. Гаджимаров, А. Н. Джандаров [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. – 2025. – Т. 17. № 3. – С. 84–90. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-84-90.

58. Гоноченко, А. В. Влияние нормы высева на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы в технологии прямого посева / А. В. Гоноченко, А. Н. Джандаров, В. К. Дридигер // *Сельскохозяйственный журнал*. – 2025. – № 2 (18). – С. 4–15. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/001.2.18.2025.

59. Гоноченко, А. В. Влияние нормы высева на ход формирования урожая озимой пшеницы при возделывании в системе прямого посева по технологиям различной интенсивности / А. В. Гоноченко, В. К. Дридигер // *Достижения науки и техники АПК*. – 2025. – Т. 39. № 4. – С. 5–11. DOI: 10.53859/02352451_2025_39_4_5.

60. Гоноченко, А. В. Экономическая эффективность норм высева и технологий возделывания озимой пшеницы в системе прямого посева / А. В. Гоноченко, В. К. Дридигер // *Аграрный вестник Северного Кавказа*. – 2025–1. – Т. 15. № 2. – С. 53–62. DOI: 10.31279/2949-4796-2025-15-2-53-62.

61. Гончаров, В. Д. Продовольственная безопасность России в условиях санкций / В. Д. Гончаров, С. Г. Сальников, З. А. Иванова. – М. : Ким Л. А., 2023. – 200 с.

62. Горбунова, Е. В. Продуктивность озимого ячменя в зависимости от нормы высева в условиях предгорного Крыма / Е. В. Горбунова, Р. В. Горбунов, А. О. Петриченко [и др.] // *Агротомия*. – 2021. – № 27 (190). – С. 59–66.

63. Горянин, О. И. Совершенствование способов посева и норм высева озимой пшеницы в Заволжье / О. И. Горянин, И. Ш. Шакуров, Б. Ж. Джангабаев [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – № 3 (63). – С. 10–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-10-13.

64. Горянин, О. И. Оптимизация технологических операций при возделывании ярового ячменя в Среднем Поволжье / О. И. Горянин, Л. В. Пронович, Б. Ж. Джангабаев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. № 8. – С. 55–60. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_8_55.

65. Горянин, О. И. Влияние элементов технологий на эффективность возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин, Л. В. Пронович // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38. № 6. – С. 11–15. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_6_11.

66. Горянин, О. И. Влияние предшественников и средств интенсификации на эффективное плодородие почвы и урожайность сортов озимой тритикале в Поволжье / О. И. Горянин, С. Н. Шевченко, Т. А. Горянина [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39. № 3. – С. 10–15. DOI: 10.53859/02352451_2025_39_3_10.

ГОСТ 10840–2017. Зерно. Метод определения натуры (с поправками). – Введ. 2019-01-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 14 с.

68. ГОСТ 10846–91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. Технические требования. – Введ. 1993-06-01. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 7 с.

69. ГОСТ 10987–76. Зерно. Методы определения стекловидности. Технические требования. – Введ. 1977-06-01. – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 3 с.

70. ГОСТ 13586.5–2015. Зерно. Метод определения влажности. Введ. 2016-07-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 14 с.

71. ГОСТ 26205–91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Технические требования. – Введ. 1993-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 9 с.

72. ГОСТ 26488–85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. – Введ. 1986-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 4 с.

73. ГОСТ 54478–2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. – Введ. 2013-01-01. – М. : Стандартинформ, 2012. – 19 с.

74. ГОСТ 9353–2016. Пшеница. Технические условия. – Введ. 2018-07-01. – М. : Стандартиформ, 2019. – 11 с.

75. Гулянов, Ю. А. Современное состояние растительного и почвенного покрова сельскохозяйственных угодий постцелинных регионов Урала и Западной Сибири / Ю. А. Гулянов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета – 2021. – № 1 (87). – С. 9–15. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-9-15.

76. Гуреев, И. И. Урожайность озимой пшеницы и плодородие почвы в условиях Центрально-Черноземного региона / И. И. Гуреев, Л. Б. Нитченко, В. А. Лукьянов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. № 5. – С. 22–27. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10503.

77. Дедов, А. В. Влияние различных способов основной обработки почвы и удобрений на засоренность посевов и урожайность ячменя / А. В. Дедов, В. А. Шевченко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16. № 2 (77). DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_2_13.

78. Денисенко, В. В. Влияние технологии возделывания на продуктивность сельскохозяйственных культур в полевом севообороте / В. В. Денисенко, Л. П. Бельтюков, Е. К. Кувшинова [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2016. – № 1 (21). – С. 172–176.

79. Джандаров, А. Н. Влияние технологий возделывания на рост, развитие и урожайность гороха на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья : дис. ... канд. с.-х. наук: 4.1.1 / Джандаров Арсен Ниязбиевич. – Ставрополь, 2023. – 157 с.

80. Джандаров, А. Н. Влияние технологии возделывания на урожайность и экономическую эффективность возделывания гороха в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / А. Н. Джандаров, Р. Г. Гаджиумаров, Н. А. Горшкова [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета – 2022. – Т. 59. № 1. – С. 20–26. DOI:10.54258/20701047_2022_59_1_20.

81. Дорожко, Г. Р. Прямой посев полевых культур – одно из направлений биологизированного земледелия / Г. Р. Дорожко, В. М. Пенчуков, О. И. Власова [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2011. – № 68. – С. 442–450.

82. Дорожко, Г. Р. Влияние приемов основной обработки почвы на динамику продуктивной влаги чернозема южного / Г. Р. Дорожко, Д. Ю. Бородин // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 78 (04). – С. 1–11.

83. Дорожко, Г. Р. Прямой посев полевых культур в Ставропольском крае / Г. Р. Дорожко, О. Г. Шабалдас, В. К. Зайцев [и др.] // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 20–23.

84. Дорожко, Г. Р. Влияние нормы высева семян льна масличного на конкурентную способность в борьбе с сорной растительностью / Г. Р. Дорожко, В. М. Пенчуков, А. А. Сентябрьев // Защита и карантин растений. – 2014. – № 1. – С. 24–25.

85. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 5-е доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

86. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Альянс, 2011. – 351 с.

87. Дрепа, Е. Б. Влияние технологий возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника / Е. Б. Дрепа, О. И. Власова, А. С. Голубь [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 3. – С. 7–10.

88. Дридигер, В. К. Пути освоения технологии No-till и допускаемые при этом ошибки / В. К. Дридигер // АПК-News. – 2018. – № 3. – С. 20–29.

89. Дридигер, В. К. Влияние растительных остатков на накопление влаги и популяцию дождевых червей при возделывании полевых культур по технологии No-till / В. К. Дридигер, Р. С. Стукалов, Р. Г. Гаджиумаров // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири : монография. В 5 т. – Том IV. Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов. – М. : ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. – С. 134–139. DOI: 10.25680/3532.2018.49.39.292.

90. Дридигер, В. К. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-Till / В. К. Дридигер, В. П. Белобров, С. А. Антонов [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 6. – С. 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603.

91. Дридигер, В. К. Возделывание озимой пшеницы в системе прямого посева в Ставропольском крае : монография / В. К. Дридигер. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2021. – 192 с.

92. Дридигер, В. К. Научные основы возделывания полевых культур по технологии прямого посева: монография / В. К. Дридигер. – Ставрополь: Ставрополь-Сервис-Школа, 2021–1. – 210 с.

93. Дридигер, В. К. Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В. К. Дридигер, В. В. Кулинцев, С. А. Измалков [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. № 1. – С. 52–56. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10110.

94. Дридигер, В. К. Влияние технологии No-till на содержание питательных элементов в черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья / В. К. Дридигер, Е. И. Годунова, Р. Г. Гаджиумаров [и др.] // Земледелие. – 2023. – № 6. – С. 6–9. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-6-6-9.

95. Дридигер, В. К. Потребность и обеспечение технологии техникой отечественного производства / В. К. Дридигер, А. Л. Иванов // Сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 2 (16). – С. 4–18. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/001.2.16.2023

96. Дридигер, В. К. Популяция и роль дождевых червей (lumbriidae) в технологии No-till / В. К. Дридигер, Т. В. Волошенкова, Р. Г. Гаджиумаров [и др.] // Земледелие. – 2024. – № 4. – С. 38–42. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-4-38-42.

97. Дридигер, В. К. Природоподобные технологии возделывания полевых культур в системе прямого посева / В. К. Дридигер, Е. И. Годунова, Р. Г. Гаджиумаров [и др.] // Земледелие. – 2025. – № 1. – С. 3–9. DOI: 10.24412/0044-3913-2025-1-3-9.

98. Дубовик, Д. В. Минимизация основной обработки почвы под яровой ячмень в условиях Курской области / Д. В. Дубовик, Е. В. Дубовик, А. Н. Морозов

[и др.] // Земледелие. – 2023. – № 2. – С. 42–46. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-2-42-46.

99. Дубовик, Д. В. Влияние способов основной обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема типичного и продуктивность гороха / Д. В. Дубовик, Е. В. Дубовик, А. Н. Морозов [и др.] // Земледелие. – 2024. – № 1. – С. 28–33. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-1-28-33.

100. Дубовик, Е. В. Макроструктурное состояние чернозема типичного при различных способах обработки почвы / Е. В. Дубовик, Д. В. Дубовик // Агрофизика. – 2024. – № 1. – С. 1–9. DOI: 10.25695/AGRPH.2024.01.01.

101. Дубовик, Е. В. Изменение макроструктурного состояния чернозема типичного при различных технологиях возделывания озимой пшеницы / Е. В. Дубовик, Д. В. Дубовик // Аграрная наука. – 2025. – № 391 (02). – С. 123–128. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-391-02-123-128.

102. Дубровин, А. Н. Проблемы использования приемов борьбы с основными вредителями и болезнями сои / А. Н. Дубровин, И. Н. Новосадов // Защита и карантин растений. – 2015. – № 11. – С. 32–34.

103. Дудкин, И. В. Влияние севооборотов на засоренность посевов / И. В. Дудкин, Т. А. Дудкина // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 40–42.

104. Дудкина, Т. А. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в севооборотах с разными видами пара и при различных уровнях удобрённости / Т. А. Дудкина // Зерновое хозяйство России. – 2023. – Т. 15. № 2. – С. 107–112. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-107-112.

105. Еремина, Д. В. Агроэкономический подход в системе определения вредоносности сорняков посевам зерновых культур / Д. В. Еремина // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – № 4 (28). – С. 26–33.

106. Ерошенко, Ф. В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы : монография / Ф. В. Ерошенко. – Ставрополь : Сервисшкола, 2006. – 200 с.

107. Ерошенко, Ф. В. Фотосинтетическая продуктивность растений / Ф. В. Ерошенко, Е. А. Бильдиева, И. Г. Сторчак [и др.]. – Ставрополь : Ставрополь-Сервис-Школа, 2020. – 115 с.

108. Ерошенко, Ф. В. Состояние и перспективы устойчивого производства высококачественного зерна в Ставропольском крае / Ф. В. Ерошенко, Л. Р. Оганян, И. Г. Сторчак [и др.] // АПК: Экономика, управление. – 2020. – № 2. – С. 55–66. DOI: 33305/203-54.

109. Есаулко, А. Н. Системы удобрения сельскохозяйственных культур / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, А. И. Подколзин [и др.] // Системы земледелия Ставрополья / под общ. ред. А. А. Жученко, В. И. Трухачева. – Ставрополь : АГРУС, 2011. – 844 с.

110. Есаулко, А. Н. Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till в условиях Ставропольского края / А. Н. Есаулко, С. А. Коростылев, М. С. Сигида [и др.] // Агрехимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 58–62. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10030.

111. Есаулко, А. Н. Влияние способов и сроков внесения азотных удобрений на продуктивность и качественные показатели озимой пшеницы, возделываемой на темно-каштановой почве по технологии No-till / А. Н. Есаулко, Д. А. Мельников, А. Ю. Ожередова [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2022. – № 2 (46). – С. 17–21. DOI: 1031279/2222-9345-2022-11-46-17-21.

112. Желнакова, Л. И. Адаптация систем земледелия к условиям края / Л. И. Желнакова, С. А. Антонов // Информационный бюллетень. – 2010. – № 6. – С. 6.

113. Желнакова, Л. И. Методическое пособие по корректировке систем земледелия в связи с региональным изменением климата (на примере Ставропольского края) / Л. И. Желнакова, С. А. Антонов. – Михайловск, 2011. – 50 с.

114. Женченко, К. Г. Результаты изучения системы земледелия прямого посева (No-till) при выращивании озимой пшеницы в центральной степи Крыма /

К. Г. Женченко, Е. Н. Турин, А. А. Гонгало // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 5. – С. 45–52. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-49.

115. Жученко, А. А. Системы земледелия Ставрополя / А. А. Жученко, В. И. Трухачев. – Ставрополь : АГРУС, 2011. – 844 с.

116. Завалин, А. А. Проблемы и пути решения технологического развития земледелия / А. А. Завалин // Земледелие. – 2024. – № 2. – С. 25–29. DOI:10.24412/0044-3913-2024-2-25-29.

117. Заргарян, Н. Ю. Влияние агротехнологий на микробиологический состав почвы / Н. Ю. Заргарян, А. Ю. Кекало, В. В. Немченко [и др.] // Агрохимический вестник. – 2022. – № 4. – С. 34–39. DOI:10.24412/1029-2551-2022-4-006.

118. Захаренко, В. А. Динамика производства и использования минеральных удобрений в Российской Федерации в контексте показателей мировой экономики / В. А. Захаренко // Агрохимия. – 2022. – № 9. – С. 31–37. DOI: 10.31857/S0002188122090137.

119. Защепкин, Е. Е. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы при технологии прямого посева на черноземе выщелоченном / Е. Е. Защепкин, А. П. Шутко, А. Н. Есаулко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. № 9. – С. 25–28.

120. Зеленская, Т. Г. Новые технологии в растениеводстве как условие экологической и продовольственной безопасности / Т. Г. Зеленская, А. А. Коровин, Ю. А. Безгина [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2022. – № 1 (45). – С. 32–36.

121. Зинченко, В. Е. Особенности возделывания сои на обыкновенных черноземах Ростовской области / В. Е. Зинченко, А. В. Гринько, В. А. Кулыгин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. № 12. – С. 12–14. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11203.

122. Золотарева, Р. И. Влияние нормы высева и минерального питания на показатели структуры урожая яровой тритикале / Р. И. Золотарева, Ю. А. Лапшин, В. А. Максимов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 4 (106). – С. 113–117. DOI: 10.23670/IRJ.2021.106.4.018.

123. Иванов, А. Л. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / А. Л. Иванов, В. В. Кулинцев, В. К. Дридигер [и др.] // Достижение науки и техники АПК. – 2021. – № 4. – С. 8–15. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10401.

124. Ивенин, В. В. Сравнительная оценка различных технологий возделывания яровой пшеницы и их экономическая эффективность в условиях Волго-Вятского региона / В. В. Ивенин, Н. А. Минеев, Н. А. Борисов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (80). – С. 53–57.

125. Ивенин, В. В. Экономическая эффективность выращивания зерновых культур в зависимости от технологии их возделывания по залежным землям в условиях Волго-Вятского региона / В. В. Ивенин, А. В. Ивенин, К. В. Шубина [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 4. – С. 10–14. DOI: 10.35694/YARCX.2021.56.4.002.

126. Ивенин, В. В. Влияние элементов технологии возделывания различных сортов озимой пшеницы на биометрические показатели их продуктивности в условиях Нижегородской области / А. В. Ивенин, В. В. Ивенин, Л. К. Петров [и др.] // Аграрная наука. – 2025. – № 395 (06). – С. 109–118. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-395-06-109-118.

127. Исмаилов, А. Б. Адаптивные свойства и урожайность озимой пшеницы в зависимости от норм высева семян в условиях равнинной орошаемой зоны Дагестана / А. Б. Исмаилов, А. Ш. Гимбатов, А. Г. Сепиханов [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 4. – С. 68–73. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2020.3.68.

128. Исмаилов, А. Б. Отзывчивость озимой пшеницы на внесение минеральных удобрений в условиях равнинной орошаемой зоны Дагестана / А. Б. Исмаилов, А. Ш. Гимбатов, Е. К. Омарова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2021. – № 4 (48). – С. 62–67. DOI: 10.52671/20790996_2021_4_62.

129. Казеев, К. Ш. Оценка воздействия технологии прямого посева на физические свойства черноземов Ростовской области / К. Ш. Казеев, Т. В. Минникова,

М. А. Мясникова [и др.] // Агрофизика. – 2019. – № 2. – С. 15–22. DOI: 10.25695/AGRPН.2019.02.03.

130. Казеев, К. Ш. Влияние технологии No-till на экологическое состояние черноземов южных Ростовской области / К. Ш. Казеев, Г. В. Мокриков, Ю. В. Акименко [и др.] // Достижения науки и техники в АПК. – 2020. – № 1. – С. 7–11. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10101.

131. Калашникова, А. А. Эффективность предпосевной обработки семян озимой пшеницы физиологическими активными препаратами / А. А. Калашникова, Т. В. Симатин, Ф. В. Ерошенко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. № 9. – С. 18–23. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_9_18.

132. Кащаев, Е. А. Эффективность технологий возделывания полевых культур на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Кащаев Евгений Александрович. – 2016. – 184 с.

133. Кащаев, И. В. Научно обоснованная концепция устойчивого развития сельского хозяйства Северо-Кавказского федерального округа / И. В. Кащаев, Е. Н. Криулина // Journal of Agriculture and Environment. – 2023. – № 5 (33). – Порядковый номер 12. DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.33.8>.

134. Келер, В. В. Влияние интенсификации фона возделывания на элементы продуктивности яровой пшеницы в подтаежной зоне Красноярского края / В. В. Келер, Н. В. Шрам // Кормопроизводство. – 2022. – № 6. – С. 18–21.

135. Кекало, А. Ю. Современный подход к вопросу защиты пшеницы от болезней и вредителей / А. Ю. Кекало, В. В. Немченко, Н. Ю. Заргарян [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 5. – С. 41–45.

136. Кирюшин, В. И. Агротехнологии : учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – СПб. : Лань, 2015. – 464 с.

137. Кирюшин, В. И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов / В. И. Кирюшин. – СПб. : Квадро, 2018. – 568 с.

138. Кирюшин, В. И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 3–7. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10301.

139. Кирюшин, В. И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2021. – № 2. – С. 3–7. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10201.

140. Кирюшин, В. И. Система научно-инновационного обеспечения технологий адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2022. – № 2. – С. 3–7.

141. Коковихин, С. В. Влияние изменений климата и погодных условий на урожайность озимой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского края / С. В. Коковихин, Е. С. Бойко, А. А. Магомедтагиров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 106. – С. 104–115. DOI: 10.21515/1999-1703-106-104-115.

142. Коновалова, Н. К. К развитию классификации агротехнологий по уровням производственной интенсификации при возделывании зерновых культур на семена. / Н. К. Коновалова, В. В. Окороков, И. М. Щукин // АПК: экономика, управление. – 2024. – № 11. – С. 28–39. DOI: 10.33305/2411-28.

143. Коробова, Л. Н. Влияние обработки почвы на развитие корневой гнили яровой пшеницы в Приобье / Л. Н. Коробова, А. Н. Мармулев, А. А. Лях // Защита и карантин растений. – 2017. – № 10. – С. 45–46.

144. Котляров, В. В. Биологизация земледелия в системе прямого посева : монография / В. В. Котляров, В. К. Дридигер, Д. В. Котляров [и др.]. – Краснодар : КубГАУ. – 2023. – 268 с.

145. Криулина, Е. Н. Методические подходы к прогнозированию урожайности зерновых культур в Ставропольском крае / Е. Н. Криулина, К. А. Катков, Л. Р. Оганян // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. № 5. – С. 85–90. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_5_85.

146. Криулина, Е. Н. Продовольственная безопасность региона / Е. Н. Криулина, Л. Р. Оганян // АПК: экономика, управление. – 2023. – № 8. – С. 23–33. DOI: 10.33305/238-23.
147. Кроветто, К. Прямой посев (No-till) / К. Кроветто. – Самара : Аэро-принт, 2013. – 206 с.
148. Кудин, С. М. Эффективность применения фунгицидов на семенных посевах озимой пшеницы / С. М. Кудин, В. В. Кошеляев, И. П. Кошеляев // Нива Поволжья. – 2018. – № 2 (47). – С. 16–22.
149. Кузикеев, Ж. В. Реакция сортов ячменя на нормы высева и уровень азотного питания на выщелоченных черноземах Алтайского Приобья / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. № 7. – С. 27–31. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10704.
150. Кузикеев, Ж. В. Формирование продуктивности и качества зерна сортов ярового ячменя в зависимости от норм высева и уровня азотного питания в лесостепи Алтайского края / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – № 3. – С. 74–79. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_3_74.
151. Кузыченко, Ю. А. Системы обработки почвы в звене полевого севооборота для зоны Центрального Предкавказья: монография / Ю. А. Кузыченко, В. В. Кулинцев, Е. И. Годунова. – Ставрополь : АГРУС, 2019. – 180 с. ISBN 978-5-9596-1568-0
152. Куйдан, А. П. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от условий питания / А. П. Куйдан, Г. П. Полоус // Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур в современных условиях: сб. науч. тр. / Ставропольская СГХА. – Ставрополь, 2000. – С. 120–121.
153. Кулинцев, В. В. Рекомендации по научно обоснованному уходу за посевами озимой пшеницы для повышения урожайности зерна и его качества / В. В. Кулинцев, Е. И. Годунова [и др.] ; Ставропольский НИИСХ. – Ставрополь, 2014. – 32 с.

154. Куприченков, М. Т. Почвы Ставрополя / М. Т. Куприченков. – Ставрополь : Ставропольская краевая типография, 2005. – 424 с.
155. Куприченков, М. Т. Методика расчета запасов влаги в почвах Ставропольского края. ГНУ Ставропольский НИИ сельского хозяйства / М. Т. Куприченков. – Ставрополь, 2005–1. – 42 с.
156. Кураченко, Н. Л. Содержание и пространственное распределение подвижных элементов питания агрочерноземов в зависимости от способов основной обработки почвы / Н. Л. Кураченко, А. А. Колесник // *Агрохимия*. – 2020. – № 7. – С. 11–16. DOI: 10.31857/S0002188120030084.
157. Куркаев, В. Т. Ускоренное определение азота, фосфора и калия в растениях из одной навески / В. Т. Куркаев // *Почвоведение*. – 1959. – № 9. – С. 114–117.
158. Кутовая, О. В. Сравнительная оценка влияния нулевой и традиционной обработки на биологическую активность агрочерноземов Ставропольского края / О. В. Кутовая, А. К. Тхакакова, М. В. Семенов [и др.] // *Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева*. – 2019. – Вып. 100. – С. 159–189. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-100-159-189.
159. Лабынцева, А. В. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы и кукурузы на зерно при различных уровнях интенсивности технологий / А. В. Лабынцева, В. В. Губарева // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. – 2012. – № 4 (08). – С. 46–55.
160. Ладан, С. С. Пестицидная нагрузка системы защиты пшеницы в технологиях различной интенсивности / С. С. Ладан // *Плодородие*. – 2024. – № 6. – С. 76–79. DOI: 10.25680/SI19948603.2024.141.17.
161. Лазарев, В. И. Сравнительная оценка технологий возделывания яровой мягкой пшеницы с различным уровнем интенсификации в условиях Курской области / В. И. Лазарев, Р. И. Лазарева, Б. С. Ильин [и др.] // *Достижение науки и техники в АПК*. – 2020. – Т. 34. № 5. – С. 24–27. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10504.

162. Левакова, О. В. Сортовые особенности нового сорта ячменя Любояр при возделывании с разной густотой стояния / О. В. Левакова // *Зерновое хозяйство России*. – 2024. – Т. 16. № 1. – С. 70–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-70-76.

163. Левакова, О. В. Роль коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$) в повышении продуктивности ячменя ярового в условиях Центрального региона РФ / О. В. Левакова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2025. – Т. 39. № 3. – С. 27–32. DOI: 10.53859/02352451_2025_39_3_27.

164. Левшаков, Л. В. Применение фунгицидов на посевах озимой пшеницы и их влияние на качество зерна на серых – лесных почвах ЦЧС / Л. В. Левшаков, Ю. Ю. Русанова // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2015. – № 6. – С. 45–46.

165. Логвинова, Е. В. Изменение урожайности и качества зерна сортов ярового ячменя в зависимости от доз минеральных удобрений / Е. В. Логвинова, Д. В. Дубовик, С. И. Кривошеев [и др.] // *Земледелие*. – 2024. – № 6. – С. 13–17. DOI: 631.51.01:633.358.

166. Ложкин, А. Г. Продуктивность сортов твердой пшеницы в зависимости от норм высева в условиях Чувашской Республики / А. Г. Ложкин, Н. В. Мардарьева, С. Н. Мардарьев // *Вестник Российского университета дружбы народов*. – 2021. – Т. 16. № 4. – С. 291–302. DOI: 10.22363/2312-797X-2021-16-4-291-302.

167. Сулейманов, Д. Ю. Формирование урожая зерна озимой твердой пшеницы при различном уровне минерального питания и систем обработки почвы / Д. Ю. Сулейманов, Ж. Н. Абдуллаев, Н. Р. Магомедов [и др.] // *Проблемы развития АПК региона*. – 2020. – № 3 (43). – С. 88–92. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2020.3.88.

168. Макаров, М. Р. Программа борьбы с болезнями озимой пшеницы / М. Р. Макаров // *Современные научные исследования и инновации*. – 2019. – № 5 (97). – С. 14–17.

169. Малкандуев, Х. А. Потребление основных элементов питания сортами озимой пшеницы / Х. А. Малкандуев, Р. И. Шамурзаев, А. Х. Малкандуева // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – № 2 (106). – С. 107–117. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-2-106-107-117.

170. Матвеев, А. Г. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и удобрений на выщелоченном черноземе Центрального Предкавказья : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Матвеев Алексей Геннадьевич. – 2015. – 148 с.

171. Медведев, В. В. Критерии оценки пригодности земель Украины для возделывания зерновых культур / В. В. Медведев, С. Ю. Булыгин, Т. Н. Лактионова [и др.] // Почвоведение. – 2002. – С. 216–227.

172. Менькина, Е. А. Влияние предшественников и удобрений на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till на обыкновенном черноземе Ставропольского края / Е. А. Менькина, Н. Н. Шаповалова, А. А. Воропаева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3. – С. 55–59.

173. Михайликова, В. В. Динамика применения инсектицидов в Российской Федерации / В. В. Михайликова, Н. С. Стребкова, Е. А. Пустовалова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2024. – № 10. – С. 6–7. DOI: 10.47528/1026-8634_2024_10_6.

174. Мокриков, Г. В. Влияние технологии прямого посева на почвенную мезофауну, дыхание и ферментативную активность черноземов южных / Г. В. Мокриков, К. Ш. Казеев, М. А. Мясникова [и др.] // Агрохимический вестник. – 2019. – № 5. – С. 31–36. DOI: 10.24411/0235-2156-2019-10071.

175. Мокриков, Г. В. Влияние запасов продуктивной влаги и количества атмосферных осадков на урожайность при условии прямого посева сельскохозяйственных культур в Ростовской области / Г. В. Мокриков, Т. В. Минникова, К. Ш. Казеев [и др.] // Самарский научный вестник. – 2019–1. – № 1. – С. 69–75.

176. Морозов, Н. А. Влияние агроклиматических факторов и минерального питания на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы в усло-

виях Восточного Предкавказья / Н. А. Морозов, Н. А. Ходжаева, А. И. Хрипунов [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (69). – С. 42–50. DOI: 10.17238/issn2071-2243-_2021_2_42.

177. Муравин, Э. А. Агрохимия / Э. А. Муравин, В. И. Титова. – Москва, 2010. – 462 с.

178. Мырзабаева, Г. А. Влияние сроков и норм высева озимой пшеницы в условиях юго-востока Казахстана / Г. А. Мырзабаева, А. Б. Идрисова // Sciences of Europe. – 2022. – № 98. – С. 12–20.

179. Найденов, А. С. История земледелия / А. С. Найденов, Л. В. Цаценко. – Краснодар, 2012. – 86 с.

180. Назаренко, Л. В. Влияние сортового состава и норм высева на эффективность выращивания семян озимой пшеницы в условиях Краснодарского края / Л. В. Назаренко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 36 (199). – С. 39–52.

181. Назаренко, О. Г. Агрохимическая и агрофизическая характеристика почв, на которых применяется технология «прямого посева» / О. Г. Назаренко // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. статей. – Ставрополь : АГРУС, 2015. – С. 299–301.

182. Наумова, Н. И. Экономическая эффективность различных систем защиты озимой пшеницы / Н. И. Наумова, Д. О. Морозов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. – № 4. – С. 25–30. DOI: 10.31442/0235-2494-2020-0-4-25-30.

183. Несмеянова, М. А. Изменение видового состава сорного компонента агроценоза при нулевой технологии возделывания озимой пшеницы / М. А. Несмеянова, С. И. Коржов, А. В. Дедов [и др.] // Земледелие. – 2022. – № 4. – С. 44–48. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-4-44-47.

184. Нитченко, Л. Б. Эффективность основной обработки почвы и доз удобрений при возделывании озимой пшеницы на черноземе типичном / Л. Б. Нитченко, В. А. Лукьянов // Вестник Ульяновской государственной сельско-

хозяйственной академии. – 2021. – № 4 (56). – С. 40–45. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-4-40-45.

185. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. Н. Чмора. – М. : АН СССР, 1961. – 135 с.

186. Новичихин, А. М. Урожайность сортов ярового ячменя при различных уровнях минерального питания в сочетании со стимуляторами роста / А. М. Новичихин, В. В. Чайкин // *Агрохимический вестник*. – 2022. – № 3. – С. 10–16. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-3-002.

187. Новичихин, А. М. Влияние удобрений на водный режим культур севооборота в условиях Воронежской области / А. М. Новичихин, В. В. Чайкин // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2023. – № 11 (137). – Порядковый номер 22. DOI: 10.23670/IRJ.2023.137.80.

188. Овсянникова, Г. В. Возможность планирования урожайности зерна озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области / Г. В. Овсянникова, А. С. Попов, А. А. Сухарев // *Зерновое хозяйство России*. – 2022. – № 4. – С. 78–83. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-78-83.

189. Оганян, Л. Р. Состояние и тенденции развития сельского хозяйства в Ставропольском крае / Л. Р. Оганян // *Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства*. – 2015. – № 7. – С. 189–199.

190. Оганян, Л. Р. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Л. Р. Оганян, Е. О. Шестакова, Ф. В. Ерошенко // *Известия Горского ГАУ*. – 2022. – Т 59. № 4. – С. 8–17. DOI: 10.54258/20701047_2022_59_4_8.

191. Ожередова, А. Ю. Влияние норм минеральных удобрений на динамику азота в растениях и урожайность озимой пшеницы возделываемой в трех почвенно-климатических зонах Центрального Предкавказья / А. Ю. Ожередова, В. Н. Ситников, А. Н. Есаулко [и др.] // *International agricultural journal*. – 2024. – № 6. – С. 1992–1939. DOI: 10.55186/25880209_2024_8_6_23.

192. Орлов, А. А. Оптимизация нормы высева льна масличного в степной зоне Западной Сибири / А. А. Орлов, Н. А. Рендов, Е. В. Некрасова [и др.] // Вестник Алтайского ГАУ. – 2022. – № 12 (218). – С. 50–55. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-218-12-50-55.

193. Павлов, А. Г. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от интенсивности технологий / А. Г. Павлов, В. А. Воронцов, С. В. Ветрова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. № 1 (12). – С. 150–155. DOI: 10.12737/10614.

194. Перегудова, Н. А. Потенциальная засоренность почвы семенами сорных растений при применении технологии No-till / Н. А. Перегудова, В. К. Дридигер // Сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 3 (16). – С. 18–28. DOI: 10.48612/FARS/2687-1254/002.3.16.2023.

195. Передериева, В. М. Динамика растительных остатков в зависимости от технологии возделывания культур на черноземе обыкновенном / В. М. Передериева, О. И. Власова, Г. Р. Дорожко [и др.] // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 37–41. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10025.

196. Передериева, В. М. Влияние многолетнего использования различных способов основной обработки почвы под озимую пшеницу на сорный компонент агрофитоценоза / В. М. Передериева, О. И. Власова, Г. Р. Дорожко [и др.] // Земледелие. – 2023. – № 6. – С. 29–33. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-6-29-33.

197. Пери, Э. No-till в США: производство озимой пшеницы на Тихоокеанском Северо-Западе / Э. Пэри // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. – № 3 (11). – С. 14–16.

198. Перфильев, Н. В. Влияние метеоусловий, основной обработки темносерой лесной почвы на урожайность ячменя в Северном Зауралье / Н. В. Перфильев, О. А. Вьюшина // Земледелие. – 2025. – № 1. – С. 24–29. DOI: 10.24412/0044-3913-2025-1-24-29.

199. Петров, Л. К. Особенности формирования потенциальной продуктивности озимой пшеницы в зависимости от сортов, норм и сроков посева семян в

Волго-Вятском регионе / Л. К. Петров // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 6 (384). – С. 30–33. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-6-30-33.

200. Петров, Л. К. Формирование урожайности сортов озимой пшеницы в зависимости от технологии их возделывания в Нижегородской области / Л. К. Петров, В. В. Ивенин, А. В. Ивенин // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 10. – С. 67–71. DOI: 10.28983/asj.y2024i10pp67-71.

201. Петрова, Л. И. Влияние удобрений и погодных условий на формирование урожая яровой пшеницы на осушаемых землях / Л. И. Петрова, Ю. И. Митрофанов, Н. К. Первушина [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 4. – С. 12–16. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10403.

202. Петухов, Д. А. Инновационный способ борьбы с мышевидными грызунами на посевах сельскохозяйственных культур с использованием сельскохозяйственного коптера / Д. А. Петухов, В. И. Скорляков, В. О. Марченко // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 3. – С. 18–21. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-3-18-21.

203. Подгорская, С. В. Оценка влияния человеческого капитала на производство сельскохозяйственной продукции и сельскую экономику региона / С. В. Подгорская // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 2. – С. 103–115. DOI: 10.33305/252-103.

204. Полин, В. Д. Роль интенсивности обработки почвы в изменении видового и количественного состава сорных растений / В. Д. Полин, И. Ф. Биналиев // Владимирский земледелец. – 2021. – № 1 (95). – С. 31–35. DOI: 10.24412/2225-2584-2021-1-31-35.

205. Полоус, В. С. Формирование материальных и энергетических затрат в зернопропашном звене севооборота при вспашке, поверхностной и нулевой (химической) обработке чернозема обыкновенного / В. С. Полоус, С. Н. Осауленко, Л. О. Прокопова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2021. – № 3 (21). – С. 87–96. DOI: 10.24888/2541-7835-2021-21-87-96.

206. Поляков, Д. Г. Органическая мульча и No-till в земледелии: обзор зарубежного опыта / Д. Г. Поляков, Ф. Г. Бакиров // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 3–7. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10101.

207. Поляков, Д. Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур / Д. Г. Поляков // Земледелие. – 2021. – № 2. – С. 37–43. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.

208. Попов, А. С. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность и качество зерна сорта мягкой озимой пшеницы Универ / А. С. Попов, А. А. Сузарев, Г. В. Овсянникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – № 23 (5). – С. 641–654. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.641-654.

209. Пургин, Д. В. Формирование засоренности посевов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки почвы и применения средств химизации / Д. В. Пургин, В. И. Усенко, В. И. Кравченко [и др.] // Земледелие. – 2019. – № 8. – С. 6–14. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10802.

210. Разина, А. А. Влияние минеральных удобрений и навоза на распространение и развитие корневой гнили яровой пшеницы / А. А. Разина, О. Г. Дятлова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 9. – С. 16–18.

211. Рзаева, В. В. Возделывание сельскохозяйственных культур в Тюменской области / В. В. Рзаева // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 3. – С. 3–8. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-3-3-8.

212. Рябов, Е. И. Влияние неблагоприятных погодных условий на урожай и земельные ресурсы Ставропольского края / Е. И. Рябов. – Ставрополь : Ставропольское кн. изд-во, 2001. – 319 с.

213. Сабитов, М. М. Эффективность технологий возделывания озимой пшеницы при различных уровнях интенсификации / М. М. Сабитов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 1 (50). – С. 41–46.

214. Санин, С. С. Стратегия современной защиты растений при интенсивном зернопроизводстве / С. С. Санин // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 3 (66). – С. 35–39. DOI: 10.15217/48484.

215. Санин, С. С. Технология интенсивного зернопроизводства и защита растений / С. С. Санин, Б. И. Сандуханзе, Р. З. Мамедов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2021. – № 5. – С. 9–16. DOI: 10.47528/1026-8634_2021_5_9.

216. Сапунков, В. Л. Рекомендации по организации опытных участков сельскохозяйственных культур / В. Л. Сапунков, А. В. Солонкин, А. И. Беляев [и др.]. – Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2022. – 44 с.

217. Сафиулин, М. Прямой посев в Саратовской области: история с продолжением / М. Сафиулин // Ресурсосберегающее земледелие. – 2015. – № 2 (26). – С. 22–24.

218. Сергеев, К. Опыт Башкирии: адаптивная система земледелия в действии / К. Сергеев // Ресурсосберегающее земледелие. – 2017. – № 3 (35). – С. 8–11.

219. Ситников, В. Н. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв / В. Н. Ситников, В. П. Егоров, А. Н. Есаулко [и др.] // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 8–13. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10019.

220. Созырко, Х. Д. Реакция озимой пшеницы на удобрение на черноземах выщелоченных Северной Осетии – Алании / Х. Д. Созырко, А. Г. Ваниев, А. Х. Козырев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 61. № 1. – С. 7–15. DOI: 10.54258/20701047_2024_61_1_7.

221. Соколов, М. С. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) / М. С. Соколов, А. П. Глинушкин, Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Агрохимия. – 2019. – № 5. – С. 3–20. DOI: 10.1134/S000218811905003X.

222. Соломатин, А. В. Влияние средств защиты растений на отзывчивость сортов зерновых культур при возделывании по технологиям разной степени интенсивности / А. В. Соломатин, С. Ю. Новиков, Н. Ю. Гармаш [и др.] // Плодородие. – 2022. – № 6. – С. 29–32.

223. Спиридонов, Ю. Я. Технология возделывания яровой твердой пшеницы с применением препаратов Секатор Турбо, Баритон, Фалькон и других /

Ю. Я. Спиридонов, Н. И. Будынков, А. П. Бойко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 30–36.

224. Стукалов, Р. С. Влияние технологий возделывания и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.00 / Стукалов Роман Сергеевич. – Ставрополь, 2016. – 150 с.

225. Стукалов, Р. С. Эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от технологий в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Р. С. Стукалов // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – № 2 (6). – С. 107–121.

226. Стукалов, Р. С. Влияние технологии без обработки почвы (No-till) на фотосинтетическую деятельность посевов озимой пшеницы в сравнении с традиционной технологией / Р. С. Стукалов // Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция : сб. докл. 2-й Всероссийской. науч.-практ. интернет-конф. молод. уч. и спец. – 2018. – С. 173–178.

227. Сычев, В. Г. Оценка фосфорного питания сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае / В. Г. Сычев, Ю. И. Гречишкина, А. В. Матвиенко // Плодородие. – 2023. – № 5. – С. 8–11. DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.02.

228. Сычев, В. Г. Влияние технологии прямого посева на агрохимические показатели чернозема южного в условиях Центрального Предкавказья / В. Г. Сычев, Ю. И. Гречишкина, М. С. Сигида [и др.] // Плодородие. – 2023–1. – № 2. – С. 17–19. DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.04.

229. Сычев, В. Г. Потребность в минеральных удобрениях с учетом роста урожаев и воспроизводства плодородия почв России / В. Г. Сычев, А. Н. Налиухин // Плодородие. – 2024. – № 4. – С. 5–10. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.01.

230. Тарчоков, Х. Ш. Влияние некоторых агроэлементов технологии возделывания на эффективность выращивания подсолнечника в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии / Х. Ш. Тарчоков, Д. А. Тутукова, З. М. Кагермазова // Мас-

личные культуры. – 2022. – № 4 (192). – С. 53–59. DOI: 10.25230/2412-608X-2022-4-192-53-59.

231. Теймуров, С. А. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в сухостепной зоне Дагестана / С. А. Теймуров, М. Р. А. Казиев, К. М. Ибрагимов // Плодородие. – 2023. – № 3 (132). – С. 59–63. DOI: 10/25680/S19948603.2023.132.15.

232. Терехова, С. С. Применение различных агроприемов на продуктивность озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / С. С. Терехова, А. В. Коваль // The scientific heritage. – 2021. – № 71–2 (71). – С. 8–12. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-71-2-8-12.

233. Тертышная, А. Г. Урожай и качество озимой пшеницы в зависимости от минеральных удобрений в республике Калмыкия / А. Г. Тертышная, Б. А. Гольдварг, М. В. Боктаев [и др.] // Плодородие. – 2022. – № 5. – С. 61–65. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.15.

234. Тойгильдин, А. Л. Эффективность технологии прямого посева ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья / А. Л. Тойгильдин, И. А. Тойгильдина, Д. Э. Аюпов [и др.] // Нива Поволжья. – 2023. – № 2.

235. Томилов, В. П. О статистической обработке данных полевых опытов / В. П. Томилов // Земледелие. – 1987. – № 3. – С. 48–51.

236. Ториков, В. Е. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от применения средств химизации / В. Е. Ториков, Р. А. Богомаз, В. В. Горбачев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 6. – С. 37–38.

237. Ториков, В. Е. Влияние приемов основной обработки почвы, норм высева семян на засоренность посевов и урожайность зерна озимой пшеницы / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова, В. М. Никифоров [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 2 (96). – С. 9–15. DOI: 10.52691/2500-2651-2023-96-2-9-15.

238. Трухачев, В. И. Сорные, лекарственные и ядовитые растения / В. И. Трухачев, Г. Р. Дорожко, Ю. А. Дударь – М. : МААО; Ставрополь : АГРУС, 2006. – 264 с.

239. Турусов, В. И. Засоренность посевов при разных приемах и системах основной обработки почвы в севообороте / В. И. Турусов, В. М. Гармашов, Н. А. Нужная // Защита и карантин растений. – 2017. – № 9. – С. 19–21.

240. Усенко, В. И. Эффективность азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки каштановой почвы в Кулундинской степи / В. И. Усенко, А. А. Гаркуша, Д. В. Пургин [и др.] // Земледелие. – 2019. – № 6. – С. 33–39. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10608.

241. Устименко, Е. А. Влияние минеральных удобрений на динамику элементов питания и урожайность маслосемян укропа на темно-каштановых почвах Центрального Предкавказья / Е. А. Устименко, А. Н. Есаулко, П. В. Зуева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. № 7. – С. 19–23. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_7_19.

242. Фадеева, И. Д. Влияние фунгицидной обработки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / И. Д. Фадеева, И. Н. Газиков, Ф. Ф. Курмакаев, И. Ю. Игнатьева // Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – № 2 (62). – С. 49–54. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-49-54.

243. Федин, А. М. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / А. М. Федин, Ю. А. Роговский, Л. В. Исаева. – М., 2019. – 384 с.

244. Федорова, А. В. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / А. В. Федорова, С. А. Бахвалова, Г. Б. Демьянова-Рой // Плодородие. – 2022. – № 5. – С. 30–32. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.08.

245. Филенко, Г. А. Посевная площадь и урожайность озимой пшеницы / Г. А. Филенко, Т. И. Фирсова, Д. М. Марченко // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 6 (148). – С. 61–68.

246. Филенко, Г. А. Потери зерна при уборке озимой пшеницы (обзор) / Г. А. Филенко, Т. И. Фирсова, Ю. Г. Скворцова // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 1 (55). – С. 28–32.

247. Ханикаев, Б. Р. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения / Б. Р. Ханикаев, С. Х. Дзанагов, Т. К. Лазаров // Известия Горского ГАУ. – 2020. – Т. 57 (4). – С. 8–15.

248. Хасанова, Г. Р. Оценка уровня засоренности агрофитоценозов при системе нулевой обработки почвы (No-till) / Г. Р. Хасанова, Х. М. Сафин, С. М. Ямалов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. № 11. – С. 26–30.

249. Цуканова, З. Р. Влияние норм высева на урожайность нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2 / З. Р. Цуканова, А. Н. Гусева, Е. В. Латынцева // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 3 (51). – С. 94–99. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-94-99.

250. Цховребов, В. С. Почвы и климат Ставрополя / В. С. Цховребов, В. И. Фаизова // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 21–34.

251. Цховребов, В. С. Влияние фосфогипса и серосодержащих удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе / В. С. Цховребов, А. Б. Умаров, А. М. Никифоров [и др.] // Агрехимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 21–23. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10021.

252. Цховребов, В. С. Эффективность применения технологии No-till на черноземах обыкновенных Ставропольского края / В. С. Цховребов, А. Б. Тетенищев, В. И. Фаизова [и др.] // Земледелие. – 2021. – № 3. – С. 15–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10303.

253. Цховребов, В. С. Влияние технологии No-till на качество и урожайность сельскохозяйственных культур на черноземе обыкновенном / В. С. Цховребов, В. Н. Ситников, А. Б. Тетенищев [и др.] // Плодородие. – 2024. – № 2. – С. 39–42. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.10.

254. Чаплыгин, М. Е. Закономерности влияния густоты посева озимой пшеницы на ее урожайность / М. Е. Чаплыгин, Э. В. Жалнин, Л. С. Шибряева [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2023. – № 4. – С. 490–507. DOI: 10.15507/2658-4123.033.202304.490-507.

255. Черкасов, Г. Н. Контроль засоренности посевов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / Г. Н. Черкасов, И. В. Дудкин // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 43–45.

256. Черкашин, В. Н. Поиск препаратов для защиты посевов сои и нута / В. Н. Черкашин, Г. В. Черкашин, В. А. Коломыцева // Защита и карантин растений. – 2017. – № 8. – С. 24–25.

257. Черкашин, В. Н. Защита посевов от вредителей, болезней и сорняков в Ставропольском крае : монография / В. Н. Черкашин, Г. В. Черкашин, В. А. Коломыцева. – Ставрополь : АГРУС, 2018. – 324 с.

258. Шабалкин, А. В. Отзывчивость сои на способ основной обработки почвы и средства химизации в условиях северо-востока Центрального Черноземья / А. В. Шабалкин, В. А. Воронцов, Ю. П. Скорочкин // Земледелие. – 2025. – № 1. – С. 35–39. DOI: 10.24412/0044-3913-2025-35-39.

259. Шаповалова, Н. Н. Динамика элементов питания и урожайность культур при последствии длительного применения минеральных удобрений на черноземе обыкновенном / Н. Н. Шаповалова, Е. И. Годунова // Агрехимический вестник. – 2019. – № 5. – С. 44–50. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10074.

260. Шаповалова, Н. Н. Влияние минеральных удобрений на экономическую эффективность производства зерна озимой пшеницы в технологии прямого посева в условиях Ставропольского края / Н. Н. Шаповалова, Л. Р. Оганян, А. А. Воропаева // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 1 (79). – С. 83–88. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-83-88.

261. Шаповалова, Н. Н. Диагностические показатели обеспеченности почвы элементами питания для формирования высокой урожайности озимой пшеницы / Н. Н. Шаповалова // Достижения науки и техники АПК. – 2022–1. – № 5. – С. 5–10. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_5_5.

262. Шуляк, И. И. Обоснование сроков проведения защитных мероприятий против болезней на подсолнечнике / И. И. Шуляк, Н. В. Мурадасилова // Защита и карантин растений. – 2016. – № 7. – С. 16–19.

263. Энговатова, И. В. Влияние элементов агротехнологии на азотное питание озимой пшеницы / И. В. Энговатова, Е. О. Шестакова, И. Г. Сторчак [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 55–58. DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp55-58.

264. Эсхаджиева, Х. Х. Урожайность и качественные показатели сои сорта СК Фарта в зависимости от способов посева и норм высева в условиях предгорной зоны Чеченской Республики / Х. Х. Эсхаджиева // Международный научно–исследовательский журнал. – 2024. – № 4 (142). – С. 17. DOI: 10.23670/IRJ.2024.142.92.

265. Юдин, С. А. Нулевая обработка почвы и ее роль в накоплении гумуса в типичных черноземах / С. А. Юдин, Н. Р. Ермолаев, В. П. Белобров [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 4. – С. 39–42. DOI: 10.31857/S25002627204007X?EDN:GDYUCY.

266. Юдина, Е. М. Технологии уборки зерна энерго-ресурсосберегающими многофункциональными агрегатами / Е. М. Юдина, Н. А. Ринас, С. К. Папуша [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18. № 4. – С. 89–95. DOI: 10.12737/2073-0462-2023-89-95.

267. Юшкевич, Л. В. Сравнительная агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы в лесостепи Омской области / Л. В. Юшкевич, А. Г. Щитов, Д. Н. Ющенко [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 6. – С. 41–47. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-41-47.

268. Яковлев, А. А. Особенности защиты растений от грызунов в условиях новых технологий / А. А. Яковлев // Защита и карантин растений. – 2018. – № 8. – С. 31–32.

269. Яковлев, А. В. Влияние удобрений на потребление и вынос элементов питания яровой пшеницей в условиях предгорий Салаира при возделывании по технологии No-till / А. В. Яковлев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 8 (226). – С. 5–12. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-226-8-5–12.

270. Ятчук, П. В. Изучение влияния некоторых агроприемов на продуктивность новых сортов сои / П. В. Ятчук, В. В. Наумкин // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2024. – № 2 (50). – С. 40–50. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-40-50.

271. Bogunovic, I. Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia) / I. Bogunovic, P. Pereira, I. Kistic et al. // *Catena*. – 2018. – Vol. 160. – P. 376–384. DOI: 10.1016/j.cat-ena.2017.10.009.

272. Bokova, A. I. The amount of mulch increases the abundance, and its composition the species diversity of springtails in crop rotation on chernozem soils / A. I. Bokova, K. S. Panina, V. K. Dridiger, et al. // *Soil organisms*. – 2023. – № 95 (3). – P. 227–238. DOI: 10.25674/so95iss3id333.

273. Bokova, A. I. Soil-dwelling springtails as indicators of the efficiency of No-till technologies with different amounts of mineral fertilizers in the crop rotation on chernozem soils / A. I. Bokova, K. S. Panina, V. K. Dridiger, et al. // *Soil & Tillage Research*. – 2023. – № 232. – 105760. DOI: 10.1016/j.still.2023.105760.

274. Bondar, V. Winter wheat growing in Ukraine: ecological assessment of technologies by the influence on soil fertility / V. Bondar, N. Makarenko // *Acta Agriculturae Slovenica*. – 2020. – Vol. 115. – № 1. – P. 67–78. DOI: 10.14720/aas.2020.115.1.982EDN:FUHFQQ.

275. Briones, M. J. I. Conventional tillage decreases the abundance and biomass of earthworms and alters their community structure in a global meta-analysis / M. J. I. Briones, O. Schmidt // *Global change biology*. – 2017. – Vol. 23. Iss. 10. – P. 4396–4419. DOI: 10.1111/gcb.13744.

276. Corsi, S. Conservation agriculture. / S. Corsi, H. Muminjanov // *Training guide for extension agents and farmers in Eastern Europe and Central Asia*. – 2019. – P. 1–140.

277. Ghosh, S. Potential of conservation agriculture for ecosystem services: A review / S. Ghosh, T. K. Das, D. K. Sharma et al. // *Indian journal of agricultural science*. – 2019. – Vol. 89. – Iss. 10. – P. 1572–1579.

278. Glazunova, N. N. Protection the winter wheat from pests in the south of Russia / N. N. Glazunova, Yu. A. Bezgina, L. V. Maznitsyna et al. // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. – 2018. – T. 9. № 4. – P. 578–582.

279. Kholodov, V. A. Changes in the ratio of aggregate fractions in humus horizons of chernozems in response to the type of their use / V. A. Kholodov, N. V. Yaroslavtseva, Y. R. Farkhodov et al. // Eurasian soil science. – 2019. – T. 52. – № 2. – P. 162–170. DOI: 10.1134/S1064229319020066.

280. Pashtetsky, V. S. Optimal doses of fertilizer application against the background of resource-saving soil cultivation technologies in the steppe zone of Russia / V. S. Pashtetsky, E. N. Turin, K. G. Zhenchenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 640. Article 062011

281. Ranaivoson, L. Agro-ecological functional of crop residues under conservation agriculture / L. Ranaivoson, K. Naudin, F. Affholder, et al // Agronomy for sustainable development. – 2017. – Vol. 37. Is. 4. – P. 26–30. DOI: 10/1007/s13593-017-0432-z.

282. Roy, S. A multidisciplinary perspective in smart agriculture advances and its future prospects / S. Roy, J. Panigrahi, M. Gin et al. // Springer innovations in Communication and Computing. Charm: – Springer, 2022. – P. 361–380. DOI: 10.1007/978-3-030-77528-5_19.

283. Skaalsveen, K. The effect of no-till farming on the soil functions of water purification and retention in north-western Europe: A literature review / K. Skaalsveen, J. Ingram, L. Clarke // Soil and Tillage Research. – 2019. – № 189. – P. 98–109. DOI: 10.1016/j.still.2019.01.004.

284. Yudina, E. Adaptability specifications of No-till farming in the Krasnodar territory / E. Yudina, N. Rinas, S. Papusha et al. // International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2024). – 2024. – Vol. 493. – P. 1002–1009. DOI: 10.1051/e3conf/202449301002.

285. Vincent-Caboud, L. Using mulch from cover crops to facilitate organic no-till soybean and maize production. A review / L. Vincent-Caboud, M. Casagrande,

C. David et al. // *Agronomy for sustainable development*. – 2019. – Vol. 39. – Iss. 5. – P. 45–51.

286. Zavalin, A. A. Nitrogen in chernozems under traditional and direct seeding cropping systems: a review / A. A. Zavalin, V. P. Belobrov, S. A. Yudin et al. // *Eurasian Soil Science*. – 2018. – T. 51. № 12. – P. 1497–1506.

ПРИЛОЖЕНИЯ



УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГБНУ

«Северо-Кавказский ФНАЦ»


 Кулинцев В.В.

22 августа 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор

ООО «Красносельское»


 Горяинов С.В.

22 августа 2024 г.



АКТ

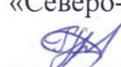
о внедрении результатов научно-исследовательских,
опытно-конструкторских и технологических работ

Мы нижеподписавшиеся, и.о. директора ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» Кулинцев В.В. и аспирант лаборатории технологии возделывания сельскохозяйственных культур Северо-Кавказского ФНАЦ Гоноченко А.В., с одной стороны, и директор ООО «Красносельское» Грачёвского района Ставропольского края Горяинов С.В. и главный агроном хозяйства Чупряков А.Н., с другой стороны, составили настоящий Акт о том, что в 2023-2024 сельскохозяйственном году в ООО «Красносельское» на поле №5 площадью 220 га возделывали озимую пшеницу по интенсивной технологии с нормой высева 3 млн./га всхожих семян, рекомендованной Северо-Кавказским ФНАЦ.

Урожайность озимой пшеницы составила 5,94 т/га, что выше, по сравнению с принятой в хозяйстве технологией возделывания на 1,89 т/га, или на 31,8 %. Годовой экономический эффект от внедрения интенсивной технологии составил 4,13 млн. руб.

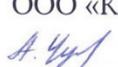
Аспирант ФГБНУ

«Северо-Кавказский ФНАЦ»:


 Гоноченко А.В.

Главный агроном

ООО «Красносельское»


 Чупряков А.Н.

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы во время весеннего возобновления вегетации озимой пшеницы, мм

Технология	Норма высева, млн/га	Год		
		2021	2022	2023
Экстенсивная	2	142	168	158
	3	146	165	158
	4	138	161	153
	5	128	160	152
	6	135	157	149
Среднее		138	162	154
Базовая	2	148	166	154
	3	145	166	148
	4	145	164	149
	5	145	164	144
	6	144	160	143
Среднее		145	164	148
Интенсивная	2	138	164	165
	3	147	166	157
	4	140	160	157
	5	146	158	155
	6	133	154	152
Среднее		141	160	157
НСР ₀₅ технология		4	4	4
НСР ₀₅ норма высева		5	5	5
НСР ₀₅ частных различий		9	8	9

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы в фазе
колошения озимой пшеницы, мм

Технология	Норма высева, млн/га	Год		
		2021	2022	2023
Экстенсивная	2	132	145	134
	3	108	158	136
	4	131	142	133
	5	131	140	131
	6	126	135	130
Среднее		126	144	133
Базовая	2	125	130	136
	3	117	136	139
	4	119	135	139
	5	119	136	130
	6	122	134	126
Среднее		120	134	134
Интенсивная	2	134	134	127
	3	118	134	113
	4	111	131	128
	5	101	135	122
	6	112	133	125
Среднее		115	133	123
НСР ₀₅ технология		3	3	3
НСР ₀₅ норма высева		4	4	4
НСР ₀₅ частных различий		7	7	7

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы в фазе
полной спелости озимой пшеницы, мм

Технология	Норма высева, млн/га	Год		
		2021	2022	2023
Экстенсивная	2	66	117	68
	3	75	108	64
	4	58	99	55
	5	81	89	56
	6	87	85	48
Среднее		73	100	58
Базовая	2	75	110	51
	3	80	103	50
	4	80	95	48
	5	53	85	37
	6	80	80	35
Среднее		74	95	44
Интенсивная	2	58	110	56
	3	60	98	50
	4	66	87	38
	5	59	80	37
	6	46	76	34
Среднее		58	90	43
НСР ₀₅ технология		2	2	0,4
НСР ₀₅ норма высева		2	3	0,6
НСР ₀₅ частных различий		4	5	1

Влияние технологий возделывания и норм высева на содержание нитратного азота в почве в фазе выхода в трубку озимой пшеницы, мг/кг

Норма высева, млн/га	Слой почвы, см	Технология											
		экстенсивная			базовая			интенсивная					
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023			
2	0-10	2,8	7,9	2,9	14,3	22,1	20,3	19,7	33,1	26,4			
	10-20	1,0	3,6	1,1	6,7	14,3	16,7	16,6	19,8	20,0			
	20-30	0,8	7,0	0,6	0,7	4,8	8,0	6,6	8,7	6,6			
3	0-10	2,8	6,2	2,9	13,5	22,0	20,0	19,5	33,0	26,2			
	10-20	1,2	2,9	0,6	6,8	14,2	15,0	16,0	19,8	18,8			
	20-30	0,7	4,8	0,5	0,7	4,7	8,0	6,3	8,1	6,4			
4	0-10	2,5	5,6	2,5	14,2	21,5	19,5	18,8	32,5	25,5			
	10-20	0,8	2,7	0,4	6,5	14,0	15,3	15,5	19,0	18,7			
	20-30	0,7	2,2	0,5	0,6	4,7	8,7	6,1	8,8	5,5			
5	0-10	2,6	7,0	2,7	14,0	21,0	19,0	18,7	32,3	25,2			
	10-20	0,8	2,9	0,6	6,3	13,8	15,1	15,3	18,7	18,6			
	20-30	0,7	3,5	0,4	0,6	4,6	8,5	6,0	7,9	5,6			
6	0-10	2,8	10,3	2,7	14,0	21,5	18,8	18,5	32,0	24,5			
	10-20	0,7	3,4	0,3	6,0	13,7	15,0	15,2	18,1	18,6			
	20-30	0,4	2,7	0,4	0,6	4,6	8,3	5,7	7,5	4,4			
НСР ₀₅ технология		2021 г. – 0,6; 2022 г. – 1,0; 2023 г. – 0,8											
НСР ₀₅ норма высева		2021 г. – 0,9; 2022 г. – 1,2; 2023 г. – 1,0											
НСР ₀₅ частных различий		2021 г. – 1,1; 2022 г. – 1,5; 2023 г. – 1,2											

Влияние технологий возделывания и норм высева на содержание подвижного фосфора в почве в фазе выхода в трубку озимой пшеницы, мг/кг

Норма высева, млн/га	Слой почвы, см	Технология																												
		экстенсивная						базовая						интенсивная																
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023																	
2	0-10	17,3	22,8	19,4	25,5	22,7	26,3	32,7	39,1	38,4	10-20	17,7	15,2	16,6	18,1	15,9	20,0	23,6	25,6	27,3	20-30	9,9	7,7	8,8	10,3	9,7	12,2	10,7	10,9	10,7
3	0-10	17,7	23,5	20,3	25,0	22,5	25,8	32,0	38,5	36,1	10-20	17,7	13,9	16,0	16,7	18,5	18,6	23,6	25,5	25,7	20-30	9,8	7,6	8,7	10,5	8,8	13,6	10,8	10,5	14,5
4	0-10	17,8	22,3	19,7	24,8	21,7	25,0	31,3	38,6	35,7	10-20	16,6	12,9	16,5	16,9	18,0	17,7	22,8	25,8	25,9	20-30	10,0	7,8	8,9	10,0	8,9	11,8	10,5	10,3	13,8
5	0-10	17,0	22,0	19,8	24,5	21,0	24,4	30,1	34,8	34,0	10-20	16,3	12,8	16,0	15,8	17,2	18,8	22,3	24,4	24,3	20-30	9,7	7,5	8,8	9,5	9,1	11,7	10,0	10,0	13,3
6	0-10	16,9	21,7	20,0	21,1	20,3	23,3	29,6	34,7	33,7	10-20	16,0	12,7	16,3	15,0	15,6	15,4	21,1	24,8	24,0	20-30	9,5	7,6	8,5	19,3	8,4	11,5	4,8	10,0	12,9
НСР ₀₅ технология		2021 г. – 1,3; 2022 г. – 1,5; 2023 г. – 2,5																												
НСР ₀₅ норма высева		2021 г. – 1,6; 2022 г. – 2,1; 2023 г. – 3,0																												
НСР ₀₅ частных различий		2021 г. – 1,5; 2022 г. – 1,7; 2023 г. – 2,5																												

Влияние технологий возделывания и норм высева на содержание подвижного калия в почве в фазе выхода в трубку озимой пшеницы, мг/кг

Норма высева, млн/га	Слой почвы, см	Технология														
		экстенсивная						базовая						интенсивная		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023			
2	0-10	300	318	330	263	367	367	367	367	367	345	359	349			
	10-20	244	230	230	226	302	252	304	228	250	230	228	250			
	20-30	200	180	190	202	232	180	272	210	230	272	210	230			
3	0-10	304	310	290	273	347	327	321	367	329	321	367	329			
	10-20	250	230	230	250	310	212	276	228	250	276	228	250			
	20-30	200	180	200	214	234	180	272	210	190	272	210	190			
4	0-10	296	290	320	267	335	327	319	369	329	319	369	329			
	10-20	240	230	230	238	300	212	272	218	250	272	218	250			
	20-30	200	180	180	210	204	180	268	190	190	268	190	190			
5	0-10	294	290	300	263	345	317	331	351	309	331	351	309			
	10-20	240	230	230	206	294	212	278	246	290	278	246	290			
	20-30	200	160	200	186	198	180	266	190	230	266	190	230			
6	0-10	288	278	290	258	315	307	327	343	309	327	343	309			
	10-20	235	222	210	228	280	202	278	212	250	278	212	250			
	20-30	200	160	140	190	180	180	262	180	210	262	180	210			
НСР ₀₅ технология		2021 г. – 9; 2022 г. – 15; 2023 г. – 18														
НСР ₀₅ норма высева		2021 г. – 12; 2022 г. – 16; 2023 г. – 21														
НСР ₀₅ частных различий		2021 г. – 13; 2022 г. – 20; 2023 г. – 27														

Влияние технологии и норм высева на содержание азота в растениях
и листьях озимой пшеницы, %

Технология	Норма высева, млн/га	Кущение			Колошение		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	2,90	3,07	3,70	1,67	1,89	2,18
	3	2,89	3,10	3,68	1,54	1,86	2,15
	4	2,89	3,10	3,65	1,47	1,78	2,11
	5	2,79	3,13	3,60	1,44	1,63	1,98
	6	2,75	3,12	3,60	1,42	1,68	1,84
Среднее		2,84	3,10	3,64	1,51	1,76	2,05
Базовая	2	3,75	4,10	4,46	1,94	2,42	2,81
	3	3,65	4,12	4,45	1,89	2,35	2,80
	4	3,56	4,05	4,34	1,88	2,33	2,70
	5	3,53	3,95	4,31	1,82	2,28	2,71
	6	3,47	3,93	4,24	1,76	2,25	2,65
Среднее		3,59	4,03	4,36	1,85	2,32	2,73
Интенсивная	2	4,24	4,88	5,06	2,51	2,81	3,03
	3	4,19	4,83	5,06	2,50	2,76	2,98
	4	4,21	4,78	5,04	2,42	2,79	2,92
	5	4,12	4,71	4,97	2,40	2,75	2,89
	6	4,05	4,68	4,89	2,37	2,72	2,83
Среднее		4,16	4,77	5,00	2,44	2,77	2,93
НСР ₀₅ технология		0,18	0,20	0,22	0,12	0,13	0,15
НСР ₀₅ норма высева		0,21	0,23	0,24	0,14	0,15	0,17
НСР ₀₅ частных различий		0,26	0,29	0,29	0,19	0,20	0,22

Влияние технологии и норм высева на содержание фосфора в растениях
и листьях озимой пшеницы, %

Технология	Норма высева, млн/га	Кущение			Колошение		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	0,89	0,85	1,00	0,75	0,80	0,85
	3	0,88	0,85	0,99	0,76	0,73	0,79
	4	0,87	0,82	0,99	0,65	0,73	0,77
	5	0,88	0,83	0,98	0,66	0,69	0,79
	6	0,78	0,80	0,96	0,60	0,66	0,75
Среднее		0,88	0,83	0,98	0,66	0,68	0,72
Базовая	2	1,00	0,97	1,18	0,80	0,85	0,86
	3	0,98	1,03	1,20	0,79	0,82	0,84
	4	0,94	1,03	1,18	0,76	0,81	0,82
	5	0,90	1,03	1,15	0,72	0,79	0,80
	6	0,86	1,01	1,10	0,70	0,77	0,77
Среднее		0,93	1,01	1,16	0,75	0,82	0,82
Интенсивная	2	1,13	1,10	1,28	0,88	0,89	0,89
	3	1,11	1,10	1,24	0,87	0,86	0,87
	4	1,08	1,11	1,24	0,85	0,84	0,84
	5	1,04	1,08	1,18	0,81	0,82	0,83
	6	1,02	1,07	1,16	0,78	0,78	0,81
Среднее		1,08	1,09	1,22	0,84	0,84	0,83
НСР ₀₅ технология		0,05	0,06	0,07	0,03	0,05	0,07
НСР ₀₅ норма высева		0,07	0,09	0,10	0,05	0,06	0,08
НСР ₀₅ частных различий		0,10	0,12	0,12	0,07	0,08	0,10

Влияние технологии и нормы высева на флористический состав и количество сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, шт/м² (среднее за 2021–2023 гг.)

Вид сорного растения	Экстенсивная технология						Базовая технология						Интенсивная технология					
	2	3	4	5	6		2	3	4	5	6		2	3	4	5	6	
Зимующие																		
Василек синий	12,3	10,3	8,3	2,7	3,7	11,0	8,4	8,4	8,4	6,2	6,6	11,2	11,2	11,2	9,9	11,2	9,9	
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0	0	0	1,0	0	0	
Консолида великолепная	3,7	3,0	12,3	3,3	2,3	9,2	14,8	0,7	6,1	10,1	3,0	8,0	7,7	7,7	3,7	1,3	3,0	
Лисохвост полевой	0	0	0	0	0	5,3	4,3	4,7	6,0	2,7	2,0	0	0,7	0,7	3,3	8,0	5,3	
Мак сомнительный	7,3	9,0	3,0	2,7	5,3	4,3	4,7	3,3	6,3	4,3	10,8	5,8	5,8	8,1	8,1	9,9	5,4	
Подмаренник цепкий	9,0	6,0	7,0	9,0	5,3	13,3	15,0	13,2	10,3	11,6	11,6	13,1	15,2	13,1	13,1	9,0	9,8	
Фиалка полевая	11,3	13,7	9,7	10,0	5,0	18,9	12,2	13,4	8,7	8,7	7,3	25,3	35,5	30,1	30,1	23,0	11,2	
Хориспора нежная	0,7	0,3	0	0	0	5,3	0,7	0,7	0	0	0	0	0	6,7	6,7	4,0	2,1	
Итого	44,3	42,3	40,3	27,7	21,6	68,8	58,8	53,5	46,8	37,0	80,4	76,1	65,9	67,4	45,7	45,7		
Ранние яровые																		
Горец птичий	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Горицвет пламенный	6,0	2,0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0	
Гречишка вьюнковая	10,0	10,7	6,3	4,7	2,0	14,0	13,0	10,8	8,8	6,6	20,8	9,1	5,2	8,0	5,2	8,0	3,2	
Дымянка Шлейхера	2,3	0,3	9,3	0,7	3,3	5,7	4,7	6,7	2,0	3,7	12,3	7,8	3,1	4,9	3,1	4,9	1,3	
Лютик полевой	0	0	1,0	0,3	0	0,7	0,7	1,3	2,0	1,0	2,7	1,7	1,0	1,7	1,0	1,7	1,7	
Итого	18,3	13,0	16,6	6,4	5,3	20,4	18,4	18,8	12,8	11,3	35,8	19,6	9,3	14,6	8,2	8,2		
Поздние яровые																		
Амброзия полыннолист- ная	14,0	8,3	7,0	5,7	2,7	8,6	14,8	7,7	4,6	4,1	12,7	12,0	11,7	12,0	8,7	8,7	8,7	
Многолетние																		
Осот полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	1,3	0	1,3	1,3	
Всего	76,6	63,6	63,9	39,8	29,6	97,9	82,0	80,0	63,2	52,4	129,6	107,7	86,9	95,3	63,9	63,9		

Влияние технологии и нормы высева на флористический состав и сырую массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, г/м² (среднее за 2021–2023 гг.)

Вид сорного растения	Экстенсивная технология						Базовая технология						Интенсивная технология					
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6			
Зимующие																		
Василек синий	20,9	25,9	20,7	9,8	10,8	14,0	11,3	11,5	8,6	7,9	21,2	18,0	19,3	7,6	9,0			
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0	0,3	0	0			
Консолида великолепная	1,0	0,6	6,7	26,3	1,0	4,7	5,0	7,5	2,8	6,5	19,5	9,0	2,9	0,5	1,4			
Лисохвост полевой	0	0	0	0	0	2,7	0,5	6,5	6,6	2,1	0	1,5	6,4	10,1	3,3			
Мак сомнительный	4,2	11,6	0,9	0,7	11,6	5,7	8,4	4,1	0,8	0,8	8,3	2,2	6,7	7,0	3,9			
Подмаренник цепкий	39,4	25,1	21,7	13,0	7,7	46,6	36,4	31,8	23,1	25,7	78,9	64,7	48,3	35,8	22,4			
Фиалка полевая	5,5	13,2	7,1	14,0	5,9	28,2	29,7	24,6	15,4	12,5	16,5	14,7	14,9	16,0	15,8			
Хориспора нежная	0	0	0	0	0	1,3	0,2	0,6	0	0	0	0	3,1	1,9	3,5			
Итого	71,0	76,4	57,1	63,8	37,0	108,9	97,1	91,2	46,3	51,1	147,1	111,1	101,9	78,9	59,3			
Ранние яровые																		
Горец птичий	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Горицвет пламенный	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0,4			
Гречишка вьюнковая	1,0	0,9	0,6	1,0	1,2	4,2	3,1	3,0	2,7	2,2	4,7	3,0	2,2	6,2	4,3			
Дымянка Шлейхера	0,1	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	1,8	0,1	0,1	1,9	1,4	1,4	1,3	1,4			
Лютик полевой	0	0	2,0	0,1	0	1,2	2,0	2,3	2,6	0,2	2,9	2,9	0,2	0,2	1,2			
Итого	1,1	1,0	2,9	1,2	1,5	5,6	5,5	7,4	5,4	2,5	9,5	7,3	3,8	7,7	7,3			
Поздние яровые																		
Амброзия полыннолистная	1,5	1,1	2,2	2,2	1,1	5,3	4,8	2,1	2,6	0,6	5,9	5,2	4,0	3,6	2,2			
Многолетние																		
Осот полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,1	0,3			
Всего	74,0	78,6	62,2	67,2	39,6	119,8	107,3	102,7	54,3	54,2	161,8	123,6	109,7	90,3	69,1			

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии в 2021 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	0	0	1	1,9	0	0	0	0	1	1,7	0,4	0,7
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	3	0,5	1	0,1	3	0,2	0	0	3	1,2	2,0	0,4
Лисохвост полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мак сомнительный	12	3,7	9	3,3	3	1,2	4	1,0	4	0,6	6,4	2,0
Подмаренник цепкий	1	0,1	0	0	0	0	3	1,0	2	0,6	1,2	0,3
Фиалка полевая	5	0,7	1	0,1	1	0,6	1	0,1	1	0,1	1,8	0,3
Хориспора нежная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого	21,0	5,0	12,0	5,4	7,0	2,0	8,0	2,1	11,0	4,2	11,8	3,7
Ранние яровые												
Горицвет пламенный	9	0,2	3	0,1	0	0	1	0,1	0	0	2,6	0,1
Гречишка вьюнковая	21	0,6	27	1,0	16	0,8	10	1,5	5	2,3	15,8	1,2
Дымянка Шлейхера	0	0	0	0	8	0,7	1	0,2	5	0,5	2,8	0,3
Итого	30,0	0,8	30,0	1,1	24,0	1,5	12,0	1,8	10,0	2,8	21,2	1,7
Поздние яровые												
Амброзия польнолистная	20,0	3,0	16,0	2,3	14,0	2,1	11,0	2,1	9,0	1,6	14,0	2,2
Всего	71	8,8	58	8,8	45	5,6	31	6,0	30	8,6	47,0	7,6

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по базовой технологии в 2021 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее		
	шт/м ²	г/м ²											
Зимующие													
Василек синий	1	2,1	0	0	1	0,3	0	0	0	0	0	0,4	0,5
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	8	3,1	6	2,3	6	2,9	7	0,9	3	1,2	6,0	2,1	2,1
Лисохвост полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мак сомнительный	5	0,5	3	0,3	3	4,2	3	0,7	3	1,1	3,4	1,4	1,4
Подмаренник цепкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Фиалка полевая	3	0,3	2	0,5	3	1,1	1	0,1	3	0,2	2,4	0,4	0,4
Хориспора нежная	8	2,0	1	0,3	1	0,9	0	0	0	0	2,0	0,6	0,6
Итого	25	8,0	12	3,4	14	9,4	11	1,7	9	2,5	12,2	5,0	5,0
Ранние яровые													
Гречишка вьюнковая	19	2,3	19	4,4	18	3,3	13	2,5	9	1,9	15,6	2,9	2,9
Дымянка Шлейхера	3	0,2	3	0,5	8	2,6	4	2,6	1	0,1	3,8	1,2	1,2
Итого	22	2,5	22	4,9	26	5,9	17	5,1	10	2,0	19,4	4,1	4,1
Поздние яровые													
Амброзия полыннолистная	42	2,2	30	1,7	13	1,1	5	1,5	7	0,9	19,4	1,5	1,5
Многолетние													
Осот полевой	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0	0	0,2	0,1	0,1
Всего	89	12,7	64	10,0	54	16,5	33	8,3	26	5,4	53,2	10,7	10,7

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии в 2021 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	0	0	1	1,5	0	0	0	0	4	4,7	1,0	1,2
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	5	2,9	5	2,7	4	3,8	1	0,5	4	1,6	3,8	2,3
Лисохвост полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мак сомнительный	5	2,3	5	1,8	0	0	4	1,2	3	0,5	3,4	1,2
Подмаренник цепкий	3	3,0	3	3,9	3	1,4	1	0,8	3	3,0	2,6	2,4
Фиалка полевая	5	0,9	11	2,9	0	0	4	2,5	0	0	4,0	1,3
Хориспора нежная	0	0	0	0	5	1,6	1	0,4	0	0	1,2	0,4
Итого	18,0	9,1	25,0	12,8	12,0	6,8	11,0	5,4	14,0	9,8	16,0	8,8
Ранние яровые												
Горицвет пламенный	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,6	0,6	0,1
Гречишка вьюнковая	27	4,0	12	3,4	6	2,4	6	6,1	2	3,3	10,6	3,8
Дымянка Шлейхера	5	1,2	3	0,6	1	0,5	3	0,3	1	0,1	2,6	0,5
Итого	32,0	5,2	15,0	4,0	7,0	2,9	9,0	6,4	6,0	4,0	13,8	4,4
Поздние яровые												
Амброзия полнолиственная	31,0	4,7	30,0	2,7	27,0	5,3	24,0	5,1	20,0	1,9	26,4	3,9
Многолетние												
Осот полевой	0	0	0	0	0	0	1	0,1	2	0,4	0,6	0,1
Всего	81	19,0	70	18,9	46	15,0	45	17,0	42	16,1	56,8	17,2

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии в 2022 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	16	33,6	11	38,6	11	40,5	4	14,7	8	19,9	10,0	29,5
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	0	0	0	0	5	18,3	5	29,4	0	0	2,0	9,5
Лисохвост полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мак сомнительный	5	1,2	3	10,6	0	0	0	0	4	6,8	2,4	3,7
Подмаренник цепкий	11	58,6	5	36,4	8	35,6	7	22,8	7	16,2	7,6	33,9
Фиалка полевая	11	17,3	27	20,6	13	9,7	19	20,0	10	8,7	16,0	15,3
Хориспора нежная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого	43,0	109,7	46,0	106,2	37,0	106,0	35,0	86,9	29,0	51,6	38,0	91,9
Ранние яровые												
Горец птичий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Горицвет пламенный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Гречишка вьюнковая	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1
Дымянка Шлейхера	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лютик полевой	0	0	0	0	1	2,9	0	0	0	0	0,2	0,6
Итого	1,0	0,1	0	0	1,0	2,9	0	0	0	0	0,4	0,7
Поздние яровые												
Амброзия полыннолистная	6	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0,2
Многолетние												
Осот полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	50	110,7	46	106,2	38	108,9	35	86,9	29	51,6	39,6	92,8

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по базовой технологии в 2022 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	19,2	13,9	7,2	9,4	7,2	5,3	4,8	3,4	12,0	10,0	10,1	8,4
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	2,3	6,8	2,3	4,3	2,3	3,4	0	0	0	0	1,4	2,9
Лисохвост полевой	8	4,1	1	0,7	15	14,8	4	9,9	4	5,6	6,4	7,0
Мак сомнительный	3	3,4	4	2,3	0	0	2	1,8	3	0,1	2,4	1,5
Подмаренник цепкий	23,8	69,1	19,3	59,3	21,6	49,6	16,8	46,0	21,6	39,9	20,6	52,8
Фиалка полевая	26,0	54,4	20,8	39,9	20,2	34,8	20,8	29,4	18,5	10,4	21,3	33,9
Хориспора нежная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого	82,3	151,7	55,6	115,8	66,3	107,9	48,4	90,5	59,1	66,0	62,2	106,5
Ранние яровые												
Горец птичий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Горицвет пламенный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Гречишка вьюнковая	13,6	2,1	11,8	1,6	9,5	1,3	7,8	1,0	4,4	0,5	9,4	1,3
Дымянка Шлейхера	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лютик полевой	1	1,8	1	2,5	2	3,4	3	4,4	0	0	1,4	2,4
Итого	14,6	3,9	12,8	4,1	11,5	4,7	10,8	5,4	4,4	0,5	10,8	3,7
Поздние яровые												
Амброзия полыннолистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Многолетние												
Осот полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	96,5	155,6	68,4	119,9	77,8	112,6	59,2	95,9	63,5	66,5	73,0	110,2

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии в 2022 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	23,4	19,3	22,1	17,4	20,1	7,3	16,1	8,5	8,4	2,5	18,0	11,0
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	5	25,4	0	0	0	0	1	0,2	4	0,5	2,0	5,3
Лисохвост полевой	1	0,7	0	0	3	0,1	0	0	0	0	0,8	0,2
Мак сомнительный	12,8	22,0	1,9	3,9	7,5	16,8	10,0	6,6	15,2	8,8	9,9	11,2
Подмаренник цепкий	7,6	101,8	15,9	95,8	11,4	76,9	9,0	49,1	9,6	25,8	10,7	69,8
Фиалка полевая	27,7	46,0	23,0	33,0	17,2	24,0	13,4	18,0	6,7	12,7	17,6	26,6
Хориспора нежная	15	12,7	11	6,4	7	5,2	5	7,0	7	7,6	9,0	7,4
Итого	92,5	226,9	73,9	156,5	63,2	130,3	54,5	89,4	50,9	57,9	68,1	131,5
Ранние яровые												
Горец птичий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Горицвет пламенный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Гречишка вьюнковая	16,4	6,4	14,3	4,9	12,1	4,0	9,5	2,4	6,7	0,9	11,8	3,7
Дымянка Шлейхера	10,4	4,5	11,2	4,3	8,8	3,5	6,1	2,2	4,5	1,5	8,2	3,2
Лютик полевой	4,3	4,3	3,2	2,2	0	0	0	0	3,0	1,8	2,1	1,7
Итого	31,1	15,2	28,7	11,4	20,9	7,5	15,6	4,6	14,2	4,2	22,2	8,6
Поздние яровые												
Амброзия полынolistная	3,1	6,9	1,5	2,3	0,9	0,5	2,0	1,9	0	0	1,5	2,4
Многолетние												
Осог полевой	1	4,5	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0,4	0,9
Всего	126,7	250,5	104,1	168,2	84,6	136,3	73,1	96,0	65,1	62,1	91,8	142,5

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии в 2023 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	21	39,2	19	27,3	14	21,6	4	14,7	2	10,7	12,0	22,7
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	18	17,6	12	16,7	16	11,7	5	9,4	4	1,7	10,8	11,4
Лисохвост полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мак сомнительный	5	17,7	15	20,9	6	6,5	4	5,0	8	7,4	7,6	11,7
Подмаренник цепкий	15	59,6	13	38,8	13	29,5	10	15,1	7	6,2	11,6	29,8
Фиалка полевая	19	9,2	17	8,9	10	11,0	10	21,8	4	8,9	12,2	12,0
Хориспора нежная	1	0,6	1	0,4	0	0	0	0	0	0	0,4	0,2
Итого	79	143,9	77	113,0	59	80,3	33	66,0	25	34,9	54,6	87,8
Ранние яровые												
Горец птичий	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0,2	0,1
Горицвет пламенный	9	0,2	3	0,1	0	0	0	0	0	0	2,4	0,1
Гречишка вьюнковая	8	2,3	5	1,6	3	1,1	4	1,6	1	1,3	4,2	1,6
Дымянка Шлейхера	8	0,3	9,0	0,2	7,3	0,2	5,7	0,2	5	0,1	7,0	0,2
Лютик полевой	0	0	0	0	2	3,0	1	0,1	0	0	0,6	0,6
Итого	25	2,8	17,0	1,9	15,3	4,3	11,7	2,0	6	1,8	14,4	2,6
Поздние яровые												
Амброзия полыннолистная	8	2,2	7	1,7	10	3,3	9	3,3	3	1,6	7,4	2,4
Многолетние												
Осот полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	111,0	148,1	101	116,6	84,3	87,9	53,7	71,3	34	38,3	76,4	92,8

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по базовой технологии в 2023 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	16	27,5	16	27,5	15	28,5	12	20,4	10	13,5	13,8	23,5
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	13,6	19,3	10,9	16,1	10,6	4,9	6,6	12,5	2,6	1,8	8,5	10,9
Лисохвост полевой	8	8,1	1	0,7	3	4,8	4	4,9	2	0,6	3,6	4,0
Мак сомнительный	5	13,3	7	22,6	10	8,1	10	15,3	7	1,3	8,0	12,1
Подмаренник цепкий	20,3	51,0	19,2	47,2	18,1	435	14,9	38,2	14,9	34,1	17,5	44,8
Фиалка полевая	48,3	51,1	39,6	41,1	33,1	32,5	21,0	20,3	16,2	15,1	31,6	32,0
Хориспора нежная	8	2,0	1	0,3	1	0,9	0	0	0	0	2,0	0,6
Итого	117,2	172,3	95,7	155,5	90,8	123,2	68,5	111,6	52,7	66,4	85,0	125,9
Ранние яровые												
Горец птичий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Горицвет пламенный	0	0	0	0	1	1,6	0	0	0	0	0,2	0,4
Гречишка вьюнковая	10	2,9	9	5,0	5	5,7	6	5,6	3	4,6	6,6	4,8
Дымянка Шлейхера	14	0,5	11	0,8	12	2,7	3	0,2	10	0,3	10,0	0,9
Лютюк полевой	1	1,8	1	3,5	2	3,4	2	0,9	3	0,6	1,8	2,0
Итого	25,0	5,3	21,0	9,3	20,0	13,4	11,0	6,8	16,0	5,5	18,6	8,1
Поздние яровые												
Амброзия полыннолистная	7	2,6	6	4,0	6	5,4	6	6,6	3	1,3	5,6	4,0
Многолетние												
Осот полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	149,2	180,2	122,7	168,8	116,8	143,0	85,5	125,0	72,7	73,2	109,2	138,0

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в фазе кущения озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии в 2023 г.

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	17,7	45,7	13,1	38,6	10,7	33,4	13,3	28,5	11,0	11,8	13,1	31,8
Вероника плющелистная	5	6,1	0	0	3	0,1	0	0	0	0	1,6	1,2
Консолида великолепная	14	29,9	18	24,2	7	4,9	2	0,7	1	2,1	8,4	12,4
Лисохвост полевой	0	0	1	2,2	5	9,6	12	15,2	8	4,9	5,2	6,4
Мак сомнительный	13,7	8,4	11,0	4,7	15,1	6,0	8,2	3,2	5,5	1,6	10,7	4,8
Подмаренник цепкий	24,2	105,0	27,1	97,4	24,6	76,6	17,1	56,7	14,2	27,9	21,4	72,7
Фиалка полевая	62,6	47,5	59,8	24,8	58,6	24,9	49,7	27,5	21,3	15,4	50,4	28,0
Хориспора нежная	15	7,6	7	10,5	6	3,0	5	2,4	0	0	6,6	4,7
Итого	152,2	250,2	137,0	202,4	130,0	159,5	108,3	135,2	62,0	64,7	118,0	162,4
Ранние яровые												
Горец птичий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Горицвет пламенный	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6	0,2	0,1
Гречишка вьюнковая	8	7,1	5	3,9	9	6,3	4	2,8	4	3,3	6,0	4,7
Дымянка Шлейхера	17	1,6	10	0,7	4	0,6	4	0,4	1	0,1	7,2	0,7
Лютик полевой	5,0	5,3	3,5	3,5	3	1,6	5	2,5	2	0,9	3,7	2,8
Итого	30,0	14,0	18,5	7,9	16,0	8,5	14,0	5,7	8,0	4,9	16,9	8,3
Поздние яровые												
Амброзия полыннолистная	6	2,1	6	2,9	8	1,9	10	7,3	6	1,9	7,2	3,1
Многолетние												
Осот полевой	1	4,5	0	0	0	0	2	0,2	2	0,4	1,0	1,0
Всего	190,2	269,8	160,5	213,2	153,0	168,9	133,3	147,4	77,0	70,9	142,7	173,8

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в посевах озимой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии, через 30 дней после обработки гербицидом (среднее за 2021–2023 гг.)

Вид сорного растения	2 млн/Га		3 млн/Га		4 млн/Га		5 млн/Га		6 млн/Га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	5,7	6,7	1,7	3,7	3,7	3,6	4,3	6,1	2,7	2,5	3,6	4,5
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	1,0	0,4	0	0	0	0	1,0	0,9	0	0	0,4	0,3
Лисохвост полевой	1,0	0,4	0	1,3	1,0	1,0	0	0	1,0	0,7	0,7	0,4
Мак сомнительный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Подмаренник цепкий	2,0	1,7	2,0	3,7	3,7	3,8	0	0	0	0	1,5	1,8
Фиалка полевая	3,1	6,8	6,3	6,2	4,7	5,4	5,3	6,5	2,3	1,5	4,3	5,3
Хориспора нежная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого	12,8	16,0	10,0	13,6	13,4	13,8	9,6	13,5	6,0	4,7	10,4	12,3
Ранние яровые												
Гречишка вьюнковая	0	0	1,0	1,2	0	0	2,3	0,5	1,3	0,6	0,9	0,5
Поздние яровые												
Амброзия полыннолистная	9,6	8,4	9,0	6,7	4,0	5,6	4,0	3,6	4,3	2,8	6,2	5,4
Всего	22,4	24,4	20,0	21,5	17,4	19,4	15,9	17,6	11,6	8,1	17,5	18,2

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в посевах озимой пшеницы, возделываемой по базовой технологии, через 30 дней после обработки гербицидом (среднее за 2021–2023 гг.)

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее	
	шт/м ²	г/м ²										
Зимующие												
Василек синий	2,3	7,2	2,0	3,0	2,0	2,5	0,7	1,9	1,7	3,1	1,7	3,5
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	3,0	1,6	1,0	0,9	0,3	0,6	1,0	0,9	0	0	1,1	0,8
Лисохвост полевой	0	0	1,0	0,4	0,3	0,1	1,0	0,1	1,0	1,3	0,7	0,4
Мак сомнительный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Подмаренник цепкий	2,0	1,5	0	0	2,0	2,1	0,7	0,8	1,3	0,6	1,2	1,0
Фиалка полевая	2,3	5,8	5,3	5,2	4,0	4,1	5,7	3,8	3,0	2,5	4,0	4,3
Хориспора нежная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого	9,6	16,1	9,3	9,5	8,6	9,4	9,1	7,5	7,0	7,5	8,7	9,9
Ранние яровые												
Гречишка вьюнковая	1,0	0,7	2,7	2,3	2,7	1,3	1,7	0,4	0,3	0,1	1,7	1,0
Поздние яровые												
Амброзия полыннолистная	9,6	2,0	5,3	1,8	1,7	1,1	1,1	1,2	0,7	1,3	3,7	1,5
Многолетние												
Бодяк полевой	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0,4	0,2	0,1
Осот полевой	0	0	0,3	0,1	0	0	1,0	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1
Итого	0	0	0,3	0,1	0	0	1,0	0,2	1,3	0,5	0,5	0,2
Всего	20,2	18,8	17,6	13,7	13,0	11,8	12,9	9,3	9,3	9,4	14,6	12,6

Продолжение приложения 15

Влияние норм высева на флористический состав, количество и массу сорняков в посевах озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии, через 30 дней после обработки гербицидом (среднее за 2021–2023 гг.)

Вид сорного растения	2 млн/га		3 млн/га		4 млн/га		5 млн/га		6 млн/га		Среднее		
	шт/м ²	г/м ²											
Зимующие													
Василек синий	0,7	0,8	0	0	1,0	2,1	0	0	0	0	0	0,3	0,6
Вероника плющелистная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Консолида великолепная	1,0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5
Лисохвост полевой	1,3	2,8	0,7	2,8	1,0	1,5	0	0	0,3	1,5	0,7	1,7	1,7
Мак сомнительный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Подмаренник цепкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Фиалка полевая	5,3	5,9	8,0	7,1	5,3	6,7	11,3	8,1	5,3	2,7	7,0	6,1	6,1
Хориспора нежная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого	8,3	11,9	8,7	9,9	7,3	10,3	11,3	8,1	5,6	4,2	8,2	8,9	8,9
Ранние яровые													
Гречишка выюнквая	1,7	0,3	2,0	0,4	1,7	0,4	0,3	0,1	0,7	0,4	1,3	0,3	0,3
Поздние яровые													
Амброзия полыннолистная	5,7	1,4	6,0	1,5	4,7	1,0	2,7	1,2	1,0	1,8	4,0	1,4	1,4
Всего	15,7	13,6	16,7	11,8	13,7	11,7	14,3	9,4	7,3	6,4	13,5	10,6	10,6

Влияние технологий и норм высева на количество всходов и полевую
всхожесть семян озимой пшеницы

Технология	Норма высева, млн/га	Количество всходов, шт/м ²			Полевая всхожесть, %		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022
Экстенсивная	2	169	193	191	84,5	96,5	95,5
	3	242	283	289	80,7	94,3	96,3
	4	319	361	386	79,8	90,3	96,5
	5	402	431	429	80,4	86,2	85,8
	6	424	506	492	70,7	84,3	82,0
Среднее		311	355	357	79,2	90,3	91,2
Базовая	2	172	190	188	86,0	95,0	94,0
	3	247	281	240	82,3	93,7	80,0
	4	342	371	320	85,5	92,8	80,0
	5	418	465	438	83,6	93,0	87,6
	6	431	551	483	71,8	91,8	80,5
Среднее		322	372	334	81,9	93,3	84,4
Интенсивная	2	170	195	195	85,0	97,5	97,5
	3	256	293	281	85,3	97,7	93,7
	4	331	388	377	82,8	97,0	94,3
	5	424	474	453	84,8	94,8	90,6
	6	472	567	505	78,7	94,5	84,2
Среднее		331	383	362	83,3	96,3	92,0
НСР ₀₅ технология		16	19	18	4,4	5,1	4,9
НСР ₀₅ норма высева		26	30	27	4,7	5,5	5,1
НСР ₀₅ частных различий		29	34	31	5,5	6,2	5,7

Влияние технологий и норм высева на сохранность растений озимой пшеницы

Технология	Норма высева, млн/га	Густота стояния в фазе полной спелости, шт/м ²			Сохранность растений, %		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	130	166	157	76,9	86,0	82,2
	3	183	241	217	75,8	85,2	75,1
	4	235	305	279	73,7	84,5	72,3
	5	286	367	320	71,1	85,2	74,6
	6	295	425	401	69,6	84,0	84,3
Среднее		226	301	275	73,4	85,0	77,7
Базовая	2	139	173	172	80,8	91,1	91,5
	3	193	261	215	78,1	92,9	89,6
	4	265	321	305	77,5	86,5	95,3
	5	306	393	377	73,2	84,5	86,1
	6	329	455	420	76,3	84,4	83,9
Среднее		246	320	297	77,2	87,9	90,1
Интенсивная	2	144	185	184	84,7	94,9	94,4
	3	210	276	231	82,0	94,2	82,2
	4	266	354	329	80,4	91,2	87,3
	5	335	421	413	79,0	88,8	91,2
	6	370	486	435	78,4	85,7	86,1
Среднее		265	344	318	80,9	91,0	88,2
НСР ₀₅ технология		10	13	12	-		
НСР ₀₅ норма высева		12	16	15	-		
НСР ₀₅ частных различий		21	25	27	-		

Влияние технологий возделывания на даты наступления фенологических фаз
растений озимой пшеницы

Фенологическая фаза	2020–2021			2021–2022			2022–2023		
	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная
Всходы	08.11			18.10			30.10		
Уход в зиму	09.11			11.12			26.11		
Возобновление вегетации	29.03			28.02			9.03		
Весеннее кущение	12.04			9.04			4.04		
Выход в трубку	3.05	4.05	6.05	26.04	27.04	28.04	1.05	2.05	4.05
Колошение	24.05	28.05	31.05	28.05	30.05	1.06	31.05	2.06	4.06
Полная спелость	29.06	2.07	6.07	4.07	7.07	9.07	6.07	9.07	11.07

Влияние технологий возделывания на продолжительность межфазных периодов
роста и развития озимой пшеницы, °С

Фенологическая фаза	2020–2021			2021–2022			2022–2023		
	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная
Всходы – уход в зиму	1			54			27		
Уход в зиму – ВВВ	140			79			103		
ВВВ – кущение	14			40			26		
Кущение – выход в трубку	21	22	24	17	18	19	27	28	30
Выход в трубку – колошение	21	24	25	32	33	34	30	31	31
Колошение – полная спелость	36	35	36	37	38	38	36	37	37
Всходы – полная спелость	233	236	240	259	262	264	249	252	254

Влияние технологий возделывания на сумму эффективных температур по межфазным периодам роста и развития озимой пшеницы, °С

Фенологическая фаза	2020–2021			2021–2022			2022–2023		
	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная
Всходы – уход в зиму	8			198			158		
ВВВ – кущение	107			102			203		
Кущение – выход в трубку	234	248	277	203	217	232	281	293	317
Выход в трубку – колошение	346	407	435	403	428	451	442	448	451
Колошение – полная спелость	718	694	722	785	808	816	744	769	772
Всходы – полная спелость	1413	1464	1549	1691	1753	1799	1828	1871	1901

Влияние технологий возделывания на количество выпавших осадков в межфазные периоды роста и развития озимой пшеницы, мм

Фенологическая фаза	2020–2021			2021–2022			2022–2023		
	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная	экстенсивная	базовая	интенсивная
Всходы – уход в зиму	4			27			27		
Уход в зиму – ВВВ	210			68			133		
ВВВ – кущение	32			42			57		
Кущение – выход в трубку	60	61	64	14	14	14	18	22	30
Выход в трубку – колошение	58	85	105	110	112	113	185	190	190
Колошение – полная спелость	107	97	89	102	104	108	104	111	124
Всходы – полная спелость	481	489	504	363	367	372	524	540	561

Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу и листовой индекс озимой пшеницы перед уходом в зиму

Технология	Норма высева, млн/га	Надземная масса, г/м ²			Листовой индекс, м ² /м ²		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022
Экстенсивная	2	0	77	61	0	0,67	0,54
	3	0	102	84	0	0,99	0,66
	4	0	105	100	0	1,04	1,08
	5	0	121	99	0	1,20	1,00
	6	0	121	103	0	1,30	1,01
Среднее		0	105	89	0	1,04	0,86
Базовая	2	0	99	60	0	1,02	0,74
	3	0	135	72	0	1,34	0,86
	4	0	160	86	0	1,53	1,00
	5	0	177	110	0	1,71	1,22
	6	0	193	106	0	1,80	1,11
Среднее		0	151	87	0	1,48	0,99
Интенсивная	2	0	117	82	0	1,33	1,04
	3	0	161	110	0	1,88	1,28
	4	0	194	136	0	2,32	1,54
	5	0	218	145	0	2,58	1,69
	6	0	238	146	0	2,92	1,70
Среднее		0	186	124	0	2,21	1,45
НСР ₀₅ технология		–	7	4	–	0,06	0,05
НСР ₀₅ норма высева		–	7	5	–	0,07	0,06
НСР ₀₅ частных различий		–	9	6	–	0,10	0,08

Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу и площадь листьев 1-го растения озимой пшеницы перед уходом в зиму

Технология	Норма высева, млн/га	Надземная масса, г			Площадь листьев, см ²		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022
Экстенсивная	2	0	0,40	0,32	0	34,6	28,5
	3	0	0,36	0,29	0	33,9	22,8
	4	0	0,29	0,26	0	28,9	27,9
	5	0	0,28	0,23	0	27,9	23,3
	6	0	0,24	0,21	0	25,7	20,6
Среднее		0	0,31	0,26	0	30,2	24,6
Базовая	2	0	0,52	0,32	0	53,6	39,6
	3	0	0,48	0,30	0	47,8	36,0
	4	0	0,43	0,27	0	41,3	31,1
	5	0	0,38	0,25	0	36,8	27,9
	6	0	0,35	0,22	0	32,6	22,9
Среднее		0	0,43	0,32	0	42,4	31,5
Интенсивная	2	0	0,60	0,42	0	68,4	53,3
	3	0	0,55	0,39	0	64,3	45,5
	4	0	0,50	0,36	0	59,7	40,9
	5	0	0,46	0,32	0	55,7	37,3
	6	0	0,42	0,29	0	51,6	33,7
Среднее		0	0,51	0,36	0	59,9	42,1
НСР ₀₅ технология		—	0,03	0,02	—	1,5	1,4
НСР ₀₅ норма высева		—	0,05	0,03	—	1,7	1,5
НСР ₀₅ частных различий		—	0,06	0,05	—	1,9	1,7

Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу посевов
озимой пшеницы в фазе кущения и выхода в трубку, г/м²

Технология	Норма высева, млн/га	Кущение			Выход в трубку		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	64	527	257	383	1066	813
	3	88	593	291	428	1415	979
	4	113	682	301	523	1583	1036
	5	143	714	331	610	1733	1396
	6	153	728	333	609	1803	1495
Среднее		112	649	303	511	1520	944
Базовая	2	100	537	386	644	1371	1346
	3	118	782	439	761	1915	1445
	4	168	912	524	873	2247	1941
	5	196	1040	646	958	2404	2032
	6	186	1140	597	928	2400	2010
Среднее		138	942	518	833	1667	1755
Интенсивная	2	219	919	424	1148	2304	1786
	3	271	1020	465	1505	2851	2194
	4	280	1172	588	1487	2976	2782
	5	298	1261	660	1584	3174	2932
	6	321	1232	629	1607	3098	2859
Среднее		278	1121	553	1426	2921	2511
НСР ₀₅ технология		7	36	18	35	80	69
НСР ₀₅ норма высева		10	41	23	45	91	74
НСР ₀₅ частных различий		16	70	38	76	160	136

Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу посевов
озимой пшеницы в фазе колошения и полной спелости, г/м²

Технология	Норма высева, млн/га	Колошение			Полная спелость		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	694	1422	1150	533	766	665
	3	754	1959	1866	591	983	914
	4	886	2148	2151	639	1062	1017
	5	928	2339	2384	691	1135	1090
	6	912	2379	2442	685	1151	1100
Среднее		835	2049	1999	628	1019	957
Базовая	2	1042	1580	2136	711	772	1067
	3	1332	2466	2407	810	1081	1201
	4	1506	3357	3262	906	1574	1549
	5	1638	3450	3386	956	1680	1652
	6	1565	3596	3601	965	1689	1737
Среднее		1417	2890	2958	870	1359	1441
Интенсивная	2	1564	3026	3054	763	1159	1221
	3	2325	4688	4116	1093	1787	1684
	4	2230	5046	5008	1038	1938	2004
	5	2477	5571	5720	1126	2180	2290
	6	2394	5440	5177	1108	2131	2092
Среднее		2198	4754	4615	1026	1839	2218
НСР ₀₅ технология		58	128	127	33	57	56
НСР ₀₅ норма высева		70	140	134	48	69	60
НСР ₀₅ частных различий		120	255	257	80	115	108

Влияние технологий и норм высева на сырую надземную массу посевов
озимой пшеницы, г/м² (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология	Норма высева, млн/га	Фенологическая фаза			
		кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
Экстенсивная	2	283	754	1089	555
	3	324	941	1526	829
	4	365	1047	1728	906
	5	396	1246	1884	972
	6	405	1302	1911	979
	среднее	355	992	1628	868
Базовая	2	341	1120	1586	850
	3	446	1374	2068	1031
	4	535	1687	2708	1343
	5	627	1798	2825	1429
	6	641	1779	2921	1464
	среднее	533	1418	2422	1223
Интенсивная	2	521	1746	2548	1048
	3	585	2183	3710	1521
	4	680	2415	4095	1660
	5	740	2563	4589	1865
	6	727	2521	4337	1777
	среднее	651	2286	3856	1574
НСР ₀₅ технология		26	77	139	63
НСР ₀₅ норма высева		28	87	151	72
НСР ₀₅ частных различий		49	105	189	96

Влияние технологий и норм высева на динамику сырой надземной массы
1-го растения озимой пшеницы, г (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология	Норма высева, млн/га	Фенологическая фаза			
		кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
Экстенсивная	2	1,6	4,5	6,8	3,0
	3	1,3	4,0	6,4	2,9
	4	1,1	3,4	5,9	2,5
	5	1,0	3,3	5,5	2,4
	6	0,9	3,0	4,7	2,0
Среднее		1,2	3,6	5,9	2,6
Базовая	2	1,9	6,5	9,8	4,0
	3	1,8	6,0	9,1	3,4
	4	1,6	5,3	8,8	3,7
	5	1,5	4,5	7,4	3,5
	6	1,3	4,0	6,8	3,1
Среднее		1,6	5,3	8,4	3,5
Интенсивная	2	2,8	9,9	14,6	6,1
	3	2,2	7,9	13,3	5,5
	4	2,0	7,1	12,4	5,2
	5	1,7	6,2	11,3	4,7
	6	1,5	5,5	9,6	4,1
Среднее		2,0	7,3	12,2	5,1
НСР ₀₅ технология		0,3	0,4	0,6	0,3
НСР ₀₅ норма высева		0,3	0,5	0,7	0,4
НСР ₀₅ частных различий		0,6	0,9	1,4	0,7

Влияние технологий и норм высева на листовой индекс посевов
озимой пшеницы, м²/м²

Технология	Норма высева, млн/га	Кущение			Колошение		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	0,21	0,52	0,49	0,38	0,77	0,68
	3	0,27	0,75	0,60	0,47	1,12	0,85
	4	0,33	0,85	0,68	0,60	1,27	1,04
	5	0,40	0,91	0,73	0,71	1,50	1,18
	6	0,40	1,02	0,84	0,67	1,54	1,21
Среднее		0,32	0,81	0,67	0,57	1,24	0,99
Базовая	2	0,42	0,91	0,80	0,83	1,47	1,16
	3	0,58	1,34	0,81	0,92	1,76	1,48
	4	0,76	1,61	1,15	1,00	2,10	1,80
	5	0,85	1,86	1,49	1,06	2,20	2,03
	6	0,85	1,97	1,42	1,19	2,24	2,18
Среднее		0,69	1,54	1,13	1,00	1,95	1,73
Интенсивная	2	0,71	1,28	0,99	1,20	2,10	1,63
	3	0,89	1,85	1,26	1,37	2,38	1,93
	4	1,02	2,20	1,63	1,42	2,96	2,69
	5	1,14	2,45	1,93	1,56	3,18	3,03
	6	1,22	2,28	1,84	1,66	3,29	2,87
Среднее		0,99	2,01	1,53	1,44	2,78	2,43
НСР ₀₅ технология		0,08	0,10	0,12	0,10	0,12	0,14
НСР ₀₅ норма высева		0,11	0,14	0,16	0,13	0,16	0,17
НСР ₀₅ частных различий		0,18	0,20	0,21	0,19	0,22	0,23

Влияние технологий и норм высева на площадь листовой поверхности
одного растения озимой пшеницы, см²

Технология	Норма высева, млн/га	Кущение			Колошение		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	14,5	28,4	27,1	57,4	95,3	81,6
	3	13,0	27,9	26,0	52,9	84,1	72,0
	4	12,1	25,3	19,8	46,9	73,0	60,7
	5	11,7	22,4	19,8	43,1	62,5	55,4
	6	11,1	21,0	18,3	40,1	57,3	50,7
Среднее		12,5	25,0	22,2	48,1	74,4	64,1
Базовая	2	27,8	50,6	41,4	95,1	141,0	128,2
	3	26,7	49,3	37,7	77,6	124,9	115,7
	4	25,4	46,1	35,5	66,8	113,1	103,9
	5	23,3	42,0	35,4	61,8	100,7	90,9
	6	22,7	38,5	30,6	59,2	87,3	84,6
Среднее		25,2	45,3	36,1	72,1	113,4	104,7
Интенсивная	2	46,4	67,0	51,3	137,2	166,7	176,0
	3	38,9	65,1	48,3	105,1	151,4	151,5
	4	34,6	59,6	45,9	96,4	131,8	127,5
	5	30,2	54,2	43,4	90,2	121,7	119,6
	6	29,0	43,1	38,4	79,2	102,8	110,5
Среднее		33,8	57,8	45,5	101,6	134,9	137,0
НСР ₀₅ технология		1,5	2,3	1,9	2,4	5,9	5,3
НСР ₀₅ норма высева		2,3	2,7	2,4	2,8	6,5	5,8
НСР ₀₅ частных различий		3,0	3,5	3,4	3,6	7,3	6,6

Влияние технологий и норм высева на фотосинтетический потенциал посевов
озимой пшеницы, тыс. м² × сут/га

Технология	Норма высева, млн/га	Год		
		2021	2022	2023
Экстенсивная	2	227	1174	729
	3	264	1378	928
	4	316	1502	1037
	5	348	1637	1138
	6	354	1701	1170
Среднее		302	1478	1000
Базовая	2	676	1807	1251
	3	745	2049	1454
	4	856	2289	1684
	5	893	2539	1909
	6	929	2601	1976
Среднее		820	2257	1655
Интенсивная	2	1109	2405	1791
	3	1073	2765	2069
	4	1281	3333	2489
	5	1406	3635	2808
	6	1446	3599	2772
Среднее		1263	3147	2386
НСР ₀₅ технология		43	122	88
НСР ₀₅ норма высева		53	140	99
НСР ₀₅ частных различий		74	179	125

Влияние технологий и норм высева на чистую продуктивность фотосинтеза за
весь период вегетации, тыс. м² × сут/га

Технология	Норма высева, млн/га	Год		
		2021	2022	2023
Экстенсивная	2	8,86	7,30	7,68
	3	8,95	7,43	7,85
	4	9,04	7,58	8,16
	5	9,31	7,68	8,25
	6	9,41	8,06	8,43
Среднее		9,11	7,61	8,07
Базовая	2	6,95	5,13	6,02
	3	7,19	5,22	6,15
	4	7,24	5,29	6,26
	5	7,29	5,40	6,40
	6	7,41	5,48	6,53
Среднее		7,21	5,30	6,27
Интенсивная	2	6,47	4,83	5,88
	3	6,59	4,90	6,06
	4	6,73	4,96	6,18
	5	6,94	5,14	6,26
	6	7,21	5,25	6,41
Среднее		6,78	5,01	6,15
НСР ₀₅ технология		0,31	0,24	0,27
НСР ₀₅ норма высева		0,34	0,28	0,30
НСР ₀₅ частных различий		0,58	0,50	0,53

Влияние технологий и норм высева на потребление влаги посевами
озимой пшеницы (среднее за 2021–2023 гг.)

Технология	Норма высева, млн/га	Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм		Осадки за вегетацию, мм	Расход воды, мм
		посев	полная спелость		
Экстенсивная	2	98	84	453	467
	3	98	82	453	469
	4	98	71	453	480
	5	98	75	453	476
	6	98	73	453	478
	Среднее	98	77	453	474
Базовая	2	98	79	465	484
	3	98	78	465	485
	4	98	74	465	489
	5	98	58	465	505
	6	98	65	465	498
	Среднее	98	71	465	492
Интенсивная	2	100	75	479	504
	3	100	69	479	510
	4	100	64	479	515
	5	100	59	479	520
	6	100	52	479	527
	Среднее	100	64	479	515

Влияние технологий и норм высева на количество стеблей и
продуктивную кустистость озимой пшеницы

Технология	Норма высева, млн/га	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²			Продуктивная кустистость		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	142	336	185	1,09	2,02	1,17
	3	193	423	239	1,05	1,75	1,10
	4	235	424	296	0	1,39	1,06
	5	286	455	337	0	1,23	1,05
	6	295	468	415	0	1,10	1,03
Среднее		230	421	294	1,01	1,39	1,06
Базовая	2	164	368	272	1,18	2,13	1,58
	3	216	478	303	1,12	1,83	1,40
	4	281	472	350	1,06	1,47	1,14
	5	307	491	376	1,02	1,25	1,00
	6	329	473	433	0	1,04	1,03
Среднее		252	456	347	1,02	1,42	1,23
Интенсивная	2	184	436	408	1,28	2,37	2,22
	3	256	544	487	1,22	1,97	2,11
	4	317	551	615	1,19	1,74	1,87
	5	385	545	681	1,15	1,29	1,65
	6	407	568	644	1,10	1,17	1,48
Среднее		312	529	567	1,16	1,65	1,54
НСР ₀₅ технология		14	23	21	-	-	-
НСР ₀₅ норма высева		16	27	23	-	-	-
НСР ₀₅ частных различий		25	41	39	-	-	-

Влияние технологий и норм высева на озерненность и массу зерна в
колосе озимой пшеницы

Технология	Норма высева, млн/га	Зерен в колосе, шт.			Масса зерна в колосе, г		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	32,0	30,6	33,9	1,00	0,97	1,13
	3	31,7	29,7	32,3	0,95	0,90	0,99
	4	31,1	29,4	31,0	0,92	0,88	0,94
	5	30,3	29,3	30,6	0,90	0,88	0,94
	6	30,0	28,5	28,7	0,88	0,86	0,85
Среднее		30,1	29,5	31,3	0,93	0,89	0,97
Базовая	2	34,3	37,0	37,4	1,14	1,16	1,41
	3	33,3	34,5	38,4	1,10	1,15	1,32
	4	32,7	34,8	37,2	1,06	1,14	1,22
	5	31,8	33,9	36,9	0,99	1,08	1,18
	6	31,4	32,4	35,7	0,93	1,06	1,13
Среднее		32,7	34,5	37,1	1,05	1,12	1,25
Интенсивная	2	40,8	43,2	42,9	1,45	1,80	1,72
	3	40,0	42,4	41,4	1,42	1,76	1,70
	4	38,6	42,0	41,1	1,39	1,67	1,64
	5	37,0	40,6	40,2	1,33	1,51	1,60
	6	37,5	38,4	37,7	1,27	1,30	1,38
Среднее		38,8	41,3	40,5	1,37	1,61	1,61
НСР ₀₅ технология		1,6	1,9	2,0	0,05	0,07	0,08
НСР ₀₅ норма высева		2,1	2,6	2,5	0,07	0,09	0,11
НСР ₀₅ частных различий		2,7	3,0	2,9	1,11	1,15	1,17

Влияние технологий и норм высева на содержание белка и сырой клейковины в
зерне озимой пшеницы, %

Технология	Норма высева, млн/га	Белок			Сырая клейковина		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Экстенсивная	2	12,0	10,5	10,4	18,3	18,6	17,7
	3	12,1	10,3	10,5	18,1	18,1	17,6
	4	11,5	9,8	10,5	17,7	16,8	17,4
	5	11,7	9,8	10,4	17,9	17,1	17,1
	6	10,6	9,8	10,5	16,6	15,3	17,2
Среднее		11,6	10,1	10,5	17,6	17,2	17,4
Базовая	2	15,1	13,6	13,4	25,4	24,3	24,0
	3	14,6	14,1	13,3	25,1	24,6	23,9
	4	14,5	12,6	13,2	25,0	23,3	23,6
	5	14,3	12,5	13,2	25,0	23,3	23,6
	6	13,9	11,4	13,0	24,5	22,2	23,6
Среднее		14,5	12,8	13,2	25,0	23,5	23,7
Интенсивная	2	17,3	14,0	17,1	29,7	24,3	26,7
	3	17,8	13,7	16,3	30,0	24,1	25,9
	4	17,3	13,5	15,5	30,0	23,5	24,8
	5	17,8	13,5	14,9	30,2	23,7	25,0
	6	16,5	13,9	15,1	28,0	23,3	26,3
Среднее		17,3	13,7	15,8	29,6	23,8	25,7
НСР ₀₅ технология		0,6	0,4	0,6	1,05	0,99	1,01
НСР ₀₅ норма высева		0,9	0,8	0,8	1,42	1,15	1,37
НСР ₀₅ частных различий		1,4	1,1	1,3	2,37	1,98	2,31

Технологическая карта возделывания озимой пшеницы по экстенсивной технологии

Наименование работ	Объем работ		Состав агрегата		Кол. чел.		Норма выработки	Кол-во нормосмен	Затр. тр., чел. час.		Тарифная ставка, руб.		Тариф. фонд зар-платы, руб.		Горючее	
	Ед. измере-ния	в физическом выражении	Марка трактора, комбайна	С.-х. машина	Трактористов	рабочих			Трактористов	рабочих	Трактористов	рабочих	на едлин., кг	рабочих	Трактористов	рабочих
Подвоз и заправка воды	га	100	КамаЗ	КамаЗ	1	–	157,5	0,6	4,8	–	5,31	–	531	–	0,04	0,04
Обработка глифосатом	га	100	Туман-2	Туман-2	1	–	157,5	0,6	4,8	–	13,16	–	1316	–	0,23	0,2
Подвоз семян	га	100	КамаЗ	КамаЗ	1	–	72,8	1,4	11,2	–	11,49	–	1149	–	0,45	0,45
Посев	га	100	Бюлер 2375	Бурго 8810	1	1	72,8	1,4	11,2	11,2	28,46	22,77	2846	2277	5,3	5,3
Подвоз и заправка воды	га	100	КамаЗ	КамаЗ	1	–	157,5	0,6	4,8	–	5,31	–	531	–	0,04	0,04
Обработка гербицидом	га	100	Туман-2	Туман-2	1	–	157,5	0,6	4,8	–	13,16	–	1316	–	0,23	0,23
Уборка	т	368	Торум	Торум	1	–	27,0	3,7	29,6	–	22,32	–	8214	–	12,1	12,1
Отгрузка зерна	га	100	МТЗ-1221	Бункер	1	–	54,0	1,9	15,2	–	8,93	–	893	–	1,48	1,48
Отвоз зерна	т/к	625	КамаЗ	КамаЗ	–	–	–	–	–	–	1,35	–	844	–	0,66	0,66
Итого	–	–	–	–	–	–	–	–	96	11,2	–	–	19487	2277	–	20,8
Неучтенные работы	–	–	–	–	–	–	–	–	10	1	–	–	1949	227	–	2,1
Всего	–	–	–	–	–	–	–	–	103	12,2	–	–	21436	2504	–	22,9

Технологическая карта возделывания озимой пшеницы по базовой технологии

Наименование работ	Объем работ		Состав агрегата		Кол. чел.		Норма выработки	Кол-во нормосмен	Затр. тр., чел. час.		Тарифная ставка, руб.		Тариф. фонд зарплаты, руб.		Горючее	
	Ед. измерения	в физическом выражении	Марка трактора, комбайна, автомашин	С.-х. машина	Трактористов	рабочих			Трактористов	рабочих	Трактористов	рабочих	на единицу, кг	рабочих	рабочих	на единицу, кг
Подвоз и заправка воды	га	100	КамАЗ		1	-	157,5	0,6	4,8	-	5,31	-	531	-	0,04	0,04
Обработка глифосатом	га	100	Туман-2		1	-	157,5	0,6	4,8	-	13,16	-	1316	-	0,23	0,2
Протравливание семян	т	14,3	ПС-10		1	1	38,0	0,4	3,2	3,2	37,44	30,00	535	429	-	-
Подвоз семян и удобрений	га	100	КамАЗ		1	-	72,8	1,4	11,2	-	11,49	-	1149	-	0,45	0,45
Посев с удобрениями	га	100	Бюлер 2375	Бурго 8810	1	1	72,8	1,4	11,2	11,2	28,46	22,77	2846	2277	5,3	5,3
Подвоз удобрений	га	100	КамАЗ		1	-	146,5	0,7	5,6	-	5,71	-	571	-	0,40	0,40
Азотная подкормка	га	100	МТЗ-1221	Амазон	1	-	146,5	0,7	5,6	-	9,28	-	928	-	0,50	0,5
Подвоз и заправка воды	га	100	КамАЗ		1	-	157,5	0,6	4,8	-	5,31	-	531	-	0,04	0,04
Обработка гербицидом и фунгицидом	га	100	Туман-2		1	-	157,5	0,6	4,8	-	13,16	-	1316	-	0,23	0,23
Уборка	т	368	Торум		1	-	27,0	3,7	29,6	-	22,32	-	8214	-	12,1	12,1
Отгрузка зерна	га	100	МТЗ-1221	Бункер	1	-	54,0	1,9	15,2	-	8,93	-	893	-	1,48	1,48
Отвоз зерна	т/к м	625	КамАЗ		-	-	-	-	-	-	1,35	-	844	-	0,66	0,66
Итого	-	-	-	-	-	-	-	-	112	14	-	-	21685	2706	-	21,1
Неучтенные работы	-	-	-	-	-	-	-	-	11	1	-	-	2168	272	-	2,1
Всего	-	-	-	-	-	-	-	-	133	15	-	-	23853	2988	-	23,2

Продолжение приложения 36

Технологическая карта возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии

Наименование работ	Объем работ		Состав агрегата		Кол. чел.		Норма выработки	Кол-во нормомен	Загр. тр., чел. час.		Тарифная ставка, руб.		Тариф. фонд заработнойпаты, руб.		Горючее	
	Ед. измере-ния	в физическом выражении	Марка трактора, комбайна, автомашин	С.-х. машина	Трактористов	рабочих			Трактористов	рабочих	Трактористов	рабочих	на едлин., кг	всего, л		
Зачака, подвоз и заправка воды	га	100	КамаЗ		1	-	157,5	0,6	4,8	5,31	531	-	0,04	0,04		
Обработка глифосатом	га	100	Туман-2		1	-	157,5	0,6	4,8	13,16	1316	-	0,23	0,2		
Протравливание семян	т	14,3	ПС-10		1	1	38,0	0,4	3,2	37,44	535	429	-	-		
Подвоз семян и удобрений	га	100	КамаЗ		1	-	72,8	1,4	11,2	11,49	1149	-	0,45	0,45		
Посев с внесением удобрений	га	100	Buhler 2375	Бурго 8810	1	1	72,8	1,4	11,2	28,46	2846	2277	5,3	5,3		
Подвоз удобрений	га	100	КамаЗ		1	-	146,5	0,7	5,6	5,71	571	-	0,40	0,40		
Азотная подкормка 1-я	га	100	МТЗ-1221	Амазон	1	-	146,5	0,7	5,6	9,28	928	-	0,50	0,5		
Подвоз удобрений	га	100	КамаЗ		1	-	170,5	0,6	4,8	4,91	491	-	0,40	0,40		
Азотная подкормка 2-я	га	100	МТЗ-1221	Амазон	1	-	170,5	0,6	4,8	7,97	797	-	0,45	0,5		
Зачака, подвоз и заправка воды	га	100	КамаЗ		1	-	157,5	0,6	4,8	5,31	531	-	0,04	0,04		
Обработка гербицидом и фунгицидом	га	100	Туман-2		1	-	157,5	0,6	4,8	13,16	1316	-	0,23	0,23		
Подвоз удобрений	га	100	КамаЗ		1	-	170,5	0,6	4,8	4,91	491	-	0,40	0,40		
Азотная подкормка 3-я	га	100	Туман-2		1	-	170,5	0,6	4,8	7,97	797	-	0,45	0,5		
Зачака, подвоз и заправка воды	га	100	КамаЗ		1	-	157,5	0,6	4,8	5,31	531	-	0,04	0,04		
Обработка инсектицидом и фунгицидом	га	100	Туман-2		1	-	157,5	0,6	4,8	13,16	1316	-	0,23	0,23		
Уборка	т	368	Торум		1	-	27,0	3,7	29,6	22,32	8214	-	12,1	12,1		
Отгрузка зерна	га	100	МТЗ-1221	Бункер	1	-	54,0	1,9	15,2	8,93	893	-	1,48	1,48		
Отвоз зерна	т/км	625	КамаЗ		-	-	-	-	-	1,35	844	-	0,66	0,66		
Итого	-	-	-	-	-	-	-	-	141	-	26108	2706	-	23,5		
Неучтенные работы	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	2610	270	-	2,3		
Всего	-	-	-	-	-	-	-	-	155	-	28718	2976	-	25,8		