

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ

УНИВЕРСИТЕТ имени И. Т. ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи



Назаренко Лев Викторович

**РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ СЕМЯН СОРТОВ ОЗИМОЙ
МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С РАЗЛИЧНОЙ АРХИТЕКТОНИКОЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ СТЕБЛЕСТОЯ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Зеленский Григорий Леонидович

Краснодар – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ СОРТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1 Агроэкологические особенности озимой пшеницы при формировании сортной агротехники	11
1.2 Оптимизация системы семеноводства озимой пшеницы с учетом региональных природно-климатических и хозяйственно-экономических условий	18
1.3 Оптимизация приемов сортной агротехники для предотвращения снижения параметров сортов в процессе размножения и использования в условиях производства	21
1.4 Влияние агротехнических факторов на разнокачественность, посевные и урожайные качества семян озимой мягкой пшеницы	33
1.5 Научно-практическое обоснование плотности посева озимой пшеницы в зависимости от агроэкологических условий	39
2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
2.1 Почвенно-климатические условия	45
2.2 Методика проведения исследований, исходный материал и агротехника в полевых опытах	59
3 СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ, АДАПТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ	64
3.1 Изменение роста и развития растений озимой пшеницы, фотосинтетические параметры посевов.....	64
3.1.1 Семенные качества и продуктивный стеблестой в зависимости от сортового состава и нормы высева.....	65

3.1.2 Изменение площади листовой поверхности растений озимой пшеницы.....	70
3.1.3 Фотосинтетическая продуктивность семенных посевов озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева	74
3.2. Урожайность, адаптивность и показатели качества зерна сортов озимой пшеницы	78
3.2.1. Урожайность зерна озимой пшеницы, доля вклада основных компонентов и адаптивность сортов.....	78
3.2.2. Производственная проверка результатов исследований в полевом опыте с расширенным диапазоном нормы высева.....	84
3.2.3 Проявление разнокачественности семян исследуемых сортов озимой пшеницы под влиянием норм высева	88
3.3 Моделирование параметров и экономическая оценка семенной продуктивности исследуемых сортов озимой пшеницы	108
3.3.1 Математические модели и корреляционные зависимости продуктивности исследуемых сортов озимой пшеницы	109
3.3.2 Экономическая эффективность исследуемых элементов сортовой агротехники выращивания семян озимой пшеницы	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	132
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	166

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одной из ключевых проблем современного мира является продовольственная безопасность. Она связана с обеспечением населения планеты достаточным количеством качественных продуктов питания. В связи с этим возникает необходимость создания новых и внедрения адаптивных сортов сельскохозяйственных культур, которые обладают высокой продуктивностью, качеством зерна и пластичностью к различным агроклиматическим условиям. Одновременно с созданием новых сортов необходимо совершенствовать технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Это включает разработку и внедрение энергоэффективных методов обработки почвы, применения удобрений и средств защиты растений, а также оптимизации сроков посева и уборки урожая. Важным аспектом обеспечения продовольственной безопасности является развитие устойчивых земледельческих систем, которые обеспечивают сохранение и восстановление плодородия почв, а также минимизацию негативного воздействия на окружающую среду [8, 87, 125, 140, 221, 205, 240, 256].

Озимая пшеница, как кукуруза и рис, является одной из трех основных зерновых культур, обеспечивающих потребности человечества в продуктах питания, перерабатывающую промышленность – в сырье, животноводческую отрасль – в кормах [29, 250, 257].

Кубань всегда славилась своим сельскохозяйственным потенциалом. Кубанские ученые разработали и внедрили в производственные условия Краснодарского края интенсивные, адаптивные, ресурсосберегающие, биологизированные технологии выращивания озимой пшеницы. В Государственном реестре селекционных достижений по Северо-Кавказскому региону содержится 230 сортов пшеницы мягкой озимой. Но ряд важных вопросов в элементах сортовой агротехники этой культуры требуют дальнейшего изучения и оптимизации, направленной на формирование уникальных для каждого сорта агротехнологий на основе учета его генетических параметров и адаптивности к местным условиям [13, 21, 48, 59, 120, 151, 164, 166].

Внедрение в производство созданных отечественными селекционерами сортов являются важнейшим условием получения максимально высоких, стабильных, качественных, экономически и экологически обоснованных урожаев зерна [24, 55, 79, 94, 101, 199]. Однако нарушение технологии возделывания и посев низкокачественными семенами со слабыми посевными качествами не позволяют сформировать хороший урожай [49, 62, 65, 87, 88]. По мнению ряда ученых существует тесная положительная зависимость урожайности с качеством высеянных семян [13, 18, 165, 177, 207, 216].

Таким образом, полевые исследования, направленные на разработку и усовершенствование элементов сортовой агротехники озимой пшеницы, особенно, при выращивании на семена, являются актуальными, имеют научную и производственную ценность.

Степень разработанности темы. Определенный вклад в разработку технологий возделывания озимой пшеницы и их совершенствования, разработку некоторых элементов сортовой агротехники для южного региона внесли П.П. Лукьяненко (1973), Я.В. Губанов (1988), Б.А. Писарев (1990), А.А. Жученко (2004), А.А. Романенко (2005), Л.А. Беспалова (1998, 2007), И. Н. Кудряшов (2001, 2005), Н.Г. Малюга (1982, 1991, 2014), А.Н. Боровик (1998, 2001), В.В. Ефремова (2018) и другие ученые. Они внесли значительный вклад в развитие семеноводства и сортовой агротехники зерновых культур в России и на постсоветском пространстве. Их работы охватывают различные аспекты селекции, семеноводства и агротехнических методов, направленных на повышение урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур. Результаты деятельности этих ученых способствуют повышению урожайности, устойчивости культур к болезням и неблагоприятным условиям, а также улучшению качества сельскохозяйственной продукции.

Цель исследований – проведение хозяйственно-биологической оценки ряда районированных, контрастных по габитусу, сортов озимой мягкой пшеницы, их показателей адаптивности с учетом влияния густоты стеблестоя и архитектоники растений на основные показатели урожайности и качества зерна.

Задачи исследований:

- изучить биометрические показатели растений озимой пшеницы, площади листовой поверхности, фотосинтетических показателей и коэффициента полезного действия ФАР разных сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от нормы высева;
- определить урожайность и наиболее значимые элементы адаптивности исследуемых сортов, структуру урожая, показатели качества зерна и семян в зависимости от норм высева и особенностей погодных условий в годы проведения исследований;
- разработать математические модели и установить корреляционные зависимости продуктивности исследуемых сортов озимой пшеницы;
- провести экономическую оценку разработанных элементов сортовой агротехники озимой пшеницы.

Научная новизна. Впервые в условиях Западного Предкавказья проведена комплексная хозяйственно-биологическая оценка районированных сортов озимой мягкой пшеницы с учетом влияния густоты стеблестоя и архитектоники растений на адаптивность, стабильность и качество зерна. Установлены закономерности динамики фотосинтетической активности и эффективности использования ФАР в зависимости от нормы высева. Разработаны математические модели, отражающие корреляционные связи между продуктивностью сортов, структурой урожая и агроклиматическими условиями. Разработаны математические модели, устанавливающие корреляционные зависимости продуктивности сортов от нормы высева, фотосинтетических показателей и структуры урожая. Определены ключевые элементы сортовой агротехники, обеспечивающие наибольшую урожайность и экономическую эффективность в различных погодных условиях. Полученные данные позволяют более точно определять взаимосвязи морфофизиологических характеристик растений с их продуктивностью и адаптационным потенциалом. Прикладное значение результатов исследований заключается в том, что позволяют оптимизировать нормы высева и агротехнику возделывания районированных сортов озимой мягкой пшеницы с учетом их биологических особенностей и по-

годных условий. Полученные данные по адаптивности, стабильности и продуктивности сортов могут быть использованы сельхозпроизводителями для повышения урожайности и качества зерна. Разработанные математические модели и корреляционные зависимости позволяют прогнозировать эффективность сортов в различных агроклиматических условиях. Экономическая оценка предложенных элементов сортовой агротехники дает возможность хозяйствам выбирать наиболее рентабельные технологии выращивания озимой пшеницы. Результаты работы могут быть применены в селекционном процессе для создания новых высокопродуктивных и адаптивных сортов.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведенных исследований сформированы математические модели и корреляционные зависимости семенной продуктивности исследуемых сортов озимой пшеницы для условий Краснодарского края. Данные модели позволяют корректировать норму высева с учетом разнокачественности сортов озимой мягкой пшеницы с целью обеспечения полной реализации генетического потенциала каждого сорта, формирования максимального уровня урожайности высококачественных семян и экономической эффективности семеноводства культуры.

Разработаны и рекомендованы технологические приемы возделывания озимой мягкой пшеницы на семена в условиях Краснодарского края. Внедрение научных разработок в практику позволило повысить выход кондиционных семян и продуктивность районированных и перспективных сортов озимой мягкой пшеницы.

Методология и методы исследований. Эксперимент был проведен на основе теории планирования многофакторных экспериментов в полевых условиях. Теоретическая и методическая база исследования опиралась на работы отечественных и зарубежных ученых, посвященные разработке технологий семеноводства озимой пшеницы. В процессе разработки, планирования и проведения полевых и лабораторных опытов использовались разнообразные источники информации, включая научные статьи, монографии и другие материалы. При выполнении исследований применялся системный подход. Статистическая обработка данных, полученных в результате сбора урожая, проводилась в программе STATISTICA,

а дисперсионный анализ осуществлялся по методике, предложенной Б. А. Доспеховым. Математическую обработку данных провели по методике Е. А. Эберхарта и У. А. Рассела, модифицированной В. З. Пакудиным. Параметры пластичности (коэффициент регрессии) и стабильности (среднее квадратическое отклонение от линии регрессии), предложенные в этой методике, дают возможность прогнозировать и предвидеть поведение сорта в производственных условиях. Оценка проростков проводилась согласно методике, разработанной Б.С. Лихачевым. В работе для определения адаптивности и стабильности сортов озимой пшеницы использовались критерии оценки, предложенные В. В. Хангильдином.

Основные положения, выносимые на защиту:

- характеристика основных параметров продукционного процесса в зависимости от сортового состава и нормы высева;
- результаты анализа площади листьев, фотосинтетической продуктивности посевов, эффективности использования солнечной энергии исследуемыми сортами озимой пшеницы;
- характеристика влияния погодных условий на продуктивность сортов при разных нормах высева;
- уровни урожайности зерна, параметры адаптивности и качества, математические закономерности формирования семенной продуктивности в зависимости от влияния биотических и абиотических факторов;
- реакция сортов озимой мягкой пшеницы на выращивание с разной нормой высева в условиях Центральной зоны Краснодарского края;
- экономическая эффективность выращивания исследуемых сортов при разных нормах высева.

Объект и предмет исследования. Объект исследования – сорта озимой пшеницы Краснодарская 99, Юка, Гром, Протон, Калым, Васса и Этнос. Предмет исследования – семенная продуктивность и качество семян сортов озимой мягкой пшеницы с различной архитектоникой в зависимости от густоты стеблестоя.

Степень достоверности результатов исследований. Достоверность полученных результатов экспериментальных исследований подтверждается достаточ-

ным количеством наблюдений, анализов и учетов в полевом опыте, данными лабораторных исследований, а также методами расчета корреляционного анализа и экономической эффективности возделывания озимой пшеницы в соответствии с методическими указаниями: Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур (1984), Методика полевого опыта (с основами статистической обработки данных) (1985), Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985), Параметры оценки гомеостатичности сортов селекционных линий в испытаниях колосовых культур (1986), Методические рекомендации по определению экономической эффективности использования научных разработок в земледелии (1986), а также положительными результатами внедрения их в производство.

Апробация работы. Результаты исследований апробированы на VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, 2013); Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Виртуозы науки» (Краснодар 2023); научно-практической конференции «Современные векторы развития науки» (Краснодар, 2024); Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС «Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении» (Краснодар, 2024); Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Б. И. Тарасенко и 130-летию со дня рождения профессора А. П. Джулая «Почвенное плодородие – основа устойчивого развития сельскохозяйственного производства» (Краснодар, 2024).

Результаты, полученные в ходе проведения исследований внедрены в ОАО Райсемхоз «Элита» Белоглинского района и на полях АО «Воронцовское» Динского района Краснодарского края на площади 118 га и 105 га соответственно. Урожайность семян озимой пшеницы в 2024 г. в среднем составила 7,65 т/га.

Личный вклад соискателя. Автор лично участвовал в проведении полевых и лабораторных исследований, собирал данные, проводил наблюдения и анализи-

ровал результаты в течение 6 лет (2011–2014, 2021–2024 гг.). Полученные данные были обобщены, подвергнуты математическому анализу и теоретическому обоснованию. Доля личного участия в публикациях, выполненных в соавторстве, пропорциональна числу соавторов.

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 15 научных работ, в том числе 9 – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 179 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, включающего выводы, предложения производству, перспективы дальнейшей разработки темы, списка литературы и приложений. Работа содержит 34 таблицы, 14 рисунков и 9 приложений. Список литературы включает 265 источников, в том числе 23 – иностранных авторов.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ СОРТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Агроэкологические особенности озимой пшеницы при формировании сортовой агротехники

Озимая пшеница является в настоящее время одной из основных зерновых культур мирового земледелия, опережая другие по посевным площадям, валовым сборам и распространенности по миру. Ни одна культура не может сравниться с пшеницей по ареалу возделывания, адаптивности и гомеостатичности, что свидетельствует о ее стратегическую значимость как одной из главных культур в историческом плане, в настоящее время и на перспективу [3, 29, 45, 46, 68, 69, 100, 194].

Как многие столетия назад, так и в настоящее время пшеница принадлежит к лидерам мирового зернопроизводства. Эта культура известна человечеству уже шесть тысяч лет, а родиной ее считают арабские степи. В настоящее время регионы выращивания культуры очень велики, они охватывают многие страны мира с разнообразными природно-климатическими и хозяйственно-экономическими условиями выращивания, что стало возможным в результате создания адаптивных сортов. Главный пшеничный пояс простирается в Северном Полушарии Земли, несколько меньше эта культура распространена в Южном Полушарии. Основные районы выращивания пшеницы в мире – это Центральные равнины США, соединенные на севере со степными провинциями Канады, а также степные равнины Аргентины, равнины Юго-Западной и Юго-Восточной Австралии, Степи России, Казахстана, Украины и Китая. Наибольшая урожайность исследуемой культуры зафиксирована в США, Канаде, Австралии, России и Казахстане [120, 166, 196, 236, 250].

Увеличение производства высококачественного зерна было и остается ключевой задачей всего агропромышленного комплекса Российской Федерации. Производство озимой мягкой пшеницы, в значительной степени, определяет эконо-

мические показатели Южного и Северо-Кавказского федеральных округов Российской Федерации [204, 207, 210].

Изменяющаяся среда обитания в течение вегетационного периода воздействует на жизненные процессы растения. Весь комплекс климатических факторов внешней среды складывается из трех основных режимов: водного, температурного, светового и освещенности. По мнению ряда авторов [190] факторы жизни растений делятся на три группы: 1) нерегулируемые (зимние температуры воздуха, продолжительность существования и толщина снежного покрова); 2) частично регулируемые – факторы, которые в принципе можно регулировать, но их регулирование осуществляют на малой площади из-за большой энергоемкости или низкой эффективности приема. Частично регулируемый фактор часто переходит в ранг нерегулируемого; 3) третья группа факторов – это те, которые человек может регулировать на больших площадях.

Климатические факторы внешней среды оказывают решающее влияние на величину урожая и качество зерна озимой мягкой пшеницы, параметры которых человек пока не может регулировать [46, 47, 136, 184, 198, 247].

Различный режим освещения привел к формированию на Земле нескольких групп растений, различающихся по биологическим, физиологическим и морфологическим признакам, свидетельствует о ключевой роли этого фактора в жизни растений. Фотопериодическая реакция растений имеет приспособительный характер не только к длине дня как экологическому фактору, но и ко всему комплексу внешних условий. Принадлежность растений к определенной группе зависит также от их географического происхождения и распространения [28, 237, 264].

Российская Федерация расположена в Северном полушарии, где вегетация растений протекает в условиях продолжительного дня и короткой ночи. В процессе эволюции здесь сформировалась группа длиннодневных растений [28, 259]. К таким культурам относится озимая пшеница, которая по праву считается ярким представителем данной группы. В весенний период вегетации продолжительный световой день (не менее 13–14 ч) способствует накоплению большого количества пластических веществ и формированию вегетативной массы растений [48].

Недостаток освещения способствует удлинению первого (нижнего) междоузлия и образованию узла кущения ближе к поверхности почвы, что снижает зимостойкость растения. Интенсивное солнечное освещение и понижение температуры вызывают торможение роста первого междоузлия и способствуют более глубокому залеганию узла кущения, что обеспечивает лучшую перезимовку озимой пшеницы [40, 190, 206].

Озимая пшеница – достаточно жаровыносливая и засухоустойчивая культура, но менее зимостойкая, чем озимая рожь. Однако при слишком высоких температурах (выше 40 °С), при недостатке влаги и сухих ветрах нарушается нормальный процесс фотосинтеза, повышается транспирация, тормозится рост растений, что препятствует хорошему наливу зерна. В течение вегетационного периода растения расходуют большое количество влаги. Критический период по отношению к влаге – выход в трубку-колошение [53, 109].

Ни один из климатических факторов не может быть заменен другим. По своему физиологическому действию все они имеют равное значение для жизни растения [147, 148].

Выведение сортов и размножение семян – это довольно специфические отрасли сельского хозяйства. Однако эти процессы составляют основу всей нашей деятельности и являются средством достижения ее результатов. А именно, любой кусочек хлеба, который мы едим, производится из зерна растения, посеянного здоровыми, продуктивными, генетически желаемыми, запланированными, о которых заботятся, и таким образом произведенными семенами [17, 24].

Качество семян имеет огромное значение с точки зрения обеспечения высоких и стабильных урожаев. В разных странах существуют общепринятые термины, которые характеризуют важнейшее свойство семян на начальных этапах органогенеза. Еще в 1876 году был введен термин «движущая сила» (в настоящее время этот термин известен как «энергия прорастания»), который отображает способность семян к ускоренному и одновременному прорастанию в лабораторных или полевых условиях [256].

Современные подходы к оценке силы роста семян можно условно разделить на два основных уровня: 1) уровень целостного организма и 2) биохимический

уровень. Первый включает анализ энергии прорастания и всхожести семян в условиях, приближенных к неблагоприятным полевым обстоятельствам. Второй основан на изучении биохимических процессов, отражающих метаболическую активность семян, причем такие методы могут не предполагать воздействия стресс-факторов [5, 227].

Б. С. Лихачев, работая в лаборатории семеноведения ВИРа, адаптировал метод Прикладова для зерновых культур и разработал систему классификации проростков, разделив их на пять подгрупп на основе балльной оценки. Этот подход предполагает дифференцированное определение всхожести, что позволяет учитывать индивидуальные особенности развития проростков, тем самым повышая точность и объективность оценки посевных качеств семян [117]. По мнению В. Д. Недикты, разработка методов определения силы роста семян должна быть направлена на установление взаимосвязи этого показателя с уровнем полевой всхожести, темпами роста и развития растений, а также их конечной продуктивностью [154]. Одним из таких методов является морфофизиологическая оценка проростков, которая включает анализ длины побега, его целостности, степени развития и пигментации листьев, количества и размеров зародышевых корешков, а также общего состояния проростка (наличие морфологических отклонений, степень поражения фитопатогенами и др.). Эти параметры отражают сложные физиолого-биохимические процессы, происходящие в ходе роста и развития проростков, и являются удобными для идентификации. Метод Лихачева можно отнести к категории методов истощения, которые применяются для оценки развития проростков до их перехода на автотрофное питание. Этот подход позволяет дифференцированно определять всхожесть, учитывая индивидуальные особенности проростков, что повышает точность оценки посевных качеств семян [117].

В 60–80-х годах XX века проблема оценки силы роста семян активно изучалась отечественными специалистами, а разработанные методы внедрялись в практику через ГОСТы и методические рекомендации. Однако в последующие годы интерес к этой теме значительно снизился. Дальнейшее развитие данной области семеноводства происходило преимущественно за рубежом, где при международ-

ных организациях по тестированию семян были созданы специализированные комитеты, занимающиеся разработкой и внедрением методов оценки силы роста семян [18, 152, 165, 196].

Учитывая новые требования к сортам и гибридам в селекционном процессе разработан и успешно внедрен ряд инновационных методов, которые включены в требования государственных и отраслевых стандартов, рекомендованы для использования в практических условиях для сертификации семян основных зерновых и зернобобовых культур. Например, к ним следует отнести холодовой тест при исследовании качественных показателей семян кукурузы, а также кондуктометрический тест определения параметров качества бобовых культур и тест для семян сои на ускоренное старение [5, 264].

Пшеница нуждается в достаточном количестве влаги на протяжении всей вегетации. Транспирационный коэффициент у пшеницы составляет 400–500, в благоприятные по влажным годам он снижается до 300, в засушливые – повышается до 600–700. Критический период в водопотреблении озимой пшеницы – период трубки, особенно за 15 дней до колошения с продолжительностью около 20 дней, когда растение интенсивно растет и у него формируются колоски, цветки [96, 108].

Исследуемая культура требовательна к плодородию почвы. Оптимальным является pH 6,0–7,5. Корневая система пшеницы лучше развивается на рыхлых почвах, плотность которых составляет 1,10–1,25 г/см³. При плотности 1,35–1,40 г/см³ рост корней угнетается. Чрезмерная рыхлость почвы (плотность менее 1,1 г/см³) тоже неблагоприятна для формирования корней, так как при оседании почвы возможен обрыв корней (что бывает, например, при запоздалой вспашке). Азотные удобрения более ценны для растений весной и летом – для усиления роста, формирования зерна и увеличения в нем содержания белка [95, 151, 179].

Для получения высоких, устойчивых и качественных урожаев наряду с оптимизированными агроприемами необходимо уделить внимание правильному подбору сортов. Особенно это актуально в условиях реформирования сельскохозяйственного производства на рыночных условиях, поскольку использование высокопродуктивных, адаптированных к условиям выращивания сортов позволяет по-

высить не только урожайность озимой пшеницы, а также и экономические показатели [21, 70].

Внедрение нового сорта в производство, прежде всего, является наиболее дешевым средством повышения продуктивности и экономической эффективности выращивания культуры. Это связано с тем, что величина урожая определяется адаптивным и продуктивным потенциалом определенных сортов, который, в свою очередь, реализуется в тесной связи с факторами внешней среды и агротехническими мерами выращивания [168].

Однако в некоторых случаях видимого роста урожайности новых сортов в производстве не наблюдается. Это можно объяснить не только недостаточным уровнем технологии их выращивания, но и тем, что потенциал новых сортов даже в оптимальных условиях реализуется только на 50–60 %, что связано с адаптивностью сортов. Помимо повышения урожайности, внедрение новых сортов способствует повышению качества растениеводческой продукции. Это связано с тем, что содержание отдельных химических веществ в зерне значительно колеблется в зависимости от сорта и почвенно-климатических условий выращивания. В то же время, в зависимости от места выращивания содержание клейковины в определенном сорте может достигать до 30 % и более [91, 103, 120, 188].

Научные исследования и практический опыт показывает, что эффективно выращивать сорта озимой пшеницы с высоким потенциалом продуктивности могут позволить себе хозяйства, в которых существует возможность поддерживать высокую культуру земледелия и уровень агрофона с внесением минеральных удобрений, применением пестицидов и т. д. На площадях с низким уровнем агрофона и для хозяйств с ограниченным ресурсным обеспечением необходимо высевать пластичные сорта, которые характеризуются адаптивностью к неблагоприятным природным и агротехническим факторам, под пластичностью понимают способность сорта формировать высокую урожайность в широком диапазоне почвенно-климатических условий [19, 35, 146, 169, 194].

Для засушливых условий созданы засухоустойчивые и жаростойкие сорта южной и степной экотипа, которые нашли широкое распространение в Красно-

дарском крае и других южных регионах России. Существуют также толерантные сорта к ранним, поздним срокам сева, а также двуручки с возможностью высева их как в осенний, так и в весенний периоды. Однако при этом большая доля новых отечественных сортов универсальна, то есть имеют высокий потенциал урожайности, который раскрывается при наиболее благоприятных условиях, в то же время эти сорта несущественно снижают урожайность при снижении общего уровня агрофона. Большинство сортов универсального типа также имеют высокий генетический уровень качества зерна или семян и относятся к так называемым «сильным» пшеницам. Следует заметить, что учитывая спрос на производстве в последние 10–15 лет получили распространение сорта так называемые «сверхсильные» пшеницы, отличающиеся от «сильной» более высокими показателями качества и адаптивным потенциалом [1, 66, 67, 82].

Так, для сортов, рекомендованных к выращиванию в зоне неустойчивого или недостаточного увлажнения важны биометрические параметры. Так, оптимальной высотой растений является 95–105 см, что позволяет им быть более устойчивыми к полеганию, обеспечивает высокую конкурентную способность растений с сорной растительностью, формировать оптимальную площадь листовой поверхности для формирования высоких и качественных урожаев. Сорта, рекомендованные для засушливых условий, более толерантны к неблагоприятным условиям и имеют высокий уровень чувствительности к улучшению общего агрофона. При этом сорта в пределах каждой экологической группы могут существенно отличаться по таким показателям как: урожайность и качество, длина вегетационного периода, высота растений, наличия или отсутствия, устойчивость к определенным возбудителям болезней и т. д. [21, 36, 132, 133, 134, 135, 247].

После создания селекционерами и внедрением новых высокоинтенсивных сортов с разными агробиологическими особенностями в производство возникла необходимость в уточнении ключевых агротехнических приемов и определении оптимальных условий выращивания озимой пшеницы с учетом региональных и агроклиматических условий. Поскольку соблюдение основных приемов агротехники, отвечающих биологическим требованиям сорта, является важным резер-

вом повышения продуктивности озимой пшеницы. В современной адаптивной технологии важнейшими элементами считаются оптимальные нормы высева, систему минерального питания растений, в значительной степени зависящие от почвенных условий и систем агромероприятий на уровне поля, севооборота и хозяйства [19, 84, 128, 129, 130].

1.2 Оптимизация системы семеноводства озимой пшеницы с учетом региональных природно-климатических и хозяйственно-экономических условий

Увеличение производства высококачественного зерна было и остается ключевой задачей агропромышленного комплекса Российской Федерации. На сегодняшний день потенциал этой отечественной отрасли реализуется недостаточно, а для его развития необходимо задействовать все неиспользованные резервы, имеющиеся как в аграрной науке, так и в сельскохозяйственном производстве. Дальнейшее развитие семеноводческой отрасли требует комплексной основательной оценки и пересмотра целого ряда позиций по структурным, организационно-экономическим, технико-технологическим и рыночным условиям функционирования зернового комплекса государства [34, 44, 79, 182, 189, 203, 218, 225, 227, 234, 264].

Актуальные вопросы совершенствования селекции и семеноводства: дальнейшее изучение и использование генетического разнообразия сельскохозяйственных культур для разработки наукоемких эффективных технологий в растениеводстве, а также сохранения и восстановления их разнообразия; разработка национальной стратегии *in situ* сохранения генетических ресурсов растений России, а также создание, модификация и применение новых технологий и методов *ex situ* хранения коллекций; продолжение разработки теоретических основ селекции сельскохозяйственных культур с учетом современных знаний и информационных связей; усовершенствование существующих и создание новых селекцион-

ных, генетических, цитогенетических, биохимических, физиологических, биотехнологических методов и способов комплексной оценки исходного и селекционного материала сельскохозяйственных культур, а также новых технологий селекционного процесса на основе методов индуцирования адаптивно значимой генотипической изменчивости и идентификации исходных генотипов для создания сортов и гибридов нового поколения, сочетающих стабильно высокую продуктивность и повышенное качество продукции с толерантностью и устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам среды; выделение и синтез принципиально новых доноров и генетических источников с повышенной устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам, сочетающих комплекс хозяйственно-ценных признаков; разработка эффективных зональных технологий первичного и промышленного семеноводства, обеспечивающих выход высококачественных семян, ускоренное освоение новых сортов и гибридов [43, 70, 99, 118, 153, 187, 196, 230].

Озимая пшеница сохраняет положение важной сельскохозяйственной культуры, занимая значительные площади земель сельскохозяйственного назначения [77, 200, 201, 250]. Анализ показателей сельскохозяйственных организаций России в 2020 году позволяет сделать вывод о том, что крупные сельхозтоваропроизводители получают наибольшую урожайность зерна и рентабельность от производства и реализации озимой пшеницы [111, 260].

Более половины населения мира использует для пищевых целей зерно пшеницы [140, 252]. Она была известна уже примерно 6,5 тыс. лет до н.э. народам Ирака, около 6 тыс. лет – земледельцам Египта (по некоторым данным – даже 10 тыс. лет), около 5 тыс. лет – Китая. На территории СНГ, в частности современной Грузии и Среднеазиатских республик, пшеницу начали выращивать еще в 4–3-тысячелетиях до н.э. [47, 95, 161, 243, 257, 258].

Данные многих научных исследований свидетельствуют о том, что размеры листовых пластинок, срок жизни листьев и продуктивность работы листовой поверхности посевов оказывают существенное влияние на формирование сухого вещества растения и уровень урожая зерна. При неблагоприятных условиях вы-

ращивания озимой пшеницы площадь листовой поверхности с 1 га составляет до 25 тыс. м²/га, а при благоприятных – около 50 тыс. м²/га [102, 150, 207].

Листья выполняют важную физиологическую функцию. В них происходит процесс фотосинтеза. Рост листьев проходит в период от появления всходов до цветения-оплодотворения. На главном побеге у большинства сортов закладывается всего 8–10 листьев. На боковых побегах образуется на 1–3 листка меньше. По длительности вегетации озимая пшеница значительно отличается от яровой [42, 179, 230, 263].

При выращивании озимой пшеницы не существует первостепенных и второстепенных факторов, поскольку несоблюдение хотя бы одного из элементов агротехники приводит к неизбежным нарушениям физиологических процессов и потерь урожая. Особое значение соблюдения агротехники выращивания приобретает при выращивании семян исследуемой культуры или при выращивании высококачественного зерна сильной пшеницы, что связано с четкой закономерностью полного соблюдения агротехнических параметров с уровнями продуктивности и показателями качества семян или зерна [47, 52, 156, 157, 207, 216, 264].

Выращивание озимой пшеницы с использованием современных интенсивных технологий требует применения минеральных удобрений и пестицидов, которые, при нарушении требований безопасного их использования, способны снижать качество растениеводческой продукции, загрязнять почвы, водоемы, а также оказывать негативное влияние на здоровье человека. Соответственно, биологизация сельскохозяйственного производства приобретает все большую актуальность [21, 88, 102, 162].

По мнению многих исследователей, высокие дозы азотных удобрений, внесенные однократно, оказывают негативное влияние на ход фотосинтеза. При этом их применение вызывает создание большей оптимальной площади листьев и снижения фотосинтетической деятельности листовой поверхности. Возникающий при этом дефицит углеводов изменяет габитус растений (они становятся более удлиненными), уменьшает механическую прочность стеблей, увеличивает склонность к полеганию, что в конечном итоге может отражаться на урожайности [39, 99, 121, 207, 235].

Существуют также разные экологические группы сортов, которые отличаются разной экологической пластичностью. Причем этот термин отражает степень реакции определенного сорта на изменение условий выращивания. Так, к высокопластичным сортам относятся такие сорта, которые способны быстро усиливать различные полезные признаки при улучшении условий выращивания. Низкопластичные сорта озимой пшеницы в меньшей степени реагируют на изменения среды и наиболее пригодны для выращивания в неблагоприятных природных или агротехнических условиях, где они либо не уменьшают урожайности, либо такое снижение является несущественным [63, 146]. Следует отметить, что наиболее адаптированными к условиям Краснодарского края являются сорта степного эко-типа, которые, с одной стороны, в максимальной степени реализуют урожайный потенциал, а с другой, наиболее устойчивы к засухе, дефициту влаги, воздействию вредных организмов, нарушениям технологического процесса и другим неблагоприятным факторам [1, 49, 62, 64].

1.3 Оптимизация приемов сортовой агротехники для предотвращения снижения параметров сортов в процессе размножения и использования в условиях производства

В семеноводстве осуществляются два главных процесса: сортосмена и сортообновление. Оба процесса функционально связаны и направлены на решение главных задач: стабильного производства семян на основе высокой урожайности и получения максимальных сборов на семеноводческих участках; обеспечение полноценных семян по сортовым, физическим, посевным и физиолого-биологическим показателям, фито- и эколого-санитарному состоянию [203].

На всех этапах производства элитных семян его состояние контролируется методами семеноведения, изучающего развитие семян на растении от образования зиготы до созревания, процессы, которые в нем происходят от уборки к севу, в период к всходам и переходу молодых растений на автотрофное питание. В се-

менах сосредоточен весь запас генетической информации сорта, а также запасные питательные вещества, необходимые для развития растений; она обладает приспособительными функциями для размножения. Качество семян формируется под влиянием факторов внешней среды, они же определяют урожайность дочерних растений. Посевные и урожайные свойства семян константного сорта определяются условиями выращивания материнских растений и в соответствии с этим результат модификационной изменчивости. Это означает, что задача семеноводства состоит в том, чтобы на основе знаний об оптимальных условиях формирования высококачественного посевного материала использовать природные ресурсы и создавать предпосылки для полной реализации потенциальных возможностей сорта [1, 73, 197, 221].

Однако семеноводство, как отрасль, остается еще недостаточно развитой. Основными причинами низкой эффективности семеноводческой отрасли является несоблюдение элементарных требований семеноводческой агротехники и недостаточное научное обоснование методов семеноводства. Очевидно, необходимо развивать исследования, посвященные разработкам теоретических основ хранения генетической чистоты сортов при их размножении, изучению биологических аспектов повышения посевных качеств и урожайных свойств семян, совершенствованию методов и схем ведения первичного, элитного и репродуктивного семеноводства с целью ускорения сортообновления и сортосмены [206].

Пшеница мягкая озимая – самоопыляющаяся культура. Большинство ее современных сортов – это потомки индивидуальных отборов элитных колосьев (или растений), а затем сортовые посевы должны быть в высокой степени гомогенными. Анализ структуры сортовых посевов показал, что за внешней однородностью проявляется значительная внутрисортовая изменчивость по отдельным морфометрическим признакам и параметрам качества семян. Без применения четкого сортового контроля спектр внутрисортовой изменчивости с каждым годом пересева семян может расти и сорт будет постепенно терять свою специфическую атрибутику. Причины этого явления могут быть разными [65].

Каждый сорт в процессе репродукции изменяется по разным биологическим и хозяйственным признакам. В течение многих поколений в популяции (совокупности) растений, составляющих сорт и фенотипически отражающих все его признаки и свойства, могут происходить как положительные в прагматичном отношении, так и отрицательные изменения, в зависимости от направления естественного отбора, степени гетерогенности сорта, его модификационной изменчивости, мутационных сдвигов и других факторов, определяющих взаимодействие наследственности и внешних условий, связь генотипа и фенотипа. В процессе репродукции сорт благодаря механизму естественного отбора при наличии в его структуре определенной гетерогенности может приспособиться к условиям выращивания, и это в отдельных случаях может повысить его жизнеспособность, но по-разному отразится на продуктивности [79].

При благоприятных (или неблагоприятных) агроэкологических условиях выращивания возникают длительные модификации, которые повторяясь из года в год, создают предпосылки для улучшения или ухудшения биологических особенностей сортов. Благоприятные условия обуславливают повышение урожайности, но одновременно происходят и другие процессы, которые в некоторых зонах могут иметь преимущество перед первым – процессы ухудшения биологии сорта или его вырождения [51].

Процесс ухудшения («вырождения») сортов очень сложен и недостаточно изучен. Он не имеет какого-то четко определенного линейного характера и поэтому его трудно контролировать и прогнозировать, потому что он многофакторный и каждый из факторов очень изменчив в пространстве и времени, то есть зависит не только от генотипа сорта, но и от эколого-географических, почвенно-климатических и агротехнических условий. Причины ухудшения, то есть деградация сортов, могут носить как мысленный, так и реальный характер. Ряд авторов [61, 79, 99, 117, 152] перечисляют следующие важнейшие причины мнимого и фактического ухудшения сортов:

- 1) механическое засорение;
- 2) естественная (спонтанная) гибридизация (биологическое засорение);

- 3) спонтанный мутагенез;
- 4) мелкие генетические изменения;
- 5) выборное действие болезней;
- 6) способы селекционной работы.

Большинство исследователей считают, что ухудшение биологических и хозяйственных признаков у сортов в процессе их пересевов, то есть многолетнего использования, связано с механическим и биологическим засорением, расщеплением и появлением мутаций, увеличением заболеваемости растений [53].

Растительный организм – это стройная биологическая система. Изменчивость неконтролируемых признаков и свойств, среди которых значительная доля имеет скрытую физиологическую природу, из-за генотипных и фенотипических корреляций влияет на изменчивость продуктивности и качества продукции, адаптивную способность растений и другие свойства. Наличие в структуре посева сорта растений с разным адаптивным свойством под длительным давлением естественного отбора рано или поздно приводит к изменению самой структуры, сорт при таких условиях через механизмы акклиматизации приобретает новые свойства, с новой полезной реакцией на условия выращивания. Скрытая внутрисортная изменчивость у некоторых сортов пшеницы мягкой озимой может проявляться по длительности периода яровизации и реакции на фотопериод [94].

В полевых опытах при изучении естественной изменчивости анализирующим фоном была разная по длительности яровизация с последующим весенним посевом в сроки, не допускающие естественную яровизацию. Оказалось, что у озимого сорта пшеницы Ранняя 12 есть биотипы, которые колосятся без яровизации. Это, как правило, позднеспелые формы. Научная литература содержит значительную по объему информацию о том, что появление биотипов с разной продолжительностью периода яровизации у озимой пшеницы является распространенным явлением. Объясняется тем, что ряд сортов были созданы индивидуальным отбором из полиморфных популяций отдаленного эколого-географического происхождения, что, в свою очередь, позволило распространить озимую пшеницу в новые районы выращивания [52].

Длительный период осеннего развития растений, создаваемый погодными условиями и ранними сроками сева, нивелирует различия по яровизации при пониженных температурах. Известно, что растения одного сорта с меньшей потребностью в продолжительности яровизации при ранних сроках сева зимуют хуже, чем растения с более продолжительным яровизационным периодом. Поэтому с севера на юг пестрота популяций озимых сортов растет. В северных районах происходит естественный отбор биотипов с более продолжительной яровизацией, акклиматизация происходит в направлении повышения зимостойкости. Четкие отличия по продолжительности яровизационного периода имеют генетическую природу, при этом внутрисортная изменчивость по этому свойству не сопровождается изменениями морфологии растений, поэтому контролировать ее можно только методами молекулярной биологии [86].

В каждой эколого-географической зоне в результате природного и искусственного отбора формируется свой, специфический тип озимости с определенной генетической природой, которая обеспечивает в конкретных условиях оптимальную глубину покоя и зимостойкость. Это приспособительное свойство сорта определенного экотипа. Но в связи с тем, что естественный и искусственный отбор в разных географических районах проходят на фоне оптимальных для каждой зоны сроков сева, они способствуют сохранению биотипов с определенной генетически обусловленной длительностью периода яровизации. Адаптация (акклиматизация) в этом случае происходит на уровне блока генов, о чем свидетельствуют исследования запасных белков [53, 188].

Механическое засорение и природное переопыление (биологическое засорение) – это главные, наиболее распространенные и опасные причины ухудшения качества сортов. Только в тех случаях, когда растительные примеси под влиянием неблагоприятных факторов среды совсем не дадут семена (например, в результате гибели растений ярового ячменя в посевах озимой пшеницы от морозов), а растения основного сорта при тех же условиях сохранятся, возможно полное выдавливание из посева растений-засорителей, несмотря на более высокую конкурентоспособность последних [36].

Природное спонтанное переопыление, приводящее к биологическому засорению, опасно для сортов с разной биологией размножения, но особенно вредно для перекрестноопыляемых культур, поэтому для них установлены определенные нормы пространственной изоляции, которые нужно четко соблюдать. Спонтанная гибридизация возможна и для различных самоопыляющихся растений. Так, научными исследованиями установлено, что при определенных экологических условиях создание спонтанных межсортовых гибридов у озимой твердой пшеницы находится в пределах от 0,2 до 20,0 %. Повышается вероятность перекрестного опыления сортов пшеницы, расположенных в полевых условиях на небольших участках. В этих условиях срабатывает механизм дрейфа генов. Биологическое засорение может происходить также в результате привлечения к спонтанной гибридизации мутантов и новых форм, возникающих путем расщепления новых сортов в первые годы их использования [55, 77, 91].

Биологическое засорение не играет существенного значения в динамике сортовой чистоты посева, так как его доля в общем засорении практически незначительна. Разумеется, о значении биологического засорения нужно вести разговор конкретно, с учетом культуры, биологии ее цветения и оплодотворения. Например, у ячменя биологическое засорение вообще незначительно и возможно, в основном, из-за механизма мутагенеза. Другое дело, когда речь идет об озимой мягкой или твердой пшенице, здесь значительна вероятность открытого цветения и перекрестного опыления, благодаря чему в отдельных зонах возможна значительная спонтанная гибридизация [43].

Новые формы растений с существенным отклонением от типа основного сорта могут возникать по отдельным сортовым признакам, особенно тем, которые детерминируются многими генами (длина и продуктивность колоса). Такие формы становятся сортовыми примесями и часто имеют такой же коэффициент размножения, что и основной сорт. Они должны удаляться с посевов на всех этапах размножения сортов путем прополок. В окружающей среде под влиянием разных факторов происходит мутационный процесс. Спонтанные мутации могут возникать по разным признакам, биологическим и хозяйственным свойствам пшеницы.

Частота таких мутаций сравнительно невелика, однако в своей совокупности они дезинтегрируют настроенную в процессе природного и искусственного отбора биологическую систему растительного организма [51].

Мутации в большинстве случаев сами по себе не могут являться серьезным фактором ухудшения сортов. Угроза от мутантов растет в тех случаях, когда они спонтанно скрещиваются с другими растениями, тогда главным фактором биологического засорения сортового посева становятся спонтанные гибриды, часто проявляющие гетерозисный эффект и характеризующиеся повышенной продуктивностью, что приводит к повышению коэффициента их размножения. В результате такой ситуации часто бывает трудно выявить мутации в первые годы появления, но в процессе размножения сорта частота их может увеличиваться. Периодическими отборами и размножения элитных растений, типичных для конкретного сорта, из посевов извлекаются разные примеси, в том числе и мутантного происхождения, благодаря чему устраняется отрицательное воздействие мутаций [65, 76].

Сорта в отдаленных репродукциях (пересев элиты) устойчиво сохраняют свои биологические и хозяйственные признаки, определяющие их адаптивные свойства и урожайность. Устойчивость к абиотическим и биотическим факторам, высота растений, продолжительность вегетационного периода, количество колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен и другие признаки генетически детерминированы. Нежелательные изменения наследственности по этим признакам носят не групповой (генотипический), а индивидуальный характер. Происходят они редко только в отдельных растениях и поэтому не могут быстро, без длительного действия естественного отбора, обусловить ухудшение сорта. Более низкая урожайность отдаленных репродукций по сравнению с элитой может быть связана с лучшими условиями ее (элиты) выращивания, что оказывает положительное влияние на физические и посевные качества семян. Преимущества элитных семян по урожайности объясняется модификационной изменчивостью, они носят кратковременный характер [91].

В опытах П. П. Лукьяненко семена IV репродукции обеспечивали такую же урожайность, как и семена I репродукции, а семена VI репродукции по урожай-

ным свойствам не уступали семенам элиты. В многолетних опытах по изучению урожайности семян сортов озимой пшеницы Безостая 1 заметного снижения его урожайных свойств не наблюдалось до X репродукции, а семена VII–X репродукций не уступали по урожайности семенам I и II репродукций. Выявленная в первый год испытания существенная разница в урожайности семян элиты и III репродукции обусловлена влиянием места репродукции, т. е. последствием условий выращивания материнских растений в предыдущий год, а также разными посевными качествами семян. В последующие годы (пересев) влияние условий выращивания ослаблялось, и разница между репродукциями уменьшалась [120]. Характер внутрисортной изменчивости количественных признаков можно оценить только благодаря изучению потомков отборов. Корректные выводы можно сделать благодаря использованию различных биохимических и молекулярно-генетических маркеров.

Очевидно, характер изменчивости сорта в течение длительного периода его воспроизводства связан с длительными модификациями, этот вопрос еще не получил освещения в научной литературе. Данные государственных сортоиспытательных станций и научных экспериментов свидетельствуют, что в первый год после действия некоторых факторов (например, условий питания) семена способны повышать урожайность на 40 %, на второй – на 20 % и на третий – на 3–8 % [102].

Исследованиями установлено, что репродукция сортов в производстве в условиях научно-обоснованного семеноводства, применение мер, предупреждающих механическое засорение семян и болезни, не приводит к их ухудшению. Показано, что семена зерновых культур, выращенных в условиях высокой культуры земледелия и семеноводства, сохраняют свои высокие урожайные свойства длительный период, а в неудовлетворительных условиях могут терять их в первых репродукциях [127].

В Советском Союзе выполнены широкомасштабные исследования по влиянию экологических факторов на посевные и урожайные свойства семян зерновых культур. Изменчивость качества семян и их урожайных свойств обуславливается в значительной степени экологической разнокачественностью [141].

При выращивании семян в различных экологических условиях меняется много показателей, прежде всего крупность семян и зародышей, а также структура клеток. При благоприятных условиях сорта озимой пшеницы формируют большую массу зерновок и зародышей, чем при неблагоприятных условиях; чем крупнее семена, тем крупнее у них зародыши, обуславливающие особенности роста и развития растений на первых этапах онтогенеза. Не менее важное значение в жизни дочерних растений имеет эндосперм, а также сбалансированность зародыша и эндосперма по всем материальным и функциональным характеристикам [168, 238].

Все факторы окружающей среды по отношению к экологии семян группируют по следующим этапам: выращивание материнских растений и формирование семян; сохранение и улучшение качества семян; выращивание дочернего поколения и реализация урожайных свойств семян. Авторы полагают, что на каждом этапе необходимо изучать абиотические, биотические и антропогенные факторы воздействия в их динамике и взаимосвязи. По направлению и глубине воздействия их можно разделить на две большие группы – прямое и косвенное (побочное) действие. Факторы первой группы оказывают непосредственное влияние на семена во время его формирования, созревания, уборки, хранения и прорастания: температура, свет, влага, патогены, режим обмолота, очистки сортировки и другие; ко второй – факторы, действующие на материнские растения, а через них на семена: почвенные условия, удобрения, предшественники, сроки сева, климатические и агрометеорологические условия, вредители, болезни и т.д. Некоторые из названных факторов, в частности метеорологические условия, оказывают прямое и косвенное действие на семена [150].

М. М. Макрушин по оценке качества посевного материала урожай пшеницы разделяет на четыре типа:

- 1) высокая урожайность с высокими посевными свойствами семян;
- 2) высокая урожайность с низкими посевными свойствами семян;
- 3) низкая урожайность с высокими посевными свойствами семян;
- 4) низкая урожайность с низкими посевными свойствами семян.

Каждый из названных типов урожая формируется в определенных почвенно-климатических условиях [126].

Научными исследованиями установлено, что биологические свойства семян основываются на особенностях внутриклеточного метаболизма растений. Изменения в обмене веществ под влиянием комплекса факторов внешней среды тесно связаны с процессом дыхания. В частности, установлено, что интенсивность дыхания семян разных культур (в том числе и озимой пшеницы) зависит от их географического происхождения, то есть экологических условий. Семена, выращенные в южных условиях с недостаточным увлажнением, характеризуются меньшей интенсивностью дыхания, чем семена того же сорта, но северного происхождения. При этом условия репродукции сильнее влияют на энергию дыхания не только семян, но и выращенных из них растений [82].

Энергия прорастания семян, выращенных при более теплом режиме, у разных культур составляет 51–100 %, а при прохладных – от 42 до 87 %. За лабораторной схожестью существенной разницы не наблюдается. М. М. Макрушин считает, что снижение жизненных функций семян под влиянием низких температур при его формировании объясняется изменением содержания в семенах азотистых веществ в клетках зародыша. Продолжительность фотопериода тоже оказывает существенное влияние на формирование семян: в семенах, которые формируются и созревают в условиях длинного дня, семенные оболочки значительно толще, чем в семенах, которые образуются и созревают в условиях короткого дня. Такие семена имеют более низкую энергию прорастания, так как их росток тяжело проникает сквозь оболочку [126].

Воздействие факторов внешней среды на растительные организмы широко освещено в научной литературе. Накопленный уровень знаний, потребности производства и логика научных исследований служат базой для выделения из общей экологии растений специального раздела – экологии семян. Это обосновывается тем, что реакция на условия выращивания растений и семян различна, поскольку влияние факторов окружающей среды осуществляется в неодинаковом их генетическом возрасте: в растениях – на завершающей стадии (старение

и отмирание), у семян, более чувствительных к условиям среды, на стадии эмбрионального развития. Условия, особенности и результаты роста и развития растений нецелесообразно отрывать от биологии формирования семян, ведь посевные и урожайные свойства последних формируются под непосредственным влиянием материнских растений в системе генотип-средовых взаимодействий. Совершенно очевидно, что в широком смысле в раздел экологии семена должно входить изучение не только условий формирования, хранения и прорастания семян, но и условий выращивания материнских растений и их потомков [116, 148, 170].

Анализом литературных источников, в которых освещается проблема реализации урожайного потенциала семян разного эколого-географического происхождения, выявлена несогласованность и даже противоречивость данных. Это можно объяснить многими причинами, в том числе реакцией различных сортов на агроэкологические условия выращивания семян. Так, повышение потенциала продуктивности современных сортов пшеницы мягкой озимой связано с введением в их генотип доминантного гена *Rpd 1*, контролирующего реакцию растений на длину дня. Специальные исследования показали более высокую продуктивность изогенных линий с доминантным локусом *Rpd 1* по сравнению с локусами *Rpd 2* и *Rpd 3* как за счет массы зерна из головного колоса, так и растений в целом [19, 53, 152, 174].

В опытах Николая Аанисимовича Киндрука с соавторами выявлено значительное влияние географического происхождения растений озимой пшеницы на урожайные свойства семян. Разница по урожайности посевов разных сортов за счет высева семян разного географического происхождения нередко превышала сортовые различия и достигала 11,5 ц/га. Авторы пришли к выводу, что влияние географических условий на урожайные свойства семян более существенно, чем агротехнические [84]. Это объясняется тем, что в различных эколого-географических зонах на семена действует комплекс абиотических и биотических факторов, которые обеспечивают суммарный экологический эффект в виде изменений качества семян озимой пшеницы и продуктивности выращенных

из них растений. В каждой природно-экологической зоне реакция сортов на те или иные агротехнические мероприятия могут быть разными, но в семеноводстве необходимо выявлять и использовать положительные модификации за счет различных мероприятий, которые обеспечивают даже незначительные приросты урожая [178].

Высокоурожайные семена формируются при условии, когда в период от колошения до молочной спелости растения пшеницы подпадают под действие относительной влажности воздуха 50–30 % не более шести дней и ни дня – менее 30 %, а в период от молочной до восковой спелости – не более четырех дней с влажностью 50–30 % и ни одного дня – менее 30 %. Определена зависимость урожайных свойств семян озимой пшеницы от средней температуры, относительной влажности воздуха, количества атмосферных осадков, числа дней с экстремальными температурами (25 °С и выше, 10 °С и ниже) и влажностью воздуха (50 % и ниже, 80 % и выше) в период его формирования и созревания [92].

Полученные результаты были использованы для разработки экологической модели формирования разного уровня урожайных свойств – повышенного, среднего и сниженного. Согласно концепции отечественных ученых, лучшие условия для выращивания семян озимой пшеницы складываются в зонах достаточного увлажнения: вероятность формирования низкоурожайных семян в этих районах не превышает 20,0 %, т. е. не чаще одного раза в пять лет. Здесь получают высокие и постоянные урожаи зерна с небольшим количеством случаев гибели посевов от экстремальных факторов в осенне-зимний период [95, 107].

Таким образом, по результатам научных исследований можно сделать вывод, что урожайные свойства семян озимой пшеницы – признак не постоянный. Условия его выращивания определяют уровень реализации потенциальных возможностей сорта. Определенная роль в этом принадлежит и реакции сортов на условия прямого действия и после действия, их стабильности и пластичности. Только таким образом можно объяснить несогласованность и противоречивость данных, имеющих в научной литературе.

1.4 Влияние агротехнических факторов на разнокачественность, посевные и урожайные качества семян озимой мягкой пшеницы

Семеноводческие посевы озимой пшеницы возделываются с использованием тех же агротехнических приемов, что и на производственных. Однако, семеноводческие посевы должны формировать более высококачественные семена, которые обладают важнейшими характеристиками семян – не заражены патогенными микроорганизмами, обладают сортовой чистотой, выровненностью, высоким процентом всхожести и энергии прорастания. Такая особенность формирования сортовых технологий должна обеспечиваться дополнительными агроприемами, которые не характерны для выращивания исследуемой культуры посевов и состоят из общепринятой технологии выращивания интенсивного, ресурсосберегающего или иного типа [10, 14, 20, 159, 204].

Факторы, определяющие разнокачественность семян, включают экологические, генетические и матрикальные аспекты, которые не действуют изолированно, а взаимодействуют в рамках системы «генотип–среда». Наиболее значительное влияние на формирование семян оказывают гидротермические условия и агротехнологические приемы [45]. Материнские растения чутко реагируют на изменения окружающей среды, будь то благоприятные или неблагоприятные условия. Индикаторами такой реакции служат особенности роста и развития растений, которые отражают характер и интенсивность продуктивных процессов на протяжении их онтогенеза.

Ключевыми показателями урожайного потенциала посевов озимой мягкой пшеницы являются размеры листьев, общая площадь листовой поверхности на единице площади, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза. Эти характеристики агрофитоценоза динамичны во времени, но именно они фенотипически демонстрируют реакцию материнских растений на условия окружающей среды в различные фазы развития. Благодаря этому, они позволяют прогнозировать конечный результат – урожайность, а также качество зерна и семян [81, 93, 108].

По итогам полевых исследований отмечено, что интенсивная технология обеспечивает существенное повышение урожайности семян озимой пшеницы, увеличение на 3–7 % и больше выхода кондиционных семян и в то же время способствует повышению посевных качеств и урожайных свойств. На семеноводческих посевах необходимо применять интенсивную технологию с соблюдением правил экологической безопасности, особенно при нормировании доз неорганических удобрений и химических средств защиты растений [72, 112, 201, 228, 241].

Важнейшее значение в семеноводстве озимой пшеницы имеет структура посевных площадей и планирование севооборотов. Необходимость подбора лучших предшественников при выращивании исследуемой культуры обоснована во многих научных публикациях и рекомендациях [12, 119, 139].

Акцентируется внимание на том, что влияние предшественников на качество семян определяется тем, насколько они высушивают почву и в какой степени используют запасы питательных веществ почвы. Также установлено, что чем меньше предшественник в севообороте поглощает из почвы и расходует запас влаги и питательных веществ, тем лучше для семенной пшеницы [96, 155, 222].

Озимая пшеница, выращиваемая на семенные цели, по сравнению с другими зерновыми культурами более требовательна к предшественникам. Для получения удовлетворительных всходов в пахотном слое почвы должно быть доступной влаги не менее 15 мм, а для массового прорастания и получения дружных всходов уже необходимо 25–30 мм. При засушливой погоде в предпосевной период только при выращивании семенной озимой пшеницы по черному пару можно получить одновременные всходы, после кукурузы на силос – всходы могут быть только удовлетворительными или изреженными [186].

При выборе предшественника для семеноводческих посевов пшеницы необходимо учитывать биологию культуры, а также ее реакцию на условия выращивания. Лучшими предшественниками для культуры в основных регионах ее выращивания являются черные или занятые пары [11, 97, 155].

Особенно в зоне недостаточного или неустойчивого увлажнения важно размещать семеноводческие посевы озимой пшеницы только по паровым предше-

ственникам, что обеспечивает возможность в годы с разным уровнем обеспеченности осадками получать семенной материал с высокими посевными кондициями. В более северных районах Краснодарского края (зона достаточного увлажнения) лучшим предшественником для исследуемой культуры являются сидеральные и занятые пары, особенно клевер или другие бобовые при одном укосе, люпин на зеленый корм, кукуруза на силос, ранние и среднеспелые сорта картофеля и др. [83, 151, 232].

В научной литературе в основном встречаются противоречивые данные о влиянии предшественников на посевные и урожайные свойства семян озимой пшеницы, но большинство авторов свидетельствуют о том, что разные по биологии сорта озимой пшеницы формируют лучше всего по качеству семена при выращивании по паровым предшественникам [20, 122, 123].

Также многочисленные научные исследования свидетельствуют, что обработка почвы в семеноводческом севообороте может быть такой же, как и при выращивании товарного зерна. Только способы, глубина и сроки обработки могут изменяться в зависимости от типа почв и предшественников в пределах определенного региона. Наилучшие результаты показывают комбинированные (дифференцированные) системы обработки почвы [20, 21, 59, 88, 162].

Главной задачей обработки почвы на семеноводческих участках озимой пшеницы является создание оптимальных условий (наличие влаги и питательных веществ) для дружного прорастания семян, запахивания послеуборочных остатков растений, на которых могут быть разные специализированные и неспециализированные возбудители болезней, а также разные виды вредителей, представляющих особую опасность для растений культуры в фазу прорастания, всходов и ранних этапов развития [154].

Следует отметить, что обработка почвы должна предусматривать качественное разрыхление верхнего посевного слоя и сохранение в нем продуктивной влаги. Благодаря своевременной и качественной обработке почвы значительно улучшается водный, воздушный, тепловой, газовый и питательный режимы, которые необходимы для получения дружных и одновременных всходов, особенно в усло-

виях неустойчивого и недостаточного природного увлажнения. При этом определено, что получения мощных и полноценных всходов являются гарантией формирования высоких, качественных и экономически выгодных урожаев как зерна, так и семян озимой пшеницы [156, 226, 233, 245, 251].

В современном растениеводстве формируется положительная направленность к применению энергоэффективной обработки почвы и биологических средств защиты растений, росту доли органических удобрений в общем объеме. Вместе с тем, к обработке почвы следует подходить дифференцированно. [169, 179, 212]

В зоне достаточного увлажнения установлено, что вспашка на глубину 18–20, 25–27 и 27–30 см и лемешное шелушение стерни на глубину 8–10 см обеспечили практически одинаковую урожайность озимой пшеницы – в пределах 47,3–47,7 ц/га. В условиях степного климата при выполнении комплексных мероприятий по борьбе с сорняками наиболее эффективной системой обработки почвы в зернопропашном севообороте является разноглубинная безотвальная обработка. В условиях орошаемого земледелия лучшим способом возделывания почвы под озимую пшеницу также является вспашка во взаимодействии с повышенным фоном применения минеральных удобрений [214].

Значительное влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы и, как следствие, на биологические свойства семян оказывают сроки сева. Периоды вегетации растений при разных сроках сева проходят в различных агрометеорологических условиях, что отражается на физиолого-биохимических процессах растений и семян. От сроков сева зависит прежде всего возраст растений от всходов до завершения вегетации, это влияет на размеры и массу семян, метаболизм и содержание в них веществ, в том числе различных фракций воды, углеводов, белков, ферментов и т. д. [263].

При очень раннем севе растения озимой пшеницы перерастают и хуже зимуют; они менее устойчивы к весенним и летним засухам, сильнее поражаются болезнями и вредителями. Эти отрицательные явления приводят к потере значительной части урожая семян, ухудшению их качества. В поздние сроки сева рас-

тения входят в зиму слабо развитыми, без вторичной корневой системы, они хуже переносят неблагоприятные условия зимы. При определении сроков сева озимой пшеницы необходимо учитывать, что растения за период осенней вегетации должны раскуситься и создать 3–4 побега. Для этого при достаточной влагообеспеченности почвы необходимо 45–55 дней осенней вегетации, а сумма эффективных температур должна составлять около 550–600 °С [234].

Дифференциация конуса нарастания у озимой пшеницы при ранних сроках начинается раньше и задерживается при поздних, это влияет на процесс закаливания и подготовки растений к зимовке, а также на зимостойкость растений. Различное морфогенетическое состояние растений, обусловленное сроками сева, в период восстановления вегетации весной имеет существенное значение для дальнейшего развития морфоструктурных элементов продуктивности. В весенний период растения от ранних сроков сева слабо отрастают, отстают в развитии, отдельные побеги не колосятся. Под влиянием засухи в период формирования репродуктивных органов и зернообразования в таких растениях образуется много непродуктивных и малопродуктивных побегов, уменьшается количество колосьев, зерно бывает щуплым, а семена разнокачественными [224, 258].

В Южных регионах России при наличии в почве влаги, достаточной для своевременных и дружных всходов и дальнейшего нормального роста и развития растений в осенний период, к севу озимой пшеницы рекомендуется приступать за 40–50 дней до прекращения осенней вегетации, т. е. 15–20 сентября. Сев в более ранние сроки приводит к повреждению растений злаковой мухой и тлей, повреждению цикадками. Все эти факторы обуславливают значительное понижение урожайности [217, 238].

В условиях неустойчивого увлажнения наиболее высока полевая всхожесть у семян, которые выращены во второй декаде сентября. Отклонение сроков сева от оптимальных приводит к снижению интенсивности начального роста семян, минимальным этот показатель являлся в семенах от растений раннего (15 сентября) и позднего (5 октября) сроков сева [220, 249]. Сообщается также, что лабораторная всхожесть семян от разных сроков сева была одинаковой, а полевая всхожесть семян

выше от поздних сроков. В условиях засушливого климата энергия произрастания, лабораторная и полевая всхожесть, выход семян крупной фракции, урожайные качества повышались от ранних сроков до оптимальных и в определенных пределах до поздних. Отклонение сроков сева от оптимальных в таких зонах приводило к снижению урожайности материнских растений до 20 ц/га [190, 206, 265].

Минеральное питание растений относится к наиболее сильным агротехническим факторам, влияющим на урожайность и качество семян озимой пшеницы. Многочисленные научные исследования свидетельствуют о том, что на семенные участки необходимо вносить полное минеральное удобрение. Недостаток в почве одного из макро- или микроэлементов питания или его избыток нарушает физиологические процессы в растениях, ухудшаются посевные и урожайные свойства семян [214, 224, 235, 253].

Данные литературных источников свидетельствуют, что азотное питание является важнейшим условием, определяющим формирование уровня урожайных качеств семян. Азотное голодание приводит к снижению урожайности и формированию семян с небольшим содержанием белка, что приводит к недостаточному питанию зародыша. Следствием излишков азота на семеноводческих посевах является снижение морозо- и зимостойкости озимой пшеницы; полегание посевов, которое приводит к потерям урожая и снижению качества; неравномерное созревание; накопление вредоносных небелковых и неорганических форм азота, ухудшающих режим питания зародыша [26, 198, 254].

Фосфор является главным элементом питания и составляющим компонентом жизненно важных органических соединений, играющих важную роль в жизни семян. Кроме того, этот элемент выступает в качестве баланса больших доз азотных удобрений, применяемых для повышения урожайности. Ведь известно, что негативное влияние на растения излишков азота оказывается в основном в результате несбалансированности его другими элементами и прежде всего фосфором. Из-за нехватки фосфора, уменьшается количество зерен и их масса, отрицательно изменяется соотношение в распределении урожая между колосьями главных и боковых побегов [71, 222, 235, 246].

Роль калия и микроэлементов в формировании урожайных свойств семян еще до конца не выяснена, но применение их на почвах, где недостает этих элементов, оказывает положительное влияние на качество семян. При недостатке в почве калия нарушаются процессы окислительного фосфорилирования и структура митохондрий, ослабляется утилизация сахаров по пентозофосфатному циклу, тормозится создание НАДФ-Н₂ и рибульозо-5-фосфата, ингибируется активность АТФ [20, 228, 229].

Наличие микроэлементов в почве не только создает оптимальные условия питания растений в посеве семян и обеспечивает получение высокого урожая, но и увеличивает их содержание в семенах, положительно влияет на их урожайные свойства. Микроэлементы формируют внутреннюю среду растительного организма, определяют направленность и активность действия ферментов, обмен веществ. Они повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям, болезням и вредителям. Считается, что действие микроэлементов, внесенных под семенные посевы, не ограничивается одним поколением [13, 252].

Таким образом, агротехнические факторы имеют прямое влияние на посевные и урожайные свойства семян, и их рациональное применение способствует увеличению качественных характеристик семенного материала. На семенных посевах озимой пшеницы необходимо вносить полное минеральное удобрение в дозах, которые с учетом питательных веществ в почве могут обеспечить бездефицитное питание растений; на почвах с дефицитом отдельных микроэлементов необходимо применить соответствующие микроудобрения.

1.5 Научно-практическое обоснование плотности посева озимой пшеницы в зависимости от агроэкологических условий

Правильный выбор формируемой плотности агроценоза служит основой оптимальной густоты растений, при которой они лучше всего используют главные факторы роста и развития: влагу, питательные вещества, свет и т. д. В таких усло-

виях создаются наиболее продуктивные растения и формируется высокий урожай кондиционных семян. Не случайно вопрос об оптимальных нормах высева озимой пшеницы и других зерновых культур является предметом научных дискуссий. Одни исследователи предлагают применение разреженных, в том числе широко-рядных посевов, другие – загущенные. Предлагается также оптимальная густота растений, принятая для общих товарно-сортовых посевов и обеспечивающая получение максимальных урожаев. Кроме того, предлагается изменения норм высева озимой пшеницы в зависимости от уровней почвенного плодородия, запасов доступной влаги, фона минеральных удобрений, пестицидной нагрузки и т. д. [98, 176, 213, 223, 239, 262].

Влияние площади питания растений, определяемой нормой высева семян, на реализацию продуктивности очевидно. Оно может проявляться разными механизмами, в том числе разнокачественностью семян. Так, приверженцы повышенных площадей питания считают, что низкие нормы и широко-рядные посевы способствуют лучшему использованию питательных веществ и влаги из почвы, повышению продуктивности фотосинтеза. В таких условиях повышается коэффициент размножения семян, масса 1000 семян, посевные и урожайные качества семян. При этом нет точной информации, как влияет большая площадь питания материнских растений на степень разнокачественности и посевные качества семян [149, 172, 219].

М. М. Макрушин (1964) считал, что в промышленном семеноводстве следует использовать оптимально загущенные посевы с высоким фотосинтетическим потенциалом, создаваемым размещением растений на поле. В таких посевах создается благоприятный для формирования высокого урожая фито-климат, на каждом растении образуется большее количество корней в расчете на одно семя пшеницы, что способствует формированию биологически полноценных семян с высокими урожайными свойствами. В опытах ученого, проведенных в лесостепной зоне оптимальной нормой высева озимой пшеницы, было 4,5 млн всхожих семян на гектар. На черноземах при ранних и оптимальных сроках сева лучшие семена формировались за высева 6 млн всхожих семян на гектар. В благоприятные годы отмечена тенденция к ухудшению урожайных свойств семян при высева 7 млн всхо-

жих семян на гектар, а в засушливые годы эта разница становилась существенной как при повышенной норме высева, так и при уменьшении [126].

Не получена достоверная разница в урожайных свойствах семян озимой пшеницы, выращенных в засушливых условиях Крыма при нормах высева 3 и 6 млн всхожих семян на гектар, а также в опытах, проведенных в Центрально-Черноземном регионе России при различных нормах высева. Приведенные факты свидетельствуют о том, что лучшие урожайные свойства семян озимая пшеница формирует тогда, когда для каждого растения создаются благоприятные условия для роста и развития. Это касается многих почвенно-климатических условий, особенно в условиях дефицита почвенной влаги в следствии засухи, нарушение питательного режима почвы, воздействия вредных организмов [54, 110].

Существует мнение, что на семеноводческих посевах озимой пшеницы необходимо увеличивать норму высева по сравнению с оптимальной для товарных посевов. Таким образом, увеличивается процент главных стеблей в общем стеблестоем и уменьшается разнокачественность семян. Повышенное кушение озимой пшеницы оказывает негативное влияние на качество семян. Наилучшие посевные и урожайные свойства семян совпадают с максимальными урожаями, которые получают при оптимальной площади питания [44].

Главный фактор окружающей среды, от которого зависит норма высева семян – это влага. В хорошо увлажненных северных районах норма высева пшеницы должна быть выше, чем в засушливых южных и юго-восточных районах. В районах с благоприятными почвенно-климатическими условиями, или в годы с благоприятной погодой, на удобренных плодородных почвах, при оптимальных сроках сева и после лучших предшественников в разреженных посевах стебля осеннего кушения по развитию и качеству на них формируемых семян могут практически не отличаться от главных [50].

При понижении норм высева и уменьшении в результате этого густоты всходов увеличивается площадь питания каждого растения. Это способствует формированию более развитых и продуктивных боковых побегов, в результате плотность стеблестоя в условиях уменьшенной и обычной норм высева бывает почти

одинаковой, что обеспечивает примерно одинаковую урожайность. Вместе с тем при уменьшении плотности посевов увеличивается доля зерна в общей биомассе урожая, повышается содержание крупной фракции семян, выход кондиционных семян с единицы площади и коэффициент размножения семян, а также существенно изменяются условия распространения и вредоносность патогенных микроорганизмов и фитофагов [6, 23, 34].

В полевых опытах выявлено, что оптимальная густота семеноводческого стеблестоя озимой пшеницы в зависимости от условий окружающей среды и сортовых особенностей должна формироваться в одних случаях за счет регулирования нормы высева (т. е. увеличения числа растений на единице площади), в других – за счет интенсивности кущения, а также от фитосанитарного состояния агрофитоценозов. Кроме того, интенсивность побегообразования в значительной степени зависит от влагообеспечения, условий питательного режима растений, качества посевного материала, биологических особенностей сортов [60, 107, 127].

Формирование семян – сложный физиолого-биохимический процесс, контролируемый генотипом растения и в значительной степени зависящий от условий окружающей среды. Фундаментальные исследования ряда авторов показали, что семена пшеницы (и других культур) по своей биологической природе разнокачественны, они имеют свои морфологические и физиологические различимости особенности, являющиеся следствием тесной связи генотипа с окружающей средой [84].

Формирование урожая зерна и семян мягкой озимой пшеницы происходит в течение длительного периода (часто в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения примерно 250–280 дней). Этот процесс связан со сложными генотип-средовыми взаимодействиями в осенний, зимний и весенне-летний периоды; на растения влияет комплекс изменяющихся природных и агротехнических факторов. Трудно прогнозируемая их изменчивость требует специальных исследований, которые могут быть использованы в программировании выхода количества и качества продукции. Установлено, что в осенний период роста и развития растений, по существу, формируется биологическая база для урожайного и адаптивного потенциала озимой пшеницы. Это очень ответственный период в онтогенезе

культуры, оценка генетико-физиологических реакций разных сортов служит научной основой для управления процессом формирования урожайности, качества зерна и семян [14, 15, 37, 46, 48, 76, 84].

Урожайность озимой пшеницы в наибольшей степени зависит от числа продуктивных стеблей на единице площади и продуктивности колоса. Влияние этих признаков на формирование и реализацию урожайного потенциала может различаться в зависимости от генотипических, погодных и агротехнических условий выращивания культуры. В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения густота продуктивного агрофитоценоза формируется, в основном, за счет побегообразования в осенний период [14, 175, 192, 213].

Одним из важнейших элементов технологии выращивания семян пшеницы есть создание оптимальных научно обоснованных площадей питания растений. Они обеспечиваются соответствующими нормами и способами высева с учетом биологических особенностей сортов, а также почвенных, климатических и агроэкологических условий конкретных регионов. Правильный выбор норм высева обуславливает оптимальную густоту растений, при которой они наиболее эффективно используют главные факторы роста и развития (влагу, питательные вещества, свет и т. п.). В таких условиях создаются наиболее продуктивные растения. Площадь питания растений имеет большое значение для семеноводческих посевов, поскольку она влияет на крупность и выравненность семян, их посевные и урожайные качества [80, 103, 104, 106, 152, 215].

Известно, что избыточное загущение приводит к недостаточной обеспеченности растений влагой и питательными веществами, а также из-за полегания посевов, что, в свою очередь, ухудшает фитосанитарное состояние и снижает крупность семян [31, 168].

В научной литературе существуют разные мнения относительно формирования качества семян пшеницы при различных нормах высева и площадей питания. Сторонники повышенных площадей питания считают, что низкие нормы высева и широкорядные посевы способствуют лучшему использованию питательных веществ и влаги из почвы, повышению продуктивности фотосинтеза [169]. Другие

утверждают, что загущение семеноводческих посевов увеличивает процент однородных продуктивных стеблей в общем стеблестое, а это способствует повышению выравненности семян и других характеристик [22, 25, 48, 114].

Исследования показывают, что оптимальная для высокого урожая озимой пшеницы норма высева является оптимальной и для формирования семян с улучшенными урожайными качествами. В свою очередь, В. П. Коновалов с соавторами пришел к выводу, что на семеноводческих посевах нормой высева должно быть 3,0–3,5 млн шт./га. Такая норма обеспечивает не только высокую урожайность, но и крупные, хорошо выровненные семена. Среди других, невыясненных вопросов – это влияние орошения на выход семян и их биологические свойства. В более увлажненных северных регионах России норма высева должна быть значительно выше, чем в засушливых юго-восточных районах [78, 128, 165, 181].

Таким образом, обобщение результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых можно использовать для повышения коэффициента размножения семян без снижения их качества. Недостаточно изученной остается сравнительная эффективность индивидуально-семейного и массового отборов, значение фонов выращивания растений для корректной идентификации элитных растений типичных для сорта, изменчивость используемых факторов агротехнологического воздействия при изменении показателей норм высева – минимального, среднего (рекомендованного), повышенного. Учитывая, что в литературных источниках практически отсутствуют результаты исследований по отдельным теоретическим и практическим вопросам семеноводства отечественных сортов озимой пшеницы мягкой с учетом локальных почвенно-климатических и агроэкологических условий Краснодарского края при разных нормах высева, нами были проведены полевые и лабораторные исследования, результаты которых отражены в диссертационной работе.

2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия

Исследования проводились в центральной зоне Краснодарского края на полях опытной станции УОХ «Кубань» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ в 2011–2014 годах (опыт 1). Также для проверки полученных результатов, подтверждения установленных закономерностей и реализации разработанных моделей сортов полевые опыты по уточненной схеме в производственном опыте были продолжены на протяжении 2021–2024 годов (опыт 2).

Территория опытной станции относится к степной и лесостепной зонам Предкавказской равнины по природному сельскохозяйственному районированию земельного фонда. Почвенный покров состоит из двух типов почв: черноземов выщелоченных (92,6 %) и лугово-черноземных выщелоченных уплотненных (7,4 %) почв.

По механическому составу почва относится к тяжелым. В почвенном горизонте 0–30 см объемная масса составляет 1,0–1,3 г/см³, а в метровом слое колеблется в пределах 1,3–1,5 г/см³.

Относительно влагоемкости почвы можно отметить следующее: предельные запасы влаги в слое 0–150 см составляют 567–630 мм, а продуктивной влаги – 238–302 мм.

Почва на полях опытной станции представляет собой выщелоченный чернозем с содержанием гумуса 3,1 %, что относит его к категории малогумусных. Благодаря значительной мощности гумусового слоя, общие запасы гумуса составляют 502 т/га в метровом слое и 560 т/га в двухметровом. Содержание азота в пахотном слое составляет 0,18 %, снижаясь постепенно до 0,10 % в нижней части гумусового горизонта. Высокое содержание обменного калия – характерная особенность кубанских черноземов [33, 125, 162].

Центральная зона Краснодарского края, где проводились исследования, характеризуется умеренно-континентальным, умеренно-влажным и теплым климатом. Климатические условия характеризуются среднегодовой температурой от 10 до 10,8 °С. Наиболее жаркий месяц – июль, его средняя месячная температура составляет от 22 до 24 °С, в то время как наиболее холодный месяц – январь, его средняя температура колеблется от минус 1,5 до минус 3,5 °С. Продолжительность безморозного периода составляет от 175 до 225 дней. Заморозки прекращаются во второй половине апреля и начинаются снова осенью, во второй половине октября. Ранняя весна характеризуется медленным повышением температуры в начале весны. Осенние месяцы, как правило, отличаются сухой теплой погодой.

Наибольшее количество осадков выпадает в период с мая по июль, в среднем 60 мм каждый месяц. Общее количество осадков за год составляет 640 мм, из которых 250–350 мм выпадают в теплый период года с апреля по сентябрь. Гидротермальный коэффициент составляет от 0,9 до 1,2, что указывает на неустойчивое увлажнение.

В данной зоне преобладают ветры восточных и западных направлений. Ветры восточного и северо-восточного направлений наблюдаются реже, но могут быть достаточно сильными и продолжительными, принося влажный и теплый воздух.

По температурному режиму и условиям увлажнения погодные условия в период проведения исследований существенно различались.

В первой декаде сентября 2011 года прошли ливневые дожди, запасы влаги в почве повысились. Условия для подготовки почвы были вполне благоприятными (таблица 1).

Посев был проведен в конце оптимальных сроков сева в хорошо увлажненную почву. В первой и второй декадах октября преобладала неустойчивая погода с частыми ливневыми осадками. В третьей декаде похолодало, что сдерживало рост и развитие растений озимой пшеницы.

В начале ноября вегетация прекратилась, что на две–три недели раньше средних многолетних сроков. Среднемесячная температура воздуха была на

3,7 °С ниже средней многолетней. Осадки выпадали в виде дождя и мокрого снега, их количество составило 58 % от средних многолетних.

Таблица 1 – Метеорологические данные за 2011–2012 сельскохозяйственный год
(МС КНИИСХ имени П. П. Лукьяненко)

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	I	II	III	среднее за месяц	средняя многолетняя	I	II	III	сумма за месяц	средняя многолетняя
Сентябрь	20,5	20,2	17,3	19,3	17,4	8,8	3,3	9,9	22,0	35,2
Октябрь	15,9	13,2	6,3	11,8	11,6	14,9	60,8	0,0	75,7	48,6
Ноябрь	2,8	1,2	0,2	1,4	5,1	17,9	6,9	7,3	32,1	58,0
Декабрь	6,6	5,9	4,8	5,8	0,4	25,5	12,4	5,5	43,4	65,1
Январь	5,1	2,1	–7,2	0,0	–1,8	11,1	33,0	7,8	51,9	52,4
Февраль	–13,1	–3,6	2,0	–4,9	–0,9	10,0	20,0	40,1	70,1	41,5
Март	–1,5	3,4	6,8	2,9	4,2	12,1	1,6	36,3	50,0	44,0
Апрель	14,3	16,1	17,6	16,0	10,9	18,6	19,8	2,2	40,6	48,2
Май	21,7	22,7	20,0	21,5	16,8	0,0	42,0	70,1	112,1	60,1
Июнь	22,0	26,6	25,6	24,7	20,4	6,7	0,3	7,8	14,8	68,0
Июль	22,4	25,9	28,7	25,7	23,2	73,7	9,4	0,3	83,4	49,6
Сумма за вегетацию									596,1	568,0

После аномально холодной погоды ноября наступила продолжительная оттепель в декабре и начале января. Отмечалась активная вегетации растений озимой пшеницы в дневные часы. Среднесуточная температура воздуха в декабре была выше средней многолетней на 5,4 °С, осадков выпало меньше средних многолетних значений на 33,2 %.

Первая половина января была теплой с осадками, а во второй половине месяца озимая пшеница прекратила вегетацию, в связи с понижением температур до отрицательных значений. С 24 января температура воздуха понизилась до минус 25 °С.

Продолжительность зимы составила 34 дня. Снежный покров был устойчивый с середины января до середины марта.

Конец зимы был отмечен 22 февраля, что на 20 дней позже средних многолетних значений.

В феврале среднемесячная температура воздуха была на 4,0 °С ниже средней многолетней. Осадков выпало в 1,7 раза больше средних многолетних.

Март был прохладным, температура воздуха в среднем за месяц была на 1,3 °С ниже средней многолетней. Осадков за месяц выпало на 13,6 % больше средних многолетних.

В апреле было тепло, осадки выпадали в первой и второй декадах месяца. Среднемесячная температура воздуха была на 5,1 °С больше средней многолетней.

Весна была короткой с активным нарастанием тепла, закончилась быстро 15 апреля.

Май был жарким с большим количеством осадков во второй половине месяца. Их количество было на 86,5 % больше средних многолетних.

Жарко и почти без осадков было в июне. Температура воздуха была на 4,3 °С больше средней многолетней. За месяц было 16 дней с температурой воздуха выше 30 °С. Осадков было в 4,6 раза меньше средних многолетних.

Агрометеоусловия в 2011–2012 сельскохозяйственном году были в целом не благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы.

Погодные условия 2012–2013 сельскохозяйственного года в целом можно охарактеризовать, как благоприятные для роста и развития растений озимой пшеницы (таблица 2). В октябре 2012 года установилась необычно теплая погода (средняя температура на 5,3 °С выше средней многолетней) с осадками во второй и третьей декаде поэтому сложились хорошие условия для получения дружных всходов озимой пшеницы. Ноябрь был теплым с недобором осадков. В целом на протяжении всего месяца условия для роста и развития озимой пшеницы складывались благоприятно.

Декабрь характеризовался неустойчивым температурным режимом. Озимая пшеница прекратила вегетацию 14-го числа. Минимальная температура на глу-

бине узла кущения опускалась до минус 2 °С. Глубина промерзания почвы к концу месяца достигла 15 см. Агрометеорологические условия были благоприятными для перезимовки озимых.

Таблица 2 – Метеорологические данные за 2012–2013 сельскохозяйственный год
(МС КНИИСХ имени П. П. Лукьяненко)

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	I	II	III	средняя за месяц	средняя многолетняя	I	II	III	сумма за месяц	средняя многолетняя
Сентябрь	20,8	21,9	21,2	21,3	17,4	0,0	0,0	27,3	27,3	35,2
Октябрь	19,3	16,6	14,7	16,9	11,6	13,4	28,3	3,2	44,9	48,6
Ноябрь	11,7	5,3	8,0	8,3	5,1	36,2	0,0	1,6	37,8	58,0
Декабрь	9,2	–1,4	–0,6	2,4	0,4	50,4	16,0	8,6	75,0	65,1
Январь	1,2	4,4	7,7	4,4	–1,8	18,1	7,1	15,8	41,0	52,4
Февраль	7,3	4,5	4,6	5,5	–0,9	12,7	16,8	4,8	34,3	41,5
Март	6,5	10,0	6,4	7,6	4,2	29,8	34,9	17,0	81,7	44,0
Апрель	14,5	11,9	15,7	14,0	10,9	10,2	5,4	4,7	20,3	48,2
Май	21,9	20,0	23,1	21,7	16,8	5,8	3,0	8,3	17,1	60,1
Июнь	20,7	24,3	25,5	23,5	20,4	22,2	31,5	32,5	86,2	68,0
Июль	23,4	26,9	25,7	25,3	23,2	54,3	12,8	28,9	96,0	49,6
Сумма за вегетацию									561,6	568,0

Январь вначале был слабоморозным, к концу аномально теплый. С 23-го числа возобновилась вегетация озимой пшеницы.

В феврале была аномально теплая погода средняя температура оказалась на 6,6 °С выше многолетней.

В марте наблюдались резкие перепады температур с продолжительными интенсивными заморозками. Минимальная температура опускалась до минус 1,8 °С.

Апрель в первую и вторую декаду имел благоприятные условия для роста и развития. К третьей декаде условия ухудшились из-за сухой и жаркой погоды. В начале мая озимая пшеница вступила в фазу колошения на фоне жаркой погоды с дефицитом осадков. В конце месяца агрометеорологические условия были неудовлетворительными для созревания зерна.

В июне преобладала умеренно жаркая погода с ливневыми дождями, местами сильными и очень сильными, с градом и шквалистым ветром. Агрометеорологические условия на протяжении месяца были удовлетворительными, частые дожди задерживали созревание.

Сентябрь 2013 года был дождливым (таблица 3). Частые и сильные дожди в сентябре вызывали перерывы в проведении работ, но способствовали накоплению влаги в почве. Сумма осадков за месяц составила 107,3 мм.

Таблица 3 – Метеорологические данные за 2013–2014 сельскохозяйственный год
(МС КНИИСХ имени П. П. Лукьяненко)

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	I	II	III	средняя за месяц	средняя многолетняя	I	II	III	сумма за месяц	средняя многолетняя
Сентябрь	18,2	16,8	15,9	16,9	17,4	58,4	39,2	9,7	107,3	35,2
Октябрь	11,2	12,4	10,2	11,3	11,6	10,4	24,8	40,0	75,2	48,6
Ноябрь	12,1	10,7	4,2	9,0	5,1	4,1	19,2	12,7	36,0	58,0
Декабрь	−0,9	3,1	0,2	0,8	0,4	55,7	2,9	12,8	71,4	65,1
Январь	−3,7	1,1	5,2	0,9	−1,8	19,0	48,3	39,9	107,2	52,4
Февраль	4,5	1,4	1,9	2,6	−0,9	5,9	3,4	6,1	15,4	41,5
Март	5,4	8,5	11,7	8,5	4,2	37,2	21,7	35,2	94,1	44,0
Апрель	11,8	12,9	14,6	13,1	10,9	5,3	2,8	9,9	18,0	48,2
Май	16,2	20,7	23,5	20,1	16,8	15,8	5,5	24,0	45,3	60,1
Июнь	20,1	21,1	24,9	22,0	20,4	29,2	74,0	25,7	128,9	68,0
Июль	25,8	24,2	26,1	25,4	23,2	12,2	5,4	33,1	50,7	49,6
Сумма за вегетацию									749,5	568,0

Октябрь характеризовался умеренным температурным режимом и выпадением значительного количества осадков в конце месяца. На посевах третьей декады октября появились всходы.

Необычно теплым был ноябрь, преимущественно сухим. Наиболее теплой была первая декада. Максимальная температура воздуха повышалась до 20 °С. Минимальная температура воздуха снижалась до минус 1,1 °С. Агрометеорологические условия для роста и развития озимых культур были хорошими, преобладала теплая солнечная погода. Большая часть посевов находилась в фазе третьего листа – начале кущения. Состояние посевов хорошее.

В декабре преобладала холодная погода. Среднемесячная температура воздуха составила 0,9 °С. Осадки в виде дождя и снега выпадали преимущественно в первой половине месяца. Посевы находились в состоянии покоя, опасных явлений для их перезимовки не отмечалось. Похолоданию в первой декаде предшествовало выпадение снега, минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения составляла минус 1...5 °С.

В течение января озимые культуры находились в состоянии покоя. В первой половине месяца зимний покой растений был неустойчивым, в отдельные периоды растения слабо вегетировали, преимущественно в дневные часы. Условия для перезимовки озимой пшеницы складывались вполне благоприятно. Похолоданию в третьей декаде предшествовало выпадение снега. Снег сопровождался сильным ветром, что способствовало неравномерному залеганию снежного покрова. Средняя высота снега на конец месяца на полях с озимыми культурами составила 3–18 см, в отдельных районах – 20–30 см. Продолжительные морозы вызвали понижение температуры почвы и ее промерзание. Минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения составляла минус 2...7 °С и опасности для посевов не представляла. Выпадение ледяного дождя 20–21 января способствовало образованию ледяной корки толщиной 2–6 мм.

Агрометеорологические условия для перезимовки озимых культур в феврале складывались вполне благоприятно, условий для вымерзания не отмечалось. В самые холодные дни (первая декада февраля) минимальная температура почвы

на глубине залегания жизненно важных органов растений, составляла минус 5...9 °С. Во второй половине февраля, вследствие повышенного температурного режима, зимний покой растений был неустойчивым. В отдельные периоды озимая пшеница могла вегетировать в дневные часы. В течение месяца шло пополнение влаги в почве. Более благоприятно складывались условия для влагонакопления в третьей декаде месяца, когда почва была талой.

В марте условия для окончания зимовки складывались вполне благоприятно, минимальная температура почвы на глубине узла кущения составляла 0...2 °С. Из перезимовки посевы вышли преимущественно в хорошем состоянии. Проводилась подкормка озимых культур. Благоприятные условия для подкормки складывались в первой половине декады.

Апрель характеризовался неустойчивым температурным режимом, первая половина месяца была холодной с заморозками, вторая – теплой. Условия для роста и развития озимых культур складывались вполне благоприятно, лишь в отдельные дни для активной вегетации посевов не хватало тепла. На посевах продолжалось кущение. Высота растений на конец декады составила 10–15 см, местами – 17–22 см. Состояние посевов в основном хорошее. Прошедшие дожди сильно увлажнили верхние слои почвы, запасы влаги в пахотном слое почвы составляют 35–50 мм. В метровом слое почвы содержится 165–200 мм продуктивной влаги.

Май был теплым с ливневыми дождями, местами сильными. Среднемесячная температура воздуха составила 15,5–20,0 °С, что на 2–3 °С выше нормы. Аномально жаркая погода наблюдалась в середине месяца, когда максимальная температура воздуха повышалась до 31–33 °С. Условия произрастания озимой пшеницы были вполне благоприятными. Развитие озимых культур на 5–10 дней опережает средние многолетние сроки. В колосе сформировалось 7–22 развитых колосков. На посевах озимых колосовых заканчивался налив зерна, началось его созревание.

Июнь характеризовался умеренным режимом с частыми ливневыми дождями. Средняя за месяц температура составила 22 °С. Наиболее жаркой была первая

декада. Распределение осадков за счет ливневого характера было неравномерным. Сумма осадков составила 129,4 мм. Сильные дожди сопровождались шквалистым усилением ветра. Уборочные работы в течение 3–7 дней осложнялись из-за дождей. Выпадавшие дожди способствовали полеганию посевов, развитию на посевах вредителей и болезней, задержке и осложнению уборки урожая.

Агрометеоусловия в 2013–2014 сельскохозяйственном году были благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы, но мало благоприятными для созревания и уборки урожая.

Таким образом, погодные условия для возделывания озимой пшеницы 2011–2012 сельскохозяйственного года можно назвать мало благоприятными, 2012–2013 сельскохозяйственного года – благоприятными, 2013–2014 сельскохозяйственного года – умеренно-благоприятными [Метеорологический бюллетень..., 2011–2014].

При проведении полевых экспериментов на протяжении 2021–2024 годов погодные условия также характеризовались существенными отличиями, особенно относительно показателей выпадения осадков и равномерности их распределения по отдельным фазам развития исследуемых сортов озимой пшеницы.

В условиях 2021 года в первой декаде сентября прошли небольшие дожди, которые улучшили условия для обработки почвы. Вторая декада была теплая и сухая. Среднесуточная температура воздуха в первой и второй декадах была на уровне средней многолетней. Запасы продуктивной влаги были хорошими 25–45 мм. Переход среднесуточных температур воздуха через 15° в сторону понижения отмечен 28–29 сентября (конец лета) (таблица 4).

В октябре отмечено понижение температурного режима. Однако выпадение достаточного количества осадков (23 мм) в начале этого месяца позволило провести посев в оптимальный срок и хорошо увлажненную почву. Кроме того, в третьей декаде 24 октября выпало 30 мм осадков, что пополнило продуктивные запасы влаги в почве и обеспечило нормальное развитие озимой пшеницы в осенний период 2021 года.

В начале зимы наблюдалась аномально теплая погода. При этом растения озимой пшеницы активно вегетировали. Вторая декада также была теплая и сухая. Осадки выпадали в виде дождя и мокрого снега.

Таблица 4 – Метеорологические данные за период вегетации озимой пшеницы,
2021–2022 сельскохозяйственный год

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	I	II	III	средняя за месяц	средняя многолетняя	I	II	III	сумма за месяц	средняя многолетняя
Сентябрь	18,4	19,7	14,1	17,4	17,4	10,0	4,0	36,5	50,5	35,2
Октябрь	11,3	12,7	8,9	11,0	11,6	26,0	0,5	30,5	57,0	48,3
Ноябрь	11,4	4,2	9,2	8,3	5,1	22,5	4,5	33,0	60,0	58,0
Декабрь	9,4	4,8	2,5	5,6	0,4	5,0	12,0	16,0	33,0	65,1
Январь	6,1	0,3	–0,3	2,0	–1,8	16,0	44,5	35,0	95,5	52,4
Февраль	3,6	5,1	8,2	5,6	–0,9	28,0	4,0	7,5	39,5	41,1
Март	3,0	–1,2	6,9	2,9	4,2	21,5	4,0	9,5	35,0	44,0
Апрель	13,3	12,0	15,3	13,5	10,9	7,0	12,0	26,5	45,5	48,2
Май	11,6	15,9	18,5	15,3	16,8	23,0	10,0	14,0	47,0	60,1
Июнь	23,7	23,2	21,9	22,9	20,4	2,0	4,5	94,5	101,0	68,0
Сумма за вегетацию									557,0	520,4

В январе 2021 года был неустойчивый температурный режим с частыми резкими перепадами температур и обильными осадками. Снежный покров был аномально высоким. Первая декада месяца была теплой – плюс 6,1 °С. Среднесуточная температура за месяц была на 3,8 °С больше среднемноголетней. Осадков выпало на 82,2 % больше среднемноголетнего значения, осадки были в виде дождя и снега.

Февраль был теплым, температура воздуха на 4–6 °С выше средней многолетней. Осадки были в виде дождя и мокрого снега. Снежный покров установившийся в январе к 8 февраля растаял. Сумма осадков за месяц составила 39,5 мм, что близко к среднемноголетнему значению.

В начале весны озимые слабо вегетировали при повышении температуры до 7–12 °С днем. Во второй половине марта среднесуточная температура понизилась, вегетация прекратилась. Осадки были в виде дождя, мокрого снега и снега. Усло-

вий для вымерзания не было. Апрель был теплый с частыми ветрами, с большими перепадами температур в первой и второй декадах месяца. Ночью температура воздуха понижалась до 2–3 °С, а днем повышалась – до 24–26 °С. Осадков выпало в пределах нормы. Май был прохладным с недобором осадков.

В первой половине июня было жарко без осадков (за первую и вторую декаду всего 6,5 мм) среднесуточная температура воздуха была на 2,5–3 °С выше средней многолетней. Условия для формирования зерна были хорошими. Третья декада была теплой, с частыми осадками, в первой половине декады выпало 94,5 мм осадков. Среднесуточная температура воздуха снизилась и изменялась от 18,2 до 25,4 °С. В целом агрометеороусловия 2021–2022 сельскохозяйственного года были благоприятными для роста, развития, формирования элементов продуктивности и созревания озимой пшеницы.

В условиях 2022–2023 сельскохозяйственного года в начале сентября было жарко и сухо. Среднесуточная температура воздуха в первой и второй декадах была на 3–5 °С выше средней многолетней. В третьей декаде месяца похолодало, среднесуточная температура воздуха составила 18,3 °С, что близко к средней многолетней (таблица 5).

Таблица 5 – Метеорологические данные за период вегетации озимой пшеницы, 2022–2023 сельскохозяйственный год

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	I	II	III	средняя за месяц	средняя многолетняя	I	II	III	сумма за месяц	средняя многолетняя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сентябрь	21,3	22,2	18,3	20,6	17,4	0	10,4	20,8	31,2	35,2
Октябрь	17,9	13,4	12,8	14,7	11,6	19,2	0,8	28,6	48,6	48,3
Ноябрь	7,6	10,1	10,5	9,4	5,1	4	1,4	0,8	6,2	58,0
Декабрь	4,5	7,6	6,0	6,0	0,4	0,6	0,8	27,4	28,8	65,1
Январь	2,7	2,9	2,8	2,8	–1,8	21	0,4	6,4	27,8	52,4

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Февраль	–0,8	2,3	7,6	3,0	–0,9	11,6	32	6,4	50	41,1
Март	8,1	10,7	10,6	9,8	4,2	22,2	11,6	30,4	64,2	44,0
Апрель	12,8	14	14,8	13,9	10,9	32	23,4	25,6	81	48,2
Май	14,6	18,3	20,9	17,9	16,8	59,4	1,8	65,2	126,4	60,1
Июнь	23	22,8	24,4	23,4	20,4	67	66,8	20,4	154,2	68,0
Сумма за вегетацию									704,6	580,4

В начале октября были благоприятные условия для проведения сева озимых культур – в первой декаде выпало 19,2 мм осадков, что позволило провести сев во влажную почву. Условия для появления всходов и роста растений озимых культур были удовлетворительными. В третьей декаде было прохладно, выпали осадки (28,6 мм). В начале ноября похолодало и для активного роста и развития озимой пшеницы не хватало тепла.

Пшеница ушла в зиму в фазе кущения 1,7–2,0 побега. Вторая и третья декады были с частыми перепадами температур, озимые вегетировали в отдельные периоды в дневные часы. Осадки были в третьей декаде месяца и их количество составило 42,5 % от средних многолетних значений.

В январе погода также была с частыми резкими перепадами температур и с недобором осадков – в 2 раза меньше нормы. В целом условия перезимовки озимых культур зимой 2022–2023 сельскохозяйственного года сложились вполне благоприятно, условий для вымерзания не было.

В начале марта 2023 года было прохладно с 1 по 3 марта минимальная температура опускалась до минус 4,4 °С, а к концу первой декады температура воздуха значительно повысилась. В первой декаде выпало 50 % осадков от месячной нормы. При этом озимые начали активную вегетацию.

Во второй декаде марта стало еще теплее температура воздуха была на 5 °С выше средней многолетней. Сумма осадков за март была больше нормы на 46 %. Апрель был теплым с большим количеством осадков. При этом условия для роста и развития растений озимой пшеницы складывались благоприятно, в некоторые дни

месяца растениям не хватало солнечного света. В сумме за месяц осадков выпало в 2 раза больше средней многолетней. В целом, условия для роста и развития озимой пшеницы складывались вполне благоприятно.

В первой половине июня было жарко, а также зафиксировано выпадение большого количеством осадков – 135,8 мм. Неустойчивая погода и большое количество осадков сдерживали созревание зерна. Среднесуточная температура воздуха повысилась до 24 °С. Такие агрометеоусловия сдерживали созревание зерна, которое, как и уборка проходило в сложных погодных условия, причем уборка прерывалась выпадением осадков. В первой декаде июля была жаркая погода с большими осадками – 60 мм.

В целом, агрометеоусловия 2022–2023 сельскохозяйственного года были благоприятными для роста, развития и формирования зерна озимой пшеницы. Однако созревание и уборка зерна проходило при большом количестве осадков. Следует отметить, что за май, июнь и первые две декады июля выпало 267 мм осадков, что негативно отразилось на качестве полученного зерна.

В условиях 2023–2024 сельскохозяйственного года в сентябре температура воздуха была на 4,9 °С выше средних многолетних значений. Верхний слой почвы был сильно иссушен из-за дефицита осадков, что не способствовало энергоэффективной подготовке почвы к посеву озимых культур (таблица 6).

Таблица 6 – Метеорологические данные за период вегетации озимой пшеницы, 2023–2024 сельскохозяйственный год

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
	I	II	III	средняя за месяц	средняя многолетняя	I	II	III	сумма за месяц	средняя многолетняя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сентябрь	23,2	20,2	23,5	22,3	17,4	0,4	0,2	0	0,6	35,2
Октябрь	17,2	12,1	18,4	15,9	11,6	13,2	9,8	7,6	30,6	48,3
Ноябрь	16,5	11,1	8,8	12,1	5,1	25,0	69,0	85,4	179,4	58,0

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Декабрь	8,4	6,2	8,7	7,8	0,4	28,6	36,2	28,4	93,2	65,1
Январь	6,4	3,8	−0,6	3,2	−1,8	70,2	40,0	22,2	132,4	52,4
Февраль	8,4	8,3	5,4	7,4	−0,9	36,0	0,4	0	36,4	41,1
Март	6,5	9,3	11,0	8,9	4,2	10,6	1,6	14,2	26,4	44,0
Апрель	16,7	18,9	20,2	18,6	10,9	8	0,2	1,0	9,2	48,2
Май	16,5	15,4	21,2	17,7	16,8	13,8	69,0	7,2	90,0	60,1
Июнь	25,3	26,6	25,3	25,7	20,4	37,6	0,6	0	38,2	68,0
Сумма за вегетацию									662,6	580,4

Октябрь был теплым, среднесуточная температура воздуха находилась в пределах средних многолетних значений, сумма осадков составила 60 % от нормы. Посев был проведен 19 октября 2023 года в сухую почву. Запасы продуктивной влаги в почве были низкими (10 мм). В течение месяца было 6 дней с относительной влажностью воздуха менее 30 %, что повлекло за собой более позднее проведение посева и, соответственно всходы появились позже (2 ноября 2023 года).

Теплая погода и большое количество осадков в ноябре, способствовали дружному появлению всходов озимых колосовых культур. Осадков выпало в 3 раза больше нормы. Из-за сильных дождей на полях производственных посевов наблюдалось образование «блюдца» воды в пониженных местах, чего не наблюдалось в остальные годы исследований.

Начало декабря было теплым растения активно вегетировали, начали куститься. В январе также выпало большое количество осадков – в 2,5 раза больше средней многолетней. Такое количество осадков поддерживало почву в переувлажненном состоянии. Первая и вторая декады февраля были теплыми, среднесуточная температура воздуха была на 9°C выше средней многолетней.

В целом, условия перезимовки озимых культур зимой 2023–2024 сельскохозяйственного года сложились благоприятно, условий для вымерзания не было.

Температурный режим в марте был умеренно теплым и неустойчивым, только в конце месяца температура значительно повысилась и озимые начали активно вегетировать. Осадков выпало 60 % от нормы.

Со второй декады апреля погода была аномально теплой и сухой. Развитие озимых культур шло ускоренно, на две недели раньше обычных сроков отмечена фаза колошения. Осадков за месяц выпало в 4 раза меньше нормы, а среднесуточная температура воздуха была на 7,3 °С выше нормы. Развития и распространения болезней в посевах не наблюдалось.

Первая и вторая декады мая характеризовались пониженным температурным режимом с осадками, особенно во второй декаде, их выпало на 49,7 %, больше месячной нормы. Условия для формирования и налива зерна были благоприятными.

Июнь был жарким. Повышенный температурный режим способствовал более быстрому оттоку пластических веществ из листьев и стебля и созреванию зерна. Так, фаза восковой спелости наступила на 10–15 дней раньше средних многолетних сроков. Вторая и третья декады месяца были сухими [Метеорологический бюллетень..., 2021–2024].

В целом, агрометеоусловия 2023–2024 сельскохозяйственного года были нетипичными для роста, развития и формирования зерна озимой пшеницы.

Таким образом, в период проведения исследований (2011–2014 и 2021–2024 годы) метеорологические условия позволили объективно охарактеризовать изучаемые сорта озимой мягкой пшеницы, различные по своей архитектонике, с учетом дифференцированных норм высева и прийти к выводу об оптимальных условиях формирования производства семенного зерна для каждого исследуемого сорта этой культуры.

2.2 Методика проведения исследований, исходный материал и агротехника в полевых опытах

Полевые исследования по разработке сортовой агротехники сортов озимой пшеницы проводились в центральной зоне Краснодарского края на полях опытной станции (рисунок 1) УОХ «Кубань» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» в 2011–2014 годах (опыт 1).

Также для проверки полученных результатов, подтверждения установленных закономерностей и реализации разработанных моделей сортов полевые опыты по уточненной схеме в производственном опыте были продолжены на протяжении 2021–2024 годов (опыт 2). Фон плодородия почвы – средний.

В схему двухфакторного полевого опыта были включены следующие факторы и их варианты:

1. Фактор А (сорт):

1.1. Краснодарская 99 (стандарт).

1.2. Юка.

1.3. Гром.

1.4. Протон.

1.5. Калым.

1.6. Васса.

1.7. Этнос.

2. Фактор В (норма высева семян):

2.1. В 2011–2014 годах: 3 млн шт./га, 5 млн шт./га, 7 млн шт./га.

2.2. В 2021–2024 годах фактор был скорректирован и содержал следующие варианты: 3 млн шт./га, 4 млн шт./га, 5 млн шт./га, 7 млн шт./га.

Площадь учетной делянки составляла 40 м², повторность – трехкратная, расположение делянок – систематическое.

Исходным материалом для проведения исследований стали сорта озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» – Краснодарская 99 (стандарт), Юка, Гром, Протон, Калым, Васса, Этнос (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристика исследуемых сортов озимой мягкой пшеницы

Сорт	Год включения в Госреестр	Группа спелости	Мукомольные качества	Архитектоника сорта
1	2	3	4	5
Краснодарская 99 (st)	2003	Среднеспелый	Ценная	Полукарликовый, полупрямостоячий

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5
Юка	2012	Среднепоздний	Ценная	Среднерослый, полупрямостоячий
Гром	2010	Среднеспелый	Ценная	Полукарликовый, полупрямостоячий
Протон	2011	Среднеспелый	Ценная	Короткостебельный, полупрямостоячий
Калым	2011	Среднеспелый	Ценная	Полукарликовый, прямостоячий
Васса	2011	Среднеранний	Филер	Среднерослый, полупрямостоячий
Этнос	2012	Среднеспелый	Ценная	Среднерослый, полупрямостоячий

При характеристике сортов использованы данные ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» [209, 210, 211].



Рисунок 1 – Общий вид и расположение делянок полевого опыта
с сортами озимой пшеницы, 2013 год

Протравливание семян осуществлялось фунгицидом Дивиденд Экстрим в дозировке 0,7 л/т (10 л/т рабочего раствора) на протравочной машине Winterstiger NEGE 14 (производство Австрия).

Посев проводили сеялкой Клен-С (производство Россия) с разными нормами высева 3, 4 (2021–2024 сельскохозяйственные годы), 5 и 7 млн всхожих зерен на 1 га. Сроки посева – оптимальные для данной зоны (первая декада октября).

Защита посевов от мышевидных грызунов заключалась в периодических осмотрах полянок и раскладки вручную, непосредственно в норы с присыпанием почвой, зооцида Клерат.

Ранневесеннюю подкормку нитратом аммония однократно проводили из расчета 30 кг/га по действующему веществу (рисунок 2).

Агротехнические мероприятия по возделыванию озимой пшеницы выполнялись в соответствии с общепринятыми рекомендациями для данной зоны края. Уходные работы за посевами заключались в контроле сорных растений – применении гербицидов противозлакового Аксил в дозировке 1 л/га и противодвудольного Дерби в дозировке 0,06 л/га.



Рисунок 2 – Проведение ранневесенней подкормки на опытных полянках с сортами озимой пшеницы аммиачной селитрой, 2014 год

Непосредственно перед уборкой урожая отбирали сноповый материал исследуемых сортов озимой пшеницы для определения структуры урожая.

Уборку урожая осуществляли в фазу полной спелости зерна селекционным комбайном «Terrior 2010» (производство Россия, г. Тамбов) методом прямого комбайнирования, урожайность приводили к стандартной 14 % влажности и 100 % чистоте.

С каждой делянки отбирали пробы по 2,5 кг при уборке урожая с целью последующего определения лабораторной всхожести, силы роста, массы 1000 шт. семян и качественных показателей зерна.

Методом морфофизиологической оценки проростков были определены семенные качества исследуемых сортов: всхожесть, сила роста проростков и количество зерновок, пораженных плесневыми грибами. Оценка проводилась с использованием пробы, проращиваемой в рулонах фильтровальной бумаги в течение 120 ч при 20 °С в трехкратной повторности. Оценка проростков проводилась согласно методике, разработанной Б. С. Лихачевым, где к сильным относят проростки, получившие от 3 до 5 баллов, а к слабым – 1 и 2 балла [117].

Анализ результатов исследований проводился с применением дисперсионного, регрессионного, корреляционного, вариационного и других соответствующих математических методов [57, 58].

Адаптивность сортов к факторам внешней среды оценивали по пластичности, стабильности их урожайности, как главного показателя продуктивности [41, 69, 106]. Математическую обработку данных провели по методике Е. А. Эберхарта и У. А. Рассела, модифицированной В. З. Пакудиным. Параметры пластичности (коэффициент регрессии) и стабильности (среднее квадратическое отклонение от линии регрессии), предложенные в этой методике, дают возможность прогнозировать и предвидеть поведение сорта в производственных условиях [171]. Параметры гомеостатичности урожайности сортов озимой пшеницы оценивали по В. В. Хангильдину [231].

3 СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ, АДАПТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

3.1 Изменение роста и развития растений озимой пшеницы, фотосинтетические параметры посевов

Семена сельскохозяйственных культур отличаются разнообразием биологических характеристик. Они обладают уникальным набором морфологических и физиологических свойств, которые отражают адаптивность генотипа к окружающей среде и условиям выращивания. [18, 19, 27, 41, 105, 194].

Отечественные ученые выделяют три типа разнокачественности семян озимой пшеницы: экологическую, генетическую и матрикальную. Экологическая разнокачественность связана с взаимодействием семян с условиями окружающей среды в процессе их развития. Генетическая разнокачественность возникает из-за сочетания неравноценных гамет родительских форм и множественного эффекта оплодотворения. Матрикальная (материнская) разнокачественность обусловлена разным расположением семян на материнском растении, что приводит к изменению их питания и влияет на направление физиологических и биохимических процессов растений. Значительно на формирование высокой урожайности оказывают гидротермические и агротехнические параметры [68, 69, 106, 248].

Материнские растения быстро реагируют на изменения в окружающей среде – благоприятные или неблагоприятные. Эти изменения могут проявляться в особенностях роста и развития растений, которые отражают характер и интенсивность продуктивных процессов в онтогенезе.

Основными показателями формирования урожайного потенциала посевов озимой пшеницы являются: прорастание семян, равномерность всходов, густота стояния растений, площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза. Эти свойства агрофитоценоза изменчивы в простран-

стве и времени и фенотипически отражают реакцию материнских растений на условия окружающей среды в различные фазы развития и позволяют прогнозировать конечный результат – урожайность и качество семян озимой пшеницы [18, 171, 194, 231].

3.1.1 Семенные качества и продуктивный стеблестой в зависимости от сортового состава и нормы высева

Проведенные исследования показали, что показатели полевой всхожести изучаемых сортов варьировались в значительных пределах. Наименьший результат был зафиксирован у сорта Юка при норме высева 3 млн шт./га, где всхожесть составила 81 % (приложение 1). В то же время в пяти случаях наблюдалось достижение максимального значения этого показателя – 100 %. Это касалось сортов Гром (при нормах высева 3 и 7 млн шт./га), Протон (5 млн шт./га), Калым (3 млн шт./га) и Этнос (7 млн шт./га). При этом зависимость между нормой высева и уровнем всхожести выявлена не была. Однако по отдельным сортам прослеживались определенные тенденции. Например, у сортов Протон и Гром отмечался рост как лабораторной, так и полевой всхожести. В то же время у сорта Юка наблюдалось снижение данного показателя.

Количество сильных проростков достигло 92 % у сорта Юка при норме высева 5 млн шт./га. Также высокие значения (более 80 %) были зафиксированы у сортов Гром (5 млн шт./га), Калым (3 млн шт./га) и Этнос (7 млн шт./га). Наибольшее количество слабых проростков (94 %) наблюдалось у сорта Гром при норме высева 3 млн шт./га.

Что касается пораженности патогенными грибами, то максимальное количество зерновок (46 %) отмечено у сорта Краснодарская 99 при норме высева 5 млн шт./га. Наименьшая подверженность воздействию патогенов была зафиксирована у сортов Юка и Этнос при норме высева 5 млн шт./га, где данный показатель составил 10 и 11 % соответственно [144].

Крайне большое влияние на посевные качества зерна оказывает способ обмолота. Травмирование зерна при механическом обмолоте неизбежно, зерновки получают микротравмы, что ведет к снижению всхожести и силы роста, а также возрастает количество зерновок, пораженных различными плесневыми грибами (таблица 8).

Таблица 8 – Лабораторная всхожесть и сила роста семян исследуемых сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от нормы посева, %

Сорт	Норма посева, млн шт./га	Количество проростков по баллам, %					Всхожесть, %	Сила роста %	Количество зерновок, пораженных плесневыми грибами, %
		5	4	3	2	1			
Краснодарская 99 (st)	3	41	5	5	7	24	82	85	28
	5	25	8	2	2	32	69	74	29
	7	45	7	6	2	30	90	97	24
Юка	3	6	14	9	2	30	61	64	40
	5	8	7	8	3	44	70	75	12
	7	0	3	3	1	38	45	52	4
Гром	3	21	1	2	5	28	57	60	45
	5	9	2	4	1	53	69	74	23
	7	16	3	15	8	29	71	78	34
Протон	3	9	1	1	7	48	66	69	25
	5	1	12	4	1	42	60	65	16
	7	6	10	11	4	16	47	54	14
Калым	3	36	4	6	6	39	91	94	35
	5	46	6	4	1	23	80	85	24
	7	11	1	5	0	58	75	82	14
Васса	3	13	3	3	1	34	54	57	44
	5	11	2	2	0	42	57	62	32
	7	33	2	10	0	34	79	86	22
Этнос	3	30	6	7	3	38	84	87	31
	5	19	0	1	3	34	57	62	25
	7	55	4	4	2	25	90	97	17

Как видно из таблицы, у сортов наблюдается неодинаковое проявление лабораторной всхожести, силы роста и степени поражения различными плесневыми грибами при разных нормах высева. Лабораторная всхожесть в исследуемом наборе сортов не превышала 90 %. Лидерами по данному показателю были сорта Краснодарская 99 при 7 млн шт./га – 90 %, Калым при 3 млн шт./га – 91 % и Этнос при 7 млн шт./га – 90 %.

Сила роста колебалась в пределах 64–97 % в зависимости от сорта и нормы высева. Интенсивные сорта Протон и Калым имели наибольший показатель при норме высева 3 млн шт./га – 66 и 91 % соответственно.

Пониженная норма высева на всех сортах позволяет формировать более крупное зерно. Также известно, что разреженный стеблестой посевов перед уборкой, как правило, быстрее высыхает, зерно имеет, соответственно, более низкую влажность. Это в свою очередь ведет к повышенному травмированию зерна при механической уборке. Эта тенденция проявилась и в исследуемом наборе сортов. Так, при норме высева 3 млн шт./га все сорта имели наибольшее количество зерновок, пораженных плесневыми грибами, и этот показатель колебался от 25 % у сорта Протон, до 44 % у крупноколосого сорта Васса и 45 % у сорта Гром.

Однако, в случае обмолота снопов вручную (щадящий режим очистки и доработки зернового материала) значительно снижается количество дробленого зерна в ворохе, что ведет к повышению силы роста и снижению повреждения грибными заболеваниями. Здесь в зависимости от сортового состава всхожесть на всех исследуемых сортах превышала 90 % (таблица 9). Этот показатель был минимальным (92 %) у сорта Васса, а на сортах Протон и Калым повысился до наивысшей величины – 98 %.

Количество сильных проростков увеличилось до 62 % на сорте Этнос. Также этот показатель был высоким (51–53 %) у сортов Юка и Краснодарская 99. Наоборот, количество слабых проростков увеличилось до 74 и 83 % на вариантах с сортами Калым и Васса. Количество зерновок, пораженных патогенными микроорганизмами, снизилось до 5 у сорта Калым, а наивысшего значения достигло у сортов Юка (18 %) и Краснодарская 99 (19 %) [144].

Таблица 9 – Показатели всхожести и силы роста проростков в зависимости от сортового состава в годы проведения исследований, %

Сорт	Всхожесть, %	Количество сильных проростков, %			Количество слабых проростков, %		Количество зерновок, пораженных плесневыми грибами, %
		5	4	3	2	1	
Краснодарская 99 (st)	95	53	3	2	3	34	19
Юка	96	51	5	2	5	36	18
Гром	97	32	9	3	7	46	11
Протон	98	21	13	12	10	42	12
Калым	98	20	1	3	0	74	5
Васса	92	7	2	0	0	83	10
Этнос	96	62	11	5	0	18	11

Анализ продуктивного стеблестоя озимой пшеницы за период исследований показал, что в среднем по сортовому составу и нормам высева изменения были существенными и изменялись в широком диапазоне как по годам проведения исследований, так и в зависимости от изучаемого сортового состава и нормы высева (таблица 10).

Минимальный показатель продуктивного стеблестоя, равный 414 шт./м², был зафиксирован в 2013 году на варианте с сортом Васса при максимальной норме высева семян 7 млн шт./га. В 2014 году при этой же норме высева (7 млн шт./га) при выращивании сорта Калым произошло существенное увеличение продуктивного стеблестоя до 1598 шт./м² – в 3,9 раза, что можно пояснить реакцией исследуемых сортов на изменение погодных условий и, в первую очередь, гидротермических параметров.

При оценке влияния сорта как фактора наибольшее среднефакториальное значение продуктивного стеблестоя (1004 шт./м²) отмечено у сорта Калым. Также высокий результат (912 шт./м²) был зарегистрирован у сорта Гром. Минимальное значение исследуемого показателя (646 шт./м²) наблюдалась у сорта Васса, что

в 1,5–1,6 раза ниже, чем у сортов Гром и Калым. Также низкое значение продуктивного стеблестоя (637 шт./м²) отмечено у сорта Юка.

Таблица 10 – Продуктивный стеблестой озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева, шт./м² (2012–2014 гг.)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Годы				Среднее по факторам		
		2012	2013	2014	среднее	А	В	
Краснодарская 99 (st)	3	596	534	857	662	760	664	
	5	738	522	985	748		801	
	7	837	623	1151	870		876	
Юка	3	491	521	507	506	637		
	5	644	563	706	638			
	7	521	909	875	768			
Гром	3	753	621	1017	797	912		
	5	789	753	1144	895			
	7	903	821	1403	1042			
Протон	3	657	641	976	758	771		
	5	755	630	877	754			
	7	708	645	1048	800			
Калым	3	695	706	1097	833	1004		
	5	693	1051	1300	1015			
	7	755	1137	1598	1163			
Васса	3	421	508	685	538	646		
	5	511	803	1047	787			
	7	578	414	576	523			
Этнос	3	524	440	690	551	762		
	5	608	728	983	773			
	7	714	871	1302	962			
Среднее		661	688	992				
НСР ₀₅ , шт./м²	А	17,2	14,7	9,5				
	В	14,5	11,2	7,0				

В среднем по фактору В (норма высева) отмечено, что минимальное значение продуктивного стеблестоя на уровне 664 шт./м² было при наименьшей норме высева 3 млн шт./га, что было на 20,8 и 31,9 % ниже, чем при нормах 5 и 7 млн шт./га. Максимальная продуктивность стеблестоя, в среднем по фактору, 876 шт./м² получена на варианте, где высевали норму высева 7 млн шт./га.

3.1.2 Изменение площади листовой поверхности растений озимой пшеницы

По результатам исследований, опубликованных в статье «Динамика роста и развития растений, формирование площади листовой поверхности озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева в условиях Краснодарского края», установлено, что в условиях 2012 года максимальная площадь подфлаговых листьев, сформированная на одном стебле, составляла 21,3 и 21,9 см²/м² у сорта Юка при нормах высева 5 и 3 млн шт./га соответственно, а минимальная (11,8 см²/м²) – у сорта Калым при посевной норме 7 млн шт./га. На всех сортах проявилась тенденция снижения площади флаговых и подфлаговых листьев на стебле при увеличении нормы высева от 3 до 5–7 млн шт./га.

Коэффициент вариации был максимальным на показателях подфлаговых листьев – 20,0 %. На флаговых листьях варьирование уменьшилось на 5,2 процентных пунктов – до 14,8 %.

По сравнению с 2012 годом при выращивании озимой пшеницы в 2013 году наблюдалось увеличение до максимальных показателей площади листьев у сорта Юка – до 42,8 см²/м². У сорта Краснодарская 99 наблюдалась гибель подфлаговых листьев, что было обусловлено воздействием комплекса неблагоприятных факторов.

В условиях 2013 года также наблюдалось существенное увеличение коэффициента вариации до 46,4 % площади подфлаговых листьев, что объясняется особенностями погодных условий этого года, а также подсыханием всех подфлаговых листьев у сорта Краснодарская 99.

При выращивании озимой пшеницы в 2014 году площадь листьев флаговых ($21,0 \text{ см}^2/\text{м}^2$), подфлаговых ($19,5 \text{ см}^2/\text{м}^2$) и суммарная ($40,4 \text{ см}^2/\text{м}^2$) – была максимальной у сорта Юка при минимальной норме высева (3 млн шт./га). У сорта Гром при его высева с нормой 7 млн шт./га сформировалась наименьшая площадь флаговых листьев – $10,8 \text{ см}^2/\text{м}^2$, а подфлаговых ($12,8 \text{ см}^2/\text{м}^2$) при такой же норме высева на варианте с сортом Протон.

Коэффициент вариации свидетельствует о среднем уровне изменчивости показателей по флаговой (18,2 %), подфлаговой (11,9 %) и суммарной (14,4 %) площади листьев, сформированных на стебле. Данный факт свидетельствует о существенном влиянии на площадь листьев нормы высева и обуславливает необходимость установления для каждого сорта оптимальных параметров всех без исключения элементов технологии выращивания [142, 144].

Суммарная площадь листовой поверхности флаговых и подфлаговых листьев озимой пшеницы в отдельные годы также показала широкий диапазон колебаний в зависимости от сортового состава и норм высева (рисунок 3).

В условиях 2013 года при норме высева 3 млн шт./га получен максимальный показатель площади ассимиляционной поверхности – $42,8 \text{ см}^2/\text{м}^2$. Однако, в этом же году наблюдалось снижение исследуемого показателя в 3,5 раза (до $12,4 \text{ см}^2/\text{м}^2$) при выращивании сорта Краснодарская 99 с нормами высева 5 и 7 млн шт./га.

Сорта Васса и Этнос характеризовались наибольшей стабильностью в условиях 2012 года. Причем, сорт Васса показал полную толерантность показателей площади листьев по отношению к нормам высева, которые изменялись с разницей всего 1,9 % – в диапазоне от $36,2 \text{ см}^2/\text{м}^2$ (норма высева 7 млн шт./га) до $36,9 \text{ см}^2/\text{м}^2$ (норма высева 5 млн шт./га).

Наибольшее влияние нормы высева показали в условиях 2014 года на сорте Гром, у которого между показателями площади листьев при норме высева 3 млн шт./га составили $34,1 \text{ см}^2/\text{м}^2$, а при посеве с нормой 7 млн шт./га – она уменьшилась до $25,9 \text{ см}^2/\text{м}^2$, или в 1,3 раза. Разница по сорту Васса была еще большей – соответственно $37,6$ и $25,9 \text{ см}^2/\text{м}^2$, или с диапазоном в 1,5 раза.

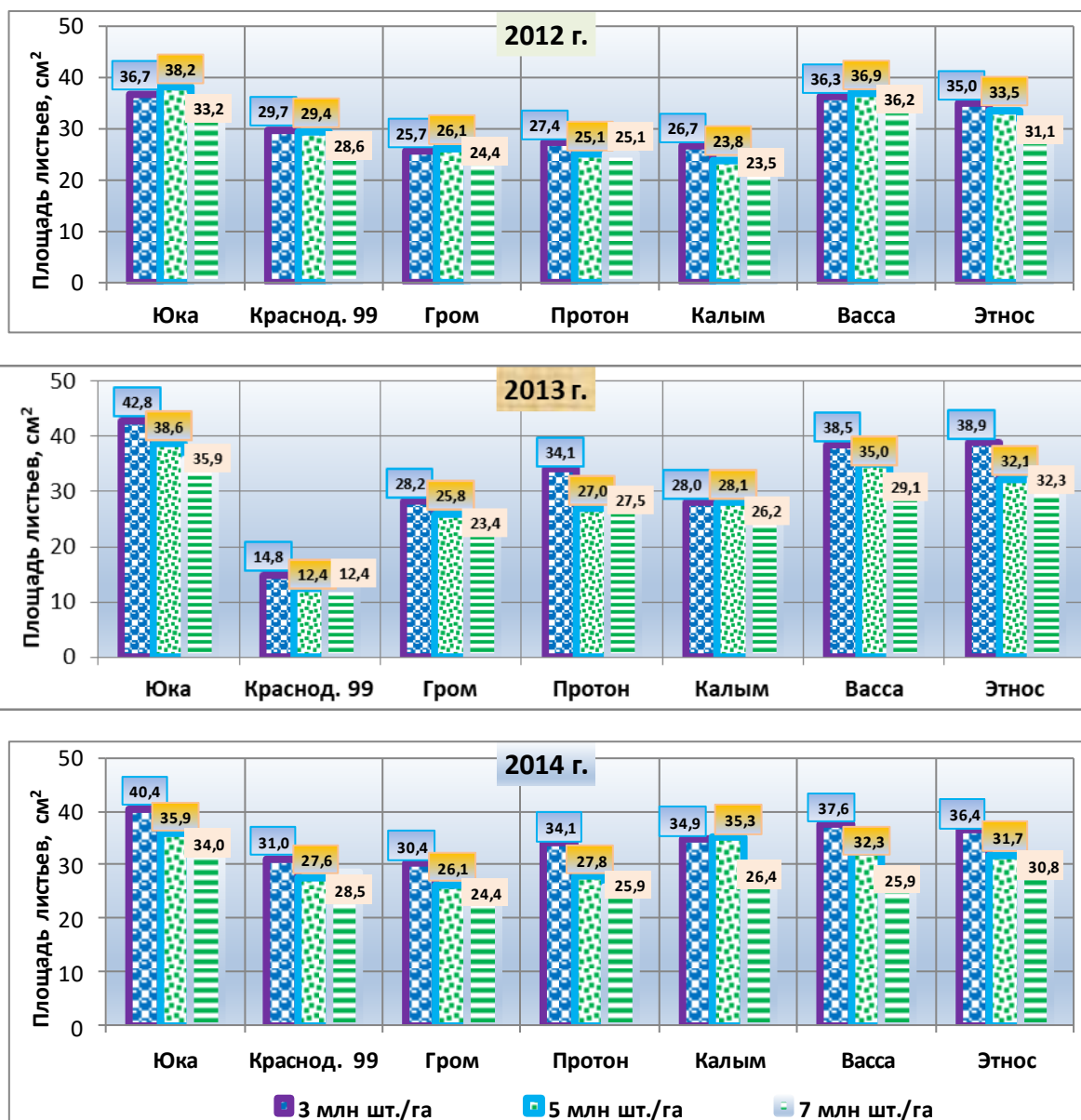


Рисунок 3 – Изменение площади листовой поверхности в годы проведения исследований в зависимости от сортового состава и норм высева, $\text{см}^2/\text{м}^2$

В среднем за 2012–2014 годы установлено, что максимальная площадь листовой поверхности (сумма площади флаговых и подфлаговых листьев) озимой пшеницы на уровне 37,4–37,5 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ была у сортов Юка и Васса при норме высева 3 млн шт./га (таблица 11).

Снижение исследуемого показателя в 1,6 раза – до 23,1–23,2 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ наблюдалось на сорте Краснодарская 99 при применении норм высева 5 и 7 млн шт./га.

По сортовому составу (фактор А) сохранилась тенденция повышения площади листьев до 34,4–35,2 тыс. м²/га при выращивании сортов Васса и Юка. Наименьшее значение данного показателя продуктивности посевов озимой пшеницы было у сорта Краснодарская 99 – 23,8 тыс. м²/га, что было меньше вышеупомянутых сортов в 1,4–1,5 раза.

Таблица 11 – Сумма площади флаговых и подфлаговых листьев посевов озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева, тыс. м²/га (2012–2014 гг.)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)			Среднее по А
	3	5	7	
Краснодарская 99 (st)	25,2	23,1	23,2	23,8
Юка	37,4	35,7	32,6	35,2
Гром	28,1	26,4	24,1	26,2
Протон	31,9	27,5	26,2	28,5
Калым	31,0	29,1	26,8	29,0
Васса	37,5	34,7	31,0	34,4
Этнос	36,8	32,4	31,6	33,6
Среднее по В	32,6	29,8	27,9	
НСР ₀₅ , тыс. м ² /га: А – 1,19; В – 0,98.				

Влияние фактора В проявилось обратно пропорциональной зависимости снижения площади ассимиляционной поверхности по мере увеличения нормы высева. Так, при посевной норме 3 млн шт./га исследуемый показатель продуктивности посевов озимой пшеницы был наибольшим, в среднем по фактору В (норма высева), 32,6 тыс. м²/га. При повышении нормы высева до 5 млн шт./га зафиксировано снижение площади листьев до 29,8 тыс. м²/га, или на 9,4 %. На варианте с посевной нормой 7 млн шт./га наблюдалось дальнейшее снижение данного показателя до 27,9 тыс. м²/га, что меньше, чем при норме 5 млн шт./га на 6,8 %, по сравнению с нормой высева 3 млн шт./га – на 16,9 %, соответственно.

Таким образом, погодные условия в годы проведения исследований, а также нормы высева имели существенное влияние на формирование площади листовой

поверхности с разделением на флаговую и подфлаговую части (приложения 2–4). В 2011–2012 сельскохозяйственном году, как наименее благоприятному по погодным условиям период для возделывания, сорта озимой пшеницы формировали меньшую площадь листовой поверхности. Снижение нормы высева до 3 млн шт./га ведет к увеличению площади листового аппарата. Но, в связи с разнокачественностью семян сортов проявление данного фактора было неодинаковым, лидером по данному показателю был сорт Юка – 42,8 см²/м² в 2013 году [144].

3.1.3 Фотосинтетическая продуктивность семенных посевов озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева

В решении проблемы повышения урожайности семян озимой пшеницы большое значение имеют физиологические исследования, в том числе направленные на установление показателей изменчивости структуры и функций фотосинтезирующего аппарата растений. Это связано с тем, что достаточные знания характера направлений и интенсивности основных физиологических процессов на конкретном этапе онтогенеза растений, а также методов и условий их оптимизации должны быть обязательным условием эффективного управления производством растениеводческой продукции и устойчивого развития сельского хозяйства.

Полевые исследования показали, что с увеличением количества стеблей в посевах озимой пшеницы наблюдалось уменьшение показателей, характеризующих фотосинтетические и ростовые процессы растений, а именно продуктивности фотосинтеза за вегетационный период, площади листьев и общей ассимиляционной поверхности, и, как результат, урожайности надземной массы и зерна.

Различные нормы высева семян и соответственно разная густота стеблестоя повлекли за собой значительные изменения показателей фотосинтетической активности посевов (таблица 12), по мере их загущения увеличивался и фотосинтетический потенциал.

Динамика этих изменений имела разные характеристики – как по интенсивности, так и по вектору направленности в отдельные года с разными метеорологическими условиями.

Таблица 12 – Показатели фотосинтетического потенциала озимой пшеницы в период «возобновление весенней вегетации – колошение», млн м²/га/сут (2012–2014 гг.)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Годы			Среднее	Среднее по факторам		
		2012	2013	2014		А	В	
Краснодарская 99 (st)	3	2,28	1,83	2,63	2,25	2,35	2,80	
	5	2,39	2,01	2,70	2,37		3,02	
	7	2,30	2,10	2,89	2,43		3,09	
Юка	3	2,60	2,42	2,59	2,54	2,70		
	5	2,92	2,68	2,88	2,83			
	7	2,73	2,54	2,96	2,75			
Гром	3	2,72	2,29	3,12	2,71	2,93		
	5	2,91	2,42	3,56	2,96			
	7	3,06	2,58	3,74	3,13			
Протон	3	2,55	2,41	3,57	2,84	3,04		
	5	3,00	2,64	3,72	3,12			
	7	2,92	2,74	3,86	3,17			
Калым	3	3,03	2,90	3,81	3,25	3,32		
	5	3,08	2,77	3,99	3,28			
	7	3,20	3,01	4,09	3,43			
Васса	3	2,69	2,95	3,83	3,16	3,37		
	5	3,24	3,15	3,95	3,44			
	7	3,26	3,21	4,05	3,51			
Этнос	3	2,60	2,48	3,53	2,87	3,07		
	5	2,92	2,69	3,84	3,15			
	7	2,95	2,73	3,91	3,20			
Среднее		2,83	2,60	3,49				
НСР ₀₅ , млн м²/га/сут	А	0,095	0,081	0,105				
	В	0,073	0,074	0,091				

В полевых опытах отмечено значительное увеличение фотосинтетического потенциала до 4,09 млн м²/га/сут в условиях благоприятного 2014 года на варианте с сортом Калым и посевной нормой 7 млн шт./га.

Также в этом же году очень высокое его значение (4,05 млн м²/га/сут) отмечено на сорте Васса при идентичной норме высева, что свидетельствует о наивысшем фотосинтетическом потенциале данных сортов при максимальной загущенности в условиях оптимального обеспечения влагой и теплом.

В условиях засухи 2013 года фотосинтетический потенциал резко снизился до 1,83 млн м²/га/сут, что в 2,2 раза меньше вышеуказанных максимальных показателей.

Среди изученных сортов озимой пшеницы лидерство по фотосинтетическому потенциалу имели сорта Васса – 3,37 млн м²/га/сут, Калым – 3,32 млн м²/га/сут. Такая величина исследуемого показателя фотосинтетической продуктивности посевов была в 1,4–1,5 раза выше, чем у сорта Краснодарская 99, на котором он снизился до минимума – 2,35 млн м²/га/сут. Также высокий фотосинтетический потенциал имели сорта Этнос и Протон – на уровне 3,07 и 3,04 млн м²/га/сут, что было выше, чем у сорта Краснодарская 99, на 29,3–30,6 %. У сортов Юка и Этнос этот показатель был на низком уровне – 2,70 и 2,93 млн м²/га/сут, соответственно.

Проявилась четкая тенденция роста фотосинтетического потенциала при увеличении нормы высева с 3 до 5–7 млн шт./га. На первой норме высева (3 млн шт./га) этот показатель был равен 2,80 млн м²/га/сут, на варианте с посевной нормой 5 млн шт./га – он увеличился до 3,02 млн м²/га/сут, или на 7,9 %, а при 7 млн шт./га – возрос до 3,09 млн м²/га/сут, или на 10,4 %. Разница между нормами высева 5 и 7 млн шт./га была незначительна – 0,07 млн м²/га/сут, или 2,3 %.

Относительно показателей чистой продуктивности фотосинтеза по нормам высева были установлены противоположные тенденции, которые проявились в направлении понижения по мере увеличения нормы высева, по сравнению с фотосинтетическим потенциалом (таблица 13).

Таблица 13 – Показатели чистой продуктивности фотосинтеза посевов озимой пшеницы в период «возобновление весенней вегетации – колошение», кг/тыс. м² (2012–2014 гг.)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Годы			Среднее	Среднее по факторам		
		2012	2013	2014		А	В	
Краснодарская 99 (st)	3	1,63	1,71	2,16	1,83	1,68	2,29	
	5	1,57	1,61	1,99	1,72		2,16	
	7	1,49	1,42	1,53	1,48		1,94	
Юка	3	2,04	1,95	2,26	2,08	2,05		
	5	2,19	2,07	2,19	2,15			
	7	1,89	1,81	2,03	1,91			
Гром	3	2,33	2,01	2,78	2,37	2,18		
	5	2,20	1,83	2,63	2,22			
	7	1,81	1,71	2,32	1,95			
Протон	3	2,25	2,15	2,54	2,31	2,12		
	5	2,12	2,05	2,20	2,12			
	7	1,88	1,82	2,03	1,91			
Калым	3	2,52	2,33	2,68	2,51	2,30		
	5	2,37	2,10	2,43	2,30			
	7	2,10	1,97	2,22	2,10			
Васса	3	2,60	2,55	2,70	2,62	2,42		
	5	2,37	2,17	2,60	2,38			
	7	2,11	2,14	2,51	2,25			
Этнос	3	2,26	2,17	2,41	2,28	2,16		
	5	2,24	2,08	2,28	2,20			
	7	1,92	1,88	2,17	1,99			
Среднее		2,09	1,98	2,32				
НСР ₀₅ , кг/тыс. м ²	А	0,059	0,047	0,068				
	В	0,043	0,031	0,050				

В среднем по годам исследований чистая продуктивность фотосинтеза минимальной (1,98 кг/тыс. м²) была в 2013 году. Этот показатель увеличился на 5,6 % (до 2,09 кг/тыс. м²) при выращивании озимой пшеницы в 2012 году, а в

2014 году – достиг максимального значения, на уровне 2,32 кг/тыс. м², что больше за другие годы исследований на 10,9–17,1 %.

Наивысший уровень чистой продуктивности фотосинтеза достигнут в 2014 году при норме высева 3 млн шт./га на сортах: Гром (2,78 кг/тыс. м²); Васса (2,70 кг/тыс. м²); Калым (2,68 кг/тыс. м²). Наименьшим данный показатель был на уровне 1,57 кг/тыс. м² в 2012 году на сорте Краснодарская 99, высеянного с посевной нормой 7 млн шт./га, что ниже лучших показателей в 1,7–1,8 раза.

В среднем по сортовому составу (фактор А) отмечено преимущество сортов Калым и Васса, у которых показатель чистой продуктивности фотосинтеза увеличился до 2,30–2,42 кг/тыс. м². Этот показатель снизился в 1,4 раза (до 1,68 кг/тыс. м²) на варианте с сортом Краснодарская 99.

По нормам высева (второй исследуемый фактор) наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза, в среднем 2,29 кг/тыс. м², зафиксирована при минимальной норме высева (3 млн шт./га). На варианте с нормой высева 5 млн шт./га данный показатель снизился до 2,16, или на 6,0 %, а при норме высева 7 млн шт./га – такое снижение было еще более существенно – 1,94 кг/тыс. м², что меньше других норм высева на 11,3–18,0 %.

Таким образом, влияние нормы высева на продуктивность сортов озимой пшеницы значительное. Однако, сорта реагировали неодинаково – проявление сортовых особенностей, связанных с архитектоникой растения.

3.2 Урожайность, адаптивность и показатели качества зерна сортов озимой пшеницы

3.2.1 Урожайность зерна озимой пшеницы, доля вклада основных компонентов и адаптивность сортов

Урожайность зерна различных сортов озимой пшеницы демонстрировала значительные колебания в течение периода исследований, что связано с изменчивостью погодных условий и индивидуальной реакцией каждого сорта на эти фак-

торы (приложение 5). Наиболее благоприятным оказался 2014 год, когда средняя урожайность по эксперименту достигла 62,1 ц/га. Однако в 2012 и 2013 годах, характеризовавшихся недостатком осадков и повышенными температурами, этот показатель снизился до 46,9 и 40,6 ц/га соответственно, что на 32,4–52,9 % меньше, чем в оптимальных условиях.

Анализ данных за период исследований (опыт 1) по первому фактору (сорт) показал, что наивысшую урожайность семян продемонстрировали сорта Васса и Калым, достигшие уровня 53,9 и 6,6 ц/га соответственно. Эти показатели превышали результаты других изучаемых сортов на 6,9–41,5 % (таблица 14).

Таблица 14 – Урожайность зерна исследуемых сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева, ц/га (2012–2014 гг.)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)			Среднее по А
	3	5	7	
Краснодарская 99 (st)	38,9	40,8	40,4	40,0
Юка	43,4	46,8	45,8	45,3
Гром	48,6	50,9	52,1	50,5
Протон	50,1	49,7	50,4	50,1
Калым	54,9	57,6	57,3	56,6
Васса	52,4	55,2	54,2	53,9
Этнос	49,8	52,3	52,3	51,5
Среднее по В	48,3	50,5	50,8	
НСР ₀₅ , ц/га: А – 1,22; В – 1,38.				

Исследование влияния нормы высева (фактор В) выявило, что увеличение количества семян с 3 до 5 млн шт./га способствовало росту урожайности на 2,2 ц/га (4,6 %). Однако дальнейшее повышение нормы высева до 7 млн шт./га оказалось малоэффективным, обеспечив прибавку всего 0,3 ц/га (0,6 %). Учитывая значение НСР₀₅ для данного фактора (1,38 ц/га), можно сделать вывод о нецелесообразности использования нормы высева 7 млн шт./га из-за чрезмерного загущения посевов, приводящего к снижению продуктивности [143].

При математической обработке результатов исследований, опубликованных в статье «Агроэкологические параметры и адаптивность сортов озимой пшеницы в условиях Краснодарского края» (Назаренко Л. В., 2024), при помощи дисперсионного анализа были установлены значительные различия в доле влияния исследуемых факторов и погодных условий в отдельные года (приложение 6). В 2012 году наибольший вклад в формирование урожая обеспечил сортовой состав (фактор А), на долю которого пришлось 53,4 % от общего объема урожайности. Норма высева (фактор В) оказала существенное, но менее значимое влияние – 9,8 %. При этом взаимодействие двух факторов (АВ) проявилось на уровне 19,1 %. Неучтенные факторы также сыграли важную роль, составив 17,6 %. В эту категорию относят погодные условия, различия в агротехнике, воздействие вредителей и болезней.

В 2013 году влияние сортового состава (фактор А) достигло максимального значения – 92,5 %, тогда как роль нормы высева (фактор В) снизилась до 0,9 %. Доля других факторов составила 5,7 %, что свидетельствует о доминирующей роли сортовых особенностей в условиях этого года.

В 2014 году как сортовой состав (фактор А), так и норма высева (фактор В) оказали значительное влияние на урожайность – 80,3 и 13,6 % соответственно. Однако взаимодействие факторов (АВ) было минимальным – всего 2,2 %. Влияние неучтенных факторов также снизилось до 3,9 %, что указывает на более стабильные условия этого года [142].

Средние данные за весь период исследований, полученные методом дисперсионного анализа, показали, что исследуемые факторы по-разному влияли на урожайность семян озимой пшеницы (рисунок 4).

Наибольший вклад обеспечил сортовой состав (фактор А) – 68,5 %. Норма высева (фактор В) также оказала значительное влияние – 12,9 %. Взаимодействие факторов (АВ) составило 10,4 %, что объясняется индивидуальной реакцией сортов на изменение нормы высева и их генетическим потенциалом. Неучтенные факторы, включая погодные условия, оказали влияние на уровне 8,2 % [142].

Интересные результаты получены после обработки экспериментальных данных по трехфакторной схеме, когда годы исследований были включены как фактор С (рисунок 5).

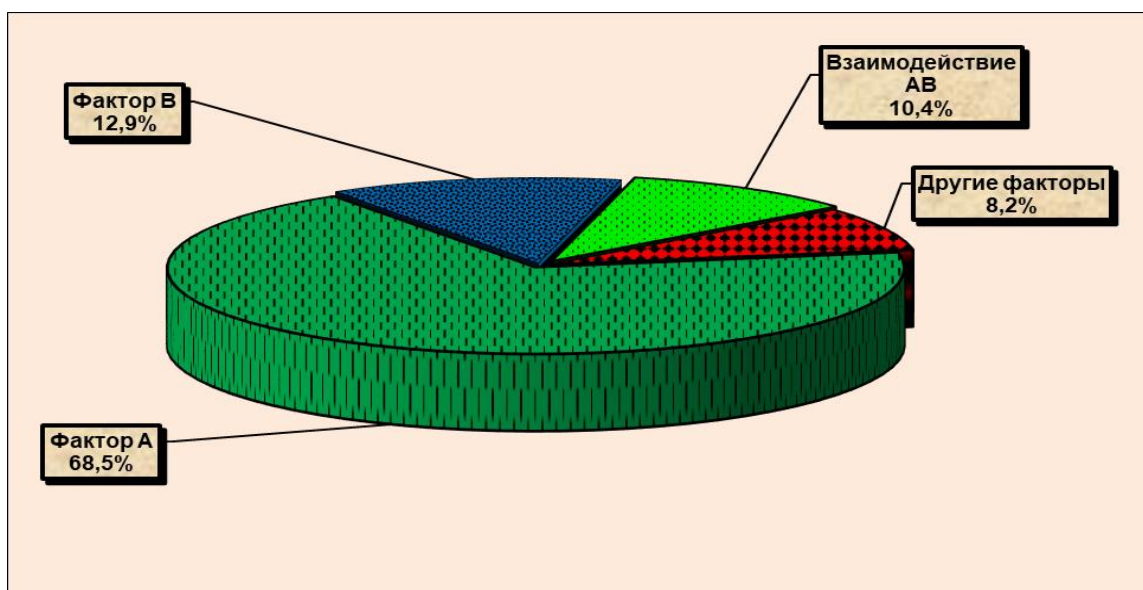


Рисунок 4 – Доля действия и взаимодействия факторов (А – сорт, В – норма высева) на урожайность семян озимой пшеницы, % (2012–2014 гг.)

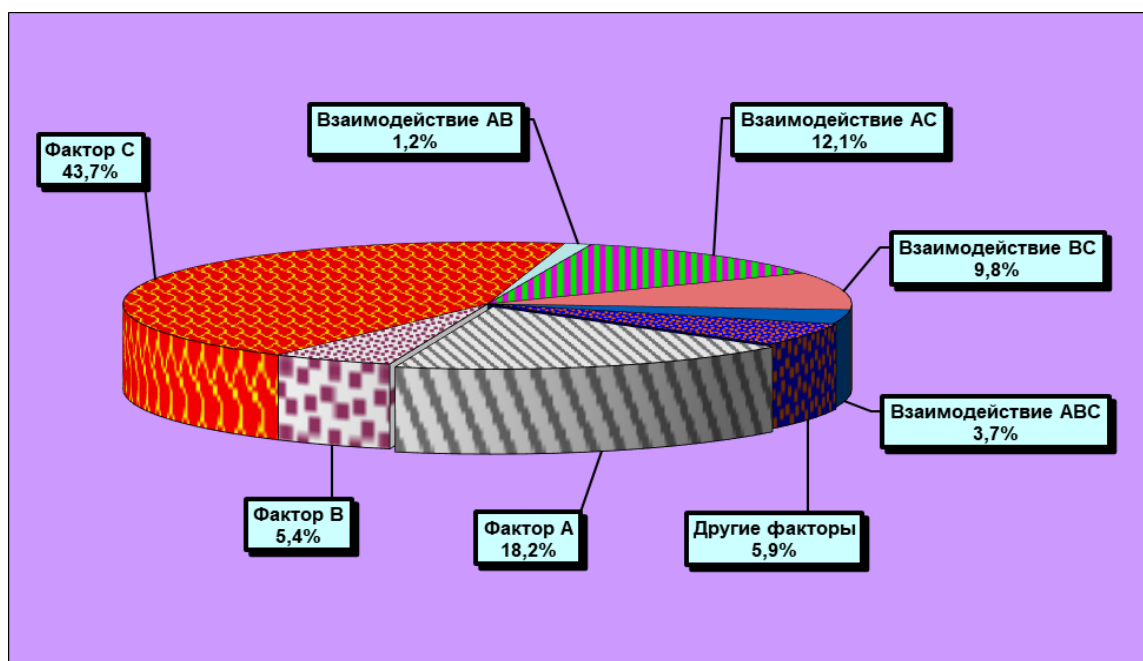


Рисунок 5 – Доля действия и взаимодействия факторов (А – сорт, В – норма высева, С – год проведения исследований) на урожайность семян озимой пшеницы, %

Сортовой состав (фактор А) оказал существенное влияние на формирование урожая семян озимой пшеницы, обеспечив 18,2 % от общего объема. В то же время норма высева (фактор В) имела в 3,4 раза меньший эффект, составив всего

5,4 %. Наибольшее воздействие на семенную продуктивность растений оказали погодные условия в годы проведения исследований – их вклад достиг 43,7 %.

Анализ взаимодействия факторов выявил значительные различия. Взаимодействие между сортом и нормой высева (АВ) было минимальным – всего 1,2 %. В то же время взаимодействие сорта с погодными условиями (АС) оказалось в 10 раз сильнее и составило 12,1 %. Также высокой была доля взаимодействия между нормой высева и погодными условиями (ВС) – 9,8 %. Полное взаимодействие всех трех факторов (АВС) проявилось слабо – на уровне 3,7 %. Влияние неучтенных факторов увеличилось до 5,9 %.

Адаптивный анализ, как показывают исследования ряда авторов, позволяет оценить влияние локальных почвенно-климатических условий и метеорологических факторов на семенную продуктивность озимой пшеницы и других сельскохозяйственных культур [27, 35, 62, 69, 90, 129]. В наших полевых опытах было установлено, что по показателю стрессоустойчивости, отражающему минимальную разницу в урожайности в лимитированных и оптимальных условиях, лидировал сорт Васса с показателем минус 41,0 (таблица 15) [142].

Таблица 15 – Параметры адаптивности исследуемых сортов озимой пшеницы, 2012–2014 годы

Сорт	Параметр				
	стрессо- устойчивость $X_{lim} - X_{opt}$	генетическая гибкость $(X_{lim} + X_{opt})/2$	коэффициент вариации $V, \%$	гомеоста- тичность H_{om}	селекционная ценность S_c
Краснодарская 99 (st)	– 23,1	38,7	23,8	690	71,6
Юка	– 11,6	44,7	9,3	2750	58,0
Гром	– 27,1	53,0	19,8	1030	89,4
Протон	– 24,6	46,7	20,7	910	75,3
Калым	– 31,9	62,3	25,5	860	105,1
Васса	– 41,0	60,5	28,1	550	122,5
Этнос	– 32,8	54,7	23,3	730	101,5

Сорта Краснодарская 99, Протон и Гром заняли промежуточные позиции по показателю стрессоустойчивости, который варьировался в пределах от минус 23,3 до минус 27,1. Наименьшая стрессоустойчивость (минус 11,6) была отмечена у сорта Юка, что свидетельствует о его меньшей приспособленности к неблагоприятным условиям.

Генетическая гибкость, отражающая способность сортов изменять урожайность в зависимости от условий выращивания, достигла максимальных значений у сортов Васса и Калым – 60,5–62,3. Это указывает на высокий биологический потенциал данных сортов. У сорта Краснодарская 99 этот показатель снизился до 38,7, что в 1,6 раза меньше, чем у лидеров. Также низкое значение генетической гибкости (44,7) было зафиксировано у сорта Юка [142].

Коэффициент вариации, который характеризует стабильность урожайности, оказался минимальным у сорта Юка – 9,3 %, что говорит о его устойчивости к изменению метеорологических условий. Средний уровень варьирования ($V = 19,8$ %) показал сорт Гром. Остальные сорта, особенно Васса, отличались высокой изменчивостью – коэффициент вариации у этого сорта достиг 28,1 % [142].

Гомеостатичность, отражающая способность сортов поддерживать стабильность в разных условиях, варьировалась в широких пределах. Наименьшее значение (550) было зафиксировано у сорта Васса, а наибольшее (2750) – у сорта Юка, что составляет разницу в 5 раз. Сорта Этнос и Калым показали промежуточные значения – 730 и 860 соответственно.

Селекционная ценность, как показатель адаптивности, достигла максимального значения у сорта Васса – 122,5. Также высокие результаты продемонстрировали сорта Этнос (101,5) и Калым (105,1). У сорта Юка этот показатель был значительно ниже – 58,0, что в 2,1 раза меньше, чем у сорта Васса [74, 75, 105, 142, 143].

3.2.2 Производственная проверка результатов исследований в полевом опыте с расширенным диапазоном нормы высева

В семеноводстве озимой пшеницы проведение полевых опытов является важным этапом внедрения в производство новых, высокопродуктивных сортов, разработки и уточнения сортовой агротехники, повышения урожайности и показателей качества семян, обеспечения стабильных урожаев и получения максимально возможной экономической эффективности и экологической безопасности зернового хозяйства [84, 103, 131, 158]. Также для самих полевых экспериментов важнейшим этапом завершения научно-исследовательской работы является внедрение полученных результатов в производство. Результаты производственной проверки могут помочь оптимизировать существующие технологии, повышая их эффективность и снижая затраты. Кроме того, проверка результатов полевых опытов может помочь оптимизировать элементы технологии, адаптированные к конкретным условиям каждого хозяйства [90, 98].

Производственный сельскохозяйственный опыт имеет некоторые отличия от полевого опыта. Производственный опыт – это комплексное научно-поставленное исследование, которое проводится в производственной обстановке, имеет определенные практические цели, отвечающие за конкретные задачи агропроизводства, его постоянного развития и совершенствования. Цель производственного опыта с практической точки зрения значительно шире полевого опыта. Он изучает системы агротехнической, экономической, экологической эффективности организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий, а не отдельные приемы и элементы этой системы как полевой опыт [19, 57, 58].

При проведении производственного полевого опыта на протяжении 2021–2024 годов (опыт 2) погодные условия оказывали существенное влияние на урожайность всех изучаемых сортов озимой пшеницы (приложение 8). Так, в условиях 2022 года средняя урожайность составила, в среднем, 62,3 ц/га, под воздействием повышенных температур воздуха и сниженного количества осадков во

второй половине вегетации озимой пшеницы в 2023 году она снизилась до 53,1 ц/га, или на 17,5 % [144].

Семенная продуктивность в 2024 году занимала промежуточное положение, в котором урожайность была равна 57,8 ц/га, что меньше по сравнению с первым годом исследования на 9,1 % и больше второго года проведения экспериментов на 8,9 %.

По материалам исследований, опубликованных в статье «Математические модели и корреляционные зависимости показателей продуктивности сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева в условиях Краснодарского края» выявлено, что наивысшая урожайность семян на уровне 74,7–78,7 ц/га сформировалась на варианте с сортом Калым в благоприятном по гидротермическим условиям 2021–2022 сельскохозяйственного года. Она существенно, в 1,8–1,9 раза, снизилась до 41,7 ц/га в засушливом 2022–2023 сельскохозяйственном году при выращивании сорта Краснодарская 99 с максимальной нормой высева – 7 млн шт./га [145].

В среднем за годы проведения производственных опытов установлено, что сорт озимой пшеницы Калым сформировал урожайность на уровне 72,4 ц/га при норме высева 4 млн шт./га (таблица 16). При использовании нормы высева 7 млн шт./га на сорте Краснодарская 99 она снизилась в 1,6 раза – до 44,4 ц/га.

По сортовому составу, в среднем за годы исследований, наибольшую семенную продуктивность показал сорт Калым – 66,3 ц/га. Также высокие показатели урожайности семян (62,8–65,2 ц/га) обеспечили сорта Этнос и Васса. Такие закономерности отмечены на фоне снижения на сорте Краснодарская 99 урожайности до 47,8 ц/га, или на 31,4–38,4 %.

По нормам высева преимущество на всех сортах обеспечили варианты с применением норм высева 3 и 4 млн шт./га, при которых урожайность семян исследуемой культуры составила, в среднем по данному фактору, 61,0 и 60,8 ц/га соответственно. Следует отметить, что такая разница между вариантами второго исследуемого фактора (норма высева) была математически недостоверной ($НСР_{05}$ по фактору В – 1,12 ц/га). При дальнейшем увеличении нормы высева до 5,

и, особенно, до 7 млн шт./га зафиксировано существенное (на 4,4–8,8 ц/га, или на 7,8–15,5 %) снижение урожайности семян озимой пшеницы.

Таблица 16 – Урожайность зерна исследуемых сортов озимой пшеницы
в зависимости от нормы высева, ц/га (2021–2024 гг.)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)				Среднее по А
	3	4	5	7	
Краснодарская 99 (st)	49,5	49,6	47,5	44,4	47,8
Юка	52,0	51,6	47,7	45,6	49,2
Гром	57,1	57,5	52,7	49,1	54,1
Протон	66,8	62,0	55,3	51,5	58,9
Калым	69,7	72,4	63,7	59,2	66,3
Васса	66,3	67,8	65,4	61,2	65,2
Этнос	65,6	65,0	62,3	58,2	62,8
Среднее по В	61,0	60,8	56,4	52,8	
НСР ₀₅ , ц/га: А – 1,31; В – 1,22.					

Обобщение полученных результатов производственного опыта с использованием дисперсионного анализа позволило установить главную роль сорта в формировании семенной продуктивности озимой пшеницы, доля участия которого составляет 59,0 % (рисунок 6).

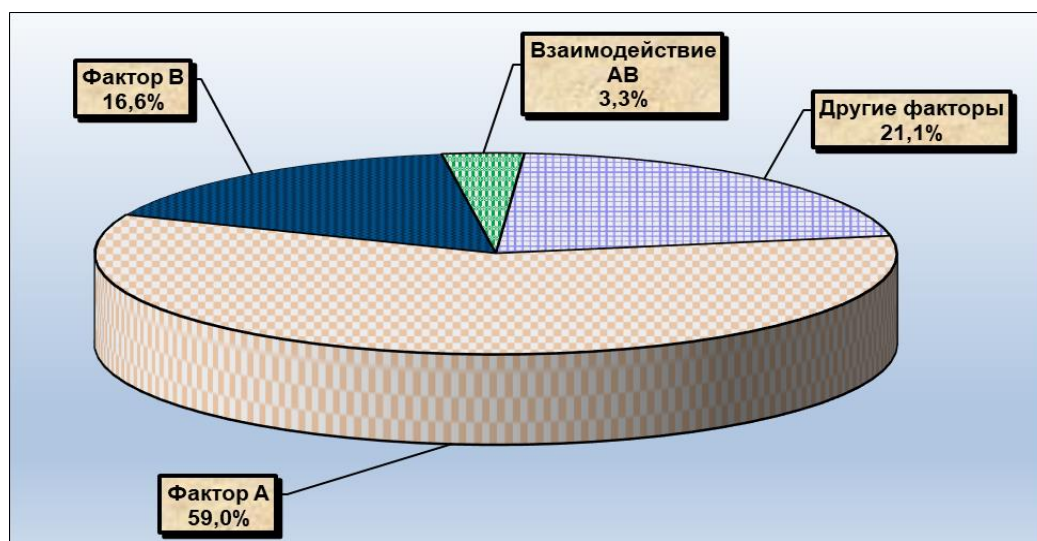


Рисунок 6 – Доля действия и взаимодействия факторов (А – сорт, В – норма высева) на урожайность семян озимой пшеницы, % (2022–2024 годы)

Норма высева также в высокой степени влияла на продуктивность растений – 16,6 %. Взаимодействие исследуемых факторов (AB) было не существенным – 3,3 %, а влияние неучтенных факторов, наоборот, было очень значительным – 21,1 %.

Дисперсионный анализ урожайных данных по трехфакторной схеме с добавлением фактора С (года исследований) позволил уточнить действие как исследуемых сортов и норм высева, так и воздействие погодных условий (рисунок 7).

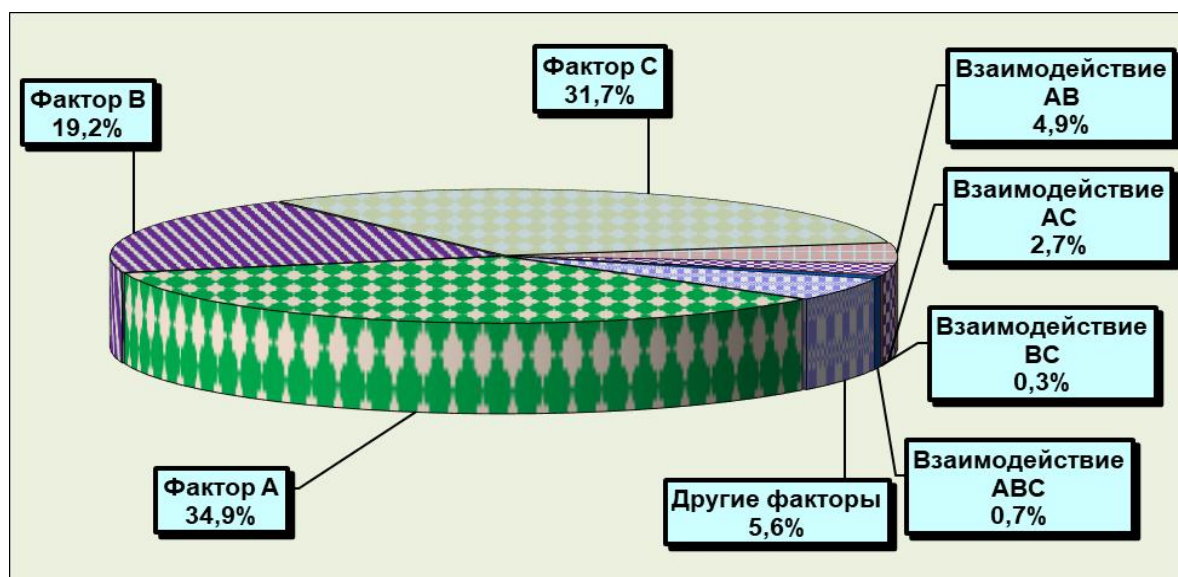


Рисунок 7 – Доля действия и взаимодействия факторов (А – сорт, В – норма высева, С – год проведения исследований) на урожайность семян сортов озимой пшеницы, % (2022–2024 годы)

Отмечено основное значение сорта, как главного элемента технологии выращивания семенной озимой пшеницы, удельный вес которого был максимальный и составлял 34,9 %. На втором месте по доле участия в формировании урожая с показателем 31,7 % погодные условия в годы исследований (фактор С). Также высоким было влияние нормы высева – 19,2 % от общего влияния на семенную продуктивность озимой пшеницы.

Взаимодействие факторов было повышенным у сорта (А) и нормы высева (В) – АВ равно 4,9 %. Другие взаимодействия были незначительными.

Также высокой, на уровне 5,6 %, была доля действия других (неучтенных) факторов, к которым следует отнести влияние элементов технологии.

3.2.3 Проявление разнокачественности семян исследуемых сортов озимой пшеницы под влиянием норм высева

Величина урожая обусловлена его структурой, к которой относятся биометрические показатели колоса и стебля, их масса и количественные параметры. В наших полевых исследованиях, опубликованных в статье «Семенная продуктивность, адаптивность и качество семян сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева» (Зеленский Г. Л., Назаренко Л. В., 2025) установлено, что в условиях 2012 года длина колоса достигла максимального уровня 12,0–12,3 см на варианте с сортом Этнос при его посеве нормами 3 и 5 млн шт./га (таблица 17).

Таблица 17 – Показатели продуктивности колоса и стебля сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева (2012 год)

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Длина, см			Масса, г				Количество, шт.	
		колоса	стебля	верхнего междоузлия	колоса	стебля	верхнего междоузлия	зерна с 1 колоса	зерен с 1 колоса	колосков
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Краснодарская 99	3	9,3	47,5	15,2	2,0	0,4	0,1	0,8	20,9	18,9
	5	8,6	44,9	14,9	1,9	0,3	0,1	0,6	17,5	17,5
	7	7,9	47,8	14,9	1,2	0,3	0,1	0,5	15,0	16,0
Юка	3	9,8	49,2	16,2	2,2	0,5	0,1	1,0	23,7	19,8
	5	9,6	51,5	17,0	2,1	0,5	0,1	0,8	20,2	19,5
	7	9,9	49,6	17,9	2,1	0,5	0,1	0,9	22,7	20,1
Гром	3	8,5	46,3	18,7	1,6	0,4	0,1	0,7	16,6	17,0
	5	8,4	48,8	19,3	1,5	0,4	0,1	0,6	15,9	16,3
	7	8,1	46,5	18,5	1,4	0,4	0,1	0,6	14,2	15,9

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Протон	3	8,9	46,6	17,2	1,8	0,4	0,1	0,7	18,8	18,0
	5	8,8	48,7	18,4	1,6	0,4	0,1	0,6	18,0	17,2
	7	8,5	49,1	16,8	1,6	0,4	0,1	0,7	17,0	16,4
Калым	3	8,7	44,9	17,1	1,6	0,3	0,1	0,7	18,1	16,5
	5	8,7	45,9	18,8	1,6	0,3	0,1	0,7	18,8	16,2
	7	8,5	43,7	17,3	1,5	0,3	0,1	0,6	17,2	16,4
Васса	3	10,2	48,5	18,7	2,3	0,5	0,2	0,9	20,6	19,2
	5	10,0	52,6	19,7	2,0	0,5	0,1	0,8	18,1	17,6
	7	9,9	52,1	20,1	2,1	0,5	0,1	0,8	17,8	17,6
Этнос	3	12,0	49,6	17,6	2,1	0,5	0,1	0,9	20,1	18,6
	5	12,3	53,4	19,4	1,9	0,5	0,1	0,8	18,7	19,7
	7	10,9	52,5	18,4	1,7	0,5	0,1	0,7	16,3	16,6

Данный показатель значительно уменьшился до 7,9 см (на 51,9–55,7 %) у сорта Краснодарская 99 при норме высева 7 млн шт./га. Также длина колоса превышала 10 см у сорта Васса при нормах высева 3 и 5 млн шт./га, а у сорта Этнос – при посевной норме 7 млн шт./га. В целом практически на всех сортах, кроме сорта Юка, прослеживалась тенденция снижения уменьшения длины колоса при норме высева 7 млн шт./га [74].

Преимущество перед другими по длине стебля сортами показал сорт Этнос при норме высева 5 млн шт./га, у которого данный показатель был равен 53,4 см. Его высокое значение (более 52 см) зафиксировано у этого же сорта при посевной норме 7 млн шт./га, а также у сорта Васса – при нормах 3 и 5 млн шт./га. У сорта Калым при норме высева 7 млн шт./га длина стебля характеризовалась минимальным уровнем – 43,7 см.

По длине верхнего междоузлия минимальными параметрами (14,9 см) обладал на сорт Краснодарская 99 при нормах высева 5 и 7 млн шт./га. У сорта Васса при посевной норме 7 млн шт./га этот показатель имел наивысшее значение – 20,1 см, что больше на 34,9 %.

Масса колоса у всех сортов, кроме сорта Васса, показала тенденцию снижения по мере увеличения норм высева от 3 до 5 и млн шт./га. Максимальным этот показатель был также у сорта Васса при посевной норме 3 млн шт./га, на котором он увеличился до 2,3 г.

Масса стебля практически не зависела от норм высева, но отличалась по сортовому составу с преобладанием сортов Юка, Васса и Этнос, у которых она увеличилась до 0,5 г. Минимальным этот показатель (0,3 г) был у сортов Краснодарская 99 и Калым. Масса верхнего междоузлия была одинакова на всех сортах и нормах высева (0,1 г), кроме сорта Васса при норме высева 3 млн шт./га, где она увеличилась до 0,2 г.

Количество зерен увеличилось до 23,7 шт. на варианте с сортом Юка и посевной нормой 3 млн шт./га. На сорте Гром при норме высева семян 7 млн шт./га этот показатель существенно снизился – до 14,2 шт., или на 67,5 %. Большинство сортов (кроме сорта Юка) формировали меньше количества колосков при увеличении норм высева от 3 и 5 до 7 млн шт./га.

Следует отметить, что количество колосков возросло до 20,1 шт. у сорта Юка при применении максимальной посевной нормы (7 млн шт./га). Кроме того, показано, что данный показатель был высоким (более 19 шт.) у этого же сорта при нормах высева 3 и 5 млн шт./га, а также у сортов Васса (3 млн шт./га) и Этнос (5 млн шт./га). У сорта Гром при посевной норме 7 млн шт./га количество колосков снизилось на 26,4 % (до 15,9 шт.) [143, 144].

В условиях 2013 года по длине колоса также, как и в 2012 году, лидировал сорт Этнос при норме высева 3 млн шт./га – 11,4 см. На сорте Калым при посевной норме 7 млн шт./га зафиксировано его снижение в 1,8 раза – до 6,5 см. Без учета отсутствия тенденции у сорта Протон, у других сортов проявилась закономерность уменьшения длины колоса при норме 7 млн шт./га.

В благоприятных условиях 2013 года, по сравнению с более засушливым 2012 годом, наблюдалось значительное увеличение длины стебля в широком диапазоне – от 7,1 % (сорт Гром, норма высева 5 млн шт./га) до 40,3 % (сорт Васса, норма высева 3 млн шт./га) (таблица 18). Максимальным данный показатель на

уровне 71,5 см сформировался на сорте Васса при посевной норме 7 млн шт./га. На многих вариантах длина стебля сортов превышала 60 см: Юка (на всех нормах высева); Краснодарская 99 (5 млн шт./га); Протон (3 и 7 млн шт./га); Калым (3 млн шт./га); Васса (все посевные нормы); Этнос (все нормы высева).

Таблица 18 – Показатели продуктивности колоса и стебля исследуемых сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева, 2013 год

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Длина, см			Масса, г				Количество, шт.	
		колоса	стебля	верхнего междоузлия	колоса	стебля	верхнего междоузлия	зерна с 1 колоса	зерен с 1 колоса	колосков
Краснодарская 99 (st)	3	8,0	58,0	20,3	1,3	0,4	0,1	0,5	16,7	17,8
	5	8,0	60,1	23,0	1,3	0,5	0,1	0,5	16,4	17,6
	7	7,2	53,8	21,4	0,9	0,3	0,1	0,4	13,1	14,7
Юка	3	8,9	63,4	25,8	1,9	0,7	0,2	0,8	21,2	18,5
	5	8,9	63,0	25,8	1,8	0,6	0,3	0,8	21,1	18,3
	7	7,2	61,9	23,0	0,9	0,4	0,1	0,4	12,4	14,1
Гром	3	9,0	59,4	25,1	1,5	0,4	0,1	0,6	18,1	18,1
	5	7,6	52,3	21,7	1,2	0,4	0,1	0,5	14,1	14,6
	7	7,2	50,8	21,6	1,1	0,3	0,1	0,5	12,9	14,0
Протон	3	8,3	63,3	25,0	1,5	0,6	0,2	0,6	16,8	17,2
	5	7,9	54,3	23,3	1,4	0,5	0,1	0,6	17,0	15,8
	7	8,2	63,5	27,1	1,5	0,5	0,1	0,6	16,6	16,4
Калым	3	8,2	60,8	26,9	1,7	0,6	0,1	0,7	18,6	16,0
	5	7,0	56,0	24,0	1,1	0,3	0,1	0,4	11,5	14,0
	7	6,5	56,0	26,7	1,0	0,3	0,1	0,4	11,8	12,1
Васса	3	8,9	67,9	30,2	2,3	0,8	0,3	1,0	19,9	17,2
	5	7,3	64,3	26,9	1,4	0,5	0,1	0,6	12,5	12,4
	7	8,9	71,5	28,2	2,0	0,7	0,2	1,0	18,1	16,8
Этнос	3	11,4	68,8	26,1	2,0	0,9	0,2	0,9	21,5	19,7
	5	8,7	60,0	25,1	1,2	0,5	0,1	0,6	14,1	15,6
	7	7,8	60,4	23,9	0,8	0,3	0,1	0,4	10,9	12,5

Верхняя часть стебля в условиях 2013 года также значительно повысилась на всех факторах и вариантах по сравнению с 2012 годом. Так, даже минимальный показатель в 2013 году на уровне 20,3 см (Краснодарская 99, 3 млн шт./га) превышал максимальный показатель 2012 года – 20,1 см (сорт Васса, 7 млн шт./га). Наивысшая длина верхнего междоузлия в 2013 году – 30,2 см – зафиксирована на варианте с сортом Васса при посевной норме 3 млн шт./га.

Масса колоса в 2013 году у большинства сортов изменялась в более широком диапазоне с устойчивыми закономерностями снижения при норме высева 7 млн шт./га, кроме сортов Протон и Васса. Масса стебля в целом и его верхнего междоузлия наибольшие значения на уровне, соответственно, 0,8; 0,3 г имели на варианте с сортом Васса при норме высева 3 млн шт./га [144].

По количеству зерен в данном наборе сортов лидировали Этнос с нормой высева 3 млн шт./га – 21,5 шт., а также сорт Юка – 21,1–21,2 при посеве его нормой соответственно 5 и 3 млн шт./га.

Количество колосков максимальной величины (19,7 шт.) достигло на варианте с сортом Этнос при норме высева 3 млн шт./га. На всех сортах проявилась тенденция значительного увеличения этого показателя при посевной норме 3 млн шт./га по сравнению с нормой 5 млн шт./га, и особенно – 7 млн шт./га. С увеличением нормы высева наблюдается снижение длины колоса, массы зерна и количества зерен у большинства сортов (таблица 19). Это связано с усилением конкуренции за ресурсы внутри агроценоза.

Наибольшие показатели длины колоса и массы зерна отмечены при норме высева 3 млн шт./га, что указывает на оптимальные условия для развития растений при меньшей плотности посева. Сорт Васса демонстрирует высокие значения длины стебля и массы колоса даже при повышенной норме высева (7 млн шт./га), что свидетельствует о его устойчивости к высокой плотности посева. Сорт Этнос выделяется максимальной длиной колоса. Так, максимальные величины 10,5 и 11,7 см были зафиксированы на сорте Этнос при нормах высева 5 и 3 млн шт./га, но при увеличении нормы высева показатели значительно снижаются. Это было

на 40,2–56,0 % больше, чем у сорта Калым при выращивании с посевной нормой 7 млн шт./га [143, 144].

Таблица 19 – Показатели продуктивности колоса и стебля исследуемых сортов озимой пшеницы, 2014 год

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Длина, см			Масса, г				Количество, шт.	
		колоса	стебля	верхнего междоузлия	колоса	стебля	верхнего междоузлия	зерна с 1 колоса	зерен с 1 колоса	колосков
Краснодарская 99 (st)	3	8,7	52,8	17,8	1,7	0,4	0,1	0,5	18,8	18,4
	5	8,3	52,5	19,0	1,6	0,4	0,1	0,5	17,0	17,6
	7	7,6	50,8	18,2	1,1	0,3	0,1	0,4	14,1	15,4
Юка	3	9,4	56,3	21,0	2,1	0,6	0,2	0,8	22,4	19,2
	5	9,3	57,3	21,4	2,0	0,6	0,2	0,7	20,7	18,9
	7	8,6	55,8	20,5	1,5	0,5	0,1	0,6	17,6	17,1
Гром	3	8,8	52,9	21,9	1,6	0,4	0,1	0,5	17,3	17,6
	5	8,0	50,6	20,5	1,4	0,4	0,1	0,6	15,0	15,5
	7	7,7	48,7	20,1	1,3	0,4	0,1	0,5	13,5	15,0
Протон	3	8,6	55,0	21,1	1,7	0,5	0,2	0,7	17,8	17,6
	5	8,4	51,5	20,9	1,5	0,5	0,1	0,7	17,5	16,5
	7	8,4	56,3	22,0	1,6	0,5	0,1	0,6	16,8	16,4
Калым	3	8,5	52,9	22,0	1,7	0,5	0,1	0,6	18,4	16,3
	5	7,9	51,0	21,4	1,4	0,3	0,1	0,6	15,1	15,1
	7	7,5	49,9	22,0	1,3	0,3	0,1	0,5	14,5	14,3
Васса	3	9,6	58,2	24,5	2,3	0,7	0,3	1,0	20,3	18,2
	5	8,7	58,5	23,3	1,7	0,5	0,1	0,7	15,3	15,0
	7	9,4	61,8	24,2	2,1	0,6	0,2	0,9	17,9	17,2
Этнос	3	11,7	59,2	21,9	2,1	0,7	0,2	0,9	20,8	19,2
	5	10,5	56,7	22,3	1,6	0,5	0,1	0,7	16,4	17,7
	7	9,4	56,5	21,2	1,3	0,4	0,1	0,5	13,6	14,6

Сорт Васса при норме высева 7 млн шт./га обеспечил формирование максимальной длины стебля (61,8 см) по сравнению со всеми другими сочетаниями вариантов сортового состава (фактор А) и норм высева (фактор В). Верхнее междоузлие на уровне 24,5 см также получено на этом же сорте, только при норме высева 3 млн шт./га.

Масса колоса увеличилась до наивысшей величины 2,3 г у сорта Васса при норме высева 3 млн шт./га. Также высокое значение (2,1 г) этот показатель сформировал у таких сортов при их посевных нормах: Юка (3 млн шт./га); Васса (7 млн шт./га); Этнос (3 млн шт./га). По массе колоса сформировалось минимальное значение (1,1 г) у сорта Краснодарская 99 при посевной норме 7 млн шт./га. У сорта Васса при норме высева 3 млн шт./га наблюдались наивысшие показатели массы стебля и верхнего междоузлия – 0,7 и 0,3 г, соответственно.

Количество зерен показало тенденцию снижения на вариантах при посевной норме 7 млн шт./га на всех исследуемых сортах озимой пшеницы, кроме сорта Васса, на котором она отсутствовала. Наивысшее значение (22,4 шт.) получено на сорте Юка при применении минимальной нормы высева – 3 млн шт./га. На сортах Гром и Этнос при норме высева 7 млн шт./га количество зерен уменьшилось до 13,5–13,6 шт., или на 65,0–65,8 %.

Количество колосков также, как и по количеству зерен, проявило общую тенденцию снижения показателя при норме высева 7 млн шт./га по сравнению с нормами 5 и 3 млн шт./га. Исключение составил сорт Васса, у которого при переходе от нормы 5 до 7 млн семян на 1 га этот показатель увеличился на 16,3 % [143].

В современных условиях развитие сельского хозяйства возможно при изменении ряда принципиальных условий, обусловленных необходимостью обеспечения конкурентоспособности хозяйственных субъектов, снижения себестоимости продукции, внедрении ресурсосберегающих и биологизированных технологий выращивания, применения новых стратегий производства и переработки растениеводческой продукции. Кроме того, с экономической и экологической точек зрения лучшие результаты обеспечивает создание агропроизводственных систем,

в которых, например, растениеводство обеспечивает кормами животноводство, а животноводство – органическими удобрениями. При этом общая стратегия направлена на получение максимальной прибыли с помощью производства не только сырья, но и готовой продукции с высокой добавленной стоимостью, а также на экологическую составляющую технологических процессов агропроизводственных систем [46, 47, 50, 73, 185].

Учитывая тот факт, что основной целью сельскохозяйственного производства, как и любого вида экономической деятельности, является получение максимальной чистой прибыли, то необходимы соответствующие операционные инструменты. Адаптивные качества сорта обуславливают стабильность зернового производства, особенно в неблагоприятные годы с воздействием засухи или переувлажнения, высоких или низких температур, воздействия вредных организмов и др. [183].

В связи с этим разрабатывается и внедряется в производство новая сортовая политика. Она предусматривает внедрение в растениеводческое производство современных высокопродуктивных сортов, интенсификацию и оптимизацию агротехнических мероприятий, сокращение доли ручного труда, оптимизацию структуры посевных площадей, выбор наиболее эффективных норм высева и так далее [177, 191, 194, 195].

Таким образом, сорт – это не просто один из факторов-слагаемых урожая, а значительный элемент технологии возделывания сельскохозяйственной культуры.

И если рассматривать признаки сорта, то, касаясь зерновых колосовых, можно выделить три основные группы:

- 1) биологические особенности (устойчивость к абиотическим факторам, полеганию, поражаемость вредителями и болезнями, и пр.);
- 2) требования к технологии возделывания культуры и хранения урожая;
- 3) качественные показатели полученного зерна – содержание клейковины, белка, объемная масса, ИДК и пр. [236].

Сортовые семена, являющиеся важнейшим элементом современных агротехнологий возделывания озимой пшеницы и других сельскохозяйственных культур,

могут значительно отличаться в зависимости от места и условий выращивания, технологии семеноводства, сушки, калибровки и хранения посевного материала.

В семеноводстве озимой пшеницы, как и других сельскохозяйственных культур важнейшее значение имеет установление фракционных параметров семенного материала в зависимости от их выхода при использовании сит с разным размером ячеек (таблица 20).

Таблица 20 – Выход кондиционных семян в зависимости от сортового состава и нормы высева, г (2012 год)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Размер ячейки				
		3 мм	2,5 мм	2 мм	1,7 мм	остаток
Краснодарская 99 (st)	3	4	298	169	19	11
	5	5	301	163	17	15
	7	6	297	164	9	25
Юка	3	30	312	136	13	12
	5	6	317	155	13	11
	7	69	305	109	11	8
Гром	3	9	361	104	15	12
	5	9	360	99	12	21
	7	12	371	91	13	14
Протон	3	12	342	125	14	9
	5	2	348	120	16	14
	7	9	365	104	14	10
Калым	3	6	361	101	16	18
	5	3	389	88	12	10
	7	3	370	97	14	17
Васса	3	61	344	65	19	11
	5	36	360	72	18	15
	7	128	282	62	18	11
Этнос	3	20	375	71	24	12
	5	17	390	70	17	7
	7	4	383	89	14	11

В 2012 году при размере ячейки 3 мм лидером был сорт Васса при норме высева 7 млн шт./га (128 г). Основная масса семян оставалась при размере ячейки 2,5 мм и варьировала в от 305 г у сорта Юка (НВ = 7 млн шт./га) до 389 у сорта Калым (НВ = 5 млн шт./га).

Исследованиями установлено, что в условиях 2013 года максимальная весовая масса 202 г (из 500 г) при размере ячеек 3 мм была также у сорта Васса при норме высева 7 млн шт./га (таблица 21).

Таблица 21 – Выход кондиционных семян в зависимости от сортового состава и нормы высева, г (2013 год)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Размер ячейки				
		3 мм	2,5 мм	2 мм	1,7 мм	остаток
Краснодарская 99 (st)	3	4	289	169	19	19
	5	3	327	133	17	20
	7	3	292	160	16	29
Юка	3	47	339	96	9	9
	5	7	367	98	14	14
	7	134	275	64	14	13
Гром	3	7	386	72	16	19
	5	7	380	69	12	32
	7	5	364	97	14	20
Протон	3	4	346	114	20	16
	5	2	348	120	16	14
	7	11	374	83	20	12
Калым	3	2	377	85	15	21
	5	1	381	89	13	16
	7	2	381	79	14	24
Васса	3	30	367	63	24	16
	5	34	365	66	18	17
	7	202	206	53	23	16
Этнос	3	35	362	56	30	17
	5	23	390	56	20	11
	7	2	380	85	16	17

Также высокое значение (134 г) этот показатель имел на варианте с сортом Юка при такой же норме высева (7 млн шт./га). Наименьшие показатели выхода кондиционных семян (1–2 г) при размере ячеек сита 3 мм выявлены сортов при разных нормах высева: Протон (5 млн шт./га); Калым (на всех нормах высева); Этнос (7 млн шт./га). Фракция кондиционных семян при размере ячеек сита 2,5 мм имела максимальное преимущество на всех без исключения сортах и нормах высева. Так, у сорта Этнос при посевной норме 5 млн шт./га наблюдалось его увеличение до 390 г, или в 16,9 раз по сравнению с таким же сочетанием вариантов и ячейками 3 мм. При размере сита 2,5 мм также высоким выход кондиционных семян (более 380 г) был у сорта Этнос при норме высева 7 млн шт./га, у сорта Калым (5 и 7 млн шт./га) и сорта Гром (3 и 5 млн шт./га). Минимальное значение выхода кондиционных семян зафиксировано при размере сита 2,5 мм на уровне 206 г у сорта Васса при норме высева 7 млн шт./га, которое было на одном уровне с фракцией при размере ячеек 3 мм – 202 г.

При использовании сит с размером ячеек 2 мм выход кондиционных семян существенно снизился на всех факторах и их вариантах. Наименьшее значение (53 г) получили у сорта Васса при норме высева 7 млн шт./га, что было в 3,2 раза меньше максимальной величины, полученной на сорте Краснодарская 99 при посевной норме 3 млн шт./га – 169 г.

При размере ячеек 1,7 мм проявилась общая закономерность снижения выхода кондиционных семян, особенно на сорте Юка при норме высева 3 млн шт./га, где он снизился до 9 г. Наибольшее значение в этой фракции (30 г) наблюдалось на сорте Этнос при минимальной норме высева 3 млн шт./га.

Установлено, что остаточное количество семян практически не зависело от норм высева и показало тенденцию увеличения у сортов Краснодарская 99 – до 29 г при норме высева 7 млн шт./га и у сорта Гром – 32 г при посевной норме 5 млн шт./га. Уменьшение данного показателя до 9 г зафиксировано у сорта Юка при норме высева 3 млн шт./га.

При выращивании в 2014 году выход семян при размерах ячеек сит 3 мм характеризовался очень большим диапазоном варьирования – от 92 г (сорт Васса, норма высева 3 млн шт./га) до 2 г (сорт Протон, норма высева 5 млн шт./га), т. е. разница между этими крайними вариантами составила 46 раз (таблица 22).

Таблица 22 – Выход кондиционных семян в зависимости от сортового состава и нормы высева, г (2014 год)

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Размер ячейки				
		3 мм	2,5 мм	2 мм	1,7 мм	остаток
Краснодарская 99 (st)	3	4	306	169	19	2
	5	6	274	193	17	10
	7	8	302	167	2	21
Юка	3	12	284	175	16	14
	5	4	266	211	12	8
	7	3	335	153	8	2
Гром	3	11	335	136	13	5
	5	11	340	128	11	10
	7	19	378	85	11	7
Протон	3	19	337	136	7	1
	5	2	348	120	16	14
	7	7	355	124	7	7
Калым	3	9	344	116	16	15
	5	4	397	86	10	3
	7	4	358	115	14	9
Васса	3	92	321	67	14	6
	5	38	354	77	18	13
	7	53	358	71	12	6
Этнос	3	5	387	85	17	6
	5	11	389	84	13	3
	7	6	386	92	12	4

При использовании сита с размером ячеек 2,5 мм также, как и в 2013 году получен максимальный удельный выход кондиционных семян на всех изучаемых

сортах и нормах высева, который увеличился до 397 г у сорта Калым при посевной норме 5 млн шт./га, а также до 386–389 г – при всех нормах высева вариантов с сортом Этнос. Наименьшее значение (266 г) зафиксировано у сорта Юка при норме высева 5 млн шт./га.

При использовании сит с размером ячеек 2 мм выход кондиционных семян резко снизился, особенно на вариантах с сортами: Васса (при всех нормах высева); Калым (5 млн шт./га); Этнос (3 и 5 млн шт./га); Гром (7 млн шт./га). Максимальное значение этой фракции (размер ячеек 2 мм) на уровне 211 г было у сорта Юка при норме высева 5 млн шт./га.

Фракции с размером ячеек сита 1,7 мм и остаток также показали минимальный удельный вес в общем выходе кондиционных семян озимой пшеницы. По фракции 1,7 мм у сортов Юка, Краснодарская 99 и Этнос проявилась четкая тенденция уменьшения выхода кондиционных семян при переходе от норм высева 3 и 5 млн шт./га к посевной норме 7 млн шт./га. Наименьшие значения данного показателя на уровне 2 г были зафиксированы по фракции с размером ячеек 1,7 мм на варианте с сортом Краснодарская 99 и нормой высева 7 млн шт./га, а на остатке – у сорта Юка (7 млн шт./га) и сорта Краснодарская 99 (3 млн шт./га).

Норма высева для большинства сортов (кроме Гром и Протон), которая позволяет формировать наибольшие значения выхода кондиционных семян, не превышает 5 млн шт./га. Увеличение нормы высева до 7 млн шт./га приводит к снижению выхода кондиционных семян и ухудшению их качества.

При рассмотрении матрикальной категории, установлено, что в центре колоса формируются самые крупные полновесные зерновки в сравнении с верхней и нижней частью. Это поясняется тем, что зацветать и формироваться зерновка начинает именно в центре колоса и именно туда направляются все элементы питания, и это обуславливает максимальное увеличение зерновок в центре колоса. Поэтому на центре колоса всегда формируются полновесные и крупные семена, которые имеют максимальную массу 1000 семян и наибольшие запасы эндосперма [137]. Наибольшие параметры продуктивности обеспечивают не крупные и не мелкие, а средние по размеру семена озимой пшеницы. Это объясняется тем, что на крупных семенах чаще, чем на средних появляются микротравмы, которые

трудно выявить без использования сложных и дорогих лабораторных методов – окрашивание, рентгенографию и др. Мелкие семена обладают худшими посевными характеристиками и имеют минимальный запас питательных веществ, жизненно необходимых для быстрого прорастания, формирования надземных органов и корневой системы, а также нормального развития на протяжении вегетационного периода для получения высоких и качественных урожаев.

Следует отметить, что лабораторная всхожесть семян не является показателем наличия или отсутствия микротравм на семенах. А полевая всхожесть, наоборот, в наибольшей степени может свидетельствовать о ее наличии при значительном ее снижении. В лабораторных условиях наличие микротравм не мешает быстрому и одновременному прорастанию зерновок. Однако, в поле, при наличии многочисленных негативных факторов, в том числе и патогенных микроорганизмов, растения, полученные из поврежденных семян, начинают отставать в росте и снижают продуктивность.

Таким образом, качественные семена один из важнейших факторов, влияющий на будущую урожайность пшеницы озимой и, соответственно, на экономическую эффективность зернопроизводства. В наших полевых оптах в отдельные года проведения исследований показатели массы 1000 семян изучаемых сортов озимой пшеницы в разной степени реагировали на изменение норм высева, что можно объяснить их генетическими особенностями и биологической реакцией сортов на благоприятные и неблагоприятные метеорологические факторы (таблица 23).

В условиях 2014 года у сорта Васса при минимальной норме высева (3 млн шт./га) зафиксировано наивысшее значение массы 1000 зерен – 49,6 г. Также в этом же году и при той же норме высева у сорта Краснодарская 99 сформировалась минимальная масса 1000 семян – 26,8 г. Разница между этими значениями составляла 1,9 раза, что свидетельствует о необходимости подбора сортов, адаптированных для конкретной почвенно-климатической зоны и способных в одинаковых природных и агротехнических условиях обеспечить не только максимально высокий уровень урожая, но также и высокие показатели качества семян.

Таблица 23 – Масса 1000 зерен семян сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева, г

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт. (фактор В)	Масса 1000 зерен, г				Среднее по факторам		
		2012	2013	2014	среднее	А	В	
Краснодарская 99 (st)	3	36,4	31,6	26,8	31,6	32,4	38,5	
	5	35,6	32,4	29,2	32,4		38,6	
	7	35,2	33,1	31,0	33,1		37,9	
Юка	3	42,2	38,2	34,2	38,2	36,7		
	5	38,8	35,7	32,5	35,7			
	7	40,8	36,2	31,5	36,2			
Гром	3	40,2	35,9	31,5	35,9	37,0		
	5	38,6	37,9	37,2	37,9			
	7	39,4	37,2	35,0	37,2			
Протон	3	37,4	37,2	37,0	37,2	37,5		
	5	35,6	37,6	39,6	37,6			
	7	38,4	37,6	36,7	37,6			
Калым	3	36,8	36,0	35,2	36,0	36,4		
	5	37,4	38,5	39,5	38,5			
	7	36,0	34,9	33,7	34,9			
Васса	3	46,0	45,9	49,6	47,2	46,5		
	5	46,8	45,7	47,0	46,5			
	7	44,4	44,2	48,5	45,7			
Этнос	3	44,6	43,7	42,7	43,7	41,9		
	5	41,2	41,6	42,0	41,6			
	7	40,8	40,5	40,2	40,5			
Среднее		39,6	39,1	38,6				
НСР ₀₅ , г	А	1,13	1,02	1,28				
	В	0,98	0,91	1,08				

Сортовой состав имел существенное влияние на величину массы 1000 семян озимой пшеницы. Так, наибольшим (в среднем 46,5 г) этот показатель был зафиксирован у сорта Васса, а его минимальное значение на уровне 32,4 г у стандарта

сорта Краснодарская 99. Соответственно разница между этими вариантами составила 43,5 %. Также высокая масса 1000 семян была установлена у сорта Этнос – 41,9 г. Сорта Юка, Гром, Протон и Калым занимали промежуточное положение, а исследуемый показатель у них находился в диапазоне от 36,4 до 37,5 г, соответственно.

В среднем по фактору В (норма высева) при нормах высева 3 и 5 млн шт./га данный показатель был практически одинаковый – 38,5 и 38,6 г. При увеличении нормы высева до 7 млн шт./га наблюдалось незначительное снижение массы 1000 семян до 37,9 г, или всего на 1,6–1,8 %.

Лабораторным анализом результатов исследований, опубликованных в статье «Влияние сортового состава и норм высева на эффективность выращивания семян озимой пшеницы в условиях Краснодарского края», установлено, что нормы высева практически не влияли на уровень стекловидности, содержание клейковины, протеина и других показателей в семенах. Разброс был в пределах 0,1–0,5 % и меньше $НСР_{05}$ [143, 144] (таблица 24).

Таблица 24 – Показатели влажности семян исследуемых сортов озимой пшеницы в годы проведения исследований, %

Сорт	Год			Среднее
	2012	2013	2014	
Краснодарская 99 (st)	10,1	10,6	11,0	10,6
Юка	11,0	10,7	10,6	10,8
Гром	10,2	10,4	11,2	10,6
Протон	10,2	10,6	11,7	10,8
Калым	10,3	10,4	11,3	10,7
Васса	10,1	10,4	11,0	10,5
Этнос	10,2	10,4	11,0	10,5
Среднее	10,3	10,5	11,1	
$НСР_{05}$, %	0,31	0,28	0,34	

В пределах сорта эти отличия были существенными, соответственно оценка проводилась только по сортовому составу (приложение 7). В отдельные годы

исследований влажность семян к моменту уборки в среднем по полевому опыту имела близкие значения, что объясняется схожестью погодных условий в предуборочный период, который характеризовался погодой без дождей на фоне повышенных температур воздуха. В наших опытах установлено, что в 2012 и 2013 годы влажность зерна на момент уборки имела минимальный уровень – в среднем за год 10,3 и 10,5 %, соответственно. В более влажных условиях 2014 года наблюдалось увеличение данного показателя до 11,1 %, или на 0,8 и 0,6 процентных пункта. По сортовому составу показатели влажности отличались не существенно – в среднем, в диапазоне 0,1–0,3 процентных пункта, что меньше НСР₀₅ по фактору А (сорт) (0,32 %).

Проявилась тенденция увеличения показателя влажности семян у сортов Протон (11,7 %), Калым (10,3 %) и Гром (11,2 %) в условиях, которые сложились в 2014 году. Минимальный уровень влажности семян исследуемой культуры (10,1 %) был зафиксирован у сортов Краснодарская 99 и Васса в 2012 году.

Стекловидность зерна, в отличие от практически выравненных показателей влажности семян, имела значительные различия как по сортовому составу, так и в зависимости от погодных условий в отдельные годы проведения полевых опытов (таблица 25).

Таблица 25 – Стекловидность семян исследуемых сортов озимой пшеницы в годы проведения исследований, %

Сорт	Год проведения исследования			Среднее
	2012	2013	2014	
Краснодарская 99 (st)	56,7	55,2	42,8	51,6
Юка	57,9	48,2	49,5	51,9
Гром	58,6	57,2	45,3	53,7
Протон	56,7	50,7	44,2	50,5
Калым	58,2	50,6	48,4	52,4
Васса	55,0	54,7	45,7	51,8
Этнос	56,0	58,4	48,2	54,2
Среднее	57,0	53,6	46,3	
НСР ₀₅ , %	1,73	1,42	1,39	

В среднем за 2012 год стекловидность семян составила 57,0 %, в 2013 году уменьшилась до 53,6 % (на 3,4 процентных пункта), а в 2014 году – до 46,3 % (на 10,7 процентных пунктов). Максимальная ее величина на уровне 58,6 % сформировалась у сорта Гром в условиях 2012 года, что меньше в 1,4 раза, чем у сорта Краснодарская 99 – 42,8 % в 2014 году. По сортовому составу в среднем лидерство по величине показателя стекловидности имел сорт Этнос, у которого он достиг 54,2 %. Минимальное значение этого показателя (50,5 %) зафиксировано у сорта Протон. Следует отметить, что все изучаемые сорта характеризовались высокой среднефакториальной стекловидностью семян – более 50 %.

Содержание протеина в среднегодовом значении имело максимум в 2013 году – на уровне 14,0 % (таблица 26).

Таблица 26 – Содержание протеина в семенах исследуемых сортов озимой пшеницы в годы проведения исследований, %

Сорт	Год проведения исследования			Среднее
	2012	2013	2014	
Краснодарская 99 (st)	12,4	14,3	12,3	13,0
Юка	12,8	11,7	10,6	11,7
Гром	12,9	14,3	14,2	13,8
Протон	12,5	14,2	12,3	13,0
Калым	12,9	15,1	12,8	13,6
Васса	11,2	13,6	11,7	12,2
Этнос	12,6	14,6	12,8	13,3
Среднее	12,5	14,0	12,4	
НСР ₀₅ , %	0,47	0,32	0,38	

В условиях 2012 и 2014 годов данный показатель составил до 12,5 и 12,4 %, или на 1,5–1,6 процентных пункта, соответственно. У сорта Этнос при выращивании в 2013 году содержание протеина возросло до 14,6 %, что было в 1,3 раза больше, чем у сорта Юка при выращивании в условиях 2014 года, когда он был равен 10,6 %. В среднем по первому фактору (сортовой состав) максимальное со-

держание протеина наблюдалось у сорта Гром – 13,8 %. Также этот показатель был более 13 % у таких сортов, как Калым и Этнос. Наименьшее содержание протеина выявили у сорта Юка – 11,7 %, что меньше, чем у сорта Гром в 1,2 раза.

Показатель ИДК семян озимой пшеницы в целом отображал тенденции во много похожие на те, которые были установлены относительно показателей содержания протеина (таблица 27).

Таблица 27 – Показатель ИДК семян исследуемых сортов озимой пшеницы в годы проведения исследований, ед.

Сорт	Год проведения исследования			Среднее
	2012	2013	2014	
Краснодарская 99 (st)	18,9	24,6	19,1	20,9
Юка	20,7	18,4	16,7	18,6
Гром	20,3	24,9	24,8	23,3
Протон	20,3	25,1	20,0	21,8
Калым	20,4	26,6	20,1	22,4
Васса	17,0	23,1	18,1	19,4
Этнос	20,4	25,7	20,8	22,3
Среднее	19,7	24,1	19,9	
НСР ₀₅ , ед.	0,57	0,36	0,42	

В среднем за годы исследований ИДК было минимальным в среднем на уровне 19,7–19,9 ед. в условиях 2012 и 2014 годов. В 2013 году данный показатель увеличился до 24,1 ед., или на 21,1–22,3 %.

При выращивании в условиях 2013 года проявился максимальный уровень ИДК на сорте Калым – 26,6 ед., что было в 1,6 раза больше, чем на варианте с сортом Юка (16,7 ед.).

По сортовому составу наибольшая величина данного показателя (23,3 ед.) была достигнута у сорта Гром. Также высокие значения ИДК (более 22 %) зафиксированы у сортов Калым и Этнос, а наименьшие показатели на уровне 18,6–19,4 ед. сформировались у сортов Юка и Васса.

Содержание клейковины в семенах озимой пшеницы при выращивании сорта Юка в 2014 году достигло минимального значения – 16,7 % (таблица 28). В усло-

виях 2013 года на сорте Калым зафиксировано максимальное увеличение исследуемого показателя качества до 26,6 %, или в 1,6 раза.

Лидером по содержанию клейковины в среднем за 2012–2014 годы был сорт Гром 23,3 %. Высокий уровень данного показателя (более 22 %) сформировался на сортах Этнос и Калым. Минимальное значение содержания клейковины на уровне 18,6–19,4 % было у сортов Юка и Васса.

Таблица 28 – Содержание клейковины в семенах исследуемых сортов озимой пшеницы в годы проведения исследований, %

Сорт	Год проведения исследования			Среднее
	2012	2013	2014	
Краснодарская 99 (st)	18,9	24,6	19,1	20,9
Юка	20,7	18,4	16,7	18,6
Гром	20,3	24,9	24,8	23,3
Протон	20,3	25,1	20,0	21,8
Калым	20,4	26,6	20,1	22,4
Васса	17,0	23,1	18,1	19,4
Этнос	20,4	25,7	20,8	22,3
Среднее	19,7	24,1	19,9	
НСР ₀₅ , %	0,52	0,78	0,61	

Таким образом, сортовой состав имел существенное влияние на изучаемые показатели. Так, наибольшая масса 1000 семян (в среднем 46,5 г) была зафиксирован у сорта Васса, а его минимальное значение на уровне 32,4 г у стандарта (сорт Краснодарская 99). ИДК семян озимой пшеницы в целом положительно коррелировал с условиями года, как и содержание протеина. Наибольшие значения этих показателей сорта сформировали в 2013 году. По содержанию протеина и клейковины в зерне наибольшее значение в благоприятном 2013 году сформировал интенсивный сорт Калым – 15,1 и 26,6 % соответственно, однако в среднем за годы исследований лидером по данным показателям был сорт Гром (13,8 и 23,3 %, соответственно).

3.3 Моделирование параметров и экономическая оценка семенной продуктивности исследуемых сортов озимой пшеницы

Большой спрос на внутреннем и международном рынках объясняется высокими экономическими показателями озимой пшеницы. Для достижения высокой урожайности и обеспечения экономической эффективности производства сельскохозяйственных культур крайне важно использовать сорта, максимально адаптированные к специфическим климатическим и почвенным условиям региона. Такие сорта должны обладать устойчивостью к неблагоприятным природным факторам, которые могут негативно сказаться на росте и развитии растений. Среди ключевых характеристик таких сортов – способность противостоять дефициту влаги, что особенно актуально в засушливых регионах, а также устойчивость к экстремально высоким температурам и низкой влажности воздуха. Кроме того, важным критерием является устойчивость к биотическим стрессам, включая поражение вредными насекомыми, возбудителями болезней растений и конкуренцию с сорняками. Использование таких сортов позволяет не только минимизировать потери урожая, но и снизить затраты на дополнительные агротехнические мероприятия, такие как обработка пестицидами или орошение. Это, в свою очередь, способствует повышению рентабельности производства и устойчивости сельского хозяйства в условиях меняющегося климата и других внешних вызовов [3, 2, 33, 115, 123, 143, 163, 205, 251]. Не менее значимым аспектом является внедрение и активное использование передовых агротехнологий, которые способствуют повышению эффективности сельскохозяйственного производства. Это включает в себя применение научно обоснованных и адаптированных к конкретным условиям систем обработки почвы, которые позволяют сохранять ее плодородие и структуру. Важную роль играет грамотное использование минеральных и органических удобрений, обеспечивающих растения необходимыми питательными элементами для роста и развития. Кроме того, необходимо уделять внимание современным методам защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, что поз-

воляет минимизировать потери урожая и повысить его качество. Оптимизация норм высева, выбор оптимальных сроков посева и уборки урожая также являются ключевыми факторами, которые напрямую влияют на продуктивность сельскохозяйственных культур. Все это в комплексе способствует достижению высоких результатов, устойчивому развитию агропромышленного комплекса и обеспечению продовольственной безопасности [2, 157, 158, 161, 193, 244].

3.3.1 Математические модели и корреляционные зависимости продуктивности исследуемых сортов озимой пшеницы

Корреляционно-регрессионный анализ экспериментальных данных позволил установить теоретические значения урожайности семян исследуемых сортов озимой пшеницы при смоделированных нормах высева от 1 до 9 млн шт. на 1 га (рисунок 8).

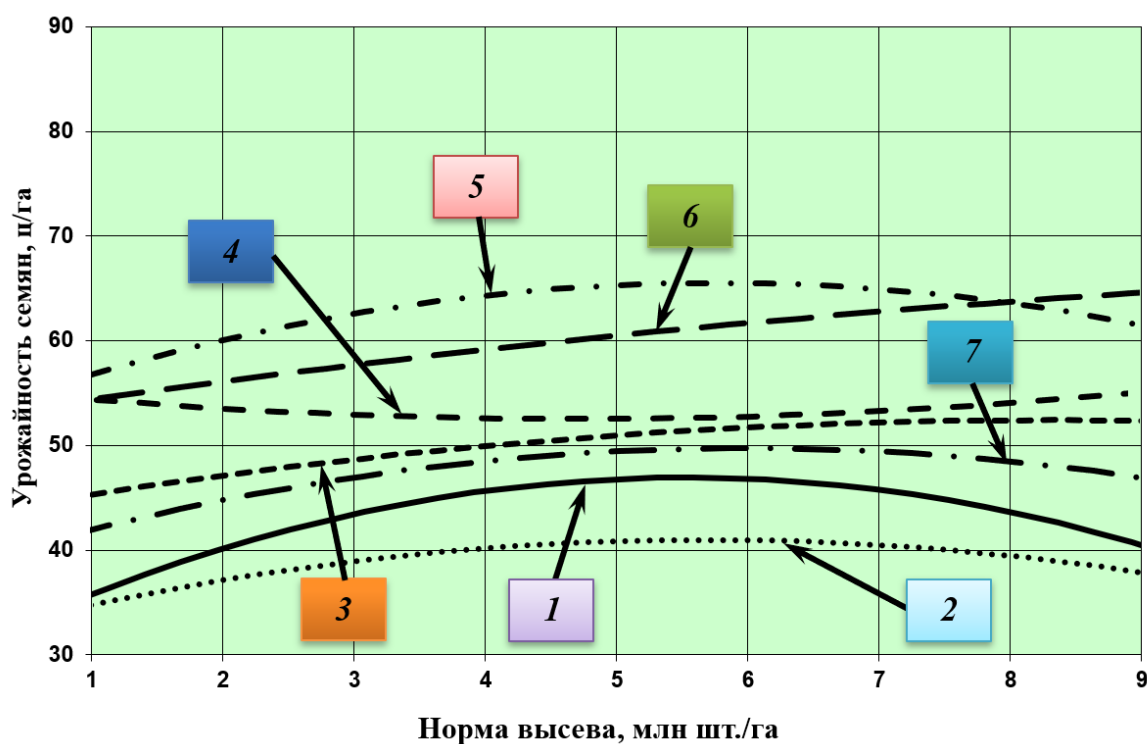


Рисунок 8 – Корреляционно-регрессионная модель теоретической урожайности семян в зависимости от нормы высева по исследуемым сортам озимой пшеницы:

1 – Юка ($y = -0,5417x^2 + 6x + 30,308$; $R^2 = 0,4834$);

2 – Краснодарская 99 ($y = -0,2833x^2 + 3,2167x + 31,833$; $R^2 = 0,3275$);

3 – Гром ($y = -0,1333x^2 + 2,2167x + 43,117$; $R^2 = 0,5211$);

4 – Протон ($y = 0,1375x^2 - 1,3167x + 52,879$; $R^2 = 0,1735$);

5 – Калым ($y = -0,3875x^2 + 4,4667x + 44,987$; $R^2 = 0,4508$);

6 – Васса ($y = -0,0625x^2 + 1,9x + 47,296$; $R^2 = 0,3917$);

7 – Этнос ($y = -0,3125x^2 + 3,75x + 41,396$; $R^2 = 0,2109$)

Расчет минимальной потенциальной семенной продуктивности сорта Краснодарская 99 показал, что его теоретическая урожайность находится на уровне 40 ц/га в диапазоне норм высева от 4 до 7 млн семян на гектар. У сорта Юка теоретическая урожайность оказалась значительно выше – до 47 ц/га, с пиковым значением при норме высева 5,5 млн семян на гектар.

Промежуточное положение по потенциалу теоретической семенной продуктивности заняли сорта Гром, Протон и Этнос. При этом у сорта Гром, в отличие от других изучаемых сортов, наблюдалась незначительная тенденция снижения урожайности семян в диапазоне норм высева от 4,5 до 6,0 млн семян на гектар, с небольшим повышением урожайности за пределами этого интервала.

Максимальную теоретическую урожайность (более 60 ц/га) способны обеспечить только два сорта – Калым и Васса. У сорта Калым линия тренда демонстрирует пиковое значение урожайности в диапазоне норм высева 5,2–5,7 млн семян на гектар. У сорта Васса наблюдается увеличение теоретической урожайности семян по мере роста нормы высева с 3 до 5 млн шт./га.

Для наиболее урожайных сортов, участвовавших в полевом эксперименте, были установлены математические закономерности между количеством продуктивных стеблей и уровнями теоретической урожайности семян озимой пшеницы. Эти данные свидетельствуют о существенных различиях между сортами с разным генетическим потенциалом (рисунок 9).

С помощью корреляционно-регрессионного моделирования было установлено, что сорт Васса способен сформировать максимальный уровень урожайности семян – более 65 ц/га и выше – при плотности стеблестоя 500–550 стеблей на квадратный метр. Незначительно уступает ему сорт Калым, который также демонстрирует потенциал урожайности на уровне 65 ц/га. Однако этот сорт более

интенсивно снижает продуктивность при количестве продуктивных стеблей выше 480 шт. на квадратный метр [145].

У сорта Протон зафиксировано, что даже при плотности продуктивных стеблей более 450 шт. на квадратный метр теоретический уровень урожайности зерна у этого сорта оставался на уровне 55–57 ц/га, что свидетельствует о его более низком потенциале по сравнению с другими изучаемыми сортами.

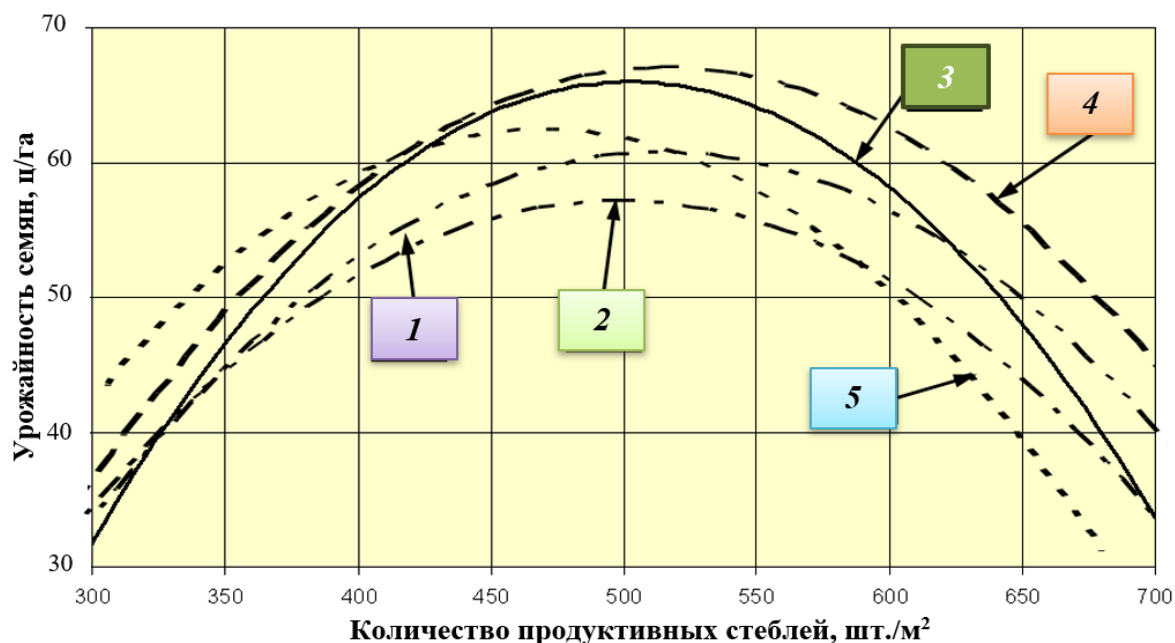


Рисунок 9 – Математическая модель между показателями продуктивного стеблестоя и теоретической урожайностью исследуемых сортов озимой пшеницы:

1 – Гром ($y = -0,000008x^2 + 0,0834x - 16,352$; $R^2 = 0,7128$);

2 – Протон ($y = -0,000057x^2 + 0,0643x - 12,083$; $R^2 = 0,7314$);

3 – Калым ($y = -0,00003x^2 + 0,0637x - 10,846$; $R^2 = 0,6208$);

4 – Васса ($y = -0,00041x^2 + 0,0948x - 18,784$; $R^2 = 0,7423$);

5 – Этнос ($y = -0,000073x^2 + 0,0694x - 13,383$; $R^2 = 0,6311$)

С учетом выявленных различий в закономерностях формирования урожая семян в зависимости от площади ассимиляционной поверхности, для каждого сорта необходимо определять оптимальную площадь листьев. Регулирование

норм высева позволяет достичь максимально возможного уровня урожайности при оптимальных параметрах площади листовой поверхности.

По результатам обобщения экспериментальных данных и оценки влияния погодных факторов на семенную продуктивность исследуемых сортов (Юка, Калым, Васса) установлено, что сумма положительных температур свыше 0°C формирует волнообразную динамику теоретической урожайности семян озимой пшеницы. Это связано с тем, что продуктивность растений снижается как при недостатке тепла, необходимого для нормального роста и развития, так и при избыточных температурах, вызывающих стресс и снижение урожайности (рисунок 10).

Результаты математического моделирования показали, что наибольший потенциал урожайности зерна имеет сорт Васса – более 55 ц/га при сумме положительных температур воздуха в диапазоне $4100\text{--}4300^{\circ}\text{C}$. Наименьшую продуктивность в этих условиях демонстрирует сорт Юка – до 50 ц/га. Сорт Калым занимает промежуточное положение по потенциальной урожайности семян.

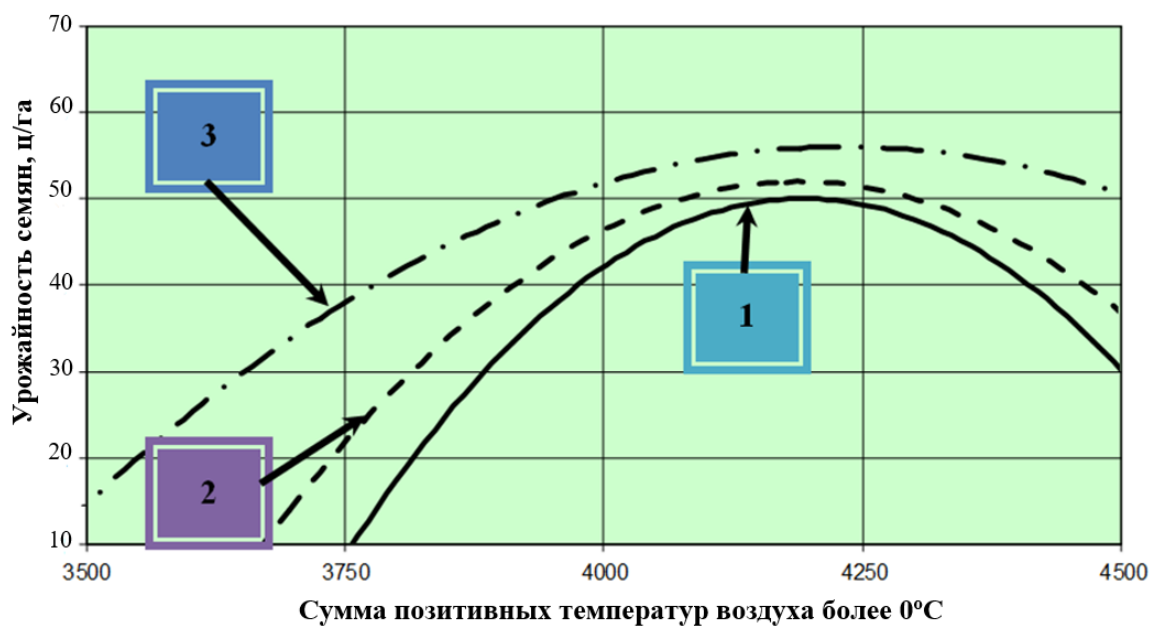


Рисунок 10 – Корреляционно-регрессионная зависимость влияния суммы положительных температур воздуха более 0°C на урожайность семян сортов озимой пшеницы:

$$1 - \text{Юка: } y = -0,00003x^2 + 0,1485x - 462,12; R^2 = 0,7805;$$

$$2 - \text{Калым: } y = -0,00003x^2 + 0,1508x - 273,79; R^2 = 0,7114;$$

$$3 - \text{Васса: } y = -0,00005x^2 + 0,0805x - 135,42; R^2 = 0,7363$$

В отличие от температурного режима, максимально положительная реакция изучаемых сортов наблюдалась при моделировании урожайности семян в зависимости от количества атмосферных осадков за весенне-летний период (рисунок 11), что опубликовано в статье «Математические модели и корреляционные зависимости показателей продуктивности сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева в условиях Краснодарского края». Это подчеркивает важность оптимального увлажнения для достижения высокой продуктивности озимой пшеницы [83, 145].

Сорт Калым меньше других страдает от низкой обеспеченности природной влагой (количество осадков за исследуемый период в диапазоне от 0 до 30 мм). Однако, начиная с суммы осадков свыше 35 мм, преимущество перешло к сорту Васса, который при максимальном количестве осадков за весенне-летний период (110–120 мм) способен сформировать теоретическую урожайность семян на уровне 62–64 ц/га.

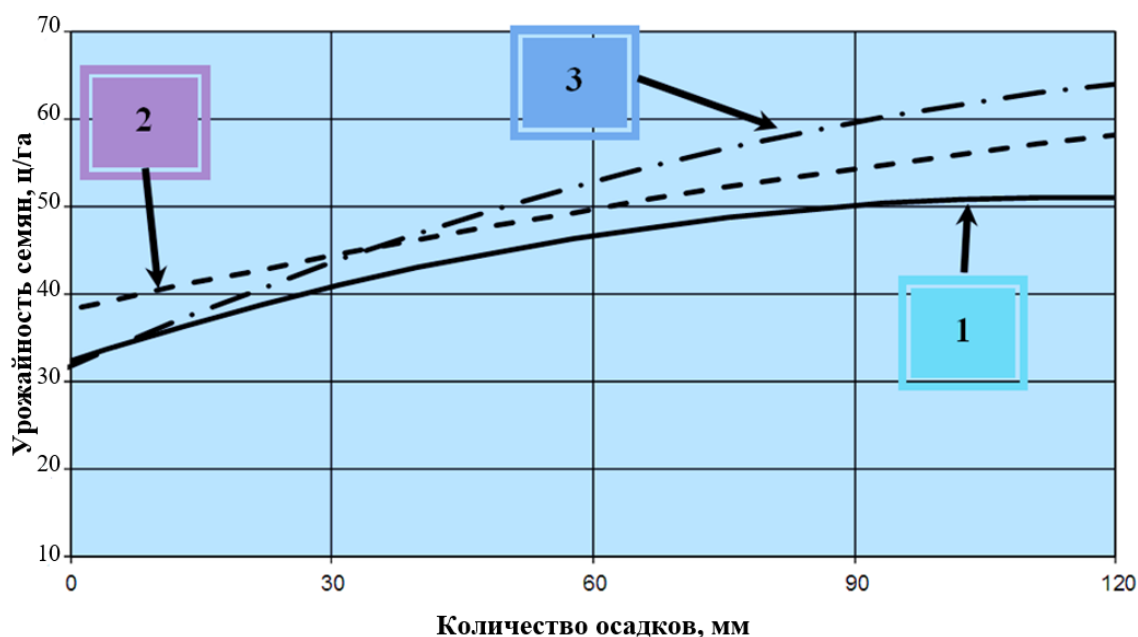


Рисунок 11 – Корреляционно-регрессионная модель влияния количества атмосферных осадков за весенне-летний период на урожайность сортов:

- 1 – Юка: $y = -0,0002x^2 + 0,031x + 3,1905$; $R^2 = 0,8211$;
- 2 – Калым: $y = -0,0003x^2 + 0,0189x + 3,8731$; $R^2 = 0,7568$;
- 3 – Васса: $y = -0,0002x^2 + 0,0377x + 2,8903$; $R^2 = 0,7412$

Наименьшие значения теоретической урожайности были зафиксированы у сорта Юка. Даже при оптимальном природном влагообеспечении (100–120 мм осадков) этот показатель составлял всего 50,0–50,1 ц/га, что подчеркивает его более низкий потенциал по сравнению с другими изучаемыми сортами.

Одним из ключевых факторов, определяющих продуктивность озимой пшеницы и других сельскохозяйственных культур, является солнечная энергия, в частности фотосинтетически активная радиация (ФАР), которая служит основным источником энергии для фотосинтеза и синтеза органического вещества. Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых подчеркивают, что для достижения высокой урожайности необходимо формировать посевы, способные максимально поглощать ФАР и эффективно использовать ее для фотосинтеза с высоким коэффициентом полезного действия ($KПД_{ФАР}$). Однако вопросы, связанные с использованием солнечной энергии при выращивании озимой пшеницы, остаются малоизученными. В полевых опытах и производственных условиях этот фактор часто игнорируется, что не позволяет полностью раскрыть потенциал урожайности существующих сортов.

Согласно научным данным, поглощение и эффективность использования солнечной энергии во многом зависят от применяемой технологии возделывания культуры. Ряд исследователей указывают, что нормы высева и способы посева являются важными инструментами регулирования условий поглощения и преобразования солнечной энергии. Известно, что большая часть поглощенной растениями энергии (90–95 %) расходуется на транспирацию и теплоотдачу, а на фотосинтез приходится лишь 1–5 %. Современные знания о закономерностях преобразования солнечной энергии в органическое вещество и зерно не позволяют повысить $KПД_{ФАР}$ посевов озимой пшеницы даже до 2–3 %, хотя теоретически этот показатель может достигать 20 %. В условиях Краснодарского края вопросы поглощения и использования солнечной энергии посевами озимой пшеницы практически не изучены. В связи с этим нами были проведены исследования, направленные на изучение этих аспектов в зависимости от сортового состава и норм высева, с целью определения оптимальных парамет-

ров для каждого сорта, обеспечивающих максимальное поглощение и использование солнечной энергии [145, 160, 161].

Проведенный анализ выявил тесную корреляционную связь ($r = 0,93$) между показателями эффективности использования ФАР и величиной урожая семян (энергией, аккумулированной в урожае). Таким образом, для достижения высокой урожайности озимой пшеницы необходимо применять научно обоснованный комплекс агротехнических мероприятий, направленных на создание посевов, способных максимально поглощать и эффективно использовать солнечную энергию.

Эффективность использования солнечной энергии варьируется в зависимости от сорта и нормы высева (таблица 29). Исследования показали, что коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации ($KПД_{ФАР}$) превысил 0,90 % при выращивании сорта Калым с нормами высева 5 и 7 млн шт./га, а у сорта Васса аналогичный показатель был достигнут только при норме высева 7 млн шт./га. Кроме того, у этих сортов наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению $KПД_{ФАР}$ при повышении нормы высева с 3 млн шт./га до 5 и 7 млн шт./га. Наименьшие значения $KПД_{ФАР}$ были зафиксированы у сорта Краснодарская 99 при всех нормах высева, где показатель варьировался в пределах 0,62–0,65 %.

Таблица 29 – Эффективность использования солнечной энергии (ФАР) посевами озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и норм высева семян, 2012–2014 гг.

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт. (фактор В)	Показатель			Среднее по факторам, % ***	
		приход ФАР на посеvy озимой пшеницы, ГДж/га*	аккумулиро- вано энергии в урожае, ГДж/га	использовано солнечной энергии ФАР, % ($KПД_{ФАР}$)**	А	В
1	2	3	4	5	6	7
Краснодарская 99 (st)	3	10326	64,0	0,62	0,64	0,77
	5	10326	67,1	0,65		0,80
	7	10326	66,5	0,64		0,81

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4	5	6	7
Юка	3	10326	71,4	0,69	0,72	
	5	10326	77,0	0,75		
	7	10326	75,4	0,73		
Гром	3	10326	80,0	0,77	0,81	
	5	10326	83,8	0,81		
	7	10326	85,7	0,83		
Протон	3	10326	82,4	0,80	0,80	
	5	10326	81,8	0,79		
	7	10326	82,9	0,80		
Калым	3	10326	90,3	0,87	0,90	
	5	10326	94,8	0,92		
	7	10326	94,3	0,91		
Васса	3	10326	86,2	0,83	0,88	
	5	10326	90,8	0,88		
	7	10326	94,8	0,92		
Этнос	3	10326	82,0	0,79	0,82	
	5	10326	86,1	0,83		
	7	10326	86,1	0,83		
Среднее			82,1	0,79		
Примечание: * – показатель за весенне-летний период вегетации озимой пшеницы, в среднем за три года исследований; ** – КПД _{ФАР} – коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации; *** – среднефакториальные показатели для КПД _{ФАР} .						

В среднем по фактору А (сорт) наилучшие результаты по поглощению солнечной энергии с КПД_{ФАР} на уровне 0,90 % продемонстрировал сорт Калым. Высокий показатель также был отмечен у сорта Васса (КПД_{ФАР} = 0,88 %). Сорта Протон, Гром и Этнос показали средний уровень эффективности использования солнечной энергии с КПД_{ФАР} в диапазоне 0,80–0,82 %. Наименьший показатель КПД_{ФАР} был зарегистрирован у сорта Краснодарская 99 – 0,64 %, что в 1,4 раза ниже, чем у сорта Калым. По второму исследуемому фактору (В – норма высева) установлено, что при минимальной норме высева (3 млн шт./га) КПД_{ФАР} в среднем составил 0,77 %. При увеличении нормы высева до 5 и 7 млн шт./га данный

показатель незначительно повысился до 0,80–0,81 %, что соответствует приросту на 0,03–0,04 процентных пункта.

Создание модели сорта озимой пшеницы, как и других сельскохозяйственных культур, позволяет зафиксировать ряд важнейших характеристик, определяющих особенности и генетический потенциал конкретного сорта. С селекционной и семеноводческой точек зрения такая модель помогает понять, какой уровень урожайности можно ожидать от данного сорта, его устойчивость к болезням и вредителям, требования к условиям выращивания (климат, почва, потенциал плодородия и др.).

На производственном уровне модель сорта позволяет выбрать из многих сортов (иногда десятков и сотен) сорт, максимально соответствующий конкретным условиям хозяйства, а также природно-климатическим, хозяйственно-экономическим и технологическим условиям выращивания.

На уровне формирования севооборотов, планирования агротехнологий, создания технологических карт модель сорта позволяет оптимизировать систему земледелия, например, подбирать лучшие схемы выращивания.

Модель сорта позволяет анализировать существующие сорта и разрабатывать новые, обладающие улучшенными характеристиками.

Основные характеристики, которые включаются в модель сорта озимой пшеницы:

- урожайность: потенциал урожая в разных условиях;
- качество зерна: белковость, клейковина, стекловидность;
- высота растения: влияет на устойчивость к полеганию;
- срок созревания: важен для планирования уборки;
- устойчивость к болезням: иммунитет к различным грибковым заболеваниям;
- устойчивость к вредителям: способность противостоять атакам насекомых;
- устойчивость к засухе: способность переносить недостаток влаги;
- устойчивость к холоду: способность переносить низкие температуры;
- требования к почве: предпочитаемые типы почв и уровень плодородия.

Для регионов с засушливым климатом необходимо использовать модели сорта озимой пшеницы с высокой устойчивостью к засухе, высокому температурному режиму воздуха, низкой его влажности, дефициту осадков, низкому количеству осадков и др. Для регионов с частыми заболеваниями нужно выбрать сорт с высокой устойчивостью к болезням, повышенным и стабильным иммунитетом. Разработка нового сорта с высокой урожайностью и улучшенным качеством зерна должна содержать модель для анализа существующих сортов и определения генов, ответственных за эти характеристики. В целом, модель сорта озимой пшеницы является важным инструментом для планирования и оптимизации производства зерна. Она позволяет более эффективно использовать ресурсы и получать максимальную отдачу от выращивания пшеницы [46].

В изучаемом наборе сортов особенно выделяется Калым, имеющий улучшенную архитектуру (таблица 30) [242].

Таблица 30 – Группировка изучаемых сортов по фенотипу

Сорт	Высота растения			Форма куста	
	полу-карликовый	коротко-стебельный	средне-рослый	полупрямо-стоячий	прямо-стоячий
Краснодарская 99 (st)	Да			Да	
Юка			Да	Да	
Гром	Да			Да	
Протон		Да		Да	
Калым	Да				Да
Васса			Да	Да	
Этнос			Да	Да	

Сорт Калым, как полуккарликовый сорт, имеет сниженную высоту растений, что при выращивании гарантирует большую устойчивость к полеганию, а значит предотвращению потерь урожайности – у полегших растений снижается интенсивность фотосинтеза, ухудшается корневое питание, что приводит к снижению

продуктивности растений, зерна становится щуплым, масса 1000 зерен уменьшается на 20–30 %.

Кроме того, полегшие зерновые культуры убирать сложнее. Требуются определенные настройки комбайнов, схема уборки и так далее. Затраты на уборку увеличиваются, а продуктивность техники резко снижается. Полегшие посевы озимой пшеницы обычно содержат больше влаги, а значит более подвержены повреждению болезнями, гниению, само разогреву и т. д. Такое зерно после уборки необходимо сразу сушить, причем максимально, бережно и быстро. Лучше всего с такой задачей справляются конвейерные зерносушилки, однако при этом дополнительная сушка вызывает рост себестоимости продукции и другие статьи производственных затрат.

Для семеноводства и производства оптимально выбирать в первую очередь сорта озимой пшеницы и других зерновых культур, устойчивые к полеганию, которые характеризуются короткими и прочными стеблями. Кроме того, важнейшим вопросом является планирование и реализация системы удобрений. При угрозе перерастания растений озимой пшеницы целесообразно применять ретарданты, которые способствуют прекращению ростовых процессов и предотвращают полегание.

Таким образом, оптимизация густоты стеблестоя путем использования модели сорта с лучшей нормой высева для конкретных условий выращивания и назначения использования будет способствовать усилению питания формирующихся семян нутриентами, что, в итоге, вызывает значительное уменьшение количества недоразвитых и невыполненных зерновок [208]. Для оптимального результата как семеноводства в частности, как и в целом растениеводческой отрасли, необходим взвешенный подход в выборе набора сортов и дифференцированной технологии выращивания этих сортов [180]. Главная задача при формировании семеноводческих севооборотов – это подбор сортов озимой пшеницы с учетом их архитектоники, генетического потенциала, биологических особенностей и прочих факторов.

Нейронные модели являются мощным инструментом для прогнозирования

сложных процессов, таких как продуктивность сельскохозяйственных культур. Такой тип модели может предсказывать урожайность озимой пшеницы с учетом различных факторов, таких как климатические условия, плодородие почвы, биологический потенциал сорта, степень интенсификации агротехнологий и т. д. Нейронная модель может предсказывать урожайность семян озимой пшеницы с высокой точностью, учитывая большое количество взаимосвязанных факторов. Она позволяет прогнозировать урожайность на ранних этапах роста, что дает возможность принимать своевременные меры для оптимизации производства [224, 261].

Нейронная сеть продуктивности растений озимой пшеницы характеризовалась максимальным насыщением и прямым положительным взаимодействием факторов, которые были включены в архитектуру для построения модели продуктивности исследуемой культуры (рисунок 12).

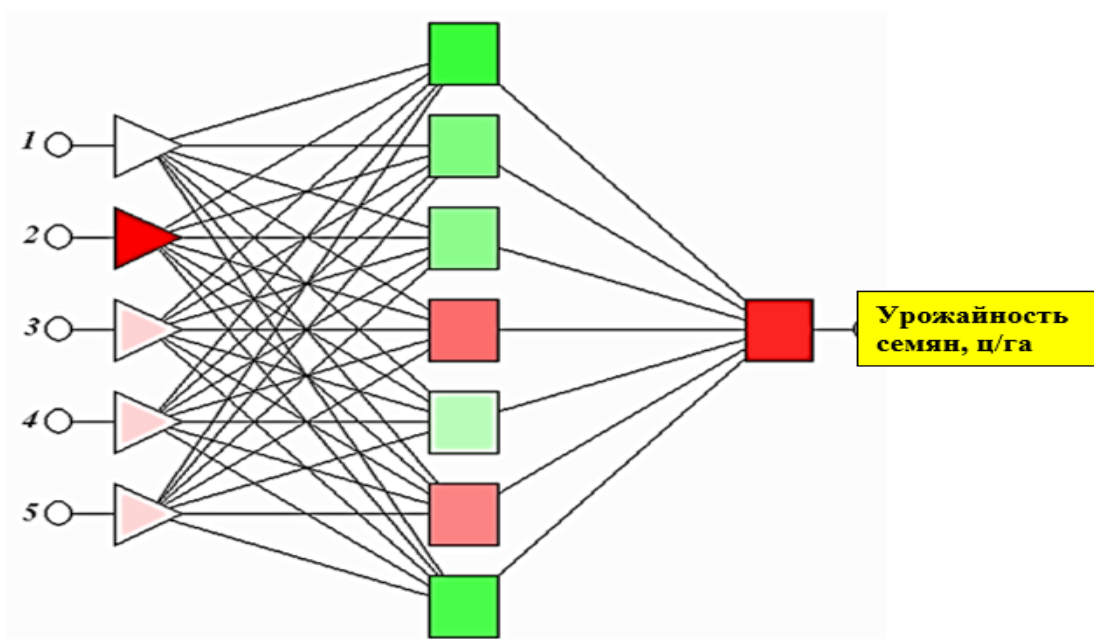


Рисунок 12 – Нейронная сеть семенной продуктивности озимой пшеницы (архитектура: РБФ 5:5-7-1:1; N = 5; производительность учебная = 0,0995; контрольная производительность = 0,1479; тестовая производительность = 0,3865) в зависимости от природных и агротехнических факторов:

- 1 – сумма эффективных температур свыше 10 °С, °С; 2 – количество атмосферных осадков, мм;
3 – приход ФАР на посевы озимой пшеницы, ГДж/га; 4 – сортовой состав; 2 – норма высева семян, млн шт./га

Установлено, что количество осадков проявляет наибольшее влияние на выходной блок нейронной модели (урожайность семян озимой пшеницы). Скрытый слой, состоящий из радиальных функций, имеет наибольшее варьирование от слабого воздействия на пятом уровне (бледно-зеленую окраску) в последней триаде до существенной (красная окраска) на четвертом уровне. Учебная (0,0995), контрольная (0,1479) и тестовая (0,3865) производительность нейронной модели имеет низкие значения, что свидетельствует о высокой точности полученных математических связей.

Многофакторная нейронная модель может быть адаптирована к различным регионам и условиям выращивания для прогнозирования урожайности на основе данных о погоде и почве, определение оптимальных сроков посева и уборки, установления оптимальных доз удобрений и пестицидов, оценки рисков потери урожая и ухудшения его качества в условиях изменения климата, воздействия вредных организмов и т. п. Современные нейронные модели являются мощным инструментом для прогнозирования урожайности озимой пшеницы и оптимизации производства. Модель может помочь производителям принимать обоснованные решения, повысить эффективность производства и обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства.

3.3.2 Экономическая эффективность исследуемых элементов сортовой агротехники выращивания семян озимой пшеницы

Оценка экономической эффективности возделывания озимой пшеницы может быть проведена на основе анализа продуктивности конкретных сортов в зависимости от влияющих факторов и применяемых агротехнических вариантов. Для этого необходимо рассчитать стоимость всех элементов производства, провести комплексную оценку урожайности, определить рыночную стоимость полученной продукции, а также учесть другие показатели растениеводческой отрасли, ока-

зывающие влияние на экономику сельского хозяйства [88, 89, 122, 124, 167]. При этом важно учитывать, что каждое хозяйство функционирует в уникальных экономических и природных условиях, что требует детального анализа затрат. Эти затраты сравниваются с показателями стоимости валовой продукции, что позволяет определить ключевые экономические индикаторы, такие как себестоимость одного центнера семян, чистую прибыль и уровень рентабельности [56, 138, 162, 163, 173].

В условиях рыночной экономики достижение максимальной прибыли и рентабельности при выращивании сельскохозяйственных культур, включая озимую пшеницу, является важнейшим критерием эффективности растениеводства. Производство семян может обеспечить более высокую экономическую отдачу, но только при условии разработки и внедрения сортовой агротехники, учитывающей генетические особенности сортов и гибридов, а также их реакцию на отдельные элементы технологии возделывания, такие как изменение норм высева [9, 125, 194, 202, 220, 255]. Однако несоблюдение технологических рекомендаций может привести к значительному снижению продуктивности и, как следствие, к ухудшению экономических показателей семеноводства. Для повышения экономической эффективности выращивания семян озимой пшеницы в условиях Краснодарского края необходимо уделить особое внимание всем агротехнологическим аспектам, которые влияют на урожайность, качество продукции и, в конечном итоге, на экономическую результативность аграрного сектора [17, 85, 156].

Экономические расчеты были выполнены на основе цен на полученную продукцию (семена исследуемых сортов озимой пшеницы – 18500 руб./т) и стоимости всех видов ресурсов и технологических компонентов, актуальных на третий квартал 2021 года. Сорт озимой пшеницы Калым при нормах высева 5 и 7 млн семян на гектар, а также сорт Васса при норме высева 7 млн семян на гектар обеспечивают формирование максимальной стоимости валовой продукции (семян) на уровне 106,0–106,6 тыс. руб. с гектара (таблица 31). В то же время при выращивании сорта Краснодарская 99 с минимальной нормой высева (3 млн семян на гек-

тар) этот показатель снижается до 72,0 тыс. руб. с гектара, что в 1,5 раза меньше по сравнению с указанными выше сортами [143].

Таблица 31 – Стоимость валовой продукции (зерна озимой пшеницы)

в зависимости от сортового состава и нормы высева, тыс. руб./га,
2012–2014 гг.

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)			Среднее по А
	3	5	7	
Краснодарская 99 (st)	72,0	75,5	74,7	74,1
Юка	80,3	86,6	84,7	83,9
Гром	89,9	94,2	96,4	93,5
Протон	92,7	91,9	93,2	92,6
Калым	101,6	106,6	106,0	104,7
Васса	96,9	102,1	106,6	101,9
Этнос	92,1	96,8	96,8	95,2
Среднее по В	89,4	93,4	94,1	

Среднефакториальные значения сортового состава по показателю стоимости валовой продукции демонстрировали значительные различия. Наибольшие значения были зафиксированы у сортов Васса и Калым, где стоимость валовой продукции достигала 101,9–104,7 тыс. руб. с гектара. В то же время у сорта Краснодарская 99 наблюдалось минимальное значение этого показателя – 74,1 тыс. руб. с гектара, что на 37,5–41,3 % ниже, чем у лидирующих сортов.

При анализе влияния норм высева (фактор В) была выявлена тенденция увеличения стоимости валовой продукции по мере роста нормы высева с 3 до 5–7 млн семян на гектар. Минимальный среднефакториальный уровень стоимости валовой продукции (89,4 тыс. руб. с гектара) наблюдался при норме высева 3 млн семян на гектар. Увеличение нормы высева до 5 млн семян на гектар способствовало росту этого показателя до 93,4 тыс. руб. с гектара, что на 4,5 % выше. Максимальное значение стоимости валовой продукции (94,1 тыс. руб. с гектара) было зафиксировано при норме высева 7 млн семян на гектар, что на 5,3 % превышает показатель при

норме 3 млн семян на гектар. При этом разница между нормами высева 5 и 7 млн семян на гектар оказалась незначительной — всего 0,7 тыс. руб. с гектара, или 0,8 %.

В отличие от стоимости валовой продукции, производственные затраты варьировались в меньшей степени в зависимости от сортового состава и норм высева, поэтому были изучены среднефакториальные показатели по сортовому составу и норме высева (рисунок 13).

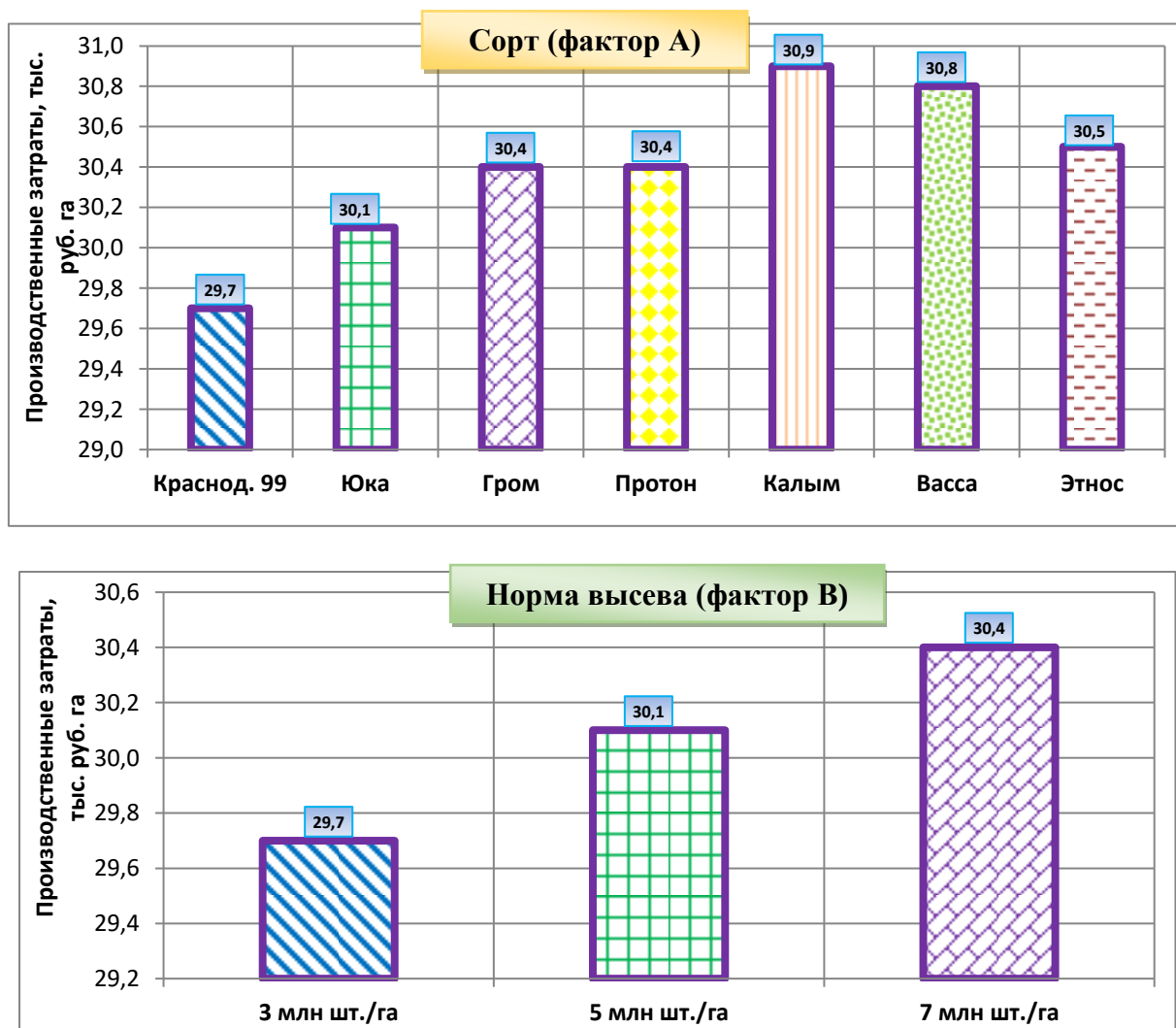


Рисунок 13 – Среднефакториальные производственные затраты на выращивание семян озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева, тыс. руб./га, 2012–2014 гг.

Максимальные производственные затраты 30,8 и 30,9 тыс. руб./га, в среднем по фактору А сформировались на высокопродуктивных сортах Васса и Калым с максимальной урожайностью семян, что связано с их повышением на уборку до-

полнительной продукции и её доработку. У сорта Краснодарская 99 при общих затратах на производство этот показатель бы минимальным и составили 29,7 тыс. руб. с гектара посевной площади, что ниже сортов Васса и Калым на 3,7-4,0 %. Такие различия обусловлены разницей в нормах высева и урожайности между этими сортами. Разница по производственным затратам между отдельными сортами была не значительная и составляла лишь 0,9–2,3 % с повышением её до 30,5 тыс. руб./га у сорта Этнос, что свидетельствует о необходимости дальнейшей оптимизации сортовых технологий для снижения ресурсных затрат для отдельных сортов.

Различия в показателях производственных затрат по второму изучаемому фактору были также несущественны. Установлено, что при переходе нормы высева от 3 до 5 млн шт./га (0,4 тыс. руб./га) и от 5 до 7 млн шт./га (0,3 тыс. руб./га) связаны с отличиями показателей урожайности семян. Так, затраты на вариантах с нормой высева 5 млн шт./га возросли из-за необходимости приобретения дополнительных семян, чем при норме высева 3 млн шт./га. Также в этом диапазоне норм высева в большей степени увеличилась урожайность семян на варианте с посевной нормой 5 млн шт./га и нужны были дополнительные затраты на уборку урожая, его транспортировку, досушивание, очистку, калибрование и др. При переходе нормы высева от 5 до 7 млн шт./га наблюдалось увеличение затрат на приобретение дополнительных семян для посева, однако по большинству вариантов с нормой высева 7 млн шт./га урожайность семян снизилась или была равной варианту с нормой 5 млн шт./га, что соответственно уменьшило затраты на уборку дополнительного урожая семян и другие составляющие элементы суммы производственных затрат.

Себестоимость 1 ц семян изучаемых сортов возросла до 0,75–0,76 тыс. руб. на варианте с сортом Краснодарская 99 при нормах высева 3 и 5 млн шт./га. Это можно объяснить резким снижением урожайности на фоне достаточно высоких производственных затрат, связанных как с самой технологией выращивания, так дополнительными семеноводческими операциями – очистка, калибровка, тариро-

вание и другие виды работ по доведению семян до нормативных стандартов. (таблица 32)

Таблица 32 – Себестоимость 1 ц семян озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева, тыс. руб., 2012–2014 гг.

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)			Среднее по А
	3	5	7	
Краснодарская 99 (st)	0,72	0,75	0,76	0,74
Юка	0,65	0,66	0,68	0,66
Гром	0,59	0,61	0,61	0,60
Протон	0,57	0,62	0,62	0,61
Калым	0,53	0,55	0,56	0,55
Васса	0,55	0,57	0,55	0,56
Этнос	0,58	0,60	0,60	0,59
Среднее по В	0,60	0,62	0,63	

Минимальная себестоимость производства одного центнера семян озимой пшеницы (0,53 тыс. руб. за центнер) была зафиксирована при выращивании сорта Калым с нормой высева 3 млн семян на гектар. Этот показатель оказался в 1,4 раза ниже, чем у других исследуемых вариантов [143].

Анализ сортового состава показал, что наилучшие результаты по себестоимости (менее 600 руб. за центнер) были достигнуты у сортов Этнос, Васса и Калым. В то же время у сорта Краснодарская 99 себестоимость увеличилась до 0,74 тыс. руб. за центнер, что на 25,4–34,6 % выше по сравнению с лидирующими сортами. Это связано со снижением семенной продуктивности данного сорта при практически одинаковых производственных затратах.

Влияние норм высева (фактор В) на себестоимость выращивания 1 центнера семян озимой пшеницы оказалось менее выраженным. Наибольшее значение себестоимости (0,63 тыс. руб. за центнер) было отмечено при норме высева 7 млн семян на гектар. При этом посев исследуемых сортов с нормами высева 3 и 5 млн семян на гектар способствовал незначительному снижению себестоимости до

0,60–0,62 тыс. руб. за центнер, что на 1,6–5,0 % меньше по сравнению с нормой 7 млн семян на гектар [143].

Чистая прибыль, являющаяся одним из ключевых экономических показателей эффективности производства семян озимой пшеницы, достигла максимального значения (74,9 тыс. руб. с гектара) на варианте с сортом Калым при норме высева 5 млн семян на гектар (таблица 33).

Таблица 33 – Условная чистая прибыль при выращивании семян озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева, тыс. руб./га, 2012–2014 гг.

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)			Среднее по А
	3	5	7	
Краснодарская 99 (st)	44,0	45,1	44,1	44,4
Юка	52,0	55,7	53,7	53,8
Гром	61,2	63,0	64,9	63,0
Протон	63,9	60,9	61,8	62,2
Калым	72,4	74,9	74,1	73,8
Васса	68,0	70,7	74,6	71,1
Этнос	63,4	65,5	65,2	64,7
Среднее по В	60,7	62,3	62,6	

Близкие значения чистой прибыли (74,1 тыс. руб. с гектара) были также получены при выращивании сорта Калым с нормой высева 7 млн семян на гектар, а также у сорта Васса при той же норме высева – 74,6 тыс. руб. с гектара. В то же время на варианте с сортом Краснодарская 99 при нормах высева 3 и 7 млн семян на гектар условная чистая прибыль снизилась в 1,7 раза, составив 44,0–44,1 тыс. руб. с гектара.

Сорта Калым и Васса, в среднем по фактору А (сорт), продемонстрировали наивысший уровень условной чистой прибыли – 71,1–73,8 тыс. руб. с гектара. Этот показатель снизился в 1,3–1,7 раза (до 44,4–53,8 тыс. руб. с гектара) при выращивании семян сортов Краснодарская 99 и Юка.

Анализ влияния норм высева (фактор В) показал, что увеличение густоты посевов до 5 и 7 млн семян на гектар оказывает положительное, хотя и незначительное, влияние на величину условной чистой прибыли. На этих вариантах прибыль составила 62,3–62,6 тыс. руб. с гектара, что всего на 2,6–3,1 % (1,6–1,9 тыс. руб.) превышает показатель при норме высева 3 млн семян на гектар.

В отличие от показателей условной чистой прибыли, уровень рентабельности продемонстрировал иные тенденции как по сортовому составу, так и по нормам высева (таблица 34).

Таблица 34 – Уровень рентабельности производства семян озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов, %, 2012–2014 гг.

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)			Среднее по А
	3	5	7	
Краснодарская 99 (st)	157,2	148,2	143,6	149,7
Юка	183,7	180,7	172,7	179,0
Гром	213,6	202,4	205,8	207,3
Протон	222,1	196,1	196,9	205,0
Калым	248,8	237,1	232,4	239,4
Васса	234,9	224,8	233,9	231,2
Этнос	220,4	209,8	206,8	212,3
Среднее по В	211,5	199,9	198,9	

Так, у сорта Краснодарская 99 уровень рентабельности был минимальным и составил 143,8 % при норме высева 7 млн семян на гектар. В то же время у сорта Калым при норме высева 5 млн семян на гектар этот показатель увеличился в 1,7 раза и составил 248,8 %.

Следует отметить, что у сорта Калым рентабельность превышала 230 % не только при норме высева 5 млн семян на гектар, но и при норме 7 млн семян на гектар. У сорта Васса аналогичный уровень рентабельности был зафиксирован только при норме высева 7 млн семян на гектар.

В среднем по фактору А (сорт) наибольшая рентабельность производства семян озимой пшеницы (231,2–239,4 %) была достигнута на вариантах с сорта-

ми Васса и Калым. У сортов Краснодарская 99 и Юка этот показатель снизился до 149,7–179,0 %, что в 1,3–1,6 раза меньше по сравнению с лидирующими сортами.

При анализе влияния норм высева (фактор В) максимальный уровень рентабельности (211,5 %) был зафиксирован при норме высева 3 млн семян на гектар. Увеличение нормы высева до 5 и 7 млн семян на гектар привело к снижению рентабельности на 5,5–6,0 процентных пунктов, что соответствует уменьшению на 11,6–12,6 %. При этом различия между нормами высева 5 и 7 млн семян на гектар оказались незначительными – всего один процентный пункт.

Уровень рентабельности производства семян озимой пшеницы по фактору А (сорт) варьировал от 149,7 % у Краснодарской 99 (st) до 239,4 % у сорта Калым, а по фактору В (норма высева) – от 198,9 % при норме высева 7 млн шт./га до 211,5 % при 3 млн шт./га. Что говорит о различной реакции сортов на условия выращивания: в годы исследований сорт Калым при нормах высева 3 и 5 млн шт./га был лидером по уровню рентабельности – соответственно 248,8 и 237,1 %.

Экономический анализ в семеноводстве озимой пшеницы играет ключевую роль в оптимизации производства и повышения рентабельности. Он позволяет определить оптимальную стратегию производства семян культуры. Анализ сравнительной стоимости производства и рентабельности различных сортов пшеницы поможет выбрать производителям наиболее подходящий сорт для своих конкретных условий. Кроме того, сравнение затрат и отдачи от различных технологий выращивания (от традиционных до современных) позволит оптимизировать процесс. Также анализ затрат на различные этапы производства (от сева до уборки урожая) поможет выделить ключевые факторы, влияющие на прибыль и рентабельность, а также снизить себестоимость и оптимизировать расходы. Анализ окупаемости инвестиций в новые технологии, оборудование, сорта позволит определить эффективность вложений и обосновать их целесообразность. Важно отметить, что в настоящее время в связи со снижением мировых цен на зерно и повышения на минеральные удобрения, топливо пестициды и другие агресурсы, экономический анализ должен проводиться комплексно и с учетом всех факторов, влияющих на рентабельность производства [111, 122, 138, 145].

Экономический анализ производственного опыта (опыт 2), проведенного на протяжении 2022–2024 годов, позволил установить динамику формирования стоимости валовой продукции, которая достигла наивысшего значения – 126,7 тыс. руб./га на варианте с сортом Калым при норме высева 4 млн шт./га (приложение 9).

Производственные затраты слабо изменялись по исследуемым вариантам сортового состава и нормы высева, находясь в диапазоне от 31,4 до 35,7 тыс. руб./га с разницей в 13,5 %. Проявилась слабая тенденция роста затрат в направлении нормы высева от 3 до 7 млн шт./га, а также на вариантах с повышенной урожайностью семян озимой пшеницы.

Себестоимость также была связана с нормой высева и урожайностью семян. Наибольшим (0,43 тыс. руб./ц) этот показатель оказался на варианте с высевом сорта Краснодарская 99, при высеве данного сорта с наибольшей нормой высева.

Максимальная условная чистая прибыль (91,1 тыс. руб. с гектара) была достигнута при выращивании сорта Калым с нормой высева 4 млн семян на гектар. Этот результат в 2,0 раза превысил минимальное значение данного показателя (44,7 тыс. руб. с гектара), зафиксированное на варианте с сортом Краснодарская 99 при норме высева 7 млн семян на гектар.

Уровень рентабельности также оказался наивысшим на вариантах с сортом Калым при нормах высева 3 и 4 млн семян на гектар, составив 255,4–259,7 %. Это в 1,8–1,9 раза больше минимального показателя рентабельности (135,1 %), который был зафиксирован на варианте с сортом-стандартом Краснодарская 99 при норме высева 7 млн семян на гектар.

Обобщение полученных экономических показателей по исследуемым сортам позволило установить обратно пропорциональную взаимозависимость себестоимости единицы продукции (семян пшеницы озимой) и условной чистой прибыли (тыс. руб./га) (рисунок 14).

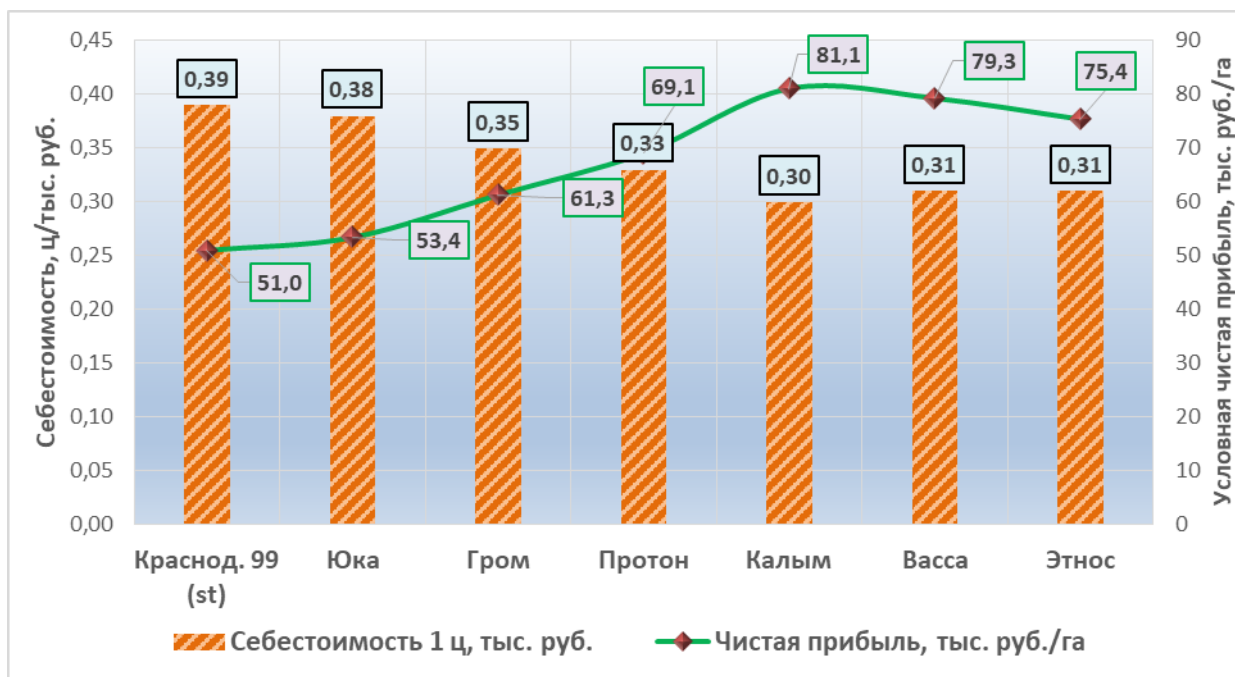


Рисунок 14 – Показатели себестоимости 1 ц зерна (тыс. руб.) и чистой прибыли их производства в зависимости от сортового состава (2022–2024 годы)

Следует отметить, что наибольшая себестоимость в диапазоне от 0,38 до 0,39 тыс. руб./ц получена на сортах Краснодарская 99 и Юка, у которых была зафиксирована минимальная условная чистая прибыль – 51,0–51,4 тыс. руб./га. Наилучшее с экономической точки зрения сочетание себестоимости (на уровне 0,30–0,31 тыс. руб./ц) и условной чистой прибыли (79,3–81,1 тыс. руб./га) получено при выращивании сортов Васса и Калым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных полевых и лабораторных исследований сортов озимой пшеницы, а также установления математических зависимостей между семенной продуктивностью и влиянием агротехнологических и почвенно-климатических факторов, были сделаны следующие **выводы**:

1. В 2012 году показатели полевой всхожести варьировались от 81 % у сорта Юка до 100 % у сортов Гром, Протон и Калым. При этом зависимость всхожести от нормы высева отсутствовала. Наибольшая пораженность патогенными грибами (46 %) наблюдалась у сорта Краснодарская 99 при норме высева 5 млн шт./га, тогда как сорта Юка и Этнос оказались наиболее устойчивыми. В 2013 году всхожесть всех сортов превышала 90 %, с максимальным значением 98 % у сортов Протон и Калым.

2. В среднем по фактору В (норма высева) отмечено минимальное значение продуктивного стеблестоя на уровне 664 шт./м² при наименьшей норме высева 3 млн шт./га, что было на 20,8 и 31,9 % ниже, чем при нормах 5 и 7 млн шт./га. Максимальная продуктивность стеблестоя, в среднем по фактору, 876 шт./м² получена на варианте с нормой высева 7 млн шт./га.

3. В 2012 году максимальная площадь подфлаговых листьев была зафиксирована у сорта Юка (21,3–21,9 см²/м²) при нормах высева 5 и 3 млн шт./га. В 2013 году суммарная площадь верхних двух листьев у сорта Юка достигла 42,8 см²/м². В 2014 году максимальная площадь листьев (21,0 см²/м² для флаговых и 19,5 см²/м² для подфлаговых) наблюдалась при норме высева 3 млн шт./га у сорта Юка. В среднем за годы исследований наибольшая площадь флаговых и подфлаговых листьев (37,4–37,5 тыс. м²/га) была у сортов Юка и Васса при норме высева 3 млн шт./га. Установлена обратная зависимость между площадью ассимиляционной поверхности и увеличением нормы высева.

4. Наибольший фотосинтетический потенциал был достигнут в 2014 году (4,05–4,09 млн м²/га/сут) у сортов Васса и Калым при норме высева 7 млн шт./га. В 2013 году этот показатель снизился до 1,83 млн м²/га/сут у сорта Краснодар-

ская 99. Чистая продуктивность фотосинтеза была максимальной (2,29 кг/тыс. м²) при норме высева 3 млн шт./га, снижаясь на 6,0–18,0 % при увеличении нормы высева.

5. Увеличение нормы высева с 3 до 5 млн шт./га привело к прибавке урожая на 2,2 ц/га (4,6 %), тогда как прирост урожайности при увеличении нормы с 5 до 7 млн шт./га был незначительным (0,3 ц/га, или 0,6 %). В зависимости от года влияние сортового состава на формирование урожая составило 53,4–92,5 %, тогда как доля влияния погодных условий достигала 43,7 %.

6. Наибольшей стрессоустойчивостью обладали сорта Васса (– 41,0), Этнос (– 32,8) и Калым (– 31,9). Сорта Васса и Калым также показали высокие значения генетической гибкости (60,5–62,3), превысив стандарт по данному показателю. Сорт Юка характеризовался наименьшим варьированием урожайности (9,3 %), а у сорта Васса коэффициент варьирования достиг 28,1 %.

7. Нормы высева незначительно влияли на качество зерна, но изменяли крупность зерновки. Максимальное содержание клейковины (23,3 %) было зафиксировано у сорта Гром, тогда как у сортов Юка и Васса этот показатель составил 18,6–19,4 %. Сорта различались по типу растения: Васса – крупноколосый среднерослый сорт, а Калым – полукарлик с прямостоячим кустом.

8. Установлен средний и высокий уровень корреляционной связи (с коэффициентами детерминации на уровне 0,31–0,93) между площадью листовой поверхности верхних двух листьев и урожайностью зерна. Наибольшая теоретическая урожайность (более 60 ц/га) была у сортов Калым и Васса, тогда как у сорта Краснодарская 99 этот показатель составил 40 ц/га. Для сортов, схожих по архитектонике с сортом Калым, оптимальные нормы высева с целью формирования высокой урожайности при хороших мукомольных качествах зерна не должны превышать 5,2–5,7 млн шт./га.

9. Установлена положительная корреляция ($r = 0,93$) между КПД_{ФАР} и урожайностью. Наивысший КПД_{ФАР} показали сорта Калым и Васса (0,90 и 0,88 % соответственно), что свидетельствует об их способности эффективно использовать солнечную энергию. Нейронная модель, созданная на основе шестилетних дан-

ных, подтвердила высокую точность прогнозирования урожайности с учетом влияния осадков и других факторов.

10. В 2011–2014 годах наибольшую условную чистую прибыль (74,9 тыс. руб./га) обеспечил сорт Калым при норме высева 5 млн шт./га. В 2022–2024 годах наилучшие экономические показатели (себестоимость 0,30–0,31 тыс. руб./ц и чистая прибыль 79,3–81,1 тыс. руб./га) были достигнуты у сортов Васса и Калым. Уровень рентабельности превышал 255 % у сорта Калым при нормах высева 3 и 4 млн шт./га.

Результаты исследований подчеркивают важность разработки и адаптации сортовых технологий к локальным условиям, а также необходимость оптимизации агротехнических приемов для повышения урожайности и качества семян озимой пшеницы.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В результате полевых и лабораторных исследований установлено, что сорта озимой пшеницы отечественной селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко (ранее КНИИСХ) в условиях Краснодарского края по-разному реагируют на изменения нормы высева, причем с помощью математического моделирования установлена тенденция позитивного влияния увеличения нормы высева в благоприятные по погодным условиям годы – с более высоким количеством атмосферных осадков, снижении сумм температур воздуха и прихода солнечной энергии.

1. Для Центральной зоны Краснодарского края в производственных условиях на семенных посевах озимой пшеницы для получения урожайности семян более 57 ц/га, чистой прибыли – 74,9 тыс. руб./га, рентабельности – более 230 % необходимо применять разработанные элементы сортовой агротехники выращивания – высевать сорта с нормой высева не более 5 млн шт./га.

2. Для сортов, характеризующихся улучшенной архитектоникой (толерантных к загущению с высокой продуктивной кустистостью), в засушливые годы наилучшие результаты обеспечивает применение нормы высева 3,0–4,0 млн шт./га. Так, на примере сорта Калым, это позволяет получить урожайность зерна на уровне 70,4–72,2 ц/га, условную чистую прибыль – 88,1–91,1 тыс. руб./га и уровень рентабельности – 255–260 %.

3. При выращивании на семеноводческих участках сортов исследуемой культуры – Юка, Краснодарская 99, Гром, Протон, Калым, Васса, Этнос – необходимо корректировать норму высева в соответствии с установленными корреляционно-регрессионными нейронными моделями урожайности семян в зависимости от нормы высева, которые обеспечивают максимальную реализацию генетического потенциала каждого сорта в разных почвенно-климатических и хозяйственно-экономических условиях. Так, сорт Калым, который в засушливые годы в данном наборе сортов проявил наилучшую урожайность, рекомендуется выращивать в Центральной зоне Краснодарского края при норме высева 3,0–4,0 млн шт./га, сорт Васса – 4,0 млн шт./га, Гром и Протон – не более 4,5 млн шт./га.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшие исследования по данной теме представляют значительный научный и практический интерес. Ключевым направлением является изучение взаимосвязи между архитектурой растений (габитус куста, угол наклона листьев пшеницы относительно стебля, высота растений, площадь листовой поверхности) и формированием семян при разных нормах посева. Особое внимание следует уделить сортам с контрастными типами кущения – компактным (Калым, Юка, Гром) и раскидистым (Краснодарская 99, Васса), которые по-разному реагируют на изменение густоты стеблестоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробιοлогические особенности новых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского края / Г. Л. Зеленский, В. В. Ефремова, Ю. Т. Аистова, Е. Г. Самелик, Л. В. Назаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 53. – С. 110–117.
2. Адамень, Ф. Ф. Индексный анализ и моделирование продуктивности полевых культур в зависимости от уровней природного и искусственного увлажнения при выращивании в орошаемых условиях Северного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 34(197). – С. 58–70.
3. Адамень, Ф. Ф. Математическое моделирование продуктивности орошаемой озимой пшеницы в зависимости от влияния метеорологических факторов в условиях Северного Причерноморья / Ф. Ф. Адамень, С. В. Коковихин, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 33(196). – С. 6–16.
4. Адаптивно-значимые признаки у изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы / В. В. Ефремова, Ю. Т. Аистова, Е. Г. Самелик, Л. В. Назаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 85. – С. 390–402.
5. Алексейчук, Г. Н. Сила роста семян зерновых культур, и ее оценка методом ускоренного старения / Г. Н. Алексейчук // Право и экономика. – 2009. – 44 с.
6. Алехин, В. Т. Пути стабилизации фитосанитарной обстановки / В. Т. Алехин // Защита и карантин растений. – 2004. – № 1. – С. 9–12.
7. Анализ возможных механизмов регуляции ветвления корня / М. Е. Площинская, В. Б. Иванов, С. А. Салмин, Е. И. Быстрова // Журнал общей биологии. – 2002. – Т. 63, № 1. – С. 68–74.
8. Андреев, С. И. Как стабилизировать плодородие почв / С. И. Андреев, С. А. Еремин // Агро XXI. – 2001. – № 1. – 22 с.

9. Асеева, Т. А. Агроэкологические основы формирования урожайности зерновых культур и сои в условиях Среднего Приамурья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Асеева Татьяна Александровна; (Рос. акад. с.-х. наук, Примор. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва). – Тимирязевский (Примор. край), 2009. – 43 с.
10. Ахмедов, А. Д. Агроэкологические основы энергосберегающей технологии полива сельскохозяйственных культур / А. Д. Ахмедов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 4-й Международной научно-практической конференции. – Москва, 2004. – С. 157–162.
11. Баздырев, Г. И. Влияние ресурсосберегающих обработок почвы на засоренность посевов в почвозащитных севооборотах на склонах / Г. И. Баздырев // Севооборот в современном земледелии. – Москва, 2004. – С. 180–185.
12. Безуглов, В. Г. Минимальная обработка почвы / В. Г. Безуглов // Земледелие. – 2002. – № 4. – С. 21.
13. Беккер, Х. Селекция растений / Х. Беккер ; пер. с нем. – Москва : КМК, 2015. – 425 с.
14. Бельк, Г. С. Действие удобрений на урожай озимой пшеницы при разной площади питания / Г. С. Бельк // Вестник с.-х. науки. – 1970. – № 2. – С. 69–72.
15. Белюченко, И. Поиски новых технологий выращивания зерновых культур / И. Белюченко // Международный агропромышленный журнал. – 1991. – № 6. – С. 42–45.
16. Белявский, В. М. Уровень минерального питания, морфофизиологические особенности и посевные качества ячменя / В. М. Белявский // Селекция и семеноводство. – 1984. – № 6. – С. 32–33.
17. Беляков, А. М. Биологические и организационно-технологические аспекты получения запланированных урожаев озимой пшеницы в Нижнем Поволжье : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Беляков Александр Михайлович. – Волгоград, 2004. – 46 с.
18. Березкин, А. Н. Международный опыт развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур : учебное пособие для вузов / А. Н. Березкин, А. М. Малько, М. Ю. Чередниченко. – Москва : РГАУ-МСХА, 2012.

19. Беспалова, Л. А. Генетика, селекция, семеноводство и сортовая агротехника пшеницы и тритикале / Л. А. Беспалова. – Краснодар : ЭДВИ, 2022. – 578 с.
20. Божко, Е. П. Системы обработки почвы и удобрений в зернопропашном севообороте / Е. П. Божко, С. И. Баршадская, Л. Н. Вышегородцева // Главный агроном. – 2007. – № 4. – С. 6.
21. Бойко, Е. С. Совершенствование системы мер борьбы с сорняками при возделывании озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края / Е. С. Бойко, В. П. Василько, Л. В. Назаренко // Защита растений от вредных организмов : материалы XI Международной научно-практической конференции, Краснодар, 19–23 июня 2023 года. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – Вып. 11. – С. 60–63.
22. Большаков, Н. В. Площадь питания, продуктивность и урожайные свойства семян зерновых культур / Н. В. Большаков // Селекция и семеноводство. – 1988. – № 4. – С. 52–56.
23. Боровая, В. П. Система применения биосредств и технологий биозащиты при возделывании озимой пшеницы / В. П. Боровая // Аграрный вестник Урала Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 6. – С. 26–28.
24. Боровик А. Н. Улучшение качества зерна озимой мягкой пшеницы за счет шарозерной (*T. sphaerococcum* Регс.) / Л. А. Беспалова, И. Н. Кудряшов, В. Р. Керимов // Пшеница и тритикале. – 2001. – С. 509–517.
25. Бородычев, В. В. К вопросу создания эффективных агротехнологий выращивания перспективных сельскохозяйственных культур / В. В. Бородычев, В. М. Гуренко, А. С. Овчинников // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – Вып. 6. – С. 27–32.
26. Бураков, В. И. Система земледелия и агроландшафт / В. И. Бураков // Земледелие. – 1990. – № 4. – С. 40–45.
27. Бурдун, А. М. Типы экологической адаптивности сортов растений / А. М. Бурдун, Л. М. Лопатина, М. Г. Говара // Труды Кубанского сельскохозяйственного института. – 1993. – Вып. III. – С. 7–15.

28. Буянкин, Н. И. Роль светового фактора в повышении продуктивности полей / Н. И. Буянкин // Вестник Балтийского федерального университета имени И. Канта. – 2012. – № 7. – С. 128–133.
29. Вавилов, Н. И. Теоретические основы селекции растений / Н. И. Вавилов. – Москва : Наука, 1987. – 512 с.
30. Важнейшие положения концепции стратегического развития семеноводства и размножения растений в РФ / Ю. Ф. Лачуга, Ю. В. Плугатарь, Н. М. Макрушин [и др.] // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 132. – С. 9–16.
31. Васько, В. Т. Теоретические основы растениеводства : учебник / В. Т. Васько. – Санкт-Петербург : ПРОФИ-Информ, 2004. – 197 с.
32. Влияние неравномерного распределения микроэлементов на содержание гормонов и удлинение корней у растений пшеницы / А. В. Коробова, И. И. Иванов, Г. Р. Ахиярова, С. Ю. Веселов, Д. С. Веселов, Г. Р. Кудоярова // Физиология растений. – 2019. – Т. 66, № 5. – С. 367–374.
33. Влияние систем обработки почвы и минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность зерна озимого ячменя в равнинно-степном агроландшафте Центральной зоны Краснодарского края / Н. И. Бардак, А. А. Макаренко, Т. В. Князева, Ю. А. Тучапский // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 87–93.
34. Возделывание мягкой озимой пшеницы в Ростовской области / А. В. Алабушев, Н. Г. Янковский, Г. В. Овсянникова, О. В. Скрипка, М. Е. Кравченко, А. А. Сухарев, Т. А. Гричаникова, Т. Г. Дерова. – Ростов-на-Дону : ЗАО «Книга», 2011. – 64 с.
35. Волков, Л. В. Пластичность и стабильность сортов и селекционных форм яровой пшеницы по критериям продуктивности и качества зерна / Л. В. Волков, В. М. Бебякин, И. В. Лыскова // Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 1 (январь–февраль). – С. 3–6.
36. Воронин, К. Е. Биологическая защита зерновых культур от вредителей / К. Е. Воронин, В. А. Шапиро, Г. А. Пукинская // ВАСХНИЛ. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 198 с.

37. Гармашов, В. В. Адаптивность сортов озимой пшеницы и эколого-биологические основы регуляции их продуктивности в Южной Степи Украины : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Гармашов Владимир Викторович. – Киев : Институт земледелия УААН, Одесская гос. с.-х. опытная станция, Инженерно-технологический ин-т «Биотехника», 2002. – 449 с.
38. Генетический потенциал рода *Thinopyrum* как источника хозяйственно-ценных признаков в селекции пшеницы / В. П. Шаманин [и др.] // Фундаментальные и прикладные разработки естественных и гуманитарных наук: современные концепции, последние тенденции развития. – 2018. – С. 433–438.
39. Германов, Б. Ф. Основы селекции : учебное пособие для вузов / Б. Ф. Германов. – Тверь : Агросфера, 2007. – 140 с.
40. Глухова, Н. Как повысить зимостойкость озимой пшеницы / Н. Глухова, М. Ельников, Н. Рябчун // Зерно. – 2007. – № 1. – С. 32–38.
41. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
42. Горьков, А. А. Агротехническое обоснование использования биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы на темно-серых лесных почвах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Горьков Алексей Андреевич. – Орел, 2021. – 23 с.
43. ГОСТ 52554-2006. Пшеница. Технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 8 с.
44. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 468 с.
45. Грабовец, А. И. Озимая пшеница : монография / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко. – Ростов-на-Дону : Изд-во «Юг», 2022. – 712 с.
46. Грабовец, А. И. Создание и внедрение сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической адаптацией / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2(6). – С. 41–47.

47. Грабовец, А. И. Тритикале : монография / А. И. Грабовец, А. В. Крохмаль. – Ростов-на-Дону : Изд-во «Юг», 2019. – 440 с.
48. Грицаенко, З. М. Биологические основы действия гербицидов на растения в зависимости от условий их применения и разработка научно обоснованных экологически безопасных мероприятий по борьбе с сорной растительностью / З. М. Грицаенко // Вестн. аграр. науки. – 1999. – Спец. вып. – С. 46–99.
49. Грудкина, Т. И. Повышение эффективности производства продукции растениеводства и формирование конкурентных преимуществ субъектами агробизнеса / Т. И. Грудкина, Т. С. Хомайко, А. О. Лелякин // Концепт. – 2014. – № 6. – С. 16–20.
50. Грудкина, Т. И. Современный агробизнес: теория и практика повышения конкурентоспособности хозяйствующих субъектов и мотивация персонала / Т. И. Грудкина // Россия в экономических системах всемирного хозяйства: судьба крупного бизнеса (экономические очерки) / М-во образования и науки Российской Федерации, Ярославский ордена Трудового Красного Знамени гос. педагогический ун-т им. К. Д. Ушинского ; редкол. М. А. Терентьев [и др.]. – Ярославль, 2006. – С. 133–134.
51. Губанов, Я. В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 303 с.
52. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений: учеб. для вузов / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек ; под ред. Ю. Л. Гужова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Мир, 2003. – С. 128–137.
53. Гулидова, В. А. Ресурсосберегающая технология озимой пшеницы : учебно-практическое руководство по выращиванию озимой пшеницы на современном этапе развития растениеводства / В. А. Гулидова. – Липецк : Центр полиграфии, 2006. – 400 с.
54. Гуляев, Г. В. О методах и приемах сохранения типа сорта в первичном семеноводстве / Г. В. Гуляев, Н. В. Большаков // Селекция и семеноводство. – 1990. – № 6. – С. 40–44.

55. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 447 с.
56. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики / Г. В. Гуляев, А. П. Дубинин. – Москва : Колос, 1980. – 375 с.
57. Давитая, Ф. Ф. Засухи в СССР и научное обоснование мер борьбы с ними по природным зонам / Ф. Ф. Давитая // Вопросы земледелия и борьбы с эрозией почв в Степи и лесостепных районах СССР. – Саратов, 1959. – Т. 1. – С. 54–58.
58. Дворянкин, Ф. А. Выявление структурных и продуктивных различий в популяциях озимой пшеницы (на примере сортов Безостая 1, Аврора, Кавказ) / Ф. А. Дворянкин, З. А. Морозова, Г. П. Вегнер. – Москва : Изд-во МГУ, 1980. – С. 37–41.
59. Джулай, А. П. Как повысить качество зерна озимой пшеницы / А. П. Джулай, В. Г. Веретенников, С. А. Вертий // Зерновое хозяйство. – 1975. – № 2. – С. 27–28.
60. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В. А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – С. 76.
61. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: монография / В. А. Ушкаренко, Н. Н. Лазарев, С. П. Голобородько, С. В. Коковихин. – Москва : Изд-во РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2011. – 336 с.
62. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
63. Дрогалин, П. В. Севообороты, урожай и качество / П. В. Дрогалин, В. И. Казанкова, Н. Д. Тарасенко. – Краснодар, 1983. – 112 с.
64. Евсеев, В. М. Действие протравителей семян на микрофлору почвы и растений / В. М. Евсеев // Защита и карантин растений. – 2004. – № 5. – С. 49–50.
65. Ефремова, В. В. Урожайность, параметры пластичности, стабильности и хлебопекарные качества сортов озимой мягкой пшеницы / В. В. Ефремова, Л. В. Назаренко // Университет. Наука, идеи и решения. – 2012. – № 1. – С. 48.

66. Жегалов, С. И. Введение в селекцию сельскохозяйственных растений / С. И. Жегалов. – Москва, 2006. – 319 с.
67. Жеруков, Т. Б. Агробιοлогические условия продуктивности фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы в условиях процесса биологизации сельского хозяйства / Т. Б. Жеруков, А. Ю. Кишев // Международные научные исследования. – 2016. – № 4. – С. 8–10.
68. Жеруков, Т. Б. Регуляторы роста растений и технологические показатели качества зерна озимой пшеницы при возделывании в условиях степной зоны КБР / Т. Б. Жеруков, А. Ю. Кишев // Международные научные исследования. – 2016. – № 4. – С. 21–24.
69. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (экологические основы) : монография. В 2-х т. / А. А. Жученко. – Москва : Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.
70. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (экологические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 432 с.
71. Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А. А. Жученко. – Москва : Изд-во Агропарус, 2004. – 109 с.
72. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. – Москва : Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
73. Зависимость урожайности и качества зерна озимой пшеницы от технологий возделывания на черноземе выщелоченном в условиях Западного Предкавказья / А. С. Скоробогатова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 132. – С. 1424–1441.
74. Загорулько, А. В. Агроэкологическое обоснование альтернативных технологий выращивания озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А. В. Загорулько, А. М. Кравцов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 35. – С. 322–333.
75. Зеленский, Г. Л. Семенная продуктивность и адаптивность сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева / Г. Л. Зеленский, Л. В. Назаренко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2025. – № 41(204). – С. 27–32.

76. Зеленский, Г. Л. Семенная продуктивность, адаптивность и качество семян сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева / Г. Л. Зеленский, Л. В. Назаренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 117. – С. 68–73.

77. Зеленский, Н. А. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии возделывания в условиях Ростовской области / Н. А. Зеленский, А. П. Авдеенко // Татишевские чтения: актуальные проблемы науки и практики : материалы Международной научной конференции. – Тольятти, 2005. – С. 3–9.

78. Зерновые культуры / Д. Шпаар, Х. Гипапп, А. Захаренко [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. – Киев : Зерно, 2012. – 704 с.

79. Иванов, А. Ю. Исследовательский проект «Селекция 2.0» : Научный доклад НИУВШЭ и ФАС России [Электронный ресурс] / А. Ю. Иванов, Р. С. Куликов, М. М. Харченко. – Москва, 2020 – Режим доступа : <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/427845791.pdf>.

80. Изотов А. М. Влияние срока сева, нормы высева и обработки гербицидом на формирование густоты стояния орошаемой озимой пшеницы / А. М. Изотов, Б. А. Тарасенко, Ю. Н. Моргунов // Научные труды Крымского государственного аграрного университета. Сельскохозяйственные науки. – Симферополь, 2000. – Вып. 66. – С. 12–16.

81. Интенсивная технология производства озимой пшеницы / К. С. Ормаджи, Ю. А. Никитин, П. Н. Бурченко [и др.]. – Москва : Россельхозиздат, 1988. – 303 с.

82. К разработке селекционной сеялки для посева зерновых культур колосьями / М. К. Шайхов, Э. В. Жалнин, М. М. Шайхов, В. И. Блохин // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – № 3(32). – С. 114–120.

83. Калинин, И. Г. Селекция озимой пшеницы / И. Г. Калинин. – Москва : Родник, 1995. – 200 с.

84. Канг, Г. Биологическое растениеводство возможности биологических агросистем / Г. Канг ; пер. с нем. С. О. Эбель. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 206 с.

85. Квашин, А. А. Урожайность и качество зерна, озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения Краснодарского края / А. А. Квашин, Н. Н. Нецадим, К. Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 985–1003.

86. Киндрук, Н. А. Экологические основы семеноводства и прогнозирование урожайных качеств семян озимой пшеницы / Н. А. Киндрук, Л. К. Сечняк, О. К. Слюсаренко. – Киев : Урожай, 1990. – 181 с.

87. Кипшакбаева, А. А. Формирование урожая и качества зерна озимых культур в зависимости от сроков посева, норм высева семян и фона удобрения в сухостепной зоне Северного Казахстана : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Кипшакбаева Асемгуль Амангельдиновна. – Астана, 2005. – 20 с.

88. Кишев, А. Ю. Семеноводство пшеницы озимой в условиях Центрального Предкавказья [Электронный ресурс] / А. Ю. Кишев, Н. И. Мамсиров // Новые технологии. – 2018. – Режим доступа : semenovodstvo-pshenitsy-ozimoy-v-usloviyah-tsentralnogo-predkavkazya.pdf.

89. Коковихин, С. В. Агрометеорологическое обоснование климатической оптимизации агротехнологий основных культур на территории Донецко-Донского северо-степного края / С. В. Коковихин // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 30(193). – С. 89–97.

90. 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.

91. Коковихин, С. В. Оптимизация систем земледелия на территории Северного Причерноморья в условиях изменения климата и эколого-мелиоративного состояния почв / С. В. Коковихин, В. П. Василько, А. Ф. Сташкина // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 36(199). – С. 71–89.

92. Колесников, Ф. А. Особенности селекции озимой мягкой пшеницы на сочетание адаптивности с продуктивностью и другими признаками / Ф. А. Колес-

ников, Л. А. Беспалова, В. В. Маймистов // Селекция озимой пшеницы : сборник докладов на научно-практической конференции «Научное наследие академика И. Г. Калиненко», зерноград, 27–28 ноября 2001 года. – зерноград : ЗАО «Книга», 2001. – С. 110–120.

93. Колмаков, Ю. В. Оценка материала пшеницы в селекции повышение потенциала его качества в зернопроизводстве и хлебопечении : монография / Ю. В. Колмаков. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 268 с.

94. Колотий, А. В. Регрессионные модели прогнозирования урожайности озимой пшеницы / А. В. Колотий // Индуктивное моделирование сложных систем. – 2012. – Вып. 4. – С. 92–101.

95. Корневский А. И. Усовершенствование методов воспроизводства семян озимой пшеницы в первичных звеньях семеноводства / А. И. Корневский, В. Д. Волго, В. М. Пыльнев // Биологические и агротехнические аспекты повышения урожаев полевых культур в Степи Украины : сборник научных трудов Одесского СХИ. – Одесса, 1995. – С. 20–27.

96. Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – Москва : Сельхозгиз, 1961. – Т. 1. – 808 с.

97. Кравцов, А. М. Влияние плодородия почвы, удобрений и гербицидов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы по различным пропашным предшественникам / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько, Н. Н. Кравцова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 71–81.

98. Кривошеев, С. И. Использование ростостимулирующих биопрепаратов для предпосевной обработки семян в первичном семеноводстве озимой пшеницы / С. И. Кривошеев, В. А. Шумаков // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – Т. 65, № 6(390). – С. 665–668.

99. Кривошеев, С. И. Оценка сортового состава озимой пшеницы в Курской области по параметрам экологической пластичности и стабильности / С. И. Кривошеев, В. А. Шумаков // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – Т. 63, № 5(377). – С. 31–34.

100. Кривошеев, С. И. Технологические схемы производства семян высших репродукций новых сортов озимой пшеницы в условиях Курской области / С. И. Кривошеев, В. А. Шумаков // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – Т. 64, № 6(384). – С. 74–78.

101. Круть, В. М. Научные основы экологического земледелия / В. М. Круть, Г. П. Фесенко, Т. Е. Алексеенко. – Киев : Урожай, 1995. – 176 с.

102. Кудряшов, И. Н. Оценка влияния генотип-средовых взаимодействий на хозяйственно ценные признаки озимой пшеницы / И. Н. Кудряшов, А. В. Васильев, Л. А. Беспалова // Эволюция научных технологий в растениеводстве : сборник научных трудов, посвященный 90-летию КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Российская академия сельскохозяйственных наук, Краснодарский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко. Т. 2. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2004. – С. 79–86.

103. Кудряшов, И. Н. Разработка сортовой структуры озимой пшеницы на основе оценки генотип-средовых взаимодействий / И. Н. Кудряшов, Л. А. Беспалова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2006. – Вып. 1. – С. 221–237.

104. Кулик, М. С. Методика составления агрометеорологического прогноза ожидаемой урожайности озимой пшеницы для черноземной зоны / М. С. Кулик // Методическое пособие по составлению долгосрочных агрометеорологических прогнозов средней областной урожайности озимых зерновых в Нечерноземной зоне. – Москва : Гидрометеиздат, 1971. – 24 с.

105. Куперман, Ф. И. Физиология развития, рост и органогенез пшеницы / Ф. И. Куперман // Физиология с.-х. растений. – Москва : МГУ, 1969. – Ч. VI. – С. 201–204.

106. Куперман, Ф. М. Биология развития растений / Ф. М. Куперман, Е. И. Ржанов. – Москва : Высшая школа, 1963. – 245 с.

107. Купревич, В. Ф. Почвенная энзимология / В. Ф. Купревич, Т. А. Щербакова. – Минск : Наука и техника, 1966. – 275 с.

108. Кухаренко, А. А. Анализ объема переменных затрат при выращивании озимой пшеницы / А. А. Кухаренко, Л. Е. Кухаренко, В. И. Гайдук // Московский экономический журнал. – 2022. – № 6. – С. 248–255.
109. Лаврентович, Д. И. Удобрение и качество растениеводческой продукции / Д. И. Лаврентович. – Киев : Высшая школа, 1985. – 134 с.
110. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – Москва : Высшая школа, 1980. – 291 с.
111. Левкин, В. Н. Роль почвенных влагозапасов и атмосферных осадков в формировании урожая озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / В. Н. Левкин // Роль науки в развитии АПК : сборник материалов научно-практической конференции агрономического факультета Пензенской ГСХА. – Пенза, 2005. – С. 111–113.
112. Литтл, Т. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Т. Литтл, Ф. Хиллз. – Москва : Колос, 1981. – 320 с.
113. Лихачев, Б. С. Морфофизиологическая оценка проростков и сила роста семян / Б. С. Лихачев // Селекция и семеноводство. – 1977. – С. 67–68.
114. Личко, Н. М. Фракционирование по аэродинамическим свойствам – один из путей улучшения технологических достоинств озимой пшеницы / Н. М. Личко, А. К. Личко // Известия ТСХА. – 2007. – Вып. 4. – С. 82–92.
115. Логойда, Т. В. Роль агротехнологий в формировании продуктивности озимой пшеницы / Т. В. Логойда, Н. Н. Нецадим, А. Г. Осипова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 135–142.
116. Лукомец, В. М. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с озимой пшеницей / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, М. В. Трунова // Масличные культуры. – 2024. – № 1(197). – С. 63–75.
117. Лукьяненко, П. П. Избранные труды / П. П. Лукьяненко. – Москва : ВО Агропромиздат, 1990. – 427 с.
118. Макаренко, А. А. Влияние системы основной обработки почвы на плотность сложения чернозема выщелоченного Центральной зоны Краснодарского

края / А. А. Макаренко, Н. И. Бардак, А. А. Магомедтагиров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 88. – С. 89–96.

119. Макаренко, А. А. Моделирование и оптимизация режима орошения полевых культур на уровне севооборотов и полей с учетом метеорологических факторов / А. А. Макаренко, С. В. Коковихин, Е. С. Бойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 238–253.

120. Макаренко, А. А. Моделирование орошаемых севооборотов с использованием эколого-мелиоративных и хозяйственно-экономических параметров агропредприятий / А. А. Макаренко, С. В. Коковихин, Е. С. Бойко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 36(199). – С. 6–20.

121. Макаренко, А. А. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от системы основной обработки почвы, применения минеральных удобрений и гербицидов на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Макаренко Александр Алексеевич. – Краснодар, 2008. – 24 с.

122. Макрушин, М. М. Семеноводство полевых культур / М. М. Макрушин. – Киев : Урожай, 1964. – С. 119–124.

123. Малюга, Н. Г. Возделывание сильных пшениц / Н. Г. Малюга, Н. Д. Тарасенко. – Москва : Россельхозиздат, 1982. – С. 29–68.

124. Мамсиров, Н. И. Адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы в различных зонах Адыгеи / Н. И. Мамсиров, Р. К. Тугуз // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 19–21.

125. Мамсиров, Н. И. Влияние минеральных удобрений на урожайные и качественные показатели зерна озимой пшеницы / Н. И. Мамсиров, К. Х. Хатков // Новые технологии. – 2017. – Вып. 3. – С. 110–116.

126. Мамсиров, Н. И. Совершенствование некоторых элементов агротехники возделывания озимой пшеницы / Н. И. Мамсиров // Аграрная Россия. – 2018. – № 6. – С. 9–12.

127. Марченко, Д. М. Семеноводство озимой пшеницы в Ростовской области / Д. М. Марченко, Г. А. Филенко, Е. И. Некрасов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 11. – С. 57–59.

128. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть / под общей редакцией председателя государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР, д-ра с.-х. наук М. А. Федина. – Москва, 1985. – 269 с.

129. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – Москва, 1989. – 194 с.

130. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур. – Москва, 1990. – С. 58–73.

131. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур / Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина. – Москва, 1990. – 39 с.

132. Методы контроля качества почвы : учебно-методическое пособие для вузов / Д. Л. Котова [и др.]. – Воронеж, 2007. – С. 87–90.

133. Минасов, М. Ш. Стабилизация сельскохозяйственного производства с учетом циклических изменений климатических условий / М. Ш. Минасов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 55–56.

134. Можейко, О. Выбираем семена озимой пшеницы по ГОСТу и рекомендациям эксперта [Электронный ресурс] / О. Можейко // ГлавАгроном. – 2022. – Режим доступа : <https://glavagronom.ru/articles/vybiraem-semena-ozimoy-pshenicy-po-gostu-i-rekomendaciyam-eksperta>.

135. Моисеев, В. А. Сорт как фактор повышения качества зерна озимой пшеницы / В. А. Моисеев // АПК: экономика, управление. – 2006 – № 11. – С. 41–43.

136. Морару, С. А. Озимая пшеница / С. А. Морару. – Кишинев : Картя Молдовеняскэ, 1988. – 400 с.

137. Морозовский, В. В. Влияние препарата Гуми-20 М на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Краснодарского края / В. В. Морозовский, Д. Ю. Назаренко, В. Д. Стрелков // Агрохимический вестник. – 2008. – № 2. – С. 37–39.

138. Мотузова, Г. В. Экологический мониторинг почв / Г. В. Мотузова, О. С. Безуглова. – Москва : Академический Проспект, Гаудеамус, 2007. – 237 с.

139. Назаренко, Л. В. Агроэкологические параметры и адаптивность сортов озимой пшеницы в условиях Краснодарского края / Л. В. Назаренко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2024. – Т. 20, № 2. – С. 28–34.

140. 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. – С. 39–52.

141. Назаренко, Л. В. Динамика роста и развития растений, формирование площади листовой поверхности озимой пшеницы в зависимости от сортового состава и нормы высева в условиях Краснодарского края / Л. В. Назаренко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 38(201). – С. 61–78.

142. Назаренко, Л. В. Климатические факторы внешней среды, их влияние на рост и развитие озимой пшеницы / Л. В. Назаренко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2013.

143. Назаренко, Л. В. Математические модели и корреляционные зависимости показателей продуктивности сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева в условиях Краснодарского края / Л. В. Назаренко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – № 37(200). – С. 8–25.

144. Назаренко, Л. В. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность некоторых сортов озимой мягкой пшеницы / Л. В. Назаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 104. – С. 263–274.

145. Назаренко, Л. В. Факторы внешней среды, их влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур длинного дня на примере пшеницы / Л. В. Назаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 93. – С. 862–878.

146. Назарова, Л. Н. Прогрессирование болезни озимой и яровой пшеницы / Л. Н. Назарова, Л. Г. Корьева, С. С. Сашин // Защита растений. – 2006. – № 7. – С. 12–14.

147. Най, П. Х. Движение растворов в системе почва-растение / П. Х. Най, П. Б. Тинкер. – Москва : Колос, 1980. – 365 с.

148. Найдёнов, А. С. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на плодородие почвы, урожай и качество продукции сельскохозяйственных культур в севообороте / А. С. Найдёнов, Н. Г. Малюга, А. Г. Солдатенко // Агрохимия. – 1991. – № 5. – С. 49–55.

149. Нальборчик, Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая зерна хлебных злаков. Вопросы селекции и генетики зерновых культур / Э. Нальборчик. – Москва, 1983. – С. 224–232.

150. Национальный стандарт РФ. Семена сельскохозяйственных растений сортовые и посевные качества, общие технические условия. – Москва, 2005. – С. 7–12.

151. Недикта, В. Д. Перспективы биологической защиты растений от фитопатогенных микроорганизмов / В. Д. Недикта // Защита и карантин растений. – 2004. – № 6. – С. 26–28.

152. Несват А. П. Формирование рационального сельскохозяйственного землепользования на основе системного подхода / А. П. Несват // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 198–201.

153. Нетис, И. Т. Время возобновления вегетации озимой пшеницы и урожайность / И. Т. Нетис // Зерновые культуры. – 1989. – № 1. – С. 32–33.

154. Нещадим, Н. Н. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Антонина на черноземе выщелоченном в условиях Западного Предкавказья / Н. Н. Нещадим, А. С. Скоробогатова, Н. Н. Филипенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 129. – С. 1364–1381.

155. Ничипорович, А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А. А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. – Москва : Наука, 1982. – С. 7–33

156. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганов, М. П. Власова. – Москва : АН СССР, 1969. – 137 с.

157. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения ее продуктивности / А. А. Ничипорович. – Москва : Наука, 1972. – С. 511–527.

158. Ничипуренко, Е. Н. Влияние системы удобрений на фоне отвальной обработки на продуктивность озимой пшеницы на мочарных почвах центральной зоны Краснодарского края / Е. Н. Ничипуренко, В. П. Василько // Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Саратов, 16–22 июля 2019 года. – Саратов : ООО «Амирит», 2019. – С. 415–417.

159. Ничипуренко, Е. Н. Изменения содержания общего гумуса в почве травяно-зернопропашного севооборота в зависимости от системы удобрений в низинно-западинном агроландшафте / Е. Н. Ничипуренко, А. А. Магомедтагиров // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам 74-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2018 год, Краснодар, 26 апреля 2019 года / отв. за вып. А. Г. Кощев. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 55–56.

160. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, Н. И. Кудряшов, И. Б. Аблова. – Краснодар, 2005. – 224 с.

161. Новые сорта зерновых культур как результат научной кооперации / А. Я. Айдиев, В. Т. Новикова, А. А. Емельянова, Е. В. Логвинова, С. А. Дугина // Земледелие. – 2020. – № 8. – С. 36–39.

162. Носатовский, А. И. Пшеница / А. И. Номатовский. – Москва : Колос, 1965. – 568 с.

163. Общая селекция растений : учебник для вузов [Электронный ресурс] / Ю. Б. Коновалов [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 477 с. // Электронно-библиотечная система «Издательства «Лань». – Режим доступа : http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5854.

164. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, А. М. Кравцов, А. В. Загоруйко [и др.] // Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края :

юбилейный выпуск, посвященный 80-летию со дня основания Кубанского государственного аграрного университета (выпуск второй) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Кубанский государственный аграрный университет, департамент сельского хозяйства и продовольствия Краснодарского края. – Краснодар : ООО «Агропромполиграфист», 2002. – С. 108–135.

165. Оптимизация агротехнологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с использованием информационных технологий / С. В. Коковихин, И. А. Биднина, В. А. Шарий [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 2(65). – С. 63–71.

166. Оптимизация структуры посевных площадей как фактор повышения устойчивости и эффективности растениеводства / Н. В. Парахин, А. В. Амелин, С. В. Потаракин, С. Н. Петрова // Вестник Орел ГАУ. – 2007. – № 3. – С. 2–8.

167. Осипов, А. И. Экологическая безопасность и устойчивое развитие / А. И. Осипов, О. А. Соколов // Роль азота в плодородии почв и питание растений. Кн. 4. – Санкт-Петербург, 2001. – 360 с.

168. Особенности селекционного процесса ярового ячменя в ФГБНУ «Московский НИИСХ «Немчиновка» / Л. М. Ерошенко, А. Н. Ерошенко, М. М. Ромашин, Н. А. Ерошенко // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : материалы III Международной научно-практической конференции / Зональный НИИСХ Северо-Востока. – Киров, 2017. – С. 54–58.

169. Павлюшин, В. А. Фитосанитарная безопасность сельскохозяйственных угодий России (состояние, научное обеспечение) / В. А. Павлюшин // Защита сельскохозяйственных растений 2001: состояние и перспективы развития : тезисы докладов Всероссийской конференции. – Москва – Санкт-Петербург – Сочи : Изд-во ВИЗР : ООО «Инновац. центр защиты растений», 2001. – С. 3–10.

170. Пакудин, В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 103–113.

171. Перелет, Н. А. Распределение фотосинтетически активной радиации (ФАР) на территории Украины / Н. А. Перелет // Труды УкрНИИГИМ. – Вып. 102. – Москва : Гидрометиздат, 1971. – С. 3–12.

172. Пересыпкин, В. Ф. Болезни зерновых культур / В. Ф. Пересыпкин. – Москва : Колос, 1979. – 279 с.
173. Петров, Н. Ю. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы / Н. Ю. Петров, С. И. Дубров // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 1(43), январь. – С. 28–29.
174. Пикуш, Г. Р. Изменение структуры элементов растений озимой пшеницы в зависимости от минерального питания / Г. Р. Пикуш, Л. Ф. Дамишев // Агрохимия. – 1979. – № 11. – С. 56–64.
175. Писарев, Б. А. Сортовая агротехника / Б. А. Писарев. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 208 с.
176. Плохинский, П. А. Биометрия / П. А. Плохинский. – Москва : Изд-во Московского университета, 1970. – 367 с.
177. Поддубная, Л. И. Риски производственной деятельности применительно к растениеводству / Л. И. Поддубная // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – Т. 2, № 2. – С. 22–23.
178. Полевой, А. Н. Теория и расчет продуктивности с.-х. культур / А. Н. Полевой. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
179. Полянская, Н. А. Экономическая оценка использования семян как основного ресурсного фактора, определяющего экономическую эффективность зернопроизводства / Н. А. Полянская, М. В. Полянский // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 9. – С. 70–79.
180. Пономарев, Д. А. Управление урожайностью и качеством зерна сортов озимой пшеницы с использованием экологической пластичности и вариабельности хозяйственно-ценных признаков : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Пономарев Дмитрий Александрович. – Краснодар, 2021. – 159 с.
181. Почвенные и климатические условия зоны орошаемого земледелия на Украине // Орошаемое земледелие / под. ред. В. И. Остапова. – Киев : Урожай, 1987. – С. 8–19.
182. Продуктивность озимой пшеницы при применении подкормок и препарата «Байкал-ЭМ-1» в условиях Кабардино-Балкарской республики / К. Г. Магомедов [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 55. – С. 33–34.

183. Пруцков, Ф. М. Озимая пшеница / Ф. М. Пруцков. – Москва : Колос, 1970. – 344 с.
184. Пумпянский, А. Я. Повышение технологических качеств мягкой пшеницы / А. Я. Пумпянский, Л. В. Семёнова. – Москва, 1969. – 87 с.
185. Пучков, Ю. М. Выведение зимостойкого сорта озимой пшеницы / Ю. М. Пучков, Н. П. Фоменко // Селекция и семеноводство. – 2014. – № 6. – С. 38.
186. Радченко, Л. А. Использование сортовых ресурсов озимой пшеницы в сельскохозяйственном производстве Крыма / Л. А. Радченко, А. Ф. Радченко // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 10-2. – С. 6–8.
187. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Х. Жеруков [и др.] ; под ред. Г. С. Посыпанова. – Москва : КолосС, 2006. – 612 с.
188. Реализация потенциала качества зерна новых сортов озимой пшеницы / Г. И. Букреева, Л. А. Беспалова, И. Н. Кудряшов [и др.] // Земледелие. – 2011. – № 4. – С. 21–23.
189. Роль оптимизации режима питания растений озимой пшеницы в повышении урожайности и качества зерна / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько, Н. Н. Кравцова, Т. Я. Бровкина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 86. – С. 68–78.
190. Романенко, А. А. Экономическая эффективность производства зерна на основе новых сортов озимой пшеницы селекции КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, Д. В. Котляров // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 3. – С. 15–18.
191. Рутц, Р. И. Сортовой состав – основа стабилизации производства высококачественной продукции сельскохозяйственных культур в Омской области / Р. И. Рутц, Ю. В. Колмаков // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 38–40.
192. Сандухадзе, Б. И. Селекция озимой пшеницы в центральном регионе Нечерноземья России : избранные труды / Б. И. Сандухадзе. – Москва, 2011. – 501 с.

193. Свисюк, И. В. Погода, климат, почва, удобрения и урожай / И. В. Свисюк. – Ростов-на-Дону : Литера-Д, 2005. – 220 с.

194. Селекция высококачественных сортов мягкой пшеницы с использованием межвидовой гибридизации / Л. А. Беспалова, Ф. А. Колесников, В. В. Костин, В. Р. Керимов, А. А. Мудрова, Т. И. Грицай, А. Н. Боровик // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации. – 1998. – С. 268–269.

195. Селекция и семеноводство полевых культур : учебное пособие для вузов / под ред. В. П. Шаманина. – Омск : ОмГАУ, 2014. – 378 с.

196. Селекция сортов риса для природосберегающих технологий / Г. Л. Зеленский, А. Г. Зеленский, Т. А. Ромащенко, В. А. Стукалова // Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом : материалы конференции / сост. Д. Н. Синяев. – 2015. – С. 68–73.

197. Сельское хозяйство в России. 2021 : статистический сборник / Росстат. – Москва, 2021. – 100 с.

198. Сельское хозяйство статистика с основами социально-экономической статистики : учебник. – Москва : Финансы и статистика, 2005. – 6-е изд., переработ. и доп. – 156 с.

199. Сивков, С. В. Методы расчетов характеристик солнечной радиации / С. В. Сивков. – Ленинград : Сельхозгиз, 1968. – 232 с.

200. Сивожелезов, М. С. Эффективность сортов озимой пшеницы местной и инорайонной селекции при возделывании в Пензенской области / М. С. Сивожелезов, В. Д. Коротнев, В. В. Кошеляев // Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С. 63–67.

201. Силва, Ж. Г. Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство [Электронный ресурс] / Ж. Г. Силва, К. Ф. Нвазе, Э. Казин // ФАО ООН. – Рим, 2016. – Режим доступа : <http://www.fao.org/3/a-i4951r.pdf>.

202. Сисо, А. В. Биоэнергетическая оценка различных агроприемов возделывания озимой пшеницы, сахарной свеклы и сои в орошаемом травяно-зернопропашном севообороте / А. В. Сисо, А. В. Югов, В. Н. Герасименко //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2007. – № 04(028). – С. 43–51.

203. Скатова, Е. В. Некоторые аспекты совершенствования селекции озимой пшеницы в Верхневолжье / Е. В. Скатова, А. Г. Лачин // Владимирский земледелец. – 2019. – № 4. – С. 59–66.

204. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв / И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Л. А. Карманова, Е. И. Путилин // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 850–857.

205. Сорока, Т. А. Посевные качества семян, морфологические и физиологические показатели растений озимой пшеницы в начальный период роста и развития в зависимости от влияния различных экзогенных факторов на формирование семян / Т. А. Сорока, В. Б. Щукин, Н. В. Ильясова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(66). – С. 226–229.

206. Сорты пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ имени П. П. Лукьяненко : каталог / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, Ф. А. Колесников, И. Н. Кудряшов, И. Б. Аблова, Г. Д. Набоков, В. Я. Ковтуненко, В. Р. Керимов, Г. И. Букреева, А. А. Мудрова, Т. И. Грицай, Л. П. Филобок, Р. О. Давоян, В. А. Филобок, Н. И. Лысак, Л. Ф. Дудка, О. Ю. Пузырная, А. Н. Боровик, А. В. Васильев, Е. А. Гуенкова [и др.]. – Краснодар, 2011. – 136 с.

207. Сорты пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ имени П. П. Лукьяненко : каталог / Л. А. Беспалова, А. А. Романенко, Ф. А. Колесников, И. Н. Кудряшов, И. Б. Аблова, А. А. Мудрова, В. Я. Ковтуненко, Г. Д. Набоков, Н. И. Лысак, Т. И. Грицай, В. А. Филобок, О. Ю. Пузырная, В. Р. Керимов, Н. И. Терпугова, В. В. Дубина, И. В. Ефименко, Г. И. Букреева, Л. И. Шуровенкова, О. Ф. Колесникова, Л. М. Мохова [и др.]. – Краснодар, 2012. – 167 с.

208. Сорты пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ имени П. П. Лукьяненко : каталог / Л. А. Беспалова, А. А. Романенко, Ф. А. Колесников, И. Н. Кудряшов, И. Б. Аблова [и др.] ; КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар : ЭДВИ, 2017. – 167 с.

209. Сохранить и приумножить на практике «кукуруза – рис – пшеница». Практическое руководство по устойчивому производству зерновых [Электронный ресурс] // ФАО ООН. – Рим, 2016. – Режим доступа : <http://www.fao.org/3/a-i5318r.pdf>.

210. Спирин, А. П. Операционная технология (правила производства) возделывания озимых зерновых культур на почвах подверженных ветровой эрозии / А. П. Спирин, К. С. Ормаджи // Предшественники зерновых колосовых. – Москва, 1975. – Ч. 1. – С. 5–7.

211. Справочник по зерновым культурам / И. М. Карасюк, А. М. Здоровцов, В. Г. Гордиенко [и др.]. – Киев : Урожай, 1991. – С. 39–41.

212. Справочник по удобрению сельскохозяйственных культур. – Киев : Урожай, 1978. – 344 с.

213. Сравнительная оценка потенциальной продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы, в разные годы рекомендованных для возделывания, по параметрам пластичности и стабильности урожайности / В. В. Ефремова, Е. Г. Самелик, Т. В. Логойда, С. А. Лесняк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 139. – С. 65–82.

214. Сравнительная оценка сортов озимой пшеницы австрийской селекции в условиях центральной зоны Краснодарского края / Н. В. Репко, Е. С. Рудяга, А. П. Сулим, Л. В. Назаренко, К. В. Подоляк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 07. – С. 131–141.

215. Сравнительная оценка сортов озимой пшеницы австрийской селекции в условиях центральной зоны Краснодарского края / Н. В. Репко, Е. С. Рудяга, А. П. Сулим [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 1073–1084.

216. Строна, И. Г. Общее семеноведение полевых культур / И. Г. Строна. – Москва : Колос, 1966. – 464 с.

217. Технологии применения стимуляторов роста растений в земледелии : методическое пособие / отв. за вып. С. П. Пономаренко. – Киев : Институт биоорганической химии и нефтехимии АН Украины, 2003. – 46 с.

218. Тимошенкова, Т. А. Семеноводство *Triticum durum* в Оренбургской области: проблемы и перспективы / Т. А. Тимошенкова, Ю. А. Ващенко // Евразийский Союз Ученых. – 2015. – № 12. – С. 11–14.

219. Ткаченко, М. А. Урожайность и некоторые элементы структуры урожайности вертикальнолистных сортов риса в зависимости от азотного питания и нормы высева / М. А. Ткаченко, Г. Л. Зеленский // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата. – 2023. – С. 165–170.

220. Тооминг, Х. Г. Методика измерения фотосинтетической активной радиации / Х. Г. Тооминг, Б. И. Гуляев. – Москва : Наука, 1967. – 143 с.

221. Трубилин, И. Т. К вопросу о роли и значении агротехнического метода в защите растений / И. Т. Трубилин // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2005. – С. 3–5.

222. Удобрение полевых культур / под ред. Б. С. Носка, Г. Г. Дуди. – Киев : Урожай, 1980. – 200 с.

223. Управление хозяйственными признаками озимой пшеницы с помощью норм высева / И. Н. Кудряшов, Л. А. Беспалова, В. И. Кулик, А. В. Неженец // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 1. – С. 183–192.

224. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от приемов подготовки почвы и применения удобрений / Н. Н. Нецадим [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 182. – С. 202–217.

225. Федеральная служба государственной статистики. – URL : <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst60/DBInet.cgi>.

226. Федоров, Е. К. Погода и урожай / Е. К. Федоров. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. – 57 с.

227. Филенко, Г. А. Состояние семеноводства и сортовой состав озимой пшеницы в Ростовской области / Г. А. Филенко, Т. И. Фирсова, Д. М. Марченко // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – № 3. – С. 40–44.

228. Филиппьев, И. Д. Система удобрений : справочник по орошаемому земледелию / И. Д. Филиппьев. – Киев : Урожай, 1984. – С. 24–35.

229. Филлипс, С. Производство зерна пшеницы и применение минеральных удобрений в мире / С. Филлипс, Р. Нортон // *Питание растений*. – 2012. – № 4. – С. 2–5.

230. Филобок, Л. П. Проблемы семеноводства озимой пшеницы и тритикале / Л. П. Филобок, Л. А. Беспалова, Ф. А. Колесников // *Пшеница и тритикале : материалы научно-практической конференции «Зеленая революция П. П. Лукьяненко»*, Краснодар, 28–30 мая 2001 года. – Краснодар : Изд-во «Советская Кубань», 2001. – С. 637–643.

231. Хангильдин, В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов селекционных линий в испытаниях колосовых культур / В. В. Хангильдин // *Научно-технологический бюллетень ВСГИ*. – 1986. – № 2/60. – С. 36–41.

232. Хозяйственно-биологические характеристики и сортовые особенности перспективных сортов озимой мягкой пшеницы / М. М. Копусь, М. М. Копусь, Д. М. Марченко, Е. М. Копусь // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2012. – Вып. 3(19). – С. 53–57.

233. Цыганков, А. В. Продукционный процесс и элементы сортовой технологии яровой мягкой пшеницы в сухостепной зоне Казахстана / А. В. Цыганков, М. Ю. Цыганкова // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2015. – Т. 17, № 4(3). – С. 526–537.

234. Чернышова, Е. О. Эффективность применения разных схем защиты растений при выращивании пшеницы озимой на орошаемых землях Херсонской области / Е. О. Чернышова, О. В. Макуха, С. В. Коковихин // *Орошаемое земледелие в почвенно-климатических условиях юга России : сборник материалов межрегиональной университетской научно-практической конференции, 24 марта 2023 года / под ред. канд. с.-х. наук, доц. Е. О. Чернышовой*. – Херсон : ГБОУ ВО «ХАУ», 2023. – С. 38–43.

235. Шаляпин, В. В. Действие видов минеральных удобрений на урожайность пшеницы мягкой озимой, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / В. В. Шаляпин, Л. М. Онищенко, Л. В. Назаренко // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(47). – С. 5–13.
236. Шатилов, Н. С. Фотосинтетический потенциал и урожай зерновых / Н. С. Шатилов, А. Г. Замараев, Г. В. Чаповская // Известия КГСХА. – 1979. – № 4. – С. 18–29.
237. Шерстобоева, Е. В. Альтернатива химическим фунгицидам / Е. В. Шерстобоева, Н. К. Шерстобоев // Хранение и переработка зерна. – 2002. – Вып. 3. – С. 6–8.
238. Эволюция уборочного индекса и прогресс селекции зерновых культур на урожайность / Л. А. Беспалова, И. Н. Кудряшов, Ф. А. Колесников [и др.] // Земледелие. – 2014. – № 3. – С. 9–12.
239. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов-потомков Безостой 1 по урожайности / И. Н. Кудряшов, Л. А. Беспалова, Ю. М. Пучков, Г. Д. Набоков, Ф. А. Колесников, В. Я. Ковтуненко, А. В. Васильев, В. А. Филобок // Безостая 1 – 50 лет триумфа. – 2005. – С. 169–177.
240. Эколого-агрономическая оценка действия химических средств земледелия на урожай и качество зерна озимой пшеницы / А. В. Загорулько, Н. Г. Гайдук ова, И. В. Шабанова, А. С. Скоробогатова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1405–1424.
241. Эффективность нового сорта пшеницы озимой мягкой Гром и его агро-экологический адрес / Л. А. Беспалова, И. Н. Кудряшов, С. И. Баршадская [и др.] // Земледелие. – 2011. – № 4. – С. 12–13.
242. Эффективность отборов различных родоначальных форм в первичном семеноводстве сортов озимой пшеницы селекции ОГАУ / Л. И. Краснова, А. Ю. Карязин, О. М. Лапасова, Т. А. Перевесенкова, А. С. Зайков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. – С. 109–114.

243. Anniechiarico, P. Coping with and exploiting genotype – by environment interactions / P. Anniechiarico // Plant breeding and farmer participation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). – 2009. – P. 519–564.

244. Artificial croplands and natural biosystems in the conditions of climatic changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe Zone of Ukraine / R. A. Vozhehova, S. V. Kokovikhin, P. V. Lykhovyd [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9, № 6. – P. 331–340.

245. Asfaw, S. Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research / S. Asfaw, G. Maggio // Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. – 2016. – 20 p.

246. Dopieraia, P. The effects of genotype – environment interaction on the yield and its structure in some winter cereals / P. Dopieraia, L. Kordas // Biuf. inst. Hodowfi Akfi mat. Rost. – 2009. – Vol. 253. – P. 165–173.

247. Eberhart, S. G. Stability parameters for comparing varieties / S. G. Eberhart // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – P. 36–38.

248. Fischer, R. A. Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? / R. A. Fischer, D. Byerlee, G. O. Edmeades // Australian Centre for International Agricultural Research. – 2014. – № 158. – P. 52–59.

249. Global wheat consumption 2017/18-2022/23 / Pub. by M. Shahbandeh, Feb 20, 2023. – URL : <https://www.statista.com/statistics/246516/distribution-of-total-us-farm-production-expenditures-by-type/#statisticContainer>.

250. Hydrogen Production Analysis: Prospects for Ukraine / N. Kovalenko, T. Hutsol, V. Dubik [et al.] // Agricultural Engineering. – 2021. – Vol. 25, № 1. – P. 99–114.

251. Hygo, W. B. Disinfection mechanisms. In principles and practice of disinfection / W. B. Hygo // Preservation and Sterilization, 3-rd ed., Blackwell Science, Oxford. – 1999. – P. 258–283.

252. Konuma, H. Climate-Smart Agriculture: A call for action / H. Konuma// FAO. Synthesis of the Asia-Pacific Regional Workshop. – Bangkok, Thailand, 2015. – 120 p.

253. Manual on integrated soil management and conservation practices // FAO Land and Water Bulletin. – Rome, Italy, 2000. – Vol. 8. – 228 p.

254. Modeling safflower seed productivity in dependence on cultivation technology by the means of multiple linear regression model / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. Lykhovyd [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Vol. 20, № 4. – P. 8–13.

255. Nobbe, F. Handbunch der Samenkunde. Wiegand, Hempel and Parey / F. Nobbe. – Berlin, 1876.

256. Practical training of students of agrarian universities as a key element in training future specialists in the agro-industrial complex / A. I. Trubilin, A. V. Kondrashova, A. E. Gorokhova, S. K. Gasanbekov // RPGE – Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara. – 2022, Mar. – Vol. 26, № 2. – e022053.

257. Rajaram, S. Prospects and promise of wheat breeding in the 21st century / S. Rajaram // Wheat in Global Environment: Abstracts of oral and poster presentations 6-th international wheat conference, 5–9 June 2000, Budapest, Hungary. – P. 24.

258. Soybean response to water: a QTL analysis of drought tolerance / J. E. Specht, K. Chase, M. Macrander, G. L. Graef, J. Chung, J. R. Markwell, M. Germann, J. H. Orf, K. G. Lark // Crop Science. – 2001. – Vol. 41. – P. 493–509.

259. Statistical yielding models of some irrigated vegetable crops in dependence on water use and heat supply / R. Vozhehova, S. Kokovikhin, P. V. Lykhovyd [et al.] // Journal of Water and Land Development. – 2020. – Vol. 45. – P. 190–197.

260. Substantiation of priority areas to ensure food security in the Russian Federation: a system-cognitive analysis / V. I. Gaiduk, A. V. Kondrashova, M. G. Paremuzova, V. D. Sekerin, D. A. Singilevich // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2021. – Vol. 14, № 4. – P. 1806–1812.

261. The influence of farming activities on seeds productivity of winter wheat varieties in the conditions of the South of Ukraine / S. V. Kokovikhin, V. Y. Zaporozhchenko, G. V. Karashchuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, № 1. – P. 449–456.

262. Trapeznikov, V. K. Effect of heterogeneous distribution of nutrients on root growth, ABA content and drought resistance of wheat plants / V. K. Trapeznikov, I. I. Ivanov, G. R. Kudoyarova // Plant and Soil. – 2003. – Vol. 252. – P. 207–214.

263. Wheat fact and futures / J. Dixon, H. Braun, P. Kosina, J. Grouch. – Mexico : GIMMYT, 2009. – 95 p.

264. Wirsma, J. J. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat / J. J. Wirsma, R. H. Busch, Y. Y. Fulcher // Crop. Sc. – 2001. – Vol. 41, № 4. – P. 999–1005.

265. Yield gap analysis of field crops / V. O. Sadras, K. G. G. Cassman, P. Grassini [et al.] // Methods and case studies. FAO Water Reports. – Rome, Italy, 2015. – № 41. – 82 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Всхожесть и проростки озимой пшеницы в зависимости от сортового состава
и нормы высева в годы проведения исследований

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Всхожесть, %	Количество сильных проростков, %			Количество слабых проростков, %		Количество зерновок, пораженных плесневыми грибами, %
			5	4	3	2	1	
Краснодарская 99	3	98	35	6	3	2	52	30
	5	98	17	6	8	6	61	46
	7	98	19	10	12	5	52	26
Юка	3	81	26	3	2	4	46	30
	5	98	92	4	2	0	0	10
	7	93	8	5	3	3	74	17
Гром	3	100	1	1	2	2	94	18
	5	96	80	2	2	3	9	29
	7	100	26	7	4	3	0	22
Протон	3	90	21	2	8	6	53	32
	5	100	37	11	0	0	52	37
	7	96	59	5	8	1	23	25
Калым	3	100	85	7	4	0	4	24
	5	92	23	6	3	4	56	18
	7	99	45	0	0	0	54	32
Васса	3	96	57	5	6	0	28	37
	5	93	29	7	2	8	47	31
	7	99	61	5	0	0	33	27
Этнос	3	89	43	6	3	3	34	19
	5	96	70	7	2	4	13	11
	7	100	80	2	1	0	17	25

Приложение 2

Показатели площади листовой поверхности посевов озимой пшеницы
в зависимости от сортового состава и нормы высева, 2012 год

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Площадь листьев, см ² /м ²		
		флаговых	подфлаговых	сумма
Краснодарская 99	3	14,9	14,8	29,7
	5	14,9	14,5	29,4
	7	14,2	14,4	28,6
Юка	3	14,8	21,9	36,7
	5	16,9	21,3	38,2
	7	14,4	18,8	33,2
Гром	3	13,2	12,5	25,7
	5	13,3	12,8	26,1
	7	11,9	12,5	24,4
Протон	3	13,2	14,2	27,4
	5	12,0	13,0	25,1
	7	11,8	13,3	25,1
Калым	3	12,9	13,8	26,7
	5	11,6	12,3	23,8
	7	11,8	11,8	23,5
Васса	3	17,3	19,0	36,3
	5	17,1	19,8	36,9
	7	18,5	17,7	36,2
Этнос	3	17,2	17,8	35,0
	5	16,4	17,0	33,5
	7	15,6	15,5	31,1
Коэффициент вариации, %		14,8	20,0	16,6

Приложение 3

Показатели площади листовой поверхности посевов озимой пшеницы
в зависимости от сортового состава и нормы высева, 2013 год

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Площадь листьев, см ² /м ²		
		флаговых	подфлаговых	сумма
Краснодарская 99	3	14,8	0,0	14,8
	5	12,4	0,0	12,4
	7	12,4	0,0	12,4
Юка	3	22,0	20,8	42,8
	5	19,7	18,9	38,6
	7	17,7	18,2	35,9
Гром	3	14,4	13,8	28,2
	5	13,6	12,2	25,8
	7	11,8	11,6	23,4
Протон	3	17,8	16,3	34,1
	5	13,1	13,9	27,0
	7	13,9	13,6	27,5
Калым	3	14,9	13,1	28,0
	5	14,6	13,5	28,1
	7	13,6	12,6	26,2
Васса	3	18,5	20,0	38,5
	5	17,0	18,0	35,0
	7	14,3	14,8	29,1
Этнос	3	19,6	19,3	38,9
	5	16,9	15,2	32,1
	7	17,4	14,9	32,3
Коэффициент вариации, %		17,7	46,4	28,9

Приложение 4

Показатели площади листовой поверхности посевов озимой пшеницы
в зависимости от сортового состава и нормы высева, 2014 год

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Площадь листьев, см ² /м ²		
		флаговых	подфлаговых	сумма
Краснодарская 99	3	14,5	16,5	31,0
	5	12,1	15,5	27,6
	7	12,7	15,9	28,5
Юка	3	21,0	19,5	40,4
	5	18,4	17,5	35,9
	7	16,7	17,3	34,0
Гром	3	13,5	16,9	30,4
	5	12,7	13,4	26,1
	7	10,8	13,6	24,4
Протон	3	16,9	17,2	34,1
	5	12,3	15,4	27,8
	7	13,2	12,8	25,9
Калым	3	16,9	18,0	34,9
	5	16,7	18,7	35,3
	7	12,6	13,9	26,4
Васса	3	19,0	18,6	37,6
	5	15,7	16,5	32,3
	7	12,3	13,6	25,9
Этнос	3	18,3	18,0	36,4
	5	15,7	16,0	31,7
	7	15,6	15,3	30,8
Коэффициент вариации, %		18,2	11,9	14,4

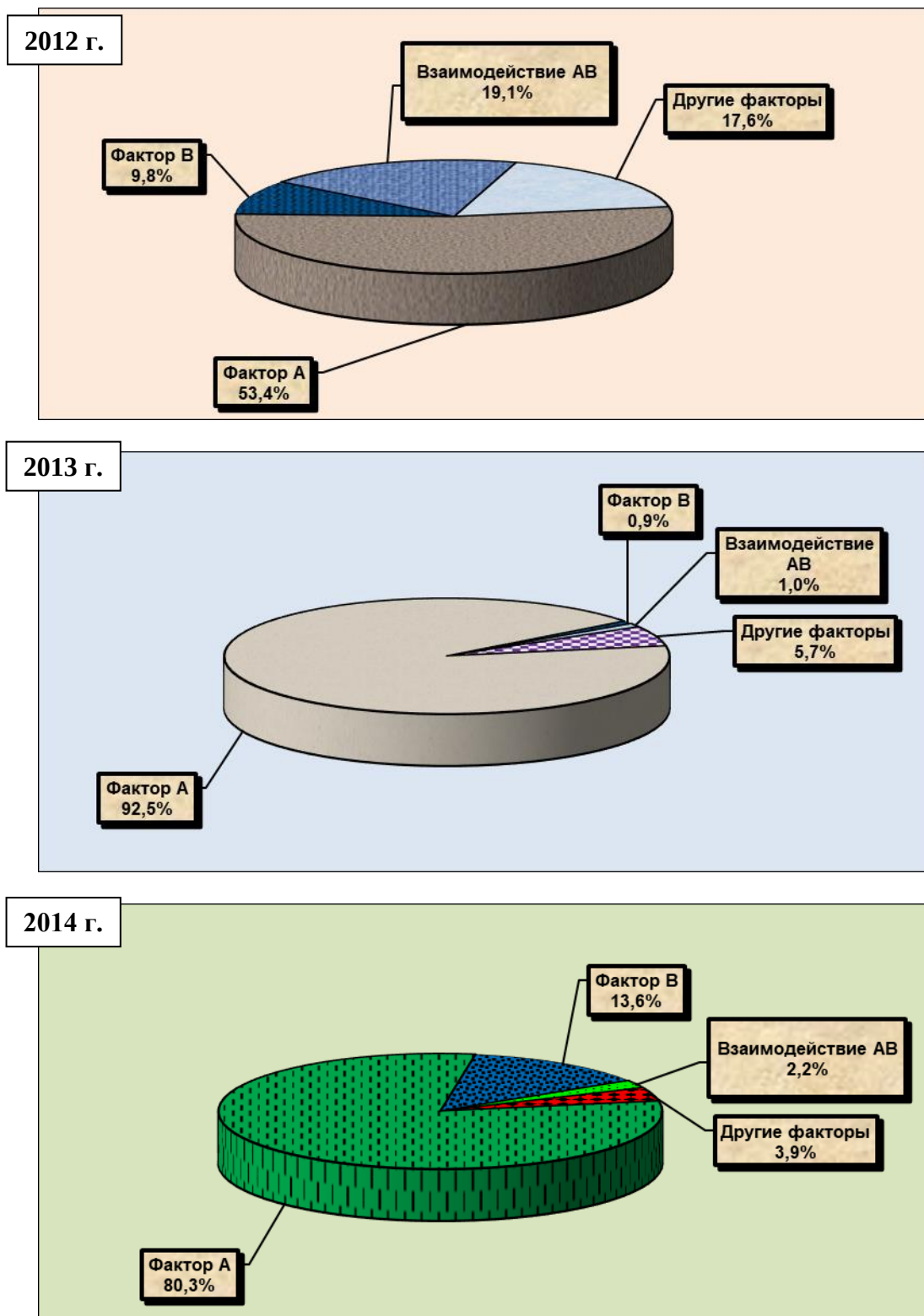
Приложение 5

Урожайность исследуемых сортов озимой пшеницы (опыт 1)

в зависимости от нормы высева в годы проведения исследований, ц/га

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт. (фактор В)	Урожайность в год исследования				Среднее по факторам		
		2012	2013	2014	среднее	А	В	
Краснодарская 99	3	45,4	28,2	43,2	38,9	40,0	48,3	
	5	45,9	27,8	48,8	40,8		50,5	
	7	44,1	27,1	50,2	40,4		50,8	
Юка	3	49,2	42,2	38,9	43,4	45,3		
	5	50,5	42,4	47,4	46,8			
	7	48,1	40,9	48,3	45,8			
Гром	3	50,1	40,2	55,4	48,6	50,5		
	5	48,5	40,2	63,9	50,9			
	7	50,4	39,4	66,5	52,1			
Протон	3	46,1	40,1	64,3	50,1	50,1		
	5	48,3	40,2	60,7	49,7			
	7	46,3	40,2	64,7	50,4			
Калым	3	46,3	47,4	71,0	54,9	56,6		
	5	48,7	46,5	77,7	57,6			
	7	46,8	46,8	78,2	57,3			
Васса	3	40,0	48,4	68,9	52,4	53,9		
	5	43,4	47,0	75,3	55,2			
	7	45,6	46,0	71,0	54,2			
Этнос	3	46,9	41,4	61,2	49,8	51,5		
	5	46,8	42,6	67,6	52,3			
	7	47,6	38,3	71,1	52,3			
Среднее		46,9	40,6	62,1				
НСР ₀₅ , ц/га	А	1,62	0,95	1,72				
	В	1,50	0,84	1,93				

Удельный вес влияния и взаимодействия исследуемых факторов
(А – сорт, В – норма высева) на урожайность семян озимой пшеницы
по годам исследований, %



Приложение 7

Показатели качества семян исследуемых сортов озимой пшеницы
в годы проведения исследований

Сорт	Влаж- ность, %		Стекло- видность, %		Протеин, %		ИДК, ед.		Клей- ковина, %	
	по сортам	среднее	по сортам	среднее	по сортам	среднее	по сортам	среднее	по сортам	среднее
2012 год										
Юка	11,0	10,3	57,9	57,0	12,8	12,5	74,9	73,0	20,7	19,7
Краснодарская 99	10,1		56,7		12,4		74,7		18,9	
Гром	10,2		58,6		12,9		71,8		20,3	
Протон	10,2		56,7		12,5		71,5		20,3	
Калым	10,3		58,2		12,9		74,8		20,4	
Васса	10,1		55,0		11,2		69,5		17,0	
Этнос	10,2		56,0		12,6		73,6		20,4	
2013 год										
Юка	10,7	10,5	48,2	53,6	11,7	14,0	76,2	73,8	18,4	24,1
Краснодарская 99	10,6		55,2		14,3		72,9		24,6	
Гром	10,4		57,2		14,3		74,7		24,9	
Протон	10,6		50,7		14,2		70,9		25,1	
Калым	10,4		50,6		15,1		73,2		26,6	
Васса	10,4		54,7		13,6		74,9		23,1	
Этнос	10,4		58,4		14,6		73,6		25,7	
2014 год										
Юка	10,6	11,1	49,5	46,3	10,6	12,4	84,2	76,3	16,7	19,9
Краснодарская 99	11,0		42,8		12,3		79,5		19,1	
Гром	11,2		45,3		14,2		72,1		24,8	
Протон	11,7		44,2		12,3		75,8		20,0	
Калым	11,3		48,4		12,8		75,6		20,1	

Сорт	Влаж- ность, %		Стекло- видность, %		Протеин, %		ИДК, ед.		Клей- ковина, %	
	по сортам	среднее	по сортам	среднее	по сортам	среднее	по сортам	среднее	по сортам	среднее
Васса	11,0		45,7		11,7		74,7		18,1	
Этнос	11,0		48,2		12,8		72,2		20,8	

Приложение 8

Урожайность исследуемых сортов озимой пшеницы (опыт 2)

в зависимости от нормы высева в годы проведения исследований, ц/га

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Урожайность в год исследования				Среднее по факторам	
		2022	2023	2024	среднее	А	В
Краснодарская 99	3	52,7	46,3	49,5	49,5	47,8	61,0
	4	53,3	45,9	49,6	49,6		60,8
	5	49,4	45,6	47,5	47,5		56,4
	7	46,1	42,7	44,4	44,4		52,7
Юка	3	54,0	49,9	52,0	52,0	49,2	
	4	54,9	48,2	51,6	51,6		
	5	53,0	42,4	47,7	47,7		
	7	49,6	41,7	45,6	45,6		
Гром	3	59,2	54,9	57,1	57,1	54,1	
	4	64,4	50,6	57,5	57,5		
	5	56,8	48,7	52,7	52,7		
	7	52,8	45,5	49,1	49,1		
Протон	3	72,8	60,7	66,8	66,8	58,9	
	4	67,6	56,3	62,0	62,0		
	5	60,5	50,2	55,3	55,3		
	7	56,3	46,7	51,5	51,5		
Калым	3	74,7	63,9	70,4	69,7	66,3	
	4	78,7	65,7	72,7	72,4		
	5	69,4	57,8	63,9	63,7		
	7	64,5	53,7	59,4	59,2		
Васса	3	72,3	60,3	66,3	66,3	65,2	
	4	72,8	62,8	67,8	67,8		
	5	71,4	59,5	65,4	65,4		
	7	66,8	55,6	61,2	61,2		
Этнос	3	69,3	61,9	65,6	65,6	62,8	
	4	70,9	59,1	65,0	65,0		
	5	68,0	56,6	62,3	62,3		
	7	63,5	52,9	58,2	58,2		

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Урожайность в год исследования				Среднее по факторам	
		2022	2023	2024	среднее	А	В
Среднее		62,3	53,1	57,8			
НСР ₀₅ , ц/га	А	1,38	1,25	1,29			
	В	1,19	0,98	1,14			

**Экономическая эффективность выращивания семян исследуемых сортов
озимой пшеницы (опыт 2) в зависимости от нормы высева**

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Показатель				
		стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	производ- ственные затраты, тыс. руб./га	себесто- имость 1 ц, тыс. руб.	условная чистая прибыль, тыс. руб./га	уровень рентабель- ности, %
Красно- дарская 99	3	86,6	31,4	0,36	55,2	176,0
	4	86,8	32,8	0,38	54,0	164,6
	5	83,1	33,0	0,40	50,1	151,6
	7	77,7	33,1	0,43	44,7	135,1
Юка	3	91,0	31,7	0,35	59,3	187,1
	4	90,3	33,1	0,37	57,3	173,2
	5	83,5	33,1	0,40	50,4	152,5
	7	79,8	33,2	0,42	46,6	140,4
Гром	3	99,9	32,3	0,32	67,6	209,0
	4	100,6	33,8	0,34	66,8	197,8
	5	92,2	33,7	0,37	58,5	173,8
	7	85,9	33,6	0,39	52,3	155,4
Протон	3	116,9	33,6	0,29	83,4	248,4
	4	108,5	34,4	0,32	74,2	215,9
	5	96,8	34,0	0,35	62,8	184,5
	7	90,1	33,9	0,38	56,2	165,6
Калым	3	122,0	33,9	0,28	88,1	259,7
	4	126,7	35,7	0,28	91,1	255,4
	5	111,5	35,1	0,31	76,4	217,9
	7	103,6	34,9	0,34	68,7	196,8
Васса	3	116,0	33,5	0,29	82,5	246,5
	4	118,7	35,1	0,30	83,6	238,3
	5	114,5	35,3	0,31	79,2	224,5
	7	107,1	35,2	0,33	72,0	204,7

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор В)	Показатель				
		стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	производ- ственные затраты, тыс. руб./га	себесто- имость 1 ц, тыс. руб.	условная чистая прибыль, тыс. руб./га	уровень рентабель- ности, %
Этнос	3	114,8	33,4	0,29	81,4	243,7
	4	113,8	34,7	0,31	79,0	227,6
	5	109,0	34,9	0,32	74,1	212,5
	7	101,9	34,8	0,34	67,1	192,9