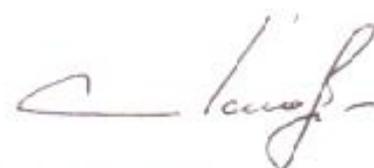


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «ДОНСКОЙ»

На правах рукописи



ПОПОВ АЛЕКСЕЙ СЕРГЕЕВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В СТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант: академик РАН,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор А.В.Алабушев

Зерноград – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ИССЛЕДУЕМЫХ ВОПРОСОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1 Площадь и ареал распространения твердой озимой пшеницы.....	10
1.2 Народнохозяйственное значение.....	13
1.3 Морфологические и биологические особенности твердой озимой пшеницы..	16
1.4 Роль предшественников при возделывании твердой озимой пшеницы.....	25
1.5 Сроки посева твердой озимой пшеницы.....	29
1.6 Норма посева твердой озимой пшеницы	32
1.7 Обработка почвы для озимой пшеницы	36
1.8 Роль минеральных удобрений в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы	41
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	50
2.1 Почвенно-климатические условия	50
2.2 Погодные условия в годы проведения исследований	53
2.3 Схемы проведения опытов	69
2.4 Методики проведения опытов	74
ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ ПОГОДНО -КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ).....	77
3.1 Динамика температурного режима	77
3.2 Динамика количества осадков	87
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	93
4.1 Влагообеспеченность твердой озимой пшеницы при возделывании по различным предшественникам	93
4.2 Устойчивость к полеганию твердой озимой пшеницы по различным предшественникам	111
4.3 Влияние предшественников на урожайность сортов твердой озимой пшеницы	114
4.4 Влияние предшественников на структуру урожая твердой озимой пшеницы	119
4.5 Влияние предшественников на качество зерна твердой озимой пшеницы ...	129
4.6 Влияние предшественников на посевные качества семян твердой озимой пшеницы.....	141

ГЛАВА 5. ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ, НОРМ ВЫСЕВА И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН, ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	143
5.1 Обоснование сроков посева твердой озимой пшеницы	143
5.2 Влияние нормы высева семян в повышении урожайности зерна твердой озимой пшеницы	161
5.3 Роль глубины заделки семян в повышении урожайности твердой озимой пшеницы	177
ГЛАВА 6. РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ....	187
6.1 Динамика элементов питания твердой озимой пшеницы при внесении азотных подкормок	187
6.2 Влияние азотных подкормок на урожайность твердой озимой пшеницы	196
6.3 Роль минеральных удобрений при формировании урожайности и качества зерна твердой озимой пшеницы	215
ГЛАВА 7. РОЛЬ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	230
7.1 Влияние основной обработки почвы на ее плотность при возделывании твердой озимой пшеницы.....	230
7.2 Динамика продуктивной влаги в почве в зависимости от способов основной обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы.....	233
7.3 Влияние основной обработки почвы на биологическую активность почвы при возделывании твердой озимой пшеницы.....	236
7.4 Динамика элементов питания в почве в зависимости от способа основной обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы.....	238
7.5 Урожайность и качество твердой озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы.....	242
ГЛАВА 8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	247
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	269
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ	273
Список использованной литературы.....	274
Приложения	341

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Озимая пшеница является основной зерновой культурой, возделываемой в Южном федеральном округе, площадь которой составляет 6,3 млн га, в том числе в Ростовской области 2,8 млн га.

Площадь твердой пшеницы в России занимает до 0,6-0,7 млн га, причем в последнее время она увеличивается за счет Южного федерального округа, где все большее распространение получают сорта твердой озимой пшеницы.

Наибольший ареал распространения в Российской Федерации приходится на яровую твердую пшеницу, но она формирует в несколько раз меньшую урожайность, чем озимая. Растения твердой озимой пшеницы благодаря биологическим особенностям более продуктивны, чем яровые формы, а по качеству не уступают ей. Зерно твердой пшеницы является незаменимым сырьем для производства крупы, макарон, кондитерских изделий и т.д.

Из-за недостаточного количества зерна твердой пшеницы производители макаронной и крупяной промышленности вынуждены закупать его за рубежом, что приводит к существенному удорожанию продукции. Нехватку зерна твердой пшеницы возмещают использованием зерна мягкой пшеницы, это снижает качество производимой продукции.

В последние годы селекционерами ФГБНУ «АНЦ «Донской» созданы новые высокоурожайные сорта твердой озимой пшеницы. Однако используемая технология возделывания на фоне изменившегося климата не позволяет полностью реализовать потенциал данной культуры.

Отсутствие изученности элементов технологии новых сортов твердой озимой пшеницы, на фоне изменившихся условий вегетации, является одним из основных сдерживающих факторов распространения данной культуры и повышения валовых сборов зерна. Это определило актуальность проведенных исследований.

Степень разработанности темы. Изучением отдельных элементов технологии при возделывании твердой озимой пшеницы занимались Кувшинова Е.К. (2002), Цыкалов А.Н. (2002), Балашов В.В., Левкин В.Н. (2007), Афанасьев И.В. (2011), Магомедов Н.Н. (2012), Власова Л.М. (2013), Гордеева Ю.В. (2013), Левкина К.В. (2015).

Выполненные исследования проводились в различных регионах Российской Федерации и не сформировали единого мнения по изученным элементам технологии, поэтому проблема возделывания твердой озимой пшеницы остается актуальной.

Цель и задачи исследований. Цель исследований – разработать научно практические и экономически обоснованные элементы технологии возделывания новых сортов твердой озимой пшеницы для повышения урожайности и качества зерна при изменившихся гидротермических условиях.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– проанализировать изменения гидротермических условий среды (на примере южной зоны Ростовской области) и определить их влияние на урожайность твердой озимой пшеницы;

– оценить влагообеспеченность растений, содержание продуктивной влаги в почве и расход влаги за период вегетации новых сортов твердой озимой пшеницы в зависимости от погодных условий и предшественников;

– изучить влияние предшественников на посевные свойства семян, урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы;

– обосновать оптимальные сроки, нормы посева и глубину заделки семян твердой озимой пшеницы, обеспечивающие получение максимальной урожайности зерна;

– определить влияние различных доз внесения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы;

– установить влияние основной обработки почвы на ее агрофизические, агрохимические свойства, интенсивность микробиологических процессов чернозема обыкновенного и величину урожайности твердой озимой пшеницы;

– определить наиболее экономически эффективные элементы технологии выращивания твердой озимой пшеницы.

Научная новизна. Впервые на черноземе обыкновенном в степной зоны Северного Кавказа при изменившихся погодных условиях обоснованы основные элементы технологии возделывания твердой озимой пшеницы, изучено их влияние, на урожайность и качество зерна новых сортов твердой озимой пшеницы. Изучены новые сорта озимой твердой пшеницы: Агат донской, Амазонка, Лазурит, Кристелла и определены особенности их возделывания. В результате исследований установлены: оптимальный способ основной обработки почвы (отвальная вспашка), глубина посева (4 см), предшественник (черный пар), норма высева (4 млн всхожих семян на га), срок посева (20 сентября), способы и дозы минеральных удобрений в зависимости от предшественников и норм высева. Дана экономическая оценка изучаемых элементов технологии. Проведен анализ погодных условий в южной зоне Ростовской области и установлены их изменения, а также влияние их на урожайность твердой озимой пшеницы.

Практическая значимость работы. На основании полученных данных установлены основные элементы технологии возделывания новых сортов твердой озимой пшеницы, являющиеся основой для экономически эффективного возделывания данной культуры, обеспечивающие наибольшую урожайность и качество зерна. Полученные результаты позволяют специалистам сельского хозяйства при возделывании твердой озимой пшеницы осуществлять правильный выбор предшественников, использовать рациональную основную обработку почвы, осуществлять посев в оптимальный срок с научно обоснованной нормой и глубиной посева, а также максимально эффективно применять минеральные удобрения.

Использование технологических элементов позволяет в целом оптимизировать технологию возделывания. Полученные результаты исследований внедрены в хозяйствах Ростовской области и Ставропольского края.

Апробация работы. Результаты, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе обоснованы значительным объемом экспериментальных данных, полученных в результате многолетних исследований, и проанализированы с применением современных методов математического анализа.

Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на международных конференциях: «Инновационный путь развития АПК – магистральное направление научных исследований для сельского хозяйства» (Персиановский, 2011); «Научное наследие академика П.П. Лукьяненко – основа современных технологий селекции» (Краснодар, 2011), «Агроинженерная наука в повышении энергоэффективности АПК» (Зерноград, 2012); «Инновационные разработки молодых ученых для агропромышленного комплекса России и стран СНГ» (Краснодар, 2014); «Инновационные разработки для АПК» (Зерноград, 2014), «Селекция и технология возделывания зерновых и пропашных культур» (Зерноград, 2014); «Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях» (Саратов, 2014); «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур» (Персиановский, 2015, 2016); «Вклад аграрной науки в развитие земледелия Юга Российской Федерации» (Волгоград, 2015); «Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий» (Солёное Займище, 2015) «Перспективы развития аграрной науки в современных экономических условиях» (Волгоград, 2016); «Инновационные технологии в науке и образовании» (Дивноморское, 2015, 2017); «Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства» (Краснодар, 2016); «Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур» (Зерноград, 2017); «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства» (Персиановский, 2017, 2018, 2019); конференциях молодых ученых «Молодежном инновационном конвенте Ростовской области» (2013, 2014, 2018); «Первые шаги в науку» (Зерноград,

2014); всероссийских и отраслевых совещаниях и конференциях: «Перспективные технологии для современного сельского хозяйства (Воронежская обл., 2012), «Инновационные разработки ученых - АПК России» (Казань, 2013), «Эффективное село Юга России» (Ростов-на-Дону, 2015); «Климат и водные ресурсы Ростовской области» (Ростов-на-Дону, 2016); «Повышение устойчивого развития отрасли растениеводства на основе современных агротехнологий и передового опыта ведения земледелия в зонах Ростовской области» (Зерноград, 2014 – 2019); «Научно-техническое обеспечение АПК Юга России» (Зерноград, 2016 – 2018); «Перспективные технологии и опыт получения растениеводческой продукции высокого качества» (Новочеркасск, 2018 – 2019), на заседаниях ученого совета ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2011 – 2019 гг.).

Представленная работа проводилась в рамках государственного задания научно-исследовательских работ: 2011–2012 гг. – № 04.05.04.05 и № 04.05.04.06; 2013–2014 гг. – № 04.05.04.02 и № 04.05.04.03; 2015–2017 гг. – № 0706-2014-0002; 2018 г. – № 0706-2018-0027; 2019 г. – № 0706-2019-0004.

Основные положения, выносимые на защиту:

- анализ изменения гидротермических условий на примере южной зоны Ростовской области;
- закономерности формирования урожайности и качества зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от предшественников, сроков и норм посева, глубины заделки семян, способов и доз внесения минеральных удобрений;
- оценка основной обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы;
- экономическое обоснование технологических элементов возделывания твердой озимой пшеницы.

Личный вклад соискателя. Теоретическое обоснование актуальности исследований, разработка программы, проведение полевых и лабораторных опытов, наблюдения, учет, анализ и статистическая обработка, полученных данных проводились лично автором, а также под его руководством и при непосредственном участии.

Публикации в печати. Общее количество опубликованных научных работ – 73, из них 44 по теме диссертации, в том числе 19 – в изданиях, определенных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, 1 – монография, 4 – авторских свидетельства на сорта твердой озимой пшеницы, 2 – научно-методические рекомендации.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, 646 источников литературы, включающих 629 отечественных и 22 зарубежных авторов. Диссертация изложена на 356 страницах текста в компьютерном оформлении, содержит 88 таблиц, 17 рисунков, 19 приложений.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ИССЛЕДУЕМЫХ ВОПРОСОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Площадь и ареал распространения твердой озимой пшеницы

Пшеница – один из древнейших и важнейших злаков, культивируемых в мире. Ареал распространения ее огромен и охватывает пять континентов земного шара. Она широко возделывается от полярных широт Северной Америки и Евразии до южных пределов Африки, Америки и Австралии. Площади посевов, ежегодно занимаемые пшеницей в мире, составляют 220 млн га с валовым сбором зерна – более 600 млн тонн [505] которое служит основным продуктом питания для 35% населения земного шара [74].

Среди культивируемых видов пшеницы в мировом земледелии, в том числе и в Российской Федерации, наиболее широко возделываются два основных вида – мягкая (*T. Aestivum*) и твердая (*T. Durum*) [430, 571]. Основная часть последних представлена яровыми формами [574].

Твердая пшеница известна как культура с древних времен. Еще в государствах Шумер, Древнем Египте и Греции из ее зерна изготавливали лапшу и другие изделия [522]. На сегодняшний день на долю зерна твердой пшеницы приходится около 5% объема всей пшеницы с валовым производством около 30-35 млн тонн в год [191, 200, 637].

В Советском Союзе в 1931-1932 гг. посевная площадь твердой пшеницы составляла 6,0 млн га, или 50% мировой площади. В 1940 году ее площадь уменьшилась до 4 млн га, а в 1941-1945 гг. сократилась еще больше. Однако в послевоенные годы ее посевы вновь стали возрастать и в 1966 году достигли максимума – около 8 млн. га, или 11,4% от посевов всей пшеницы [163].

В 1980-х – начале 1990-х гг. площади твердой пшеницы составляли около 5 млн га. Сейчас в России, по данным Института конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР), они сократились в десять раз – до 500 тыс. га. Но пять-шесть лет назад показатель был еще меньше – примерно 400 тыс. га. В среднем за шесть лет

ежегодный прирост посевов составил около 5%. Увеличение связано с повышением спроса на зерно твердой пшеницы со стороны перерабатывающей промышленности [545].

По оценке Национального союза зернопроизводителей, посевы твердой пшеницы в стране могут составлять 180-300 тыс. га. Точные расчеты затруднены из-за того, что в современной России сбор статистической информации о пшенице ведется по классификации «продовольственная» и «фуражная», а деление на мягкие и твердые сорта отсутствует. Это не позволяет определить площадь и урожайность данной культуры. По другим данным, площадь посевов твердой пшеницы колеблется от 600 до 700 тыс. га [401].

Твердую пшеницу выращивают исходя из спроса покупателей, предприятий-переработчиков, изготавливающих макаронные изделия и крупы. Для удовлетворения их потребностей возделывание сортов твердой пшеницы должно быть увеличено: по одним данным, с 300-500 тыс. тонн до 1,5 млн тонн [545], а по другим данным, годовая потребность России около 2 млн тонн, а с учетом востребованности на мировом рынке необходимо производить до 4 млн тонн зерна [605].

Решение этой задачи заключается в расширении посевов яровой твердой пшеницы в традиционных районах ее возделывания, а на юге России – в создании и внедрении сортов озимой твердой пшеницы, которые обладают потенциалом продуктивности, близким к современным сортам озимой мягкой пшеницы, а по качественным показателям соответствуют ГОСТу твердой пшеницы [490].

В силу своих биологических особенностей, определенных климатических условий высококачественное зерно твердой пшеницы можно получить далеко не во всех регионах [484]. Поэтому климатический фактор в производстве твердой пшеницы играет немаловажную роль. Сорта твердой пшеницы в России выращивают на востоке (Алтайский край, Омская и Курганская области) и в Зауралье (Оренбургская и Челябинская области), а также на юге (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область) и юго-востоке страны (Волгоградская, Саратовская и Оренбургская области) [411,622].

По этой же причине мировым лидером производства твердой пшеницы считается Канада [411]. Экспортные поставки твердой пшеницы этой страны составляют половину всего объема мировой торговли, который достигает 8-9 млн тонн в год. Климатические условия Канады во многом схожи с Российскими. Это значит, что в РФ есть перспектива и дальше расширять производство твердой пшеницы.

Около 60% урожая валового сбора зерна твердой пшеницы обеспечивает Приволжье, 20% – Урал, около 10% производит Сибирь, столько же Юг и Северный Кавказ. Высокая концентрация посевов на Урале (как экономическом регионе, а не федеральном округе) объясняется природно-климатическими особенностями – там короткое, но жаркое и сухое лето, что позволяет получать высококачественное зерно твердой пшеницы [545].

Почвенно-климатические условия Южного федерального округа, в том числе и Ростовской области, также являются благоприятными для возделывания и получения качественного зерна. Ведь не случайно, с начала и до середины прошлого столетия она была здесь основной культурой ярового сева, большую часть которого составляла твердая пшеница, качественное зерно которой пользовалось большим спросом как внутри страны, так и за рубежом [421, 484, 550]. В довоенные годы твердая пшеница (яровая) была господствующей культурой на Дону (1913 г. – 1 млн 606 тыс. га, 1940 г. – 802 тыс. га) и высоко ценилась на мировом рынке. В послевоенный период к 1950 г. площадь посева твердой пшеницы составила 932 тыс. га и затем начала снижаться (1961-1965 гг. – 155 тыс. га, 1971-1975 гг. – 80 тыс. га, 1981-1985 гг. – 13 тыс. га). В настоящее время в Ростовской области твердая пшеница занимает 5-10 тыс. га (менее 1% от посевов мягкой) [484, 488, 550].

Сокращение площадей твердой пшеницы связано с внедрением в производство Ростовской области озимой мягкой пшеницы. Основная причина такого положения – низкая урожайность яровой формы твердой пшеницы в сравнении с мягкой озимой [50, 421, 484, 487]. В этой связи в Донском селекционном центре (ныне ФГБНУ «АНЦ «Донской») с 50-60-х годов прошлого

столетия начали и продолжают в настоящее время заниматься созданием культуры и сортов твердой озимой пшеницы. Созданные сорта озимой твердой пшеницы по аналогии с озимой мягкой в силу своих биологических преимуществ (продолжительная активная вегетация, включая 40-60 дней осени и прохождение этапов завязывания, формирования и налива зерна происходит в более благоприятном гидротермическом режиме) оказались более продуктивными, чем ее яровые формы [484, 487]. Созданные сорта сохранили все питательные и технологические свойства зерна, обеспечивающие производство высококачественных макаронных изделий [50].

Основными районами производства озимой твердой пшеницы в странах бывшего СНГ являются Россия, Казахстан, Украина [163]. В настоящее время в России два основных региона возделывания сортов твердой озимой пшеницы: северо-кавказский и нижневолжский [140, 141, 142].

Твердую озимую пшеницу возделывали только в южных регионах России из-за низкой зимостойкости. Однако благодаря достижениям отечественной селекции и появлению новых, более зимостойких сортов твердой озимой пшеницы появилась возможность возделывания ее в более северных регионах, в том числе в лесостепи Центрально-Черноземного района РФ [106, 189, 268, 269, 293, 571, 572, 573, 574, 575].

Недостаточное количество зерна твердой пшеницы для перерабатывающих заводов импортируется из зарубежных стран, что приводит к увеличению стоимости производимых продуктов питания, или используют зерно мягкой пшеницы (что запрещено законом во Франции, Канаде, Италии) [428, 487, 571, 576].

1.2 Народнохозяйственное значение

Высокостекловидное зерно твердой пшеницы, благодаря высокому содержанию белка (от 14 до 17%) и клейковины (выше 30%), является единственным сырьем для изготовления высококачественных макаронных

изделий, круп, которые по своей питательности превосходят все продукты диетического питания в лечебных и детских учреждениях [47, 49, 85, 430, 475, 482, 483, 527, 528, 573, 630, 649].

Зерно твердой пшеницы характеризуется высокими питательными и технологическими свойствами (способностью давать специальную крупнозернистую муку-крупку (семолину)) [130, 430, 475, 484, 487, 563, 574]. Оно высокостекловидное с повышенным содержанием каротиноидов, придающих зерну и муке ярко-желтый или янтарный цвет [46, 47, 51, 74, 130, 186, 316, 319, 473, 475, 487, 563, 571, 620]. Уровень содержания каротиноидных пигментов, обеспечивающих цвет макаронных изделий, определяется, в основном, генотипом и мало изменяется под влиянием внешних условий. Содержание каротиноидов у озимой твердой пшеницы несколько выше, чем у яровой и в два раза больше, чем у мягкой [47, 67, 226].

Преимущество твердых сортов пшеницы в том, что они обладают большим содержанием клейковины и меньшим содержанием крахмала по сравнению с сортами мягкой пшеницы. Кроме того, макаронные изделия, изготовленные из твердых сортов, имеют более низкий гликемический индекс (скорость усваивания организмом углеводов, содержащихся в продукте питания, и повышения уровня сахара в крови) [57].

Крахмальные зерна твердой пшеницы мельче и тверже, чем в муке из зерна мягкой пшеницы. Поглощая небольшое количество воды (30-33%), макаронное тесто обладает достаточной плотностью, вязкостью и хорошо сопротивляется разрыву. Оно упруго и вместе с тем эластично, не подвержено слипанию в процессе сушки. Эти структурно механические качества обеспечивают технологический процесс изготовления макарон и исключают деформацию изделий в процессе производства. Такая мука идеально подходит для изготовления высших сортов макарон, вермишелей и других прессованных изделий, отличающихся повышенной лежкостью, прочностью, транспортабельностью. Они могут долго храниться, не теряя вкусовых и питательных свойств [130, 473, 475, 487, 563, 571]. При этом прочность макарон,

изготовленных из муки озимой твердой пшеницы, при длительном хранении увеличивается, а из муки мягкой пшеницы снижается [430].

Макаронные изделия из муки твердой пшеницы имеют высокие вкусовые и питательные качества, обладают приятным вкусом, дольше перевариваются и соответственно дольше сохраняют чувство сытости [130, 411]. Благодаря большому количеству глютена при варке спагетти, пасты и т.д. из сортов твердой пшеницы они не деформируются, не развариваются, сохраняют форму, не меняют цвет [57, 85, 571].

Калорийность макарон из твердой пшеницы значительно ниже, чем из мягкой пшеницы (около 350 ккал на 100 г). Они имеют хорошую сбалансированность глиадины и глютенина (2:1); содержат гораздо больше питательных веществ, витаминов группы В, РР, Е; в них преобладают такие элементы, как кальций, калий, железо, а углеводы насыщены клетчаткой, которая способствует выводу шлаков, токсинов и солей тяжелых металлов из организма. Диетологи относят макароны к продуктам, снижающим риск сердечно-сосудистых заболеваний, а также обладающим противораковыми свойствами [383, 411, 484].

Количество и качество клейковины определяют достоинства макаронных изделий, влияют на физические и механические свойства получаемой продукции. Пищевая ценность и качество готовых изделий тем лучше, чем больше клейковины в муке [85].

По питательной ценности и легкой усвояемости протеин зерна твердой пшеницы приближается к белку молочного происхождения, что делает его незаменимым сырьем в приготовлении детского и диетического питания, а также прекрасным кормом для молодняка птицы [130, 237].

Мука из твердой пшеницы, благодаря повышенному содержанию сахаров, амилозы, высокой газообразующей способности, используется в качестве улучшителя хлебопекарных качеств, питательных и вкусовых достоинств хлеба для улучшения при добавлении ее к муке из мягкой пшеницы [90, 473, 475, 487]. Смесь муки твердой и мягкой пшеницы дает большой объем хлеба. А хлеб из

твердой пшеницы долго не черствеет [90]. Из нее выпекают печенье, круассаны, торты, разную сдобу. Народы, проживающие на территории Кавказа, из муки твердой пшеницы пекут национальный хлеб: лаваш, чурек, пури, фразедда и т.д. [474, 475, 487].

Твердая пшеница характеризуется высокой стекловидностью зерна (90% и более) [170, 233, 501, 487], которая определяет высокие технологические свойства (зерно хорошо поддается дроблению на крупку, выход которой достигает 40%) [529]. Пшеничная крупа по своей популярности в России занимает третье место, уступая лишь гречке и рису, но она более доступна и в этом ее преимущество. Из зерна твердой пшеницы вырабатывают высококачественные крупы, такие как Полтавская и Артек. Каши из них получаются особого вкуса, рассыпчатые и не развариваются, в отличие от более клейкой крупы из мягкой пшеницы.

Другой ценный продукт, изготавливаемый из зерна твердой пшеницы – манная крупа. Высококачественная манная крупа «манка» должна вырабатываться только из зерна твердой пшеницы. Однако манная крупа, которая предлагается во многих торговых центрах, в большинстве случаев вырабатывается из зерна мягкой пшеницы [473, 475, 487]. Учитывая ценность твердой пшеницы, в Италии разнообразие макаронных изделий достигает 400 наименований, и каждый житель этой страны съедает в год до 24 кг, в России ассортимент представлен несколькими десятками наименований, а потребление на человека составляет 6-7 кг [231, 296, 411].

Из приведенных источников литературы и опыта возделывания твердой пшеницы на Дону следует, что она является сырьем для производства высококачественных продуктов питания.

1.3 Морфологические и биологические особенности твердой озимой пшеницы

Твердая пшеница – это особый биологический вид с целым рядом присущих ему особенностей. Твердая пшеница имеет яровые, полуозимые и озимые формы

и отличается от мягкой пшеницы по морфологическим и биологическим признакам [163].

Твердая пшеница в соответствии с систематикой рода *Triticum* L является самостоятельным видом культурной голозерной пшеницы *T. turgidum* Korn, *T. durum* Desf тетраплоидная группа ($2n=28$) с геномом AaBb. Оба вида имеют ряд морфологических отличий от мягкой пшеницы *T. aestivum*, а также различаются между собой [448].

В сельскохозяйственном производстве Северо-Кавказского региона в настоящее время находятся сорта, относящиеся в основном к разновидностям *leucurum* и *horgeiforme*.

Колос у твердой пшеницы чаще остистый, редко безостый, плотный, призматической, цилиндрической или пирамидальной формы. Ости обычно длиннее колоса и расположены параллельно ему. Колосковая оболочка без вдавленности и морщинистости. Киль резко очерченный, относительно широкий, иногда загнутый внутрь. Колосковый стержень закрыт колосками. Зерно белое, стекловидное, часто продолговатое, ребристое. На верхушке зерновки хохолок едва заметен (слабо развит).

Твердая озимая пшеница имеет ряд биологических особенностей на отдельных этапах своего развития, которые нужно использовать для успешного ее возделывания. Для набухания и прорастания семян твердой озимой пшеницы требуется больше времени, чем семенам мягкой озимой пшеницы. Так, если семена мягкой озимой пшеницы набухают и прорастают при 50-60% влажности почвы от полной полевой влагоемкости, то для высокостекловидного зерна твердой озимой пшеницы она должна быть на 15-20% больше [236, 487]. При одинаковых условиях зерно твердой пшеницы прорастает медленнее по сравнению с мягкой озимой. При недостатке влаги твердая пшеница более чувствительна к ее дефициту в почве и сильно страдает от осенней засухи. При засухе часть набухших семян плесневеет, снижается всхожесть, происходит изреживание всходов и даже их полная гибель.

Прорастание семян зависит в значительной степени и от температуры. Для прорастания семян мягкой озимой сумма температур от посева до всходов составляет 120°C, для твердой пшеницы она на 30-40°C больше, т.е. равна 150-160°C. Оптимальной температурой для набухания и прорастания семян считается +15...+20°C. При низких температурах данный процесс резко замедляется (период «посев-всходы» значительно увеличивается). При температуре +18...+20°C всходы озимой твердой пшеницы появляются за 7-8 дней, а при +4...+5°C – не раньше, чем за 18 дней.

В зависимости от срока сева, температуры и влажности почвы, агрофона, глубины заделки семян период «посев-всходы» у этой культуры сильно варьирует. При одинаковых условиях набухания и прорастания семян всходы у озимой твердой пшеницы появляются на 1-2 дня позже, чем у мягкой озимой [161, 487], т.к. зерно твердой пшеницы характеризуется высокой стекловидностью, крупностью, более плотной консистенцией и большим содержанием белка. Поэтому твердая озимая пшеница более требовательна к условиям посева (оптимальный срок высева, достаточное количество продуктивной влаги для прорастания семян, качественная подготовка почвы). Окраска первого влагалищного листа (колеоптиле) может быть от бесцветной до фиолетовой в зависимости от сорта. Всходы твердой озимой пшеницы имеют темно-зеленую окраску с сизоватым оттенком и легко отличаются от изумрудно-зеленого цвета мягкой озимой. Данная окраска твердой озимой пшеницы лучше ассимилирует во время яркого солнечного освещения. Форма куста, в зависимости от сорта, бывает стелющейся, промежуточной, прямостоячей. Опушение на листьях твердой пшеницы в отличие от мягкой отсутствует или выражено очень слабо [475, 487].

Через 8-9 дней после первого листа появляется второй и даже третий, а через 10-12 дней начинается фаза кущения, т.е. через 20-22 дня после появления всходов. Узел кущения у твердой озимой пшеницы закладывается глубже, чем у мягкой. Озимая твердая пшеница имеет более продолжительный период «всходы – кущение» (на 2-4 дня), чем озимая мягкая. Оптимальная температура для

кущения +15...+16°C. Более низкие температуры воздуха способствуют приостанавливанию кущения и продолжению его только весной, но менее интенсивно, чем у мягкой озимой. В то же время при длительной теплой осени развитие твердой озимой пшеницы идет быстрее, чем у мягкой озимой, и она быстрее проходит первый и второй этапы органогенеза.

В дальнейшем по мере приближения зимы сухая солнечная относительно теплая погода (днем до +6...+10°C, а ночью до 0...+3°C) способствует хорошей закалке растений в позднеосенний период и играет очень важную роль в перезимовке [487].

Корневая система мочковатая, развита слабее мягкой озимой, уступая ей в энергии роста и конкурентоспособности с сорной растительностью, но больше, чем у яровой твердой. Сорты твердой пшеницы на разных этапах развития уступают мягкой как по числу зародышевых и узловых корней, так и по скорости их формирования, интенсивности роста, глубине проникновения в почву [399].

Твердая озимая пшеница кустится меньше, чем мягкая. Кустистость на 100-200 стеблей на 1 м² меньше, чем у мягкой [255]. У озимой твердой пшеницы, как общая, так и продуктивная кустистость ниже, чем у озимой мягкой, что сказывается на ее урожайности. При оптимальных условиях для роста и развития растений (влажность почвы, температура воздуха, срок посева, предшественник) общая кустистость у озимой твердой пшеницы составляет от 3 до 5 стеблей, продуктивная – от 1,6 до 2,8 стеблей [487].

Особенностью твердой озимой пшеницы является несколько меньшая (на 10-15 дней) стадия яровизации, чем у мягкой озимой пшеницы, и ранний посев (до наступления оптимальных сроков) приводит к перерастанию растений, физиологическому старению, что резко снижает морозо- и зимостойкость [236].

Отличительной особенностью озимой твердой пшеницы в силу своей генетической природы является несколько меньшая морозо- и зимостойкость в сравнении с мягкой озимой пшеницей, которая относится к гексаплоидному виду (геномы А,В,Д), а твердая пшеница к тетраплоидному виду (геномы А и В) [256, 278, 411, 475, 484, 487].

На глубине узла кущения критическая температура вымерзания на 1,5–2°C выше, чем у мягкой, но превосходит в этом отношении озимый ячмень. Связано это с отсутствием у твердой озимой пшеницы генома D, в большей степени ответственного за морозостойкость, чем имеющиеся геномы АВ. Растения твердой озимой пшеницы сильнее подвержены выпиранию слабо раскутившихся посевов при резких колебаниях температур в зимне-весенний период [475, 484, 487].

За последние годы наблюдается изменение погодных условий, а именно: повышение температуры в период вегетации [406, 438] и в период покоя озимой пшеницы [21], а также увеличение количества дней активной вегетации [439, 440]. Наблюдается сокращение количества дней с отрицательными температурами [438]. Это дает возможность сделать вывод, что в последнее время складываются благоприятные условия для перезимовки твердой озимой пшеницы и снижается риск ее возделывания как более теплолюбивой культуры, что делает ее перспективней для возделывания в сельскохозяйственном производстве [21].

Весной, после возобновления вегетации, для интенсивного образования новых узловых корней и накопления вегетативной массы наиболее благоприятными условиями для твердой озимой пшеницы являются температура воздуха +12...+16°C и влажность почвы 70-75% от ее полной влагоемкости [219, 416, 475, 487].

Возобновление весенней вегетации у твердой озимой пшеницы происходит несколько позже, чем у мягкой. Фаза выхода в трубку у нее наступает на 7-10 дней позже мягкой и благодаря этому твердая озимая пшеница в отдельные годы способна «уходить» от повреждения поздними весенними заморозками.

Время выхода в трубку в значительной степени зависит от погодных условий и срока сева пшеницы. У хорошо раскутившихся растений осенью этот период короче, чем у слабо раскутившихся. Кроме того, на продолжительности периода «начало весенней вегетации – выход в трубку» сказываются также температуры почвы и воздуха, влажность почвы и т.д. При холодной пасмурной

погоде этот период удлиняется на 8-10 и более дней. Теплая, ранняя весна и хорошая обеспеченность растений влагой и питательными веществами способствует не только хорошему росту, но и более быстрому их выходу в трубку.

При благоприятных погодных условиях весенней вегетации растения твердой озимой пшеницы вступают в фазу колошения через 25-30 дней после выхода в трубку. По среднемноголетним данным массовое колошение твердой озимой пшеницы на юге Ростовской области наступает в третьей декаде мая. Однако в годы с затянувшейся холодной весной, с избыточным увлажнением межфазный период «выход в трубку – колошение» у твердой пшеницы удлиняется и может составить 40-45 дней. Озимая мягкая пшеница в отличие от твердой озимой пшеницы меньше реагирует в этот период на изменения погодных условий [475, 487].

В фазе цветения твердая озимая пшеница достигает максимальной площади листьев, и после этого начинается ее уменьшение. У твердой озимой пшеницы площадь листьев на протяжении всей вегетации на 19,1 и 32,4% меньше по сравнению с мягкой пшеницей [188].

Фотосинтетический потенциал (ФСП), который представляет собой сумму ежедневных показателей площади листьев за весь период вегетации и характеризует возможность использования посевами сельскохозяйственных культур солнечной энергии, у твердой озимой пшеницы на 10-20% ниже мягкой. Меньшая площадь листьев и ФСП у твердой озимой пшеницы снижают накопление биомассы за весенне-летний период по сравнению с мягкой пшеницей на 0,02-0,51 т/га, что в конечном итоге снижает ее урожайность на 0,45-1,10 т/га [430, 431, 432, 643]. Продолжительность межфазного периода «колошение – цветение» у твердой озимой пшеницы в среднем составляет 4-7 дней и зависит как от погодных условий, так и от особенностей сорта. В связи с тем, что цветочные чешуи у нее несколько длиннее и острее, то и щель между ними в 1,5-2 раза шире, чем у мягкой [85, 383]. По этой причине для этой культуры характерно наличие более высокого процента открыто цветущих цветков. Открытое цветение

озимой твердой пшеницы способствует появлению спонтанных гибридов. В годы, когда во время цветения отмечается высокая температура (до +30°C и выше), сопровождающаяся низкой относительной влажностью воздуха, встречается до 50-70% открыто цветущих цветков [85, 86, 255, 346, 455, 607].

Период «цветение – созревание» у озимой твердой пшеницы составляет 25-35 дней в зависимости от гидротермических условий погоды и биологических особенностей сорта, что, как правило, на 3-7 дней продолжительнее, чем у мягкой озимой пшеницы [475, 487]. Влажная погода удлинит продолжительность налива, а жаркая сухая погода сокращает его [426]. На продолжительность вегетационного периода также влияет влажность почвы. Высокая влажность почвы может увеличить период налива и созревания еще на 14 дней [487].

Оптимальные условия для этого периода: температура +20...+25°C и относительная влажность воздуха 45-50%. При резких отклонениях от указанных величин эти процессы могут ускоряться или замедляться, что влияет на опыление, оплодотворение и завязываемость. Пониженные температуры приводят к увеличению процента стерильных цветков, которые не всегда перекрестно опыляются, в результате чего наблюдается череззерница в колосе. Высокие температуры с низкой относительной влажностью воздуха во время налива нарушают водный баланс в растениях. При этом формируется более мелкое, щуплое зерно с низкой массой 1000 зерен, натурой и технологическими показателями.

Благоприятными условиями, при которых биохимические процессы в период налива и созревания зерна протекают нормально, являются теплая (+25...+30°C) ясная солнечная погода с невысокой влажностью воздуха (30-40% от абсолютной влажности). Это способствует формированию хорошо выполненного зерна с высокой стекловидностью и хорошими макаронными и крупяными свойствами. Полная спелость твердой озимой пшеницы в Ростовской области, по среднеголетним данным, отмечается с 3 по 10 июля. Длина вегетационного периода «всходы – конец восковой спелости» у среднеспелых сортов составляет 280-290 дней [475, 487].

Позднее наступление заключительных фаз вегетации твердой озимой пшеницы обусловлено следующими причинами:

1. Морфологическими особенностями строения колоса: рыхлый и средней плотности колос мягкой пшеницы лучше продувается ветром и испаряет больше влаги, быстрее происходит накопление сухих веществ зерном и его созревание завершается раньше, чем твердой пшеницы.

2. Анатомическими особенностями зерна. Белковая матрица занимает пространство между крупными и мелкими крахмальными зернами и глобулами белка. Микроструктура клеток эндосперма зерна твердой пшеницы характеризуется наличием хорошо развитой массивной белковой матрицы, которая занимает все промежутки между крахмальными зернами и покрывает их сплошным слоем. Крахмальные зерна – среднего размера. Глобул белка, очень крупных и мелких крахмальных зерен в периферийных клетках эндосперма нет. В целом микроструктура клетки твердой пшеницы плотная, монолитная. В клетках эндосперма мучнистого зерна мягкой пшеницы белковая матрица в периферийной части развита достаточно хорошо, а в центральной части она слабо развита, прерывистая, мелкие крахмальные зерна расположены гнездами, имеется много воздушных полостей. Этим и объясняется низкая прочность и микротвердость мучнистой зерновки. Микроструктура клетки мягкой пшеницы рыхлая [306, 444].

3. Генетическими (видовыми и сортовыми) особенностями физиолого-биохимических процессов, которые обусловлены видовыми и сортовыми особенностями. Количество и активность ферментов определяют скорость обменных и окислительно-восстановительных реакций, которые у твердой пшеницы меньше, чем у мягкой пшеницы. Однако чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), синтезируемая за 1 день, у твердой больше, несмотря на то, что фотосинтетический потенциал в течение дня меньше [426].

Особо ценными свойствами сортов озимой твердой пшеницы являются высокая засухоустойчивость и жаростойкость в период налива и созревания зерна, что особенно важно в аридных условиях ее возделывания [317, 484, 486, 587]. Твердая пшеница является обладает высокой стрессоустойчивостью в

засушливых условиях [633]. В сухие годы по урожайности и крупности зерна озимая твердая пшеница не уступает озимой мягкой и даже превосходит её, несмотря на то, что созревает она на 5-7 дней позднее, т.е. когда налив зерна попадает под самый пик высоких температур и суховейных явлений [484, 486]. Это объясняется тем, что твердая озимая пшеница по сравнению с озимой мягкой в листьях содержит больше воды и обладает большей водоудерживающей способностью, которая в процессе завядания способствует меньшей отдаче воды. Это оказывает существенное влияние на интенсивность и направленность физиологических процессов, рост и продуктивность растений, а также она обладает высокой реакцией к водному балансу при изменении внешней среды, то есть проявляет адаптивные свойства (засухоустойчивость) при воздействии стресса [223, 223, 485].

Для твердых сортов пшеницы характерна более высокая устойчивость к бурой и желтой ржавчинам, мучнистой росе, пыльной и твердой головне [457, 484, 486, 489, 491, 495, 497, 567, 586], а также к некоторым вредителям (гессенской мухе, клопу-черепашке и хлебному пилильщику) по сравнению с мягкой озимой пшеницей [586]. Однако она более восприимчива, чем мягкая пшеница, к корневым гнилям, листовым пятнистостям, фузариозу, бактериозу колоса и зерна [484, 486]. Преимущество озимой твердой пшеницы над яровой связано с ее биологическими особенностями. Так, озимый тип развития позволяет ей в осенний период расти, развиваться и куститься, формировать вегетативную массу, развить корневую систему, которая в весенний период максимально использует накопленную влагу за осенне-зимний, весенне-летний периоды. Благодаря более раннему созреванию (на 10-15 дней), озимая твердая пшеница меньший период находится в условиях засухи, которая отмечается в Ростовской области с 3-й декады июня [475, 487]. Урожайность твердой озимой пшеницы в два и более раз превышает яровую твердую, при этом генетический потенциал урожайности современных сортов составляет 8-10 т/га, с сохранением высоких качественных показателей зерна [44, 339, 382, 428, 475, 486, 487, 488,

575, 576, 629], что делает данную культуру экономически привлекательной для сельхозтоваропроизводителей.

В результате проведенного литературного анализа мы установили, что твердая озимая пшеница имеет биологические особенности, которые необходимо учитывать при ее возделывании.

1.4 Роль предшественников при возделывании твердой озимой пшеницы

Севооборот является основой стабильного развития растениеводства в стране.

Научно обоснованное размещение озимой пшеницы в севообороте определяет условия роста и развития растений и соответственно обеспечивает стабильную и высокую урожайность зерна. Опытами, проведенными в разных почвенно-климатических условиях, доказано, что наибольшую продуктивность сельскохозяйственные культуры формируют при их научно обоснованном чередовании [41, 76, 81, 263, 264, 283, 422, 442, 466].

Бессменные и повторные посевы пшеницы снижают содержание общего гумуса, поглонительную способность почвы, уменьшают интенсивность микробиологической активности почвы, повышают засоренность посевов и почвы, приводят к накоплению болезней и вредителей, снижают количество элементов питания, создают неблагоприятные условия для роста и развития растений и тем самым снижают продуктивность посевов [76, 77, 111, 112, 129, 176, 273, 392, 398, 636, 639, 635, 651].

Целесообразность возделывания озимой пшеницы после различных предшественников доказана еще в прошлом столетии [41, 96, 185]. Особенно следует выделить твердую озимую пшеницу, которая относится к числу наиболее требовательных к предшественникам культур [475, 487].

От выбора предшественника для озимой пшеницы зависят следующие показатели:

- 1) наличие необходимого количества продуктивной влаги для получения хороших всходов и влагообеспеченности в осенний период вегетации растений;
- 2) обеспечение растений достаточным запасом питательных веществ, необходимых в период вегетации;
- 3) чистота поля от сорных растений, от растительных остатков, а также возбудителей болезней и вредителей;
- 4) подготовка почвы после уборки предшествующей культуры для качественного посева озимой пшеницы [112].

Продуктивная влага является важным условием для жизни растений. Ее использование начинается от прорастания семени и длится в течение всего вегетационного периода [17]. Урожайность сельскохозяйственных культур находится в прямой зависимости от влагообеспеченности растений. Она является растворителем минеральных соединений в почве, которые служат продуктом питания для растений [549]. Удовлетворение потребности растений в воде достигается труднее, чем в элементах питания, так как воды потребляется больше [102], а также орошение менее доступно, чем внесение удобрений.

В степной зоне неустойчивого увлажнения Северного Кавказа (Ставропольский и Краснодарский края, Ростовская область) черный пар занимает особое место для получения высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы, т.к. имеет наличие влаги в верхнем слое почвы перед посевом этой культуры. Черный пар увеличивает запасы влаги в верхнем (0-20 см) слое почвы на 15-25% по сравнению с непаровыми предшественниками [41].

Чёрный пар – гарант получения стабильного и высокого урожая в засушливых условиях, благодаря накоплению и удержанию продуктивной влаги в почве, что обеспечивает благоприятные условия роста и развития озимой пшеницы [41, 51, 438, 487, 626]. По этому предшественнику получают своевременные и дружные всходы. К моменту ухода в зиму растения формируют 3-5 стеблей, что способствует хорошей перезимовке озимой пшеницы [438, 487]. Особенно важно количество продуктивной влаги в почве для твердой озимой пшеницы в начальные периоды роста и развития, т.к. ее семенам из-за высокой

стекловидности для набухания требуется большее количество влаги, чем для мягкой озимой пшеницы [487]. Запасы влаги на парах определяют осадки, выпадающие в осенне-зимний и весенний периоды, а также агротехнические приемы, позволяющие сохранить ее к моменту посева. С наступлением теплого периода этот запас начинает уменьшаться. Благодаря черному пару, почва теряет меньше влаги, чем по непаровым предшественникам, где возделывались сельскохозяйственные культуры и использовали ее, поэтому черный пар является эффективным средством накопления и сбережения влаги [76, 78].

Высокая степень минерализации органического вещества при отсутствии и сорных растений в черном пару способствует накоплению в почве доступных форм питательных веществ. По сравнению с непаровыми предшественниками в пахотном слое парового поля содержание оксидов азота, фосфора, калия и других питательных элементов увеличивается в несколько раз [41].

Доступные элементы питания в верхнем слое – важный фактор для развития твердой озимой пшеницы, имеющей менее развитую корневую систему и обладающей пониженной способностью по сравнению с мягкой озимой усваивать питательные вещества из почвы. В результате перечисленных факторов черные пары позволяют получать гарантированный, стабильный, высокий и качественный урожай зерна твердой озимой пшеницы [487].

Влияние черного пара сказывается не только на возделываемую по нему культуру, но и оказывает последствие на другие культуры севооборота в течение нескольких последующих лет [76, 78, 209, 210]. А именно: озимая пшеница, не полностью используя весь накопленный запас влаги, оставляет его последующим культурам [76,78]. Благодаря черному пару эффективно уничтожается сорная растительность [31, 300, 433, 585] и значительно снижается эпифитотия болезней и вредителей [41].

На Северном Кавказе озимую пшеницу размещают не только по парам, но и используют непаровые предшественники, т.к. эффективность паров в различных зонах региона неодинакова. Их наибольший агрономический и экономический

эффект проявляется в засушливой зоне и зоне недостаточного увлажнения. В тех же районах, где выпадает достаточное количество осадков, озимые при посеве по занятым парам и по непаровым предшественникам дают такие же урожаи, как и по черному пару [76, 78, 273, 286, 507]. Поэтому в Северо-Кавказском регионе рекомендуется выращивать твердую озимую пшеницу по пару и лучшим непаровым предшественникам [485, 489, 491].

Предшествующие культуры по-разному иссушают корнеобитаемый слой почвы. Так, например, для формирования 1 т зерна гороха требуется 73 мм, а для формирования 1 т семян подсолнечника – 167 мм продуктивной влаги [63]. Количество продуктивной влаги в почве зависит также и от срока уборки предшествующей культуры. Чем раньше убирается предшественник, тем больше продуктивной влаги накапливается к моменту посева озимой пшеницы.

После непаровых предшественников иссушение корнеобитаемого слоя почвы и дефицит питательных веществ являются основной причиной снижения урожайности и качества твердой озимой пшеницы. От количества продуктивной влаги и элементов питания к моменту посева зависит степень развития растений с осени, что является одним из решающих факторов зимостойкости и величины будущего урожая [487].

Одним из предпочтительных непаровых предшественников твердой озимой пшеницы является горох, который обладает ценными биологическими свойствами: усваивать азот из воздуха и обогащать им почву. Возделывание гороха также способствует переводу фосфора из труднодоступных почвенных соединений в легкодоступные формы [244, 330, 423].

Неплохим предшественником является кукуруза на силос. Хороший эффект при использовании этого предшественника оказывают уходные работы в посевах кукурузы, а также своевременная уборка урожая и заделка пожнивных остатков [487]. Уход за посевами кукурузы включает в себя обработку междурядий и применение гербицидов, которые очищают поля от сорных растений [413].

После пропашных предшественников, таких как подсолнечник, кукуруза на зерно, которые потребляют из почвы большое количество продуктивной влаги и

питательных веществ, урожайность озимой пшеницы уступает другим предшественникам.

При посеве твердой озимой пшеницы по такому предшественнику, как подсолнечник, трудно получить стабильный и высокий урожай, так как он сильно иссушает почву, выносит большое количество питательных веществ. В условиях недостаточного увлажнения при выборе данного предшественника возникают сложности в качественной и своевременной обработке почвы. Подсолнечник – поздно убираемая культура, и получить полноценное развитие твердой озимой пшеницы невозможно в осенний период из-за поздних всходов, которым недостаточно сумм положительных температур.

Колосовые предшественники (пшеница и ячмень) оставляют в почве большое количество пожнивных остатков, которые являются катализатором вредителей (злаковых мух, хлебной жужелицы, озимой совки, пилильщика), а также болезней. Таким образом, использование зерновых колосовых в качестве предшественников для твердой озимой пшеницы нежелательно [487].

Следует отметить, что в результате изменений погодно-климатических условий (снижения количества осадков в весенне-летний период, величине безморозного периода, увеличение сумм активных температур в период вегетации), появление раннеспелых гибридов кукурузы и подсолнечника роль паров и непаровых предшественников в последнее время изменилась и требует дополнительных исследований, что и представлено в данной работе.

1.5 Сроки посева твердой озимой пшеницы

Срок посева является важным элементом технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Это связано с тем, что он оказывает значительное влияние на продолжительность появления всходов и всхожесть, дальнейший рост и развитие растений [17].

«Ни один из приемов агротехники не оказывает такого глубокого влияния на рост и развитие озимого растения, как срок сева и норма высева» [334, 335].

Именно срок посева для озимых хлебов определяет степень развития к началу зимы, зимостойкость, сохранность растений к весне и в конечном итоге количество урожая [17].

Длительное время оптимальный срок посева земледельцы устанавливали на основе многолетнего опыта. Н.Н. Яковлев [623] установил, что оптимальная продолжительность осеннего развития растений озимой пшеницы от посева до прекращения вегетации (переход среднесуточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$) должна составлять 52-53 дня. Практическое использование такой методики показало, что она не во все годы обеспечивает оптимальное развитие и зимостойкость растений, что связано с особенностями температурного режима осени и меняющимся климатом [17].

А.И. Носатовский [399] предложил рассчитывать оптимальные сроки посева озимой пшеницы для каждого региона по сумме активных температур от посева до даты перехода средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$, т.е. прекращения осенней вегетации. За этот период сумма активных температур должна составлять $550-600^{\circ}\text{C}$. В основе этого метода лежит потребность растений к суммарному количеству температур для их оптимального развития к концу осенней вегетации. В частности, для периода от посева до набухания семян требуется сумма температур 50°C , от набухания до появления всходов – $60-90^{\circ}\text{C}$, от всходов до кущения – $220-230^{\circ}\text{C}$, от начала кущения до формирования 3-х побегов – $220-230^{\circ}\text{C}$, итого от посева до формирования 3-х стеблей – $550-600^{\circ}\text{C}$. Данный способ позволяет рассчитать степень развития растений при любом сроке посева до окончания вегетации.

Для получения высоких урожаев необходимо создать благоприятные условия вегетации растений. Регулируя сроки посева, возможно оптимизировать агроклиматические условия для вегетации растений, что создает наиболее благоприятные условия произрастания культуры.

Оптимальным сроком посева считается такой срок, который обеспечивает получение у растений 3-4 стеблей к началу наступления холодов [17, 507]. Благодаря оптимальному сроку посева, увеличивается сохранность растений [52],

произрастает большее количество растений на единице площади [339] и формируется мощный ассимиляционный аппарат [243], и тем самым создаются условия для получения высокого урожая [52, 243, 339]. Не соблюдение оптимальных сроков посева приводит к ухудшению условий вегетации и как следствие – недобору урожая. Разные сроки посева создают неодинаковые агрометеорологические условия и растения развиваются по-разному. При ранних сроках сева снижается полевая всхожесть семян, если отсутствует влага и проходят «провокационные» дожди, период «посев – всходы» продолжительный, всходы появляются неравномерно. Достаточное количество влаги при раннем посеве способствует обильному кущению растений и перерастанию, которые интенсивно расходуют запас продуктивной влаги, элементов питания, развивая мощную вегетативную массу, повреждаются болезнями и вредителями, снижается морозо- и зимостойкость из-за перерастания и слабой закалки, что приводит к недобору урожая [17, 75, 203, 217, 437, 465, 556, 582, 628, 629].

Особенностью твердой озимой пшеницы является то, что она сильнее проявляет отрицательную реакцию на слишком ранние посевы, быстрее проходят физиологические процессы развития при длительной вегетации в осенний период, чем у мягкой озимой, несмотря на свой замедленный рост. В этом случае растения быстрее теряют закалку, сильнее повреждаются вредителями и болезнями, в том числе и вирусными, и чаще гибнут в осенне-зимний период [437, 487, 628].

Исследованиями В.Г. Грициенко, Б.А.Гольдварг [163] установлено, что ранний посев, при благоприятных погодных условиях, формирует наибольшую урожайность в сравнении с оптимальным и поздним сроками посева.

Поздние сроки посева озимой пшеницы увеличивают период от всходов до кущения, причем, чем позже появляются всходы, тем продолжительнее этот период [399]. Из-за ограниченности периода осенней вегетации при запаздывании с посевом растения не успевают хорошо раскуститься, накопить достаточный запас питательных веществ и пройти закалку [17, 217].

У твердой озимой пшеницы при поздних сроках посева в условиях низких среднесуточных температур высокобелковое зерно быстрее теряет всхожесть, чем

крахмалистое зерно мягкой. В этих условиях семена снижают полевую всхожесть на 15-20%, позже всходят и растения не успевают раскуститься до наступления холодов, что ведет к их изреживанию или к полной гибели в суровые зимы [437, 487, 628]. Однако при неблагоприятных погодных условиях, когда семена попадают в сухую почву и не прорастают, выпавшие иногда небольшие осадки провоцируют их прорастание, при этом влаги для получения всходов бывает недостаточно и резко снижается полевая всхожесть. В этом случае возможны и поздние сроки посева [49, 52].

Чтобы избежать неблагоприятных последствий раннего и позднего срока для твердой озимой пшеницы рекомендуется использовать оптимальный для зоны возделывания срок посева [52, 243, 339, 485, 493]. К выбору сроков посева культуры твердой озимой пшеницы нужно подходить особенно внимательно, учитывая ее биологические особенности, а именно способность к более ускоренному прохождению процесса яровизации (25-35 дней в зависимости от сорта) и более повышенному температурному режиму в период появления всходов, роста и развития растений в осенний период (для появления всходов необходимо на 30-40°C суммы суточных температур больше, чем у мягкой озимой) [487].

Учитывая изменение погодных условий (снижение количества осадков в весенне-летний период, повышение средней температуры, увеличение периода осенней вегетации, возобновление вегетации озимых культур в зимний период) [23, 406, 438, 439], районирование новых сортов и неоднозначность научных мнений необходимы исследования сроков посева для твердой озимой пшеницы.

1.6 Норма высева твердой озимой пшеницы

В современных условиях интенсификации технологии возделывания озимых культур, направленных на получение максимально возможной урожайности, важную роль занимает научно обоснованная норма высева семян, от которой зависят густота стояния растений и площадь их питания. Правильно

подобранное число растений на единицу площади создает благоприятные условия для роста, развития растений, формирования большего продуктивного стеблестоя, озерненности колоса и получения качественного зерна [5, 43, 95, 297, 463, 477]. Величина урожая на 50% зависит от плотности продуктивного стеблестоя, и актуальность установления оптимальной нормы высева – один из основных элементов технологии возделывания [135].

Количество высеянных семян у колосовых зерновых культур не определяет густоту стеблестоя, т.к. благодаря кущению эта величина изменяется. Величина продуктивного стеблестоя озимой пшеницы зависит не только от нормы высева, но и от продуктивного кущения растений. Посевы с низкой нормой высева кустятся сильнее, увеличивая число стеблей, количество которых бывает равным при густом посеве [452].

В настоящее время не сложилось единого мнения о роли кущения в формировании продуктивного стеблестоя, особенно при условии постоянно совершенствующегося сортового состава, способствующего повышению урожайности за счет различных элементов структуры урожая.

По мнению одних ученых, урожайность озимых формируется благодаря хорошему кущению, которому способствует низкая норма высева. Благодаря кущению формируется 33-54% продуктивных стеблей [56, 318, 640, 645]. С увеличением нормы высева семян количество стеблей, формирующихся в результате кущения, снижается, а при уменьшении нормы высева коэффициент кущения увеличивается [339, 391]. Но, по мнению ряда других авторов [631, 638 и др.], урожайность озимых формируется за счет продуктивности главных побегов при высокой норме высева.

А.Р. Константинов [275, 276], А.И. Носатовский [399], П.П. Лукьяненко [331] и другие исследователи рассматривают кущение как нежелательное явление, особенно в засушливых районах. Они считают, что на образование вторичных стеблей затрачивается много воды и питательных веществ, из-за чего ухудшается снабжение ими главных стеблей. При этом урожай с вторичных стеблей недостаточен, чтобы возместить недобор зерна главных стеблей.

Другие исследователи (В.П. Вильямс, В.Е. Писарев, С.А. Муравьев и др.) [103] считают, что при хорошем кущении, благодаря увеличению листостебельной массы, формируется большее количество органического вещества, которое используется для формирования зерна. Боковые стебли способны формировать до 30-50% урожая зерна, на изреженных посевах – до 60-70%. Однако сильное кущение может привести к полеганию, особенно при влажных условиях и, как следствие, снизить урожайность и качество продукции [538, 565, 566]

О.И. Уханова [564] считает, что при кущении растений происходит загущение посевов и снижается продуктивность колоса, но при этом увеличивается на единицу площади продуктивный стеблестой и, как следствие, повышается урожайность.

Всех исследователей объединяет одна цель – обеспечить оптимальное число растений и стеблей на единице площади посева. А отсутствие единого мнения ученых связано с влиянием различных факторов на норму высева, таких как погодные-климатические условия, уровень агрофона, предшественники, количество продуктивной влаги, сроки посева, особенности сортов [218, 220, 222, 301, 318, 341, 533, 547].

Благодаря хорошим агротехническим условиям, норму высева можно снижать, и наоборот, чем они хуже, тем норма высева должна быть выше. Так, по черному пару норма высева должна быть 4 млн всхожих семян/га, по лучшим непаровым предшественникам – 5 млн всхожих семян/га, а по пропашным предшественникам – 5-7 млн всхожих семян/га [213, 214, 307, 556].

В условиях Нижнего Дона при посеве в хорошо увлажненную почву в оптимальные сроки посева норму высева можно уменьшить, а при поздних сроках при недостаточном увлажнении почвы норма увеличивается [79].

При ранних сроках посева создается продолжительный период осенней вегетации, растения хорошо кустятся и формируют большой урожай при сниженных нормах высева [243, 248].

При поздних сроках посева снижается полевая всхожесть, уменьшаются коэффициент кущения и морозо-зимостойкость растений, поэтому норму высева увеличивают [19, 165].

Норма высева также зависит от уровня агрофона. Так, чем качественнее подготовлена почва, хорошо обеспечена питательными веществами и влагой, доступными для растений, тем ниже норма высева семян озимой пшеницы. Это создает благоприятные условия для продуктивного кущения [78, 386, 452]. Загущение в данных условиях создает предпосылку к повышенному количеству стеблей, растения слабо обеспечены светом из-за взаимного затемнения, и в результате это вызовет вытянутость междоузлий и их раннее полегание, а также уменьшение ассимилирующей поверхности листьев, низкое развитие корней. Все это ведет к снижению урожая [78, 290]. И, наоборот, низкий уровень агрофона создает предпосылку к увеличению нормы высева. С ухудшением условий развития растения снижают кустистость и формируют продуктивную стеблестой, снижают урожайность, в большей степени зависящую от густоты растений или от нормы высева [4, 355, 376, 395, 451, 453, 459, 577].

Исследователи П.Ф. Агапов, М.С. Савицкий, И.И. Сизова, Е.С., Синягин, А.Г. Чудинов, А.Н. Щербин и др. считают, что норму высева нужно увеличивать при хорошем обеспечении доступными элементами питания и водой. Это создает благоприятные условия вегетации для хорошего обеспечения элементами питания большего количества растений и в результате увеличивает урожайность с единицы площади [4, 480, 515, 517, 518, 595, 608].

Норма высева семян должна учитываться в зависимости от особенностей возделываемого сорта [165, 546, 552]. Каждый сорт имеет свою оптимальную густоту стеблестоя, которая зависит от кустистости, развития корневой системы, энергии развития, высоты растений, скороспелости [577, 619]. Сорта, обладающие высокой степенью кущения, формируют урожай при низких нормах высева, а у сортов с небольшим коэффициентом кущения большой урожай можно получить только при увеличении нормы высева [326, 569]. Возделывание сорта должно учитывать условия его произрастания, т.к. только при благоприятных условиях

вегетации возможно получить хорошее кущение при снижении нормы высева, что экономит семенной материал, снижает затраты на протравливание и улучшает экологическую обстановку [474]. Только научно обоснованная норма высева позволяет повысить продуктивность культуры и реализовать полнее ее потенциал, а также снизить затраты на ее выращивание [327].

Для твердой озимой пшеницы в условиях Волгоградской области оптимальной норма высева при хорошем увлажнении посевного слоя почвы считается 3 млн всхожих семян на га [47, 52, 319]. При недостаточной влагообеспеченности норму высева следует увеличивать до 4-5 млн. всхожих семян на 1 га [47, 52, 320]. Изучение норм посева твердой озимой пшеницы в республике Калмыкия показало, что она не реагирует на изменения количества высева семян [163].

В условиях республики Дагестан твердая озимая пшеница не увеличивает урожайность, если норма высева выше 5 млн всхожих семян на 1 га, а если норма высева меньше этой величины, то урожайность существенно снижается, при этом повышается качество [339].

В условиях Ростовской области изучение норм высева по твердой озимой пшеницы не проводилось, но принято считать, на основании рекомендаций для мягкой пшеницы, оптимальной нормой высева 4-5 млн всхожих семян на 1 га [485, 491, 495].

Анализируя проведенные ранее исследования, необходимо отметить, во первых, незначительное количество исследований по культуре твердой озимой пшеницы, а также неоднозначность мнений по нормам высева обосновывают актуальность изучения для выявления биологических особенностей у растений, влияющих на урожайность новых сортов.

1.7 Обработка почвы для озимой пшеницы

Основная обработка – это наиболее глубокая сплошная обработка почвы под определенную культуру, существенно изменяющая сложение большей

части пахотного слоя. Ее выполняют различными способами, под которыми понимают воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью изменения плотности сложения или взаимного перемещения слоев или генетических горизонтов.

Способ обработки почвы – степень и характер воздействия рабочими органами почвообрабатывающих орудий на профиль почвы в вертикальном направлении:

- безотвальный (без изменения расположения генетических горизонтов);
- отвальный (полное или частичное оборачивание обрабатываемого слоя);
- роторный (воздействие на почву вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин);
- комбинированный (различные сочетания отвального, безотвального и роторного способов обработки).

В зависимости от основной обработки почвы существуют следующие приемы обработки почвы: вспашка, безотвальное рыхление, глубокая плоскорезная обработка, фрезерование, чизелевание и др.; специальные приемы – двухъярусная, трехъярусная, плантажная вспашка, щелевание, кротование и др. [41].

Отвальная вспашка – прием основной обработки почвы, обеспечивающий частичное перемешивание и рыхление почвы, а также создание оптимальной плотности корнеобитаемого слоя почвы для большинства сельскохозяйственных культур. Оптимальные условия для роста и развития растений на чернозёме складываются при плотности сложения $1,1-1,2 \text{ г/см}^3$ [251].

В хорошо окультуренной почве складываются благоприятные условия по проникновению корней в более глубокие горизонты и высокая потенциальная возможность создания урожая растениям с хорошо развитой корневой системой. Наибольшая масса корневой системы на протяжении всего вегетационного периода формируется при применении в севообороте отвальной и отвально-безотвальной систем обработок почвы [166].

Обработка почвы оказывает влияние на глубину проникновения корней, развитие корневой системы и, как следствие, величину надземной массы растений пшеницы [641].

Отвальная обработка почвы влияет на накопление продуктивной влаги в почве [59], а также обеспечивает хорошую заделку удобрений в почву и способствует тому, чтобы в период вегетации удобрения находились в слое почвы, где гарантированно есть доступная влага, и растения хорошо обеспечены элементами питания [614].

В условиях Ставропольского края лучшим способом основной обработки почвы под озимую пшеницу по паровым предшественникам является вспашка на глубину 20–22 см, а безотвальная обработка и мелкие обработки дисковыми орудиями приводят к снижению экономической эффективности возделывания озимой пшеницы [181, 423]. Аналогичные результаты были получены и другими исследователями [127, 389, 478, 511, 525].

Благодаря вспашке снижается инфицированный фон патогенов различных болезней и вредителей озимой пшеницы, а также количество сорных растений [25, 172, 173, 207, 241, 252, 415, 541, 579].

Отвальная вспашка благоприятно сказывается на физико-химических свойствах обрабатываемого слоя почвы придавая ему рыхлое комковатое состояние, благодаря которому улучшается воздушный и водный режимы. Аэрация почвы активизирует микробиологическую активность почвы и способствует накоплению доступных элементов питания для растений [59, 83, 242, 250, 259, 303, 407, 417]

Отвальная вспашка – это энергоемкий технологический прием, при котором затрачивается большое количество ГСМ [30, 54, 55, 365], а также существенно ухудшаются физические и химические свойства почвы [524], особенно в засушливых условиях [38, 321, 610].

Накопление элементов питания происходит в результате минерализации гумуса и снижения органического вещества. Уменьшение гумуса при отвальной вспашке происходит не только за счет его минерализации, но и в результате

водной и ветровой эрозии почв, подверженных в большей степени после отвальной вспашки [207, 259].

Для борьбы с эрозией используют безотвальные обработки почвы с сохранением стерни, что подтверждено данными многих исследователей [33, 207, 423, 597, 598].

Безотвальная обработка улучшает структуру почвы и увеличивает содержание в ней агрономически ценных водопрочных агрегатов [88], а также способствуют снижению затрат по сравнению с отвальной вспашкой [258, 356, 481, 611]. По другим данным, систематическая плоскорезная обработка почвы увеличивает себестоимость и снижает рентабельность [14].

Недопустимо шаблонное использование основной обработки почвы. Ее выбор должен основываться на складывающихся погодных условиях. Плоскорезная обработка иссушенной почвы значительно повышает расход топлива и увеличивает тяговое сопротивление при выполнении обработки [34].

Безотвальные глубокие обработки почвы способствуют не только защите от эрозии, но и накоплению продуктивной влаги в почве [59, 73, 113, 114, 115, 127, 133, 253, 338, 570, 609, 610]. Больше накопление влаги при безотвальных обработках происходит за счет сохранения стерни и повышения водопроницаемости почвы в сравнении со вспашкой [38].

Существует и другое мнение, что существенных различий по влагонакоплению при использовании различных систем обработок почвы нет [14, 250, 570]. В зависимости от глубины обработки почвы различными орудиями различают поверхностную (на глубину до 8 см) и мелкую обработку почвы (на глубину от 8 до 16 см), которые носят общее название минимальные и выполняются как плоскорезными, лемешными, так и дисковыми орудиями [41]. Данные обработки ещё называют ресурсосберегающими, так как уменьшение глубины обработки способствует уменьшению расхода горючего, затрат труда и времени на подготовку почвы [20, 113, 183, 259, 340, 365, 407, 536, 542, 590, 591, 611]. В засушливых условиях под озимую пшеницу после колосовых, бобовых, пропашных, занятого пара необходимо использовать минимальные обработки

почвы (8-12 см), т.к. поверхностная и мелкая обработки почвы исключают образование глыбистости, сокращают сроки подготовки почвы к проведению осеннего сева, способствуют лучшему сохранению влаги к получению своевременных и дружных всходов, а также хорошему развитию озимых растений с осени и, как следствие, лучшей их перезимовке [101, 164, 258, 599]. Возможность минимализации обработки почвы на черноземах обыкновенных и южных объясняется плотностью сложения, которая оптимально подходит для возделывания большинства сельскохозяйственных культур [89, 258]. Минимальные обработки благоприятно влияют на рост и развитие растений озимой пшеницы, а также на уровень урожайности. Это объясняется хорошей приспособляемостью данной культуры к безотвальным и минимальным обработкам [169].

Озимая пшеница хорошо отзывчива на уплотнение почвы, а уплотнение способствует подтягиванию почвенной влаги к корнеобитаемому слою и улучшает ее влагообеспеченность. В результате это способствует более дружному и своевременному появлению всходов и в дальнейшем проявляется на повышении урожайности. Очень важным моментом является создание величины объемной массы почвы, которая должна быть не более $1,2 \text{ г/см}^3$. Увеличение данной плотности отрицательно сказывается на развитии растений и урожайности [509, 510, 511, 512, 513].

Минимальная обработка не исключает ряд недостатков, а именно переуплотнение почвы, которое способствует увеличению водной и ветровой эрозии [69, 184, 580, 641], а также снижает её биологическую активность [59, 258, 418] и повышает засорённость посевов [14, 73, 115, 207, 258, 302, 397, 418, 478, 540, 541, 570, 579, 597, 598], а также увеличивает накопление болезней и вредителей [172, 173, 241, 252].

В конечном итоге минимальная обработка снижает урожайность сельскохозяйственных культур [14, 250, 381].

Нулевая технология основана на прямом посеве, без предварительной обработки почвы, т.е. проведение посева по стерне предшествующей культуры [99].

Благодаря нулевой технологии отсутствует вмешательство в почвообразовательные процессы, а с экономической точки зрения уменьшается расход топлива и увеличивается производительность труда [407].

Нулевая технология по-разному влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Некоторые авторы указывают на уменьшение урожайности [42, 389], а другие приводят данные об увеличении урожайности [182, 246].

Вопрос по изучению основной обработки почвы остаётся открытым, т.к. каждый из используемых способов имеет как положительные, так и отрицательные стороны, при этом ученые не пришли к общему мнению. Основная обработка почвы является актуальным вопросом для твердой озимой пшеницы, для которой исследования не проводились.

1.8 Роль минеральных удобрений в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы

Резервом повышения урожайности зерна пшеницы является широкое использование удобрений. Наибольшую эффективность оказывают удобрения как при повышении урожайности, так и экономической целесообразности, только при их правильном применении.

По данным Федеральной службы государственной статистики, под урожай 2018 года в Южном федеральном округе применили при возделывании сельскохозяйственных культур 5726,2 тыс. центнеров минеральных удобрений, в Ростовской области – 2105,1 тыс. центнеров. Большая часть из них использовалась для возделывания озимой пшеницы – 3608,8 тыс. центнеров, а в Ростовской области эта величина составила 1563,9 тыс. центнеров, при этом наблюдается ежегодное увеличение количества вносимых удобрений [568].

Определяющим фактором уровня урожайности в условиях юга страны является влага [7, 61, 523]. Лучшее ее использование обеспечивается за счет применения удобрений [519, 549].

Экономное использование влаги приводит к улучшению условий влагообеспеченности растений и наиболее эффективному использованию внесенных удобрений [9]. Однако в засушливых условиях, когда наблюдается существенный дефицит влаги, эффективность вносимых удобрений снижается [124, 304].

При хорошей влагообеспеченности растений высокие дозы удобрений не оказывают отрицательного действия на растения, а в условиях засухи высокая концентрация может отрицательно влиять на их развитие [460].

Решающее влияние оказывает время наступления засушливых условий. Растения, усвоившие внесенные удобрения, лучше переносят условия засухи, чем те растения, под которые удобрения не вносились [61]. Засуха не влияет на развитие растений и их продуктивность при условии, если к моменту ее наступления растения хорошо развились, т.е. усвоили внесенные питательные вещества и сформировали развитую корневую систему [195].

Влияние удобрений на урожайность пшеницы в условиях Ростовской области изучали многие ученые, исследования которых свидетельствуют о том, что содержание основных доступных элементов питания (азот, фосфор, калий) в результате потребления их растениями в период вегетации снижается [7, 36, 62, 109, 157, 158, 159, , 298, 299, 385, 404, 601].

Азот входит в состав белков, аминокислот, нуклеиновых кислот, хлорофилла, ферментов и других жизненно важных органических веществ [419, 446]. Наибольшее влияние на урожайность и качество пшеницы оказывают азотные удобрения [369]. От содержания азота зависит рост вегетативной массы, уровень урожайности и качество зерна [370, 588].

Источником азота для растений служит почва. Азот в ней находится в недоступной органической форме и его использование возможно только после минерализации гумуса, что приводит к его уменьшению [289]. Внесение азотных

удобрений служит сдерживающим фактором минерализации гумуса. Без внесения азотных удобрений ежегодные потери гумуса составляют 0,9-1,5 т/га [202].

Внесение азотных удобрений способствует не только сохранению баланса азота, но и увеличению его содержания в почве [36, 557]. Внесение азота обеспечило увеличение его концентрации не только в корнеобитаемом слое, но и в более глубоких слоях почвы. Повышение концентрации нитратного азота отмечено при периодическом внесении аммиачной селитры до глубины 3 м, а наибольшее количество доступного азота отмечено в слое почвы до 1,0-2,6 м [40, 40].

Озимая пшеница испытывает высокую потребность в питательных веществах, в том числе и азоте, в период от всходов до конца кущения [239, 583]. Наибольшее поступление азота в растения озимой пшеницы происходит в период выхода в трубку и колошения, а наибольшее его содержание в растениях накапливается в фазу молочной спелости [26, 399].

Многие исследователи отмечают критический момент недостатка азота озимой пшеницы в ранневесенний период, когда еще нет нитрификации в почве в связи с низкими температурами [2, 214, 314, 390].

Для обеспечения растений озимой пшеницы азотом рекомендуется вносить его в два приема – осенью и весной [213, 214, 450].

Не рекомендуется вносить высокие дозы удобрений и особенно азотных до посева, т.к. повышается концентрация почвенного раствора и снижается всхожесть, ухудшается рост растений [399]. Избыточное азотное питание растений озимой пшеницы способствует интенсивному росту в осенний период и расходу питательных веществ, в том числе и сахаров, что ухудшает существенно морозо-зимостойкость растений и их перезимовку [11, 305, 399, 555, 631]. По данным других исследователей, растения озимой пшеницы, под которые внесли азотные удобрения, увеличили морозо-зимостойкость [520, 534].

Дефицит азота в отдельные фазы развития пшеницы невозможно компенсировать при внесении его в последующие фазы вегетации [123, 445, 504, 635].

Азотное питание создает благоприятные условия для кущения осенью и весной. Благодаря бездефицитному азотному питанию, в период формирования колоса (после появления 3-го листа до конца кущения) увеличивается его размер [308, 309, 399]. Азот влияет не только на величину колоса и его озерненность, но и определяет количество стеблей у растений [331]. Внесение азотной подкормки по таломерзлой почве формируют прибавку урожайности 0,62, а в марте и апреле – до 0,15-0,20 т/га [331].

В условиях Ростовской области наиболее эффективно ранневесеннее внесение азотных подкормок [9, 602]. Эффективность азотных удобрений в весенний период определяется количеством влаги в почве [1, 7, 10, 35, 61, 535, 618], в том числе и в поздние в фазы развития (колошения и налива зерна) [193, 399].

В условиях хорошего увлажнения почв высокие дозы азота используются растениями для образования соломы, а при дробном внесении – на образование зерна [3]. Внесение азотных удобрений в несколько приемов позволяет предотвратить интенсивный рост вегетативной массы и, как следствие, полегание растений [344].

Подкормки в поздние фазы развития не оказывают влияния на урожайность озимой пшеницы, но существенно улучшают ее качество [128, 234, 332, 600].

Обеспеченность растений пшеницы азотом во время колошения – цветения является важным периодом для формирования качественного зерна. При внесении азотных удобрений в поздние фазы развития происходит их интенсивное поступление в надземные части растений и в последующем в зерно пшеницы [344].

Избыток азота, так же как и недостаток, отрицательно влияет на урожайность и качество озимой пшеницы [399], поэтому азотные удобрения, как и другие элементы питания, необходимо вносить согласно данных почвенной и растительной диагностики [213, 214, 503].

Содержание фосфора в почве определяет эффективность использования азотных удобрений [11, 384, 420, 434]. Это связано с тем, что фосфор участвует в

азотном обмене растений. При отсутствии фосфора в растениях нарушается обмен веществ и азот не усваивается ими. Растения могут испытывать азотное «голодание» при дефиците фосфора, даже при достаточном количестве азота в почве [526].

В Ростовской области, по данным агрохимического обследования, фосфор находится на низком уровне, а учитывая, что озимая пшеница имеет, повышенную потребность в нем, особенно на ранних этапах развития растений внесение фосфорных удобрений – это важный агротехнологический прием [214].

Обеспеченность фосфором в начальные фазы вегетации озимой пшеницы оказывает определяющее значение в последующем развитии растений [204, 372]. Низкая обеспеченность растений фосфором способствует формированию слабо развитой корневой системы, меньшему кущению [526], снижению морозостойкости. В связи с этим очень важно обеспечить растения фосфором в ранние этапы развития, этим объясняется высокая эффективность рядкового внесения фосфора [11, 194, 425].

Фосфорные удобрения вносят под основную обработку почву согласно почвенной диагностике на запланированную урожайность, а также при посеве до P_{10-40} кг действующего вещества на 1 га для стартового развития, в зависимости от обеспеченности почвы подвижным фосфором [214].

Важность фосфора заключается в том, что он входит в состав каждой клетки растения. Он является неотъемлемой частью нуклеиновых кислот [322], а также АТФ и АДФ, т.е. фосфор участвует во всех энергетических обменах и синтезе веществ [3].

Систематическое внесение фосфорных удобрений изменяет фосфорный режим почв, увеличивая содержание доступных форм фосфора и валовое его количество [13, 82, 472, 531, 532, 593, 604, 617].

Вносимые фосфорные удобрения повышают уровень доступных для растений форм фосфора. В последующем он переходит в труднодоступную форму [603].

Закономерность зависимости уровня урожайности озимой пшеницы от количества фосфорных удобрений была установлена многими учеными [53, 92, 93, 110, 157, 361, 372, 400, 435].

Применение фосфорных удобрений эффективно не только во влажных условиях, но и в условиях засухи [190]. Засушливые условия повышают потребность растений в фосфоре, который способствует лучшей адаптации растений к засухе, а также лучшему использованию имеющейся влаги [8, 194, 322, 412]. Фосфор увеличивает количество связанной воды в растениях и предохраняет их от обезвоживания, усыхания [216].

Наряду с азотом и фосфором важным макроэлементом для возделывания озимой пшеницы является калий. Он участвует в обменных процессах углеводов, синтезе белков и усвоении азота. Калий оказывает влияние на фотосинтетические процессы растений и их урожайность, а также способствует хорошей перезимовке растений, снижению поражению болезнями озимой пшеницы, устойчивости растений к полеганию путем повышения прочности соломины [65, 357, 366, 624]. Калий влияет на образование и развитие корневой системы, регулирует водный обмен растений [366].

Содержание калия в почвах чернозема обыкновенного достаточно высокое, чтобы обеспечивать высокий урожай зерновых культур [204]. Большое количество общего калия в почве не всегда находится в доступной форме для потребления его растениями [117].

Калий растениями озимой пшеницы максимально потребляется с фазы выхода в трубку до колошения [357].

Длительное внесение калийных удобрений на черноземе не влияет на содержание доступных его форм в почве, при этом значительно увеличивает общий (необменный) калий [198, 366]. Внесение калия рекомендуется проводить под основную обработку почвы; так как элемент мало подвижен, то его заделку проводят на глубину нахождения основного количества корней в период интенсивного потребления питательных веществ [213, 214, 344]. Важным моментом использования калия, как и других основных элементов, является

комплексное обеспечение основными питательными веществами растений NPK [377]. Оптимальное соотношение элементов питания NPK для озимой пшеницы равно 3,0-3,5:1: 2,0-2,5 [11].

Возделывание твердой озимой пшеницы предусматривает большее потребление элементов питания данной культурой. Это указывает на то, что она более требовательна к соблюдению технологических регламентов по сравнению с мягкой озимой. Отличительной особенностью твердой озимой пшеницы является продолжительный период вегетации, что способствует лучшей отзывчивости ее на внесение поздних подкормок [161].

Высокая потребность в элементах питания твердой озимой пшеницы для получения высокого урожая требует комплексного внесения удобрений, в том числе и по лучшим предшественникам [487].

Внесение наибольшего количества удобрений не всегда оправдано из-за увеличения затрат, которые не всегда окупаются и снижают эффективность их применения. Внесение 90 кг/га минеральных удобрений NPK при возделывании твердой озимой пшеницы способствовало формированию большей продуктивности урожая зерна, чем при использовании 150 кг комплексных удобрений [354].

В условиях орошения Волгоградской области при возделывании твердой озимой пшеницы рекомендована доза внесения минеральных удобрений $N_{170}P_{70}K_{50}$, которая формирует максимальную экономическую эффективность не только по сравнению с другими дозами минеральных удобрений при возделывании данной культуры, но и по сравнению с мягкой озимой пшеницей [295].

Основным фактором повышения урожайности при интенсивной технологии и улучшения качества твердой озимой пшеницы является применение удобрений. Даже при размещении ее по предшественникам пар, бобовые, пласт многолетних трав необходимо полное внесение удобрений [487].

Проведенные исследования Е.К. Кувшиновой [298, 299] показали, что наибольшая прибавка урожайности (0,91 т/га) и наилучшее качество зерна (1

класс) у сорта твердой озимой пшеницы Донской янтарь, возделываемой по предшественнику черный пар, была сформирована при внесении органических и минеральных удобрений (навоз 40 т/га + P_{60} до посева и две весенние подкормки по N_{30} в фазы трубкования и налива зерна).

Изучение разового внесения нитроаммофоски 300 кг в физическом весе ($N_{51}P_{51}K_{51}$) под предпосевную культивацию показало, что наибольшая урожайность твердой озимой пшеницы сформирована у сортов Дончанка (7,27 т/га) и Донской янтарь (6,91 т/га). Уменьшение или увеличение данной дозы приводило к снижению уровня продуктивности и качества изучаемых сортов.

Твердая озимая пшеница хорошо отзывчива на внесение внекорневых подкормок, которые не только способствуют повышению качества зерна, но и увеличивают урожайность. Применение нескольких подкормок в фазу начала трубкования – комплексное водорастворимое удобрение Террафлекс и в фазу колошения при внесении мочевины обеспечило максимальную урожайность и качество зерна [105].

В условиях Краснодарского края при изучении различных сроков и доз азотных подкормок по предшественнику подсолнечник наибольшая урожайность формировалась при внесении азотных подкормок по таломёрзлой почве и в начале весенней вегетации. Внесение аналогичных подкормок по предшественнику эспарцет прибавки урожая получено не было, но качество зерна существенно улучшилось [475].

В опытах изучения различных технологий при возделывании твердой озимой пшеницы максимальная урожайность была получена по интенсивной технологии с использованием максимальных доз внесения минеральных удобрений, но рентабельность производства установлена там, где удобрения вообще не вносились (по экстенсивной технологии) [136].

Представленный анализ указывает на то, что для твердой озимой пшеницы отсутствуют рекомендации применения удобрений по разным срокам, способам и дозам внесения, предшественникам, а также не изучены сортовые особенности новых сортов, которые отличаются от предыдущих. В то же время эффективность

той или иной культуры и ее распространение во многом зависят от ее экономической эффективности. Учитывая, что минеральные удобрения высокзатратные, необходимо иметь такое сочетание их внесения, которое бы сохраняло плодородие после возделывания культуры, обеспечивало высокую урожайность и было экономически эффективным.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия

Исследования проводили с 2010 по 2019 гг. на полях научного севооборота лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (бывший ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко), который находится в южной зоне Ростовской области, расположенной в юго-западной части территории области.

Почва – чернозём обыкновенный (по старой классификации предкавказский), очень тёплый, кратковременно промерзающий. Гранулометрический состав почвы на 59,8% территории характеризуется как глинистый и на 39,5% – тяжёлосуглинистый [213]. Гранулометрический состав их повсеместно глинистый и тяжёлосуглинистый, причем глинистые разновидности преобладают. Почвообразующие породы – лессовидные глины и суглинки. Почвам характерно неплотное сложение, высокая карбонатность, наличие обычных для черноземов форм карбонатных новообразований (жилок и белоглазки) и мицелярной формы в виде карбонатной плесени. В почве, начиная с поверхности, присутствуют войлокообразные налёты игольчатых кристаллов карбонатной плесени или псевдомицелия. Фаціальным генетическим признаком является оглинивание с максимумом в горизонте АВ.

Профиль имеет темно-серую с буроватым оттенком окраску, постепенно осветляющуюся книзу. Структура в горизонте А зернисто-комковатая или комковато-зернистая, а в пахотном слое – комковато-пылеватая или комковато-порошистая; в горизонте В – комковато-ореховатая или ореховато-комковатая.

Гумусовый горизонт мощный и колеблется от 75 до 140 см. В пахотном слое содержится в среднем 3,9%. Содержание подвижного фосфора от 15 до 30 мг/кг, обменного калия – от 250 до 380 мг/кг. Количество усвояемых форм азота

подвержено большим сезонным колебаниям и довольно часто на протяжении вегетационного периода оказывается в дефиците, особенно в годы с засушливым летом или затяжной холодной весной, когда аммонификационные и нитрификационные процессы подавлены.

Гранулометрический состав по профилю почвы довольно однородный. Содержание физической глины в пахотном слое глинистых разновидностей равно 64,7% (границы варьирования – 60,1–70,3%), в тяжелосуглинистых разновидностях – 52,4% (границы варьирования – 45,4–59,9%).

Емкость поглощения в перегнойно-аккумулятивной толще составляет 34–35 мг-экв. на 100 г почвы. В составе поглощенных оснований на долю кальция приходится 88–90% (границы варьирования – 77–98%), магния – 8,7–9,5% (варьирование – от 2,7 до 20,2%), участие натрия незначительно – 1,6% (границы варьирования – 0,6–2,9%).

Почвы высококарбонатные и содержат карбонаты кальция, в большинстве случаев начиная с поверхности. В среднем содержание CaCO_3 в пахотном слое составляет 2,8%, с глубиной его количество быстро нарастает. В связи с этим реакция среды в верхней части профиля слабощелочная (8,0–8,1), в нижней – щелочная (8,2–8,3).

Вредные для растений легкорастворимые соли промыты глубже 250–300 см и лишь изредка встречаются на глубине 220–230 см. Они, как правило, сопутствуют новообразованиям гипса и находятся либо в сульфатном горизонте, либо сразу под ним. Плотный остаток до глубины 250 см (230–300 см) не превышает 0,15%, в солевом (сульфатном) горизонте варьирует в пределах 0,7–1,2%, а в надсолевом составляет 0,2–0,4%. Тип засоления – сульфатный, степень засоления в надсолевом горизонте слабая, в солевом варьирует от слабой до сильной.

Черноземы предкавказские мощные слабодефлированные характеризуются хорошей водо- и воздухопроницаемостью, так как порозность в верхней части профиля составляет 55–60%. Для них характерно неплотное сложение (в горизонте А плотность почвы варьирует в границах 1,1–1,2 г/см³, в горизонте В

– 1,25–1,3 г/см³), высокая влагоемкость (38–40% в горизонте А), сравнительно небольшая максимальная гигроскопичность (9,5–10,0%), относительно невысокая влажность завядания растений (14–15%) и значительные возможные запасы продуктивной влаги (в перегнойноаккумулятивном слое – 25%).

В последние 15-20 лет почвоведы отмечали расширение карбонатности почв в результате большой их эродированности, проведения глубокой вспашки, при которой верхний слой разбавляется массой нижерасположенных карбонатных горизонтов. Кроме того, уплотнение почвенного покрова за счёт максимальной нагрузки повышает его капиллярность, что способствует подтоку почвенных растворов с бикарбонатом калия в верхние слои и накоплению карбонатов.

Чернозём обыкновенный хорошо оструктурен. Механические элементы его скоагулированы в прочные агрегаты, преобладающая часть которых по размеру относится к агрономически ценным фракциям 10-0,25 мм, составляющим более 60%. Плотность почвы гумусового горизонта не превышает 1,4, в пахотном слое колеблется от 1,0 до 1,2 г/см³. Пахотный слой имеет вполне удовлетворительную пористость (50-66% от объёма почвы), обеспечивающую высокую воздухоёмкость и газообмен.

Предкавказские черноземы принадлежат к числу лучших пахотных почв области и благоприятны для возделывания всех полевых культур.

Низкая обеспеченность предкавказских черноземов подвижной фосфорной кислотой обуславливает внесение в повышенных дозах фосфорных удобрений. Однако более полный эффект от них достигается лишь при одновременном внесении и азотных удобрений. Большие дозы калийных удобрений нецелесообразны, так как в почвах содержится достаточное количество обменного калия [58].

Среднемноголетняя сумма температур воздуха выше 10⁰С составляет 3304⁰С, максимальная температура приходится на июль и составляет +22,9...+23,8⁰С, минимальная в январе – минус 4,7...-5,5⁰С. Среднемноголетняя сумма осадков за вегетационный период – от 290 до 300 мм, испарение за год – 825-912 мм, радиационный баланс – 2641-2685 МДж/м² в год [213].

2.2 Погодные условия в годы проведения исследований

Погодные условия 2010-2011 сельскохозяйственного года. В осенний период 2010 года выпало 116,5 мм осадков, что на 14% меньше среднемноголетних данных (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Метеорологические условия 2010-2011 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2010-2011 с.-х. год	норма*	2010-2011 с.-х. год	норма*	2010-2011 с.-х. год	норма*
Сентябрь	19,5	16,3	39,7	42,3	59	64
Октябрь	8,5	9,4	30,9	38,7	77	75
Ноябрь	9,5	3,3	45,9	50,5	79	85
Осень	12,5	9,7	116,5	131,5	72	75
Декабрь	3,5	-1,2	64,3	63,3	90	87
Январь	-4,3	-3,8	45,6	45,1	87	84
Февраль	-6,6	-2,9	35,3	37,3	78	83
Зима	-2,5	-2,6	145,2	145,7	85	85
Март	0,9	2,0	31,1	37	76	78
Апрель	9,0	10,7	17,5	42,7	63	65
Май	16,9	16,4	28,8	51,3	70	64
Весна	8,9	9,7	77,4	131,0	70	69
Июнь	21,8	20,5	90,5	71,3	66	65
Июль	26,5	23,1	21,0	57,7	55	61
Август	22,9	21,9	35,2	45,2	58	60
Лето	23,7	21,8	146,7	174,2	60	62
За с.-х. год	10,7	9,6	485,8	582,4	71	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

Среднесуточная температура воздуха осенью была равна +12,5⁰С, что на 2,8⁰С выше среднемноголетней температуры. Низкая влагообеспеченность способствовала неравномерности появления всходов по непаровым предшественникам. Особенностью осеннего периода 2010 года было увеличение

вегетационного периода озимой пшеницы до 30 ноября, когда среднемноголетние прекращение осенней вегетации приходится на 8 ноября.

В зимний период количество выпавших осадков и среднесуточная температура были на уровне среднемноголетних показателей. В декабре были зафиксированы активные температуры, которые способствовали возобновлению вегетации растений озимой пшеницы. Среднесуточная температура января была минус $4,3^{\circ}\text{C}$, что на $0,5^{\circ}\text{C}$ ниже среднемноголетней.

Самым холодным месяцем был не январь, а февраль, так как среднесуточная температура в этот месяц опустилась до $-6,6^{\circ}\text{C}$, что на $3,7^{\circ}\text{C}$ меньше, чем по среднемноголетним данным.

Весной выпало 77,4 мм осадков, что на 59% меньше среднемноголетних показателей. Среднесуточная температура воздуха весной ($8,9^{\circ}\text{C}$) была на уровне среднемноголетних наблюдений ($9,6^{\circ}\text{C}$). Средняя относительная влажность воздуха в весенний и летний периоды соответствовала норме, несмотря на то, что лето 2011 года было сухим и жарким. За летние месяцы выпало 146,7 мм осадков, что на 16% меньше среднемноголетних данных, а температура на $1,9^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Распределение осадков в летний период благоприятно сказалось на вегетации озимых культур, так как 62% от всех выпавших осадков летом выпало в июне (90,5 мм), которые характеризовались равномерностью выпадения и хорошо впитывались почвой.

Метеорологические условия сельскохозяйственного 2010-2011 года в целом можно охарактеризовать как неудовлетворительные для роста и развития озимой твердой пшеницы. Осадков выпало на 96,6 мм меньше нормы, среднесуточная температура воздуха на $1,1^{\circ}\text{C}$ была выше среднемноголетней температуры, а относительная влажность воздуха на 2% меньше многолетних данных. Существенный дефицит влаги весной отразился на развитии и продуктивности растений твердой озимой пшеницы.

Погодные условия 2011-2012 сельскохозяйственного года. В 2011-2012 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила $10,4^{\circ}\text{C}$

(норма – 9,6°C) (таблица 2.2). Сумма осадков составила 576,4 мм, (норма – 582,4 мм). Выпадение их было неравномерным по сезонам и месяцам.

Таблица 2.2 – Метеорологические условия 2011-2012 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2011-2012 с.-х. год	норма*	2011-2012 с.-х. год	норма*	2011-2012 с.-х. год	норма*
Сентябрь	17,3	16,3	39,7	42,3	65	64
Октябрь	9,6	9,4	95,1	38,7	81	75
Ноябрь	-0,8	3,3	36,6	50,5	83	85
Осень	8,7	9,7	171,6	131,5	76	75
Декабрь	2,5	-1,2	28,7	63,3	88	87
Январь	-3,1	-3,8	49,7	45,1	89	84
Февраль	-9,3	-2,9	41,5	37,3	83	83
Зима	-3,3	-2,6	119,9	145,7	87	85
Март	0,3	2,0	50,3	37	77	78
Апрель	15,2	10,7	43,7	42,7	63	65
Май	20	16,4	96,2	51,3	57	64
Весна	11,8	9,7	190,2	131,0	66	69
Июнь	23,7	20,5	18,4	71,3	59	65
Июль	24,9	23,1	29,2	57,7	55	61
Август	24,5	21,9	47,3	45,2	56	60
Лето	24,4	21,8	94,9	174,2	57	62
За с.-х. год	10,4	9,6	576,4	582,4	72	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

Осенью осадков выпало 171,4 мм (норма – 131,5 мм). В сентябре выпало 39,7 мм, из них 5 сентября – 5,9 мм, 9 сентября – 27,7 мм. Среднесуточная температура воздуха в этом месяце была на 1,0°C выше средне многолетних показателей (16,3°C). При этом количество дней с относительной влажностью воздуха 31-40% составило 11 дней, а суховейных дней было шесть (30% и ниже). Ноябрь характеризовался пониженным температурным режимом. Среднесуточная температура воздуха была минус 0,8°C (норма – 3,3°C), а осадков выпало 36,6 мм (норма – 50,5 мм).

Количество осадков в зимние месяцы составило 119,9 мм (норма – 145,7 мм). По температурному режиму декабрь 2011 года был теплым. Среднесуточная температура воздуха составила +2,5°C (норма – минус 1,2°C). В феврале этот показатель был ниже среднемноголетней нормы – минус 9,3°C (норма – минус 2,9°C).

Весной 2012 года сложились крайне неблагоприятные погодные условия. Март был холодным с отрицательными температурами воздуха в ночные часы, а в первой декаде месяца и днем. Приход весны в отчетном году был поздним. Время возобновления весенней вегетации озимых культур отмечено 23 марта.

В апреле наблюдалось резкое нарастание температуры воздуха. Среднесуточная температура воздуха составила 15,2°C, что на 4,5 °C выше нормы, а количество осадков выпало на уровне среднемноголетнего. В апреле число суховейных дней (30% и ниже) было девять и дней с относительной влажностью воздуха 31-40% десять.

В мае среднесуточная температура превышала норму 20,0°C (норма – 16,4°C). Осадков было больше среднемноголетних на 44,9 мм, а среднесуточная относительная влажность воздуха составила 57% (норма – 64%).

За лето недобор выпавших осадков составил 79,3 мм (норма – 174,2 мм). В июне выпало 18,4 мм осадков (норма – 71,3 мм), в июле – 29,2 мм (норма – 57,7), в августе – 47,3 мм (норма – 45,2 мм).

Среднесуточная относительная влажность воздуха за весенне-летний сезон была ниже среднемноголетних значений. В летние месяцы влажность воздуха в среднем составила 57%, а в отдельные дни (в июле и августе) она снижалась до 13-14%.

Сложившиеся погодные условия были неудовлетворительными для растений озимой пшеницы. Только благодаря выпавшим в третьей декаде мая осадкам (73,4 мм) положение несколько улучшилось, и растения озимой пшеницы смогли сформировать урожай.

Погодные условия 2012-2013 сельскохозяйственного года. В 2012-2013 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила 12,0°C (норма – 9,6°C) (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Метеорологические условия за 2012-2013 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2012-2013 с.-х. год	норма*	2012-2013 с.-х. год	норма*	2012-2013 с.-х. год	норма*
Сентябрь	19	16,3	9,2	42,3	58	64
Октябрь	14	9,4	33,6	38,7	70	75
Ноябрь	5,4	3,3	7,6	50,5	79	85
Осень	12,8	9,7	50,4	131,5	69	75
Декабрь	-2,7	-1,2	46,2	63,3	83	87
Январь	-0,2	-3,8	99,5	45,1	90	84
Февраль	1,3	-2,9	26,7	37,3	85	83
Зима	-0,5	-2,6	172,4	145,7	86	85
Март	3,7	2,0	83,3	37,0	76	78
Апрель	12,1	10,7	11,1	42,7	62	65
Май	21	16,4	28,5	51,3	52	64
Весна	12,3	9,6	122,9	131,0	63	69
Июнь	23	20,5	45,6	71,3	54	65
Июль	23,9	23,1	46,8	57,7	52	61
Август	23,7	21,9	59,5	45,2	51	60
Лето	23,5	21,8	151,9	174,2	52	62
За с.-х. год	12,0	9,6	497,6	582,4	68	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

Сумма осадков составила 497,6 мм (норма – 582,4 мм), и выпадали они неравномерно по сезонам и месяцам. Сильное иссушение почвы летом 2012 г., незначительное выпадение осадков в сентябре (9,2 мм при норме – 42,3 мм), высокие температуры воздуха и суховейные явления способствовали созданию неблагоприятных условий для посева озимых культур. Всходы озимых, посеянных в разные сроки, были получены после выпавших 9 и 12 октября дождей. Всего в октябре выпало 33,6 мм (норма – 38,7 мм).

Время прекращения вегетации приходилось на 3 ноября. В ноябре и декабре озимая пшеница возобновила вегетацию, перезимовала хорошо и ко времени возобновления вегетации 25 февраля имела 2-3 стебля.

В марте осадков выпало 83,3 мм (норма – 37,0 мм), что вместе с осадками в январе – 99,5 мм (норма – 45,1 мм) значительно пополнили острый дефицит влаги в почве, сложившийся ещё с осени. Однако в апреле выпало всего 11,1 мм осадков, при этом продуктивными (6,4 мм) они были только 23 апреля.

В условиях повышенного температурного режима и низкой относительной влажности воздуха в апреле и первой половине мая сложились неблагоприятные условия для роста и развития растений озимых культур. Только прошедшие 17 мая осадки (23,4 мм, всего выпало за месяц 28,5 мм при норме 51,3 мм), улучшили условия налива зерна озимой пшеницы.

Относительная влажность воздуха как весной, так и летом была ниже нормы на 6 и 5% соответственно. Развитие растений в весенне-летний период проходило в условиях недостаточной влажности почвы, суховейных явлений, что ускорило прохождение фенологических фаз и созревание зерна озимых культур.

Условия 2012-2013 сельскохозяйственного года для твердой озимой пшеницы были неудовлетворительные.

Погодные условия 2013-2014 сельскохозяйственного года. В 2013-2014 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила 10,8°C (норма – 9,6°C) (таблица 2.4). Сумма осадков составила 519,8 мм (норма – 582,4 мм). В осенний период 2013 года среднесуточная температура воздуха составила 10,0°C (норма – 9,7°C), а количество выпавших осадков составило 168,0 мм (норма – 131,5 мм). Сложившиеся погодные условия способствовали появлению дружных всходов, хорошему развитию растений озимых с осени и перезимовке их в фазе кущения (2-5 стеблей) по всем предшественникам и срокам посева.

Возобновление весенней вегетации началось в середине марта. Температурный режим воздуха в весенне-летний период (кроме апреля) был выше многолетних показателей – 4,9-25,8°C (норма 2,0-23,1°C), а количество

выпавших осадков было тоже несколько больше: в марте – на 9 мм, мае – на 7,9 мм и в июне – на 0,6 мм при норме 37,0, 51,3 и 71,3 мм соответственно.

Таблица 2.4 – Метеорологические условия 2013-2014 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2013-2014 с.-х. год	норма*	2013-2014 с.-х. год	норма*	2013-2014 с.-х. год	норма*
Сентябрь	14,9	16,3	62,4	42,3	78	64
Октябрь	8,9	9,4	94,4	38,7	85	75
Ноябрь	6,3	3,3	11,2	50,5	81	85
Осень	10,0	9,7	168,0	131,5	81	75
Декабрь	-1,5	-1,2	33,7	63,3	89	87
Январь	-3,4	-3,8	64,7	45,1	85	84
Февраль	-1,9	-2,9	16,7	37,3	85	83
Зима	-2,3	-2,6	115,1	145,7	86	85
Март	4,9	2,0	46,0	37,0	75	78
Апрель	10,4	10,7	32,3	42,7	63	65
Май	19,4	16,4	59,2	51,3	63	64
Весна	11,6	9,6	137,5	131,0	67	69
Июнь	21,1	20,5	71,9	71,3	55	65
Июль	24,9	23,1	19,6	57,7	45	61
Август	25,8	21,9	7,7	45,2	41	60
Лето	23,9	21,8	99,2	174,2	47	62
За с.-х. год	10,8	9,6	519,8	582,4	70	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

Осадки, выпавшие в конце мая и в июне, носили ливневый характер, вызвали полегание растений озимой пшеницы различной интенсивности, как по сортам, так и по предшественникам.

Среднесуточная относительная влажность воздуха в весенний период соответствовала среднемноголетним значениям – 67% (норма – 69%), а в летние месяцы она была меньше нормы на 15%.

Сложившиеся погодные условия анализируемого года можно охарактеризовать как благоприятные для роста и развития твердой озимой пшеницы.

Погодные условия 2014-2015 сельскохозяйственного года. В 2014-2015 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила 10,5°C (норма – 9,6°C) (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Метеорологические условия 2014-2015 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2014-2015 с.-х. год	норма*	2014-2015 с.-х. год	норма*	2014-2015 с.-х. год	норма*
Сентябрь	17,3	16,3	32,2	42,3	56	64
Октябрь	8,0	9,4	54,6	38,7	69	75
Ноябрь	1,8	3,3	23,7	50,5	81	85
Осень	9,0	9,7	110,5	131,5	69	75
Декабрь	0,1	-1,2	61,7	63,3	90	87
Январь	-2,1	-3,8	78,1	45,1	89	84
Февраль	-0,1	-2,9	10,9	37,3	81	83
Зима	-0,7	-2,6	150,7	145,7	87	85
Март	4,4	2,0	25,3	37,0	67	78
Апрель	9,8	10,7	83,1	42,7	66	65
Май	16,4	16,4	69,7	51,3	67	64
Весна	10,2	9,6	178,1	131,0	67	69
Июнь	22,2	20,5	114	71,3	62	65
Июль	24,0	23,1	32,2	57,7	55	61
Август	24,2	21,9	14,8	45,2	38	60
Лето	23,5	21,8	161,0	174,2	52	62
За с.-х. год	10,5	9,6	600,3	582,4	69	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

В осенний период 2014 года среднесуточная температура воздуха составила 9,0°C (норма – 9,7°C), а количество выпавших осадков – 110,5 мм (норма – 131,5 мм).

Засушливые условия предыдущего сельскохозяйственного года в июле – 19,6 мм (норма – 57,7 мм), августе – 7,7 мм (норма – 45,2 мм), первой и второй декадах сентября – 11,2 мм (норма – 27,1 мм) и высокие температуры воздуха способствовали сильному иссушению почвы по непаровым предшественникам. Во второй и третьей декадах октября выпало 30,8 и 23,5 мм осадков

соответственно, что способствовало достаточному промачиванию посевного слоя для получения всходов озимой пшеницы.

В зимний период среднесуточная температура воздуха имела положительные значения и растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию, активно кустились. В результате растения за зимний период сформировали 2-5 стеблей.

Пониженный температурный режим первой декады апреля, а также большое количество осадков в апреле и первой декаде мая оказали благоприятное влияние на рост, развитие озимых культур и формирование высокой урожайности зерна по всем изучаемым предшественникам. Весной относительная влажность воздуха незначительно была ниже нормы – на 2%. В июне она составила 62%, что незначительно ниже средней величины – на 3%, а в июле – на 6%. Наименьшая относительная влажность воздуха была в августе 38%, что на 22% ниже нормы.

Осадки, выпавшие в третьей декаде июня, носили ливневый характер и вызвали полегание растений озимой пшеницы различной интенсивности.

Осадки выпадали неравномерно по сезонам и месяцам, а их сумма была немного выше среднеголетних показателей – 600,3 мм (норма – 582,4 мм), что послужило созданию в данном году благоприятных погодных условий.

Погодные условия 2015-2016 сельскохозяйственного года. В 2015-2016 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила 12,1°C (норма – 9,6°C) (таблица 2.6). В осенний период 2015 года среднесуточная температура воздуха составила 12,0°C (норма – 9,7°C), а количество выпавших осадков – 121,9 мм (норма – 131,5 мм). Засушливые условия в августе предыдущего сельскохозяйственного года, когда выпало 14,8 мм осадков (норма – 45,2 мм), и незначительное количество в сентябре – 0,4 мм (норма – 42,3 мм) на фоне высоких температур воздуха способствовало сильному иссушению почвы к посеву озимых культур, особенно по непаровым предшественникам.

Во второй и третьей декадах октября выпало 10,1 и 38,6 мм осадков соответственно, что способствовало достаточному промачиванию посевного слоя для получения всходов. В целом за осень осадков выпало 121,9 мм (норма – 131,5

мм), а среднесуточная температура воздуха в осенние месяцы составила 12,0°C (норма – 9,7°C). В сложившихся погодных условиях всходы озимых культур были получены в первой половине ноября, а 16 ноября отмечено прекращение осенней вегетации.

Таблица 2.6 – Метеорологические условия 2015-2016 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2015-2016 с.-х. год	норма*	2015-2016 с.-х. год	норма*	2015-2016 с.-х. год	норма*
Сентябрь	21,9	16,3	0,4	42,3	50	64
Октябрь	7,8	9,4	48,7	38,7	64	75
Ноябрь	6,2	3,3	72,8	50,5	78	85
Осень	12,0	9,7	121,9	131,5	64	75
Декабрь	1,5	-1,2	52,6	63,3	87	87
Январь	-3,8	-3,8	101,9	45,1	89	84
Февраль	3,3	-2,9	63,8	37,3	82	83
Зима	0,3	-2,6	218,3	145,7	86	85
Март	5,6	2,0	64,6	37,0	61	78
Апрель	13,3	10,7	12,0	42,7	61	65
Май	15,9	16,4	156,8	51,3	74	64
Весна	11,6	9,6	233,4	131,0	65	69
Июнь	22,3	20,5	23,8	71,3	62	65
Июль	24,7	23,1	32,8	57,7	54	61
Август	26,0	21,9	28,8	45,2	50	60
Лето	24,3	21,8	85,4	174,2	55	62
За с.-х. год	12,1	9,6	659,0	582,4	67	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

В первой декаде января 2016 года температура на поверхности почвы опускалась до минус 21,5 °С, но при высоте снежного покрова 5 см на глубине узла кушения температура почвы составляла -0,1°C. Минимальная температура почвы на глубине узла кушения в зимние месяцы – минус 3,2 °С, т.е. не была губительна для озимых культур.

В зимний период, когда температура воздуха имела положительные значения, растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию, кустились. Ко

времени возобновления весенней вегетации растения озимой пшеницы (23 февраля) имели в зависимости от предшественника 1-3 стебля. Интенсивное нарастание температуры воздуха наблюдалось в конце первой декады апреля, в среднем весной температура составила $11,6^{\circ}\text{C}$ (норма – $9,6^{\circ}\text{C}$).

В апреле выпало 12,0 мм осадков, которые не были продуктивными для растений твердой озимой пшеницы. Вторая и третья декады мая характеризуются обилием осадков (89,5 и 56,5 мм) и за месяц их выпало 156,8 мм, что в 3,1 раза выше нормы. По среднемноголетним данным, самый влажный месяц года – июнь, но в 2016 году выпало 23,8 мм осадков (норма – 71,3 мм). Обилие осадков, высокая влажность воздуха способствовали развитию сорной растительности и листовых болезней в посевах озимых культур в конце вегетации.

Среднемесячная относительная влажность воздуха в апреле и марте была 61%, а в мае – 74%. В летние месяцы она находилась в пределах 50-62%.

Сумма осадков в анализируемом году была выше среднемноголетних показателей на 76,6 мм (норма – 582,4 мм), что способствовало созданию благоприятных условий вегетации твердой озимой пшеницы.

Погодные условия 2016-2017 сельскохозяйственного года. В 2016-2017 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила $10,0^{\circ}\text{C}$ (норма – $9,6^{\circ}\text{C}$) (таблица 2.7).

Сумма осадков за год была на уровне среднемноголетних показателей – 585,9 мм (норма – 582,4 мм). В осенний период 2016 года среднесуточная температура воздуха составила $9,0^{\circ}\text{C}$ (норма – $9,7^{\circ}\text{C}$), а количество выпавших осадков – 106,9 мм (норма – 131,5 мм). За осенне-зимний период выпало 263,4 мм осадков, что составило 95% (277,2 мм) от среднемноголетних за этот период.

Среднесуточная температура октября была на $1,5^{\circ}\text{C}$ ниже среднемноголетней ($9,4^{\circ}\text{C}$), что сдерживало появление всходов и развитие растений озимой пшеницы. Среднесуточная температура декабря ($-4,7^{\circ}\text{C}$) была ниже среднемноголетней ($-1,2^{\circ}\text{C}$), а января и февраля незначительно отличалась от средних значений. В зимний период, когда температура воздуха имела положительные значения, растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию.

Возобновление весенней вегетации отмечено 1 марта 2017 г. Невысокие температуры весны способствовали продолжительному кущению озимых культур. Температура марта на $4,1^{\circ}\text{C}$ превышала среднемноголетние значения ($2,0^{\circ}\text{C}$). Температуры апреля ($10,2^{\circ}\text{C}$) и мая ($15,9^{\circ}\text{C}$) были несколько ниже нормы ($10,6^{\circ}\text{C}$ и $16,4^{\circ}\text{C}$). В целом, в весенний период превышение среднемноголетней температуры составило $1,1^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2.7 – Метеорологические условия 2016-2017 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2016-2017 с.-х. год	норма*	2016-2017 с.-х. год	норма*	2016-2017 с.-х. год	норма*
Сентябрь	15,8	16,3	47,2	42,3	63	64
Октябрь	7,9	9,4	19,4	38,7	71	75
Ноябрь	3,3	3,3	40,3	50,5	80	85
Осень	9,0	9,7	106,9	131,5	71	75
Декабрь	-4,7	-1,2	62,5	63,3	89	87
Январь	-2,7	-3,8	18,3	45,1	87	84
Февраль	-2,9	-2,9	75,7	37,3	82	83
Зима	-3,4	-2,6	156,5	145,7	86	85
Март	6,1	2,0	29,6	37,0	72	78
Апрель	10,2	10,7	57,3	42,7	64	65
Май	15,9	16,4	59,3	51,3	63	64
Весна	10,7	9,6	146,2	131,0	66	69
Июнь	20,8	20,5	88,6	71,3	63	65
Июль	24,4	23,1	42,2	57,7	53	61
Август	26,0	21,9	45,5	45,2	39	60
Лето	23,7	21,8	176,3	174,2	52	62
За с.-х. год	10,0	9,6	585,9	582,4	69	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

В 1-й и 2-й декадах апреля осадков выпало 12,4 мм (норма – 26,2 мм). В третьей декаде апреля выпало 44,9 мм осадков. В 1-й декаде мая осадков выпало 10,9 мм и из них только 10 мая осадки были продуктивными – 7,2 мм. Во 2-й декаде мая осадков выпало 48,4 мм (из них 15 мая – 39,1 мм), а в остальные дни они были непродуктивными (менее 5 мм) и в 3-й декаде мая осадки

отсутствовали. За июнь выпало 88,6 мм осадков, но продуктивными они были 4 дня: 10 июня – 6,5 мм; 14 июня – 9,9 мм; 21 июня – 5,5 мм и 25 июня – 47,9 мм.

Среднесуточная относительная влажность воздуха в весенние и летние месяцы была несколько меньше нормы на 3 и 10% соответственно.

В целом, гидротермические условия вегетационного периода благоприятно влияли на рост, развитие зерновых культур..

Погодные условия 2017-2018 сельскохозяйственного года. В осенний период 2017 года среднесуточная температура воздуха составила 11,3°C (норма – 9,7°C), а количество выпавших осадков – 119,7 мм (норма – 131,5 мм) (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Метеорологические условия 2017-2018 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц года	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2017-2018 с.-х. год	норма*	2017-2018 с.-х. год	норма*	2017-2018 с.-х. год	норма*
Сентябрь	19,6	16,3	27,8	42,3	53	64
Октябрь	10,2	9,4	46,0	38,7	75	75
Ноябрь	4,1	3,3	45,9	50,5	88	85
Осень	11,3	9,7	119,7	131,5	72	75
Декабрь	3,6	-1,2	67,8	63,3	85	87
Январь	-2,0	-3,8	53,2	45,1	89	84
Февраль	-1,2	-2,9	66,7	37,3	88	83
Зима	0,1	-2,6	187,7	145,7	87	85
Март	1,5	2,0	43,8	37,0	83	78
Апрель	12,5	10,7	9,0	42,7	54	65
Май	19,2	16,4	12,7	51,3	54	64
Весна	11,1	9,6	65,5	131	64	69
Июнь	23,9	20,5	4,2	71,3	38	65
Июль	25,9	23,1	71,7	57,7	54	61
Август	24,6	21,9	4,8	45,2	36	60
Лето	24,8	21,8	80,7	174,2	43	62
За с.-х. год	11,8	9,6	453,6	582,4	66	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

За осенне-зимний период выпало 307,4 мм осадков, что на 30,2 мм превысило сумму осадков по сравнению с среднемноголетним показателем (277,2 мм). Среднесуточная температура октября была на 0,8°C выше среднемноголетней (9,4°C), что благоприятно отразилось на появлении всходов и развитии растений озимой пшеницы. Среднесуточная температура декабря составила 3,6°C, что выше среднемноголетней нормы (-1,2°C) на 2,4°C. Положительные температуры в декабре позволили растениям озимой пшеницы продолжить вегетацию. Температура января и февраля также была выше среднемноголетних значений на 1,8 и 1,7°C соответственно. В зимний период, когда температура воздуха имела положительные значения, растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию.

Температура марта была ниже среднемноголетних значений (2,0°C) на 0,5°C. Возобновление весенней вегетации отмечено 5 апреля 2018 г. Температуры апреля (12,5°C) и мая (19,2°C) превышали норму (10,7°C и 16,4°C) на 1,8°C и 2,8°C соответственно. В целом, в весенний период превышение среднемноголетней температуры составило 1,5°C. Сумма выпавших осадков в марте составила 43,8 мм, что выше нормы (37,0 мм) на 6,8 мм.

За апрель сумма выпавших осадков составила лишь 9,0 мм (норма – 42,7 мм). Среднесуточная температура в апреле превышала норму (10,7°C) и достигала 12,5°C. Май был тёплым, с выраженным недостатком осадков. Среднесуточная температура в мае находилась на уровне 19,2°C (при норме 16,5°C), а сумма осадков не превысила 12,7 мм, что ниже нормы (51,3 мм) на 75,3%. В среднем за весенние месяцы среднесуточная температура воздуха составила 11,1°C (норма – 9,7°C), а сумма осадков – 65,5 мм (норма – 131 мм).

В летние месяцы, количество осадков было более чем вдвое ниже среднемноголетних значений (174,2 мм) и составило 80,7 мм. Среднесуточная температура воздуха в июле, августе и сентябре была больше среднемноголетних значений в среднем на 3°C. Превышение в июне составляло 3,4°C, в июле – 2,8°C, в августе – 2,7°C.

Относительная влажность воздуха в марте была больше нормы на 5%, а в апреле и мае ее снижение составило 11 и 10% от нормы. В июне из-за незначительного количества осадков относительная влажность была 38% (норма – 65%).

В целом в 2017-2018 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила 11,8°C (норма – 9,7°C). Осадки выпадали неравномерно по сезонам и месяцам, а их сумма за год была ниже среднемноголетних показателей на 128,8 мм и составила 453,6 мм (норма – 582,4мм).

Погодные условия 2018-2019 сельскохозяйственного года. В 2018-2019 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила 11,8°C (норма – 9,6°C) (таблица 2.9). Осадки выпадали неравномерно по сезонам и месяцам, а их сумма за год была меньше среднемноголетней на 54,5 мм и составила 527,9 мм (норма – 582,4 мм).

В сентябре среднесуточная температура воздуха на 3,3°C была выше среднемноголетних значений (16,3°C), а количество выпавших осадков составило всего 10,9 мм, что на 31,4 мм меньше нормы. Высокая среднесуточная температура и низкое количество осадков способствовали уменьшению относительной влажности воздуха до 48% (норма – 64%). В таких сложившихся неблагоприятных гидротермических условиях отмечалось сильное иссушение почвы по непаровым предшественникам, всходы посевов были получены после выпавших в первой декаде октября осадков.

В зимний период среднесуточная температура была 2,7°C выше среднемноголетней, что способствовало хорошей перезимовке твердой озимой пшеницы.

Возобновление весенней вегетации отмечено 20 марта 2019 г. Превышение среднемноголетней температуры отмечалось во все весенние месяцы и в целом за весенний период оно составило 2,1°C. За весенние месяцы осадков было 149,1 мм (норма – 131,0 мм) и выпадали они неравномерно.

Таблица 2.9 – Метеорологические условия 2018-2019 с.-х. года, по данным метеостанции «Зерноград»

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
	2018-2019 с.-х. год	норма*	2018-2019 с.-х. год	норма*	2018-2019	норма*
Сентябрь	19,6	16,3	10,9	42,3	48	64
Октябрь	12,8	9,4	47,3	38,7	68	75
Ноябрь	0,5	3,3	77,6	50,5	82	85
Осень	11,0	9,7	135,8	131,5	66	75
Декабрь	3,6	-1,2	56,1	63,3	90	87
Январь	-0,8	-3,8	73,7	45,	89	84
Февраль	-0,2	-3	17,4	37,3	81	83
Зима	0,0	-2,7	147,2	145,7	87	85
Март	5,0	2	58	37	72	78
Апрель	11,3	10,7	27,2	42,7	60	65
Май	19,0	16,5	63,9	51,3	61	64
Весна	11,8	9,7	149,1	131	64	69
Июнь	25,2	20,5	10,8	71,3	43	65
Июль	22,7	23,1	71,4	57,7	59	61
Август	23,4	21,9	13,6	45,2	46	60
Лето	23,8	21,8	95,8	174,2	49	62
За с.-х. год	11,8	9,6	527,9	582,4	67	73

*- по данным А.А. Гриценко [160]

В июне количество осадков за месяц выпало всего 10,8 мм, или 15% от среднемноголетней нормы, причем только 1 день в первой декаде они были продуктивными – 5,5 мм. Среднесуточная относительная влажность воздуха за месяц составила 43% (норма – 65%), 13 дней были засушливыми (относительная влажность воздуха – 40% и ниже), а минимальная относительная влажность воздуха в отдельные дни опускалась до 13%.

Таким образом, в июне сложились неблагоприятные гидротермические условия в период налива и созревания зерна для озимых культур, что вызвало «запал» зерна и способствовало снижению урожайности.

Проведенный анализ сложившихся погодных условий в период проведения опытов с 2010 по 2019 гг. позволил выделить годы, когда у растений твердой озимой пшеницы складывались благоприятные и неблагоприятные условия

развития, в зависимости от количества выпадающих осадков и среднесуточной температуры. Годы исследований отличались большей среднегодовой температурой от 10,0 до 12,1°C при норме 9,6 °С, дефицитом выпадающих осадков (от 453,6 до 576,4 мм) и превышением (от 585,9 до 659,0 мм) по сравнению со среднемноголетними данными (582,4 мм). Проводимые исследования твердой озимой пшеницы позволили изучить и оценить элементы технологии при различно складывающихся погодных условиях.

2.3 Схемы проведения опытов

Полевые исследования технологических элементов возделывания твердой озимой пшеницы проводили в тринадцати опытах в период с 2010 по 2019 гг. Схемы полевых опытов приведены в таблицах 2.3.1-2.3.10

Таблица 2.3.1 – Схема полевого **опыта №1** по изучению влияния предшественников на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы, 2010-2019 гг.

Годы исследований	Предшественник (фактор А)	Сорта (фактор В)
2010-2013	Озимая пшеница Кукуруза на зерно Горох на зерно Черный пар	Аксинит Курант Кремона
2013-2016	Подсолнечник Горох на зерно Сидеральный пар	Агат донской Амазонка Курант
2016-2019	Черный пар	Кристелла Лазурит

Расположение вариантов – систематическое последовательное. Площадь делянки – 55,0, учетной – 41,25 м². Срок посева – 20 сентября. Норма высева – 500 всхожих семян на 1 м². Повторность опыта четырехкратная.

Таблица 2.3.2 – Схема полевого **опыта №2** по изучению влияния сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы, 2013-2019 гг.

Годы исследований	Сроки посева (фактор А)	Предшественник (фактор В)	Сорта (фактор С)
2013-2016	10 сентября	Подсолнечник Горох на зерно Сидеральный пар	Агат донской Амазонка Курант
	20 сентября		
	30 сентября		
2016-2018	10 октября	Черный пар	Кристалла Лазурит
	20 ноября		

Расположение вариантов – систематическое последовательное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Норма высева – 500 всхожих семян на 1 м². Повторность опыта четырехкратная.

Таблица 2.3.3 – Схема полевого **опыта №3** по изучению влияния сроков посева и норм высева по предшественнику чёрный пар на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы, 2016-2019 гг.

Сроки посева (фактор А)	Нормы высева (фактор В)
10 сентября	3 млн всхожих семян/га 4 млн всхожих семян/га 5 млн всхожих семян/га
20 сентября	
30 сентября	
10 октября	

Предшественник – черный пар. Сорт Лазурит. Расположение вариантов – систематическое последовательное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная.

Таблица 2.3.4 – Схема полевого **опыта №4** по изучению влияния сроков посева и норм высева по предшественнику подсолнечник на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы, 2016-2019 гг.

Сроки посева (фактор А)	Нормы высева (фактор В)
10 сентября	5 млн всхожих семян/га 6 млн всхожих семян/га 7 млн всхожих семян/га
20 сентября	
30 сентября	
10 октября	

Предшественник – подсолнечник. Сорт Лазурит. Расположение вариантов – систематическое последовательное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная.

Схема полевого **опыта №5** по изучению влияния глубины высева семян на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы (2010-2013 гг.) предусматривала изучение глубины посева 2, 4, 6, 8 и 10 см. Предшественник – черный пар. Расположение вариантов – систематическое последовательное. Посев и уборку осуществляли вручную. Площадь делянки – 2,25 м². Норма высева – 500 всхожих семян на 1 м². Сорт твердой озимой пшеницы Аксинит. Повторность опыта четырехкратная.

Таблица 2.3.5 – Схема полевого **опыта №6** по изучению влияния сроков и доз внесения азотных подкормок при различных нормах высева на урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар, 2016-2019 гг.

Нормы высева (фактор А)	Вариант внесения азотной подкормки (фактор В)
3 млн всхожих семян/га	Контроль
4 млн всхожих семян/га	N ₃₀ , по таломерзлой почве
5 млн всхожих семян/га	N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение N ₃₀ , осенняя подкормка + N ₃₀ , по таломерзлой почве

Предшественник – черный пар. Сорт Лазурит. Расположение вариантов – рендомизированное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная. Удобрение – аммиачная селитра и карбамид (внекорневая подкормка).

Таблица 2.3.6 – Схема полевого **опыта №7** по изучению влияния сроков и доз внесения азотных подкормок при различных нормах высева на урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник, 2016-2019 гг.

Нормы высева (фактор А)	Вариант внесения азотной подкормки (фактор В)
5 млн всхожих семян/га	Контроль
6 млн всхожих семян/га	N ₃₀ , по таломерзлой почве
7 млн всхожих семян/га	N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение N ₃₀ , осенняя подкормка + N ₃₀ , по таломерзлой почве

Предшественник – подсолнечник. Сорт Лазурит. Расположение вариантов – рендомизированное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная. Удобрение – аммиачная селитра.

Таблица 2.3.7 – Схема полевого **опыта №8** по изучению влияния сроков и способов азотной подкормки на урожайность твердой озимой пшеницы по различным предшественникам, 2011-2014 гг.

Предшественники (фактор А)	Вариант внесения азотной подкормки (фактор В)
Озимая пшеница	Контроль
Кукуруза	N ₃₀ , осенняя подкормка
Горох	N ₃₀ , по таломерзлой почве
Черный пар	N ₃₀ , прикорневая весной в фазу кущения N ₃₀ , внекорневая весной в фазу кущения

Сорт Аксинит. Расположение вариантов – систематическое последовательное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная. Удобрение – аммиачная селитра.

Таблица 2.3.8 – Схема полевого **опыта №9** по изучению влияния азотных подкормок осенью и по таломерзлой почве на урожайность твердой озимой пшеницы, 2013-2016 гг.

Предшественники	Вариант внесения азотной подкормки (фактор А)	Сорта (фактор В)
Подсолнечник	Контроль	Агат донской
Черный пар	N ₃₀ , осенняя подкормка N ₃₀ , по таломерзлой почве	Амазонка Курант

Расположение вариантов – систематическое последовательное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная. Удобрение – аммиачная селитра

Таблица 2.3.9 – Схема полевого **опыта №10** по изучению влияния сроков и видов азотных подкормок на урожайность твердой озимой пшеницы по различным предшественникам (2016-2019 гг.)

Вариант внесения азотных удобрений (фактор А)	Предшественник (фактор В)
1. Контроль	Подсолнечник Черный пар
2. N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	
3. N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кушения	
4. N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	
5. N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	
6. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	
7. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	
8. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	
9. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , колошение)	
10. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , налив зерна)	

Сорт Лазурит. Расположение вариантов – рендомизированное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная.

Таблица 2.3.10 – Схема полевого **опыта №11** по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность сортов твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар, 2013-2016 гг.

Вариант внесения удобрений (фактор А)	Сорта твердой озимой пшеницы (фактор В)
Контроль	Агат донской Амазонка Курант
P ₃₀ K ₂₀	
P ₆₀ K ₄₀	
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	

Расположение вариантов – рендомизированное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная.

Схема полевого **опыта №12** по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник, 2013-2016 гг.: 1) Контроль; 2) N₂₀P₃₀K₂₀; 3) N₄₀P₆₀K₄₀; 4) N₂₀P₃₀K₂₀ + N₃₀; 5) N₄₀P₆₀K₄₀ + N₃₀; 6) N₂₀P₃₀K₂₀ + 2N₃₀; 7) N₄₀P₆₀K₄₀ + 2N₃₀. Сорт - Агат донской. Расположение вариантов – рендомизированное. Площадь делянки – 55, учетной – 41,25 м². Повторность опыта четырехкратная.

Схема полевого **опыта №13** по изучению влияния способа основной обработки почвы на урожайность и качество твердой озимой пшеницы (2011-2015 гг.) предусматривала три способа обработки почвы: 1. Отвальная вспашка – глубина 20-22 см (ПН-5-35); 2. Безотвальная обработка – глубина 20-22 см (ПЧ-2,5); 3. Мелкая дисковая обработка – глубина 10-12 см (АГ-2,4). Общая площадь делянки в опытах – 49,5 м², учетная – 16,5 м². Сорт Курант. Повторность – четырехкратная. Расположение вариантов в повторениях систематическое последовательное. Четырехпольный севооборот: черный пар, твердая озимая пшеница, подсолнечник, яровой ячмень.

2.4 Методики проведения опытов

Полевые и лабораторные исследования проводили согласно общепринятым методикам.

Технология возделывания твердой озимой пшеницы была общепринятой для озимой пшеницы в Ростовской области [214] согласно схемам проведения опытов.

Посев в опытах, проводили в оптимальные сроки элитными семенами сеялкой СС-11 «Альфа» в оптимальные сроки посева (если по схеме опытов не были запланированы иные сроки). Лабораторные исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в лабораториях технологии возделывания зерновых

культур, агрохимии и биохимической оценки селекционного материала и качества зерна.

Полевые опыты закладывали в соответствии с методикой полевого опыта [179]. Почвенные пробы отбирали буром Некрасова из трёх скважин на делянке на глубину до 100 см, через каждые 10 см в динамике по основным фазам развития растений. В отобранных пробах определяли влажность почвы весовым методом по ГОСТ 28268-89 [148]. Влагообеспеченность твердой озимой пшеницы, определялась по методике А.М. Алпатьева [27], коэффициент влагообеспеченности вычисляли по методике М.К. Каюмова [247].

Для проведения агрохимического анализа образцы почв отбирались согласно ГОСТу 28168-89 [148] в основные фазы развития твердой озимой пшеницы. Нитратный азот определяли по В.Б. Замятиной (ГОСТ 26951-86) [145], подвижный фосфор – по Б.П. Мачигину (ГОСТ 26205-91) [149], обменный калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 26209-91) [150]. При выполнении анализов использовали основные приборы: иономер И-160М, спектрофотометр ЮНИКО-1201, пламенный фотометр ФПА-2-01.

Отбор растительных проб проводился согласно ГОСТ 18691-88 [146] для определения массовой доли азота – ГОСТ 13496-93 [151], фосфора – ГОСТ 26657-97 [152], калия – ГОСТ 30504-97 [153].

Биологическая активность почвы определялась аппликационным методом [368]. Определение объемной массы почвы определяли методом Н.А. Качинского [371].

Для определения показателей интенсивности начального роста семян применяли метод основанный на морфофизиологической оценке степени развития проростков [24]. Энергия прорастания и лабораторную всхожесть определяли согласно ГОСТа 12038–84 [144].

Качество зерна определяли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Полегания посевов учитывали согласно методике П.В. Дацюк [171], В.Г. Сычев, О.А. Шаповал, И.П. Можарова [543] и В.Ф. Моисейченко [371].

Фенологические наблюдения, структуру урожая, густоту и высоту растений, длину колоса определяли согласно «Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [362, 363]. Массу 1000 зёрен определяли по ГОСТ 10842-76 [143], натуру зерна – по ГОСТ 10840-2017 [155].

Уборку делянок проводили при наступлении полной спелости зерна с влажностью не выше 14%, комбайном САМПО-2010 сплошным методом учета урожая [179]. Полученную урожайность очищали и пересчитывали на 14% влажность [362].

ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

3.1 Динамика температурного режима

Изменение климата на планете Земля является одной из основных проблем человечества, которую признали 49 лауреатов Нобелевской премии. Эксперты по изменению климата при ООН проводят мониторинг глобального потепления на планете [328, 329]. За последние 100 лет температура на планете Земля увеличилась на $0,74^{\circ}\text{C}$, при этом в Южном полушарии повышение составило $0,6^{\circ}\text{C}$, а на Северном – $1,0^{\circ}\text{C}$ [221, 476]. Анализом изменения климата в различных регионах нашей страны занимались многие исследователи [21, 23, 32, 282, 287, 414, 438, 521].

Изменение погодно-климатических условий произошло и в Ростовской области. В южной зоне Ростовской области изучение и анализ погодных условий были начаты Мотренко Т.Г. [378, 379] с 30-х годов XX века и продолжены Гриценко А. А. [160]. Далее такую работу проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской» [21, 23, 438, 439, 440, 443] по данным метеостанции «Зерноград».

Анализ температурного режима показал, что последние 56 лет среднесуточная температура увеличивалась на $0,04^{\circ}\text{C}$ ежегодно (рисунок 3.1.1). До 1998 года амплитуда среднегодовых температур была на уровне от $7,6$ до $11,6^{\circ}\text{C}$, а с 1998 года (включительно) за последние 21 год (исключение 2011 год – $9,7^{\circ}\text{C}$) среднесуточные температуры находились в пределах от $10,4$ до $12,1^{\circ}\text{C}$.

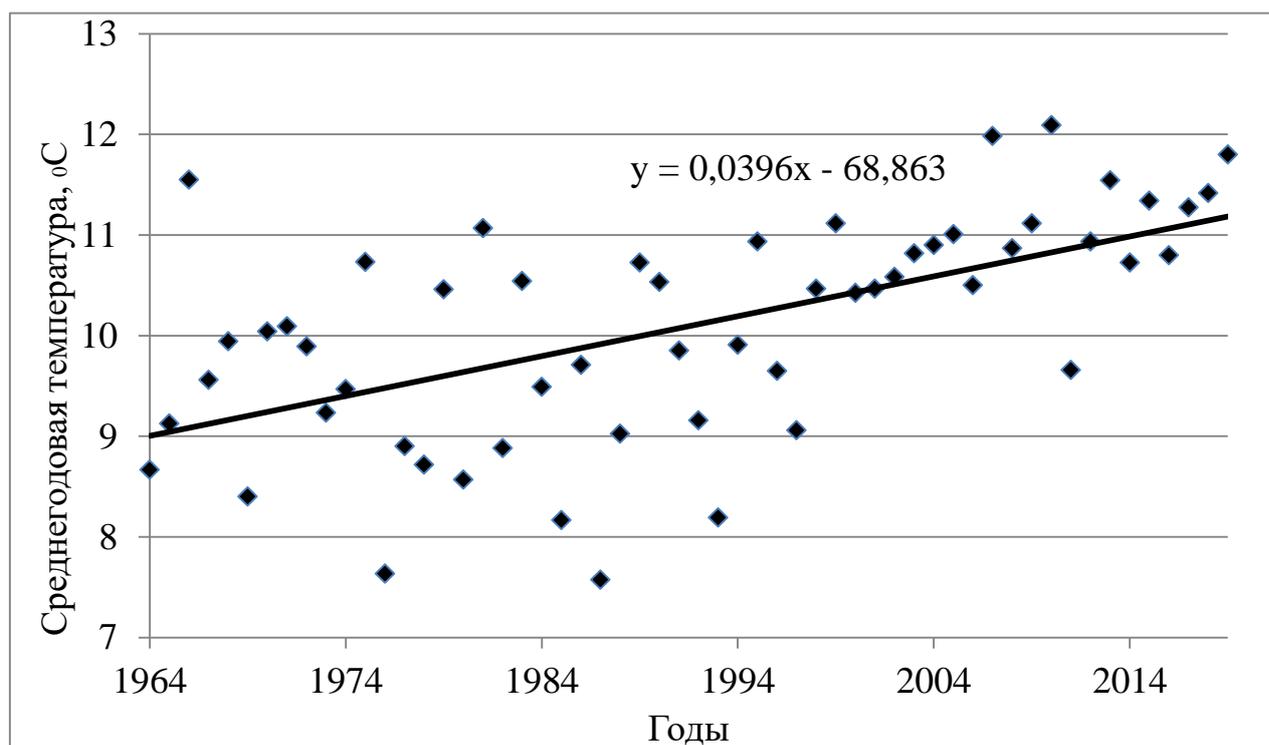


Рисунок 3.1.1 – Динамика среднегодовых температур 1958-2019 гг., °С
(по данным метеостанции «Зерноград»)

Среднесуточная температура с 1930 по 2019 гг. составила 9,8°С (таблица 3.1.1). Самый холодный месяц – январь. Средняя температура в этот месяц составила -3,9°С.

Таблица 3.1.1 – Среднесуточные температуры за 87 лет (1930-2019 гг.)*, мм
(по данным метеостанции «Зерноград»)

Месяц года												Итого за год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1-й период (1930-1963 гг.)*												
-4,8	-4,5	0,2	9,4	16,7	20,7	23,6	22,6	16,0	9,0	2,7	-2,3	9,1
2-й период (1964-1993 гг.)												
-4,3	-3,8	1,7	10,6	16,5	20,4	22,6	21,7	16,3	9,3	3,4	-0,9	9,5
3-й период (1994-2019 гг.)												
-2,7	-1,6	3,5	11,4	17,4	21,9	24,4	23,9	17,8	10,6	4,0	-0,8	10,8
За 87 лет 1930-2019гг.*												
-3,9	-3,3	1,8	10,5	16,9	21,0	23,5	22,7	16,7	9,6	3,4	-1,3	9,8

*не включены четыре года Великой отечественной войны

В феврале температура в среднем выше на $0,6^{\circ}$, а в декабре – на $2,6^{\circ}\text{C}$ больше, чем в январе. Однако бывают годы, когда температуры в данные месяцы ниже, чем в январе. С марта ($+1,8^{\circ}\text{C}$) по июль ($+23,5^{\circ}\text{C}$) наступает устойчивое повышение среднесуточных температур. Август в отдельные годы бывает несколько теплее, чем июль. В среднем с августа начинается снижение среднесуточных температур до конца года. В некоторые годы в ноябре отмечается отрицательная среднесуточная температура.

Для анализа среднесуточных температур с 1930 по 2019 гг. данный учетный промежуток был разделен на три периода (первый – с 1930 по 1963 гг., второй – с 1964 по 1993 гг., третий – с 1994 по 2019 гг.), при этом не были включены 4 года Великой отечественной войны.

В результате было установлено, что в период с 1930 по 1963 гг. среднегодовая температура составила $9,1^{\circ}\text{C}$, в период с 1964 по 1993 гг. она повысилась на $0,4^{\circ}\text{C}$ ($9,5^{\circ}\text{C}$), а в последние 26 лет (с 1994 по 2019 гг.) среднегодовая температура повысилась до $10,8^{\circ}\text{C}$.

Полученные данные указывают на то, что за последние 26 лет среднесуточная температура увеличилась на $1,7^{\circ}\text{C}$ по сравнению с периодом 1930-1963 гг. и на $1,3^{\circ}\text{C}$ по сравнению со вторым периодом (1964-1993 гг.). Повышение среднесуточной температуры установлено во все месяцы.

В осенние месяцы наибольшее увеличение произошло в сентябре на $1,8^{\circ}\text{C}$, а наименьшее – в ноябре $1,2^{\circ}\text{C}$. В среднем за осень температура повысилась на $1,5^{\circ}\text{C}$.

Потепление климата в осенний период отмечено во многих регионах РФ [312, 439, 440, 537]. Повышение температуры дает возможность смещать сроки посева озимых культур на конец оптимальных, а также увеличивает период их вегетации. Благодаря продолжительной вегетации осеннего периода озимая пшеница хорошо развивается перед уходом в зиму. Таким образом, в южной зоне Ростовской области постепенно создаются благоприятные условия для осенней вегетации озимых культур.

Условия осенне-зимнего периода определяют степень перезимовки озимых культур и от данного времени года их урожайность зависит на 25-40% [267].

Важно отметить, что не исключением в повышении температур были и зимние месяцы, когда средняя температура в декабре повысилась на $1,4^{\circ}\text{C}$, январе – на $2,1^{\circ}\text{C}$ и феврале – на $2,9^{\circ}\text{C}$. Повышение среднесуточных температур в зимний период способствует возобновлению вегетации озимых в холодные период года. Создаются условия для хорошей перезимовки твердой озимой пшеницы, что особенно важно для этой культуры, т.к. у нее отсутствует геном D. Твердая озимая пшеница обладает несколько меньшей морозо- и зимостойкостью по сравнению с мягкой озимой пшеницей. Развитие растений озимой пшеницы при возобновлении вегетации в зимний период особенно важно, когда растения «уходят в зиму» нераскустившимися с осени. При возобновлении вегетации в зимний период растения не должны испытывать дефицит в элементах питания.

Возобновление вегетации озимой пшеницы в зимний период приобретает важное значение при условиях непродолжительной вегетации весной, когда при поздней весне происходит быстрое нарастание температур и растения не успевают раскуститься.

Повышение температур весной благоприятно сказывается на росте и развитии твердой озимой пшеницы. Благодаря повышению среднесуточных температур возобновление весенней вегетации начинается раньше, что увеличивает вегетационный период растений и соответственно повышает продуктивность культуры.

Среднее увеличение за весенний период составило $2,0^{\circ}\text{C}$. Наибольшее повышение температуры было установлено в марте на $3,3^{\circ}\text{C}$, в апреле – на $2,0^{\circ}\text{C}$, а минимальное увеличение было в мае – $0,7^{\circ}\text{C}$.

Твердая озимая пшеница более теплолюбивая культура по сравнению с мягкой озимой пшеницей и повышение температуры благоприятно сказывается на ее развитии. Жаркая сухая погода способствует быстрому прохождению фенологических фаз развития растений твердой озимой пшеницы.

Благодаря высокой засухоустойчивости и жаростойкости твердой озимой пшеницы в период налива и созревания зерна (весенне-летние месяцы вегетации) повышение температур не оказывает на нее отрицательного действия. Это объясняется тем, что твердая озимая пшеница по сравнению с озимой мягкой в листьях содержит больше воды и обладает большей водоудерживающей способностью, которая в процессе завядания способствует меньшей отдаче воды. В результате это оказывает существенное влияние на интенсивность и направленность физиологических процессов, рост и продуктивность растений. Твердая озимая пшеница обладает высокой реакцией на водный баланс при изменении внешней среды, то есть проявляет адаптивные свойства (засухоустойчивость) при воздействии стресса [223, 224, 485].

Увеличение среднесуточных температур воздуха способствует повышению сумм активных температур и количества дней активной вегетации твердой озимой пшеницы. По предшественникам горох и черный пар за 30 лет сумма активных температур возросла (по предшественнику гороху – с 1723,0 до 1896,1⁰С; по предшественнику черный пар – с 1794,4 до 1900,6⁰С). Наибольшее повышение суммы активных температур отмечено по предшественнику горох (на 173,1⁰С), чем по предшественнику черный пар (на 106,2⁰С). Динамика повышения активной температуры по предшественнику горох связана также с тем, что в 80-90-х всходы в отдельные годы озимой пшеницы появлялись рано весной из-за отсутствия продуктивной влаги в посевном слое почвы осенью. Начиная с 2000-х годов, всходы твердой озимой пшеницы по предшественнику горох стабильно получали осенью, что способствовало благоприятному росту, развитию растений и соответственно увеличению урожайности на 0,81 т/га.

Выявлена средняя корреляционная зависимость между урожайностью и такими показателями, как количество дней активной вегетации ($r=0,37\pm 0,18$) и сумма осадков за период активной вегетации ($r=0,33\pm 0,16$) [439, 440]. При получении своевременных всходов осенью у растений твердой озимой пшеницы происходит усиленный рост листьев, стеблей и развитие корневой системы. Озимые культуры в осенний период должны достаточно развиться и

сформировать к перезимовке 3-5 стеблей. Не маловажную роль в этом играет время прекращения осенней вегетации.

Для анализа данных по времени прекращения осенней вегетации было установлено количество дней с 1 января анализируемого года до даты, когда среднесуточная температура устойчиво переходила ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Проведенные исследования показали, что в южной зоне Ростовской области в среднем за 40 лет в период с 1979 по 2018 гг. дата прекращения осенней вегетации озимой пшеницы приходится на 8 ноября (рисунок 3.1.2).

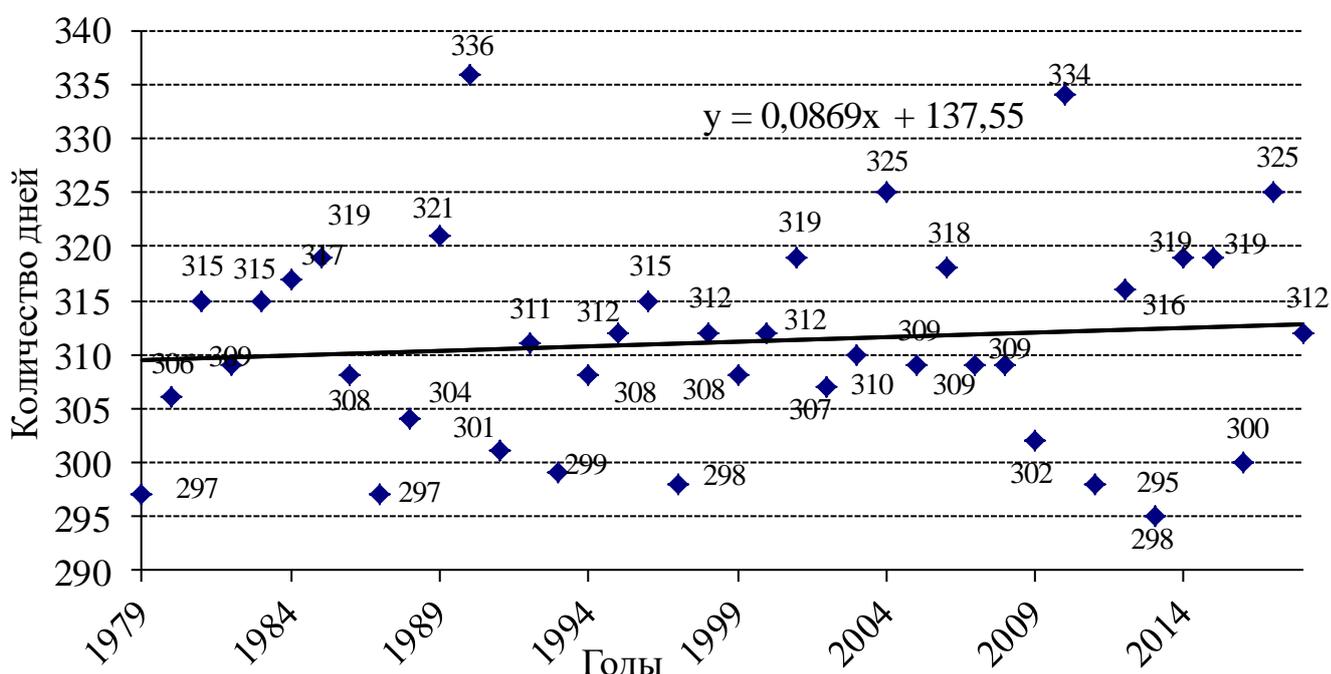


Рисунок 3.1.2 – Количество дней с 1 января до времени прекращения осенней вегетации озимой пшеницы (1979-2018 гг.)

Уравнение регрессии показывает, что осенний период вегетации озимой пшеницы увеличивается на 0,09 дня ежегодно, чему способствует увеличение среднесуточной температуры.

Для анализа продолжительности осенней вегетации было определено количество дней с первого января по дату прекращения осенней вегетации. В результате было установлено, что дата прекращения осенней вегетации колеблется от 26 октября (298 дней) до 3 декабря (336 дней). Нужно отметить, что

24 года (из 40 лет) дата прекращения осенней вегетации приходилась в период с 25 октября по 9 ноября.

В годы, когда озимая пшеница прекращала осеннюю вегетацию значительно раньше (1979, 1987, 1993, 1997, 2011, 2013) и позже (1989, 1990, 2004, 2010, 2017) среднемноголетней даты, урожайность твердой озимой пшеницы значительно различалась. Раннее наступление холодного периода, когда температуры снижаются ниже $+5^{\circ}\text{C}$, это сопровождалось слабым развитием растений озимых культур с осени и «уходом в зиму» недостаточно развитыми для хорошей перезимовки. При раннем прекращении вегетации твердая озимая пшеница формирует меньшую урожайность зерна как по предшественнику горох (4,40 т/га), так и по предшественнику черный пар (4,87 т/га), чем при позднем прекращении осенней вегетации. Урожайность при позднем сроке прекращения вегетации была выше на 0,56 т/га по предшественнику горох и на 0,95 т/га по предшественнику черный пар 4,96 и 5,82 т/га соответственно (таблица 3.1.2).

Таблица 3.1.2 – Урожайность твёрдой озимой пшеницы в зависимости от даты прекращения осенней вегетации, т/га (1979-2019 гг.)

Время прекращения осенней вегетации	Предшественник горох на зерно	Предшественник черный пар	НСР _{0,05}
Раннее (1979, 1987, 1993, 1997, 2011, 2013 гг.)	4,40	4,87	0,31
Позднее (1989, 1990, 2004, 2010, 2017 гг.)	4,96	5,82	0,33
НСР _{0,05}	0,35	0,40	-

Полученные данные указывают на то, что по предшественнику черный пар формируется наибольшая прибавка урожайности при позднем прекращении осенней вегетации, чем при раннем. Предшественник черный пар лучше отзывается на продолжительность осенней вегетации, чем предшественник горох.

Позднее прекращение осенней вегетации способствует продолжительной вегетации твердой озимой пшеницы и хорошему развитию с осени. Уже в начальные периоды развития твердой озимой пшеницы при данных условиях

благодаря кущению формируются дополнительные стебли, способствующие увеличению урожайности независимо от складывающихся погодных условий весны.

Важную роль в развитии растений озимых культур играет время возобновления весенней вегетации. Данные по влиянию времени возобновления весенней вегетации на урожайность озимых культур несколько разнятся. Некоторые авторы считают, что раннее возобновление вегетации способствует формированию большей урожайности озимых культур по сравнению с поздним возобновлением весенней вегетации [358, 359, 360, 625]. Другие, напротив, указывают, что ранняя весна уменьшает урожайность [121]. И есть данные об отсутствии четкой зависимости урожайности озимых культур от времени возобновления весенней вегетации [18].

В результате отсутствия единого мнения по данному вопросу нами был проведен анализ влияния времени возобновления весенней вегетации растений на урожайность твердой озимой пшеницы.

Для определения времени возобновления весенней вегетации, построения линии тренда и уравнения регрессии нами было подсчитано количество дней с 1 января до даты перехода среднесуточных температур через $+5^{\circ}\text{C}$ с 1980 по 2019 гг. (рисунок 3.1.3).

Раннее возобновление весенней вегетации твердой озимой пшеницы за анализируемый период был установлен в 1989, 1990, 2002, 2016 и 2017 гг., что соответствовало 57 (26 февраля), 56 (25 февраля), 53 (22 февраля), 54 (23 февраля) и 60 (1 марта) дням от 1 января соответственно. Наибольшее количество лет (24 из 39 анализируемых) находилось в промежутке от 80 до 92 дней от начала года, что соответствовало датам от 21 марта до 1 апреля. В среднем за 40 лет время возобновления весенней вегетации в южной зоне Ростовской области приходится на 22 марта.

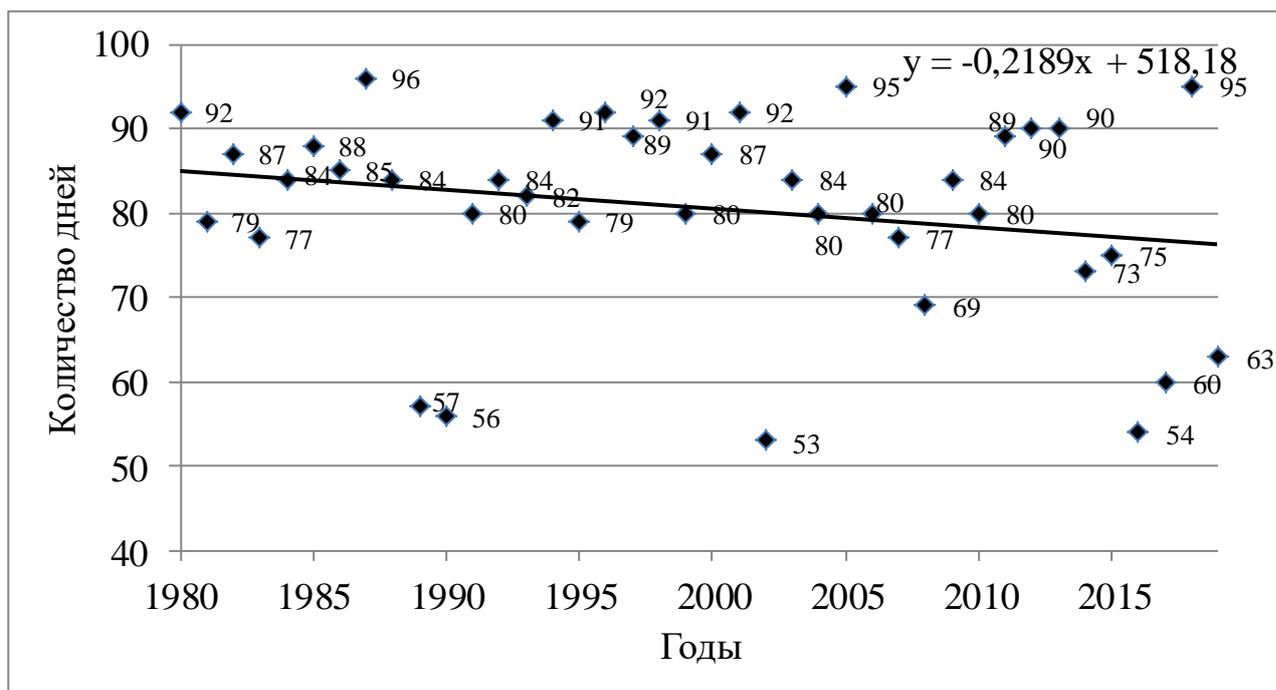


Рисунок 3.1.3 – Количество дней с 1 января до даты времени возобновления весенней вегетации озимой пшеницы (1980-2019 гг.)

Согласно полученной линии тренда и уравнения регрессии установлена тенденция раннего наступления возобновления весенней вегетации, что указывает на сокращение периода зимнего покоя и увеличение периода весенней вегетации. Ежегодное сокращение зимнего периода составляет 0,2 дня. Этому способствует повышение среднесуточных температур марта, о чем указано выше.

Для определения влияния начала возобновления весенней вегетации на урожайность твердой озимой пшеницы были выбраны годы-аналоги раннего (1989, 1990, 2002, 2008, 2016, 2017 гг.) и позднего срока наступления времени возобновления весенней вегетации (1980, 1987, 1994, 1996, 2001, 2005, 2018 гг.) (ВВВВ) (таблица 3.1.3).

Раннее возобновление весенней вегетации твердой озимой пшеницы способствовало формированию большей урожайности зерна как по предшественнику черный пар (5,52 т/га), так и по предшественнику горох (5,24

т/га), по сравнению с поздним возобновлением весенней вегетации – 5,06 и 4,13 т/га соответственно.

Таблица 3.1.3 – Зависимость урожайности и количества дней вегетации твёрдой озимой пшеницы от времени возобновления весенней вегетации по различным предшественникам, т/га (1980-2019 гг.)

Время возобновления весенней вегетации	Предшественник горох на зерно		Предшественник черный пар		НСР _{0,05} (урожайность)
	урожайность, т/га	количество дней от ВВВВ до полной спелости	урожайность, т/га	количество дней от ВВВВ до полной спелости	
Раннее (1989, 1990, 2002, 2008, 2016, 2017 гг.)	5,24	123,9	5,52	125,5	0,32
Позднее (1980, 1987, 1994, 1996, 2001, 2005, 2018 гг.)	4,13	96,2	5,06	97,1	0,37
НСР _{0,05}	0,33	-	0,37	-	-

Наибольшей урожайности твердой озимой пшеницы при ранней весне способствует увеличение продолжительности периода весенне-летней вегетации по сравнению с поздним возобновлением на 27,7 дней по предшественнику горох и на 28,4 дня по предшественнику черный пар. Продолжительная весенняя вегетация способствует лучшему использованию запасов продуктивной влаги почвы, элементов питания, увеличению количества продуктивных стеблей, формированию большей листостебельной массы растений и как результат – получению большей продуктивности зерна твердой озимой пшеницы.

Учитывая проведенный дисперсионный анализ полученных данных при раннем возобновлении вегетации, было установлено отсутствие существенной разницы в урожайности твердой озимой пшеницы между предшественниками горох и черный пар, а при позднем возобновлении наблюдалась существенная

разница между ними. Увеличение урожайности зерна твердой озимой пшеницы при раннем наступлении времени возобновления весенней вегетации по сравнению с поздней вегетацией составило по предшественнику черный пар на 0,46 т/га, или 9,1%, а по предшественнику горох на зерно – на 1,11 т/га или на 21,2%.

При позднем возобновлении весенней вегетации наступает быстрое нарастание температур, и период кущения у растений твердой озимой пшеницы сокращается, что приводит к получению меньшего стеблестоя и снижению урожайности.

По предшественнику черный пар растения твердой озимой пшеницы начинают куститься в осенний период, а по непаровым предшественникам всходы получаем после выпадения осадков и в зиму растения «уходят» нераскустившимися. У таких растений продуктивный стеблестой формируется в весенний период.

Позднее возобновление весенней вегетации не способствует хорошему кущению в весенний период и наибольшую урожайность в сложившихся условиях формируют растения, которые раскустились осенью. Условия позднего возобновления весенней вегетации повышают роль предшественника, на что указывает существенная разница в урожайности твердой озимой пшеницы между предшественниками горох и черный пар в сложившихся условиях.

Раннее наступление времени возобновления весенней вегетации способствует хорошему развитию твердой озимой пшеницы весной независимо от условий, сложившихся осенью.

3.2 Динамика количества осадков

Влага в богарных условиях пополняется за счет выпадающих осадков. Анализ годовое количество осадков с 1930 по 2019 гг. в южной зоне Ростовской области составило 545,7 мм (таблица 3.2.1). В течение года максимальное количество осадков выпадает в июне 66,4 мм, а наименьшее в феврале – 34,9 мм.

Количество выпадающих осадки за период с 1930 по 2019 гг. в среднем за месяц находится в пределах от 34,9 до 66,4 мм.

Таблица 3.2.1 – Количество осадков в 1930-2019 гг., мм (по данным метеостанции «Зерноград»)

Месяц года												Итого за год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1-й период (1930-1963 гг.)*												
34,1	30,9	30,7	36,2	41,1	59,4	50,2	47,9	26,0	44,5	39,1	40,8	480,7
2-й период (1964-1993 гг.)												
46,3	37,5	30,7	46,1	55,7	72,6	65,5	47,0	40,1	36,6	48,8	59,8	586,6
3-й период (1994-2019 гг.)												
50,7	37,0	53,5	38,7	52,1	67,9	48,7	36,4	47,0	47,1	48,4	51,0	578,5
За 87 лет (1930-2019 гг.)*												
43,1	34,9	37,4	40,3	49,3	66,4	55,0	44,2	37,0	42,6	45,2	50,3	545,7

*не включены четыре года Великой отечественной войны

Для анализа динамики выпадения атмосферных осадков в учетный период, состоящий из 87 лет (с 1930 по 2019 гг.) был разделен на три части. Количество осадков в первый период (1930-1963 гг.) составило 480,7 мм, во втором (1964-1993 гг.) и третьем периодах (1994-2019 гг.) выпадающих осадков было больше, чем в первом периоде на 105,9 мм (575,4 мм) и 97,8 мм (581,8 мм) соответственно.

Наибольшее количество выпадающих осадков за год установлено в период 1964-1993 гг. – 586,6 мм. Тенденция увеличения годового количества осадков в данный период по сравнению с 1930-1963 гг. обусловлена выпадением большего их количества во все месяцы за исключением марта и августа, когда их выпало на уровне первого анализируемого периода.

В третий период количество осадков уменьшилось и составило в августе и июле по сравнению с периодом 1930-1963 гг. на 1,5 и 11,5 мм, соответственно. В остальные месяцы наблюдалось увеличение количества осадков.

За учетный период как показало уравнение регрессии (рисунок 3.2.1), среднегодовое увеличение осадков составило 1,5 мм. С 1930 по 1964 гг. в течение двенадцати лет наблюдалось количество осадков от 300 до 400 мм. После 1964

года только в 2007 году было зафиксировано 362,4 мм, а в остальные годы осадков меньше 400 мм в южной зоне Ростовской области не выпадало. С 1965 по 2019 год годовое количество осадков меньше 500 мм было зафиксировано только за тринадцать лет метеонаблюдений.

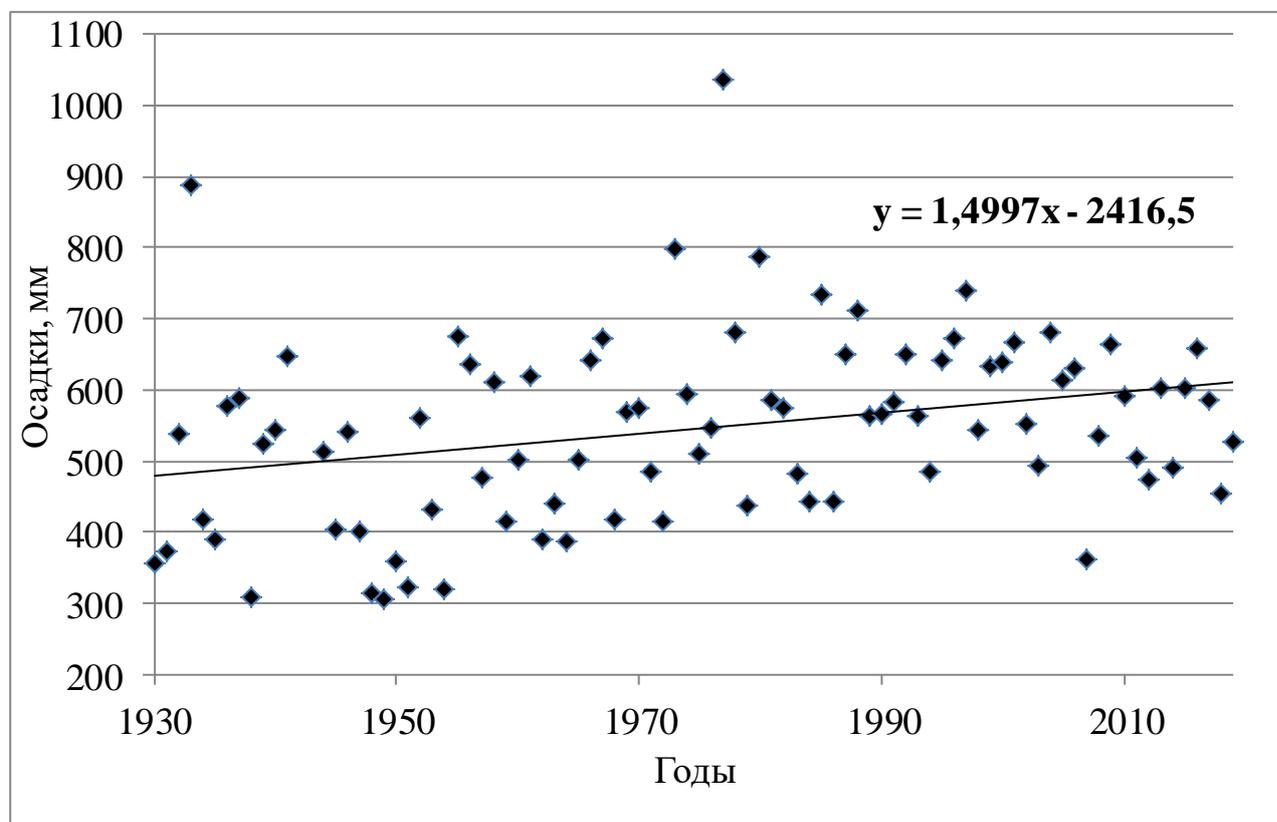


Рисунок 3.2.1 – Динамика выпадения годового количества осадков в период с 1930 по 2019 гг., мм (по данным метеостанции «Зерноград») (не включены четыре года Великой отечественной войны)

Анализ осенне-зимнего и весенне-летнего периодов, показал, что в весенне-летний период выпадает осадков на 16,1-50,1 мм больше, чем осенне-зимний период. В весенне-летний период значительное увеличение количества осадков произошло во второй период с 265,4 до 317,6 мм, а в последние годы они уменьшились на 20,3 мм. Во все анализируемые годы количество осадков в осенне-зимний период увеличилось с 215,3 до 281,2 мм (рисунок 3.2.2). В осенне-зимний период складываются благоприятные условия вегетации для растений твердой озимой пшеницы, где происходит увеличение осадков, а в весенне-

летний период их количество уменьшается, что способствует их дефициту к моменту посева.

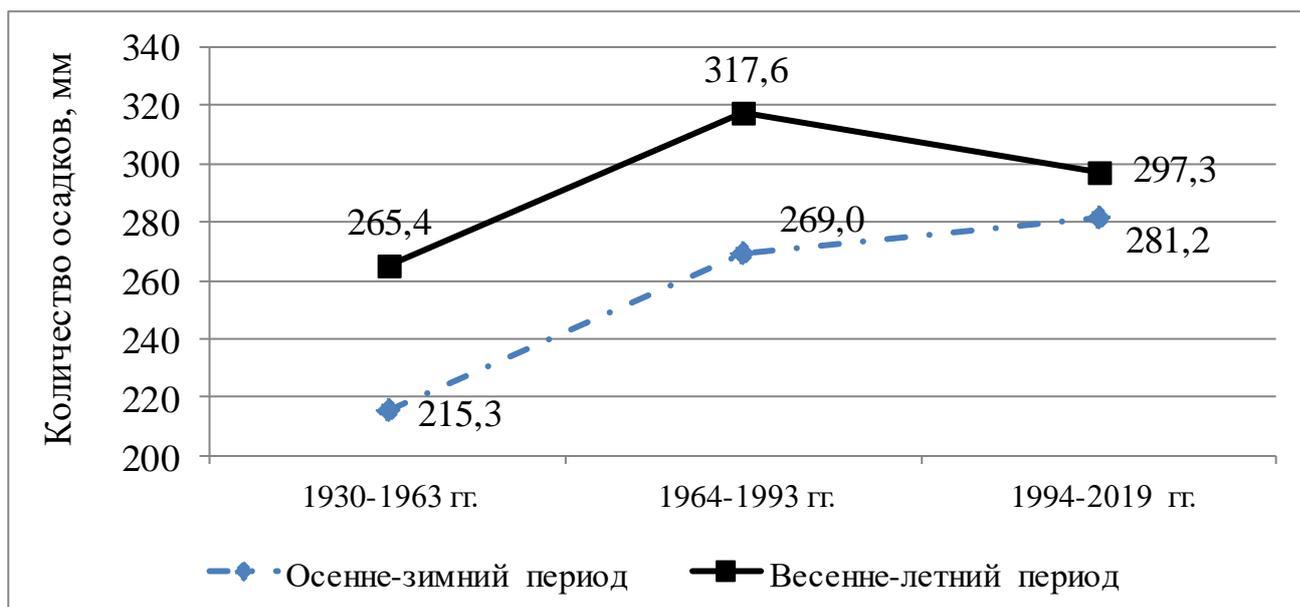


Рисунок 3.2.2 – Динамика количества осадков в осенне-зимний и весенне-летний периоды (1930-2019 гг.), мм (по данным метеостанции «Зерноград»)

Проанализировав данные осадков по сезонам, установили, что в среднем за 87 лет наибольшее количество осадков выпадает летом – 165,2 мм (таблица 3.2.2). В остальные периоды года их выпадает от 125,9 до 129,3 мм.

Таблица 3.2.2 – Осадки по сезонам с.-х. года за 87 лет (1930-2018 гг.), мм (по данным метеостанции «Зерноград»)

Осень (сентябрь, октябрь, ноябрь)	Зима (декабрь, январь, февраль)	Весна (март, апрель, май)	Лето (июнь, июль, август)
1-й период (1930-1963 гг.)*			
109,6	105,7	107,9	157,5
2-й период (1964-1993 гг.)			
125,5	143,6	132,5	185,1
3-й период (1994-2019 гг.)			
142,5	138,7	144,3	153,0
За 86 лет (1930-2019 гг.)*			
125,9	129,3	128,2	165,2

* не включены четыре года Великой отечественной войны

Сравнивая третий анализируемый период с первым установлено, что осенью, зимой и весной количество осадков увеличилось на 32,9-36,4 мм. В

летние месяцы разница между выпадением осадков первого и третьего периода составляет 4,5 мм. Однако с 1964 по 1993 гг. в летний период выпадало 185,1 мм, что больше первого периода на 27,6 мм и третьего периода – на 32,1 мм.

В зоне недостаточного увлажнения основное изменение выпадающих осадков в сторону увеличения произошло за счет осени, зимы и весны, т.е. это время наибольшей потребности растений во влаге. Для озимых культур по влагообеспеченности растений в последнее время складываются условия, благоприятные для их роста и развития.

Снижение выпадающих атмосферных осадков в летний период способствует пересмотру сроков посева и предшественников. Наибольшие площади озимой пшеницы в Ростовской области расположены по предшественнику черный пар. В результате снижения количества осадков летом уменьшается количество продуктивной влаги, а также в результате того, что снижение количества осадков произошло за счет июля и августа, т.е. месяцы, накануне которых будет производиться сев озимых культур. Уменьшение осадков в данные месяцы способствует большему иссушению посевного слоя почвы, что к моменту посева не гарантирует получение своевременных всходов.

Рекомендации по возделыванию озимых культур 70-80-х годов, когда выпадало в южной зоне Ростовской области за лето 177,3 мм, давали основание исследователям делать вывод, что урожайность озимых зависит от накопленной влаги к моменту посева. В настоящее время уровень урожайности определяют условия увлажнения, складывающиеся в период вегетации. При достаточном уровне минерального питания, когда всходы по паровым предшественникам получают одновременно с непаровыми, разница между урожайностью по данным предшественникам незначительная, а в некоторые годы непаровые предшественники формируют уровень урожайности больше, чем паровые предшественники.

В результате проведенного анализа установлено, что в южной зоне Ростовской области существенно изменились погодные условия, которые влияют на рост и развитие твердой озимой пшеницы. Для раскрытия потенциала

продуктивности и качества зерна твердой озимой пшеницы требуется изучение элементов технологии в связи с изменившимися условиями выращивания.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

4.1 Влагообеспеченность твердой озимой пшеницы при возделывании по различным предшественникам

Урожайность озимой пшеницы зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются температурный режим, питательные вещества и условия увлажнения. Для растений эти факторы равнозначны и незаменимы. Влагообеспеченность растений имеет первостепенное значение для формирования стабильного и высокого урожая озимой пшеницы в засушливых условиях южной зоны Ростовской области [405, 626, 627].

Для твердой озимой пшеницы количество влаги в почве при посеве более важно, чем для мягкой озимой пшеницы, так как у нее зерно характеризуется большей стекловидностью и для набухания семян требуется на 15-20% большее количество влаги. Правильный подбор элементов технологии выращивания твердой озимой пшеницы обеспечивает благоприятные условия увлажнения для развития растений. Одним из определяющих элементов возделывания является предшественник, который способствует накоплению влаги в почве и продуктивному ее использованию [487]. Количество продуктивной влаги в почве определяет уровень урожайности культуры, особенно в зоне недостаточного увлажнения [249]. Задачи по накоплению, сохранению и эффективному использованию продуктивной влаги в почве были и остаются актуальными при разработке элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур и, особенно, твердой озимой пшеницы. В связи с этим нами была изучена влагообеспеченность твердой озимой пшеницы при возделывании ее по различным предшественникам.

Важнейшим показателем влагообеспеченности растений является количество продуктивной влаги в почве в период вегетации растений, что

неразрывно связано со складывающимися метеоусловиями года. Погодные условия в годы проведения исследований складывались различно, что позволило достаточно объективно оценить влияние элементов технологии на влагообеспеченность и продуктивность твердой озимой пшеницы. Изучение водного режима почвы в опыте с твердой озимой пшеницей проводили с 2010 по 2019 гг. В период с 2010 по 2013 годы изучали предшественники – озимая пшеница, кукуруза, горох и черный пар, а с 2013 по 2019 годы – подсолнечник, горох, сидеральный и черный пары. Эти годы были условно разделены на три периода: первый – 2010-2013 гг., второй – 2013-2016 гг., третий – 2017-2019 гг. Продуктивную влагу определяли в слоях почвы 0-30 см и 0-100 см перед посевом, в фазы всходов, начала весенней вегетации и полной спелости зерна.

Накопление влаги в почве зависело от погодных условий года и выбора предшественника. Наибольшее количество продуктивной влаги в почве к моменту посева твердой озимой пшеницы было установлено в третий период как в слое 0-30 см (от 9,9 до 26,8 мм), так и в слое 0-100 см (от 11,9 до 86,2 мм) в зависимости от предшественника (таблица 4.1.1).

Предшественник черный пар является гарантом накопления продуктивной влаги к моменту посева озимой пшеницы независимо от складывающихся погодных условий [78, 119, 122, 213, 214, 235, 559]. Аналогичные данные получены и в результате проведенных нами исследований. По предшественнику черный пар содержание продуктивной влаги в почве за годы исследований в слое 0-100 см находилось в пределах от 78,3 до 86,2 мм, а в слое 0-30 см – от 22,0 до 26,8 мм. Во второй и третий периоды по предшественнику черный пар на каждые 10 см почвенного тридцатисантиметрового слоя почвы приходилось 8,5 мм и 8,9 мм продуктивной влаги, что указывает на хорошую обеспеченность влагой.

По данным И.В. Свисюка [507], А.А. Гриценко [160], содержание в верхнем горизонте почвы продуктивной влаги 8-10 мм гарантирует своевременное получение всходов.

Таблица 4.1.1 – Динамика продуктивной влаги почвы в посевах твердой озимой пшеницы по различным предшественникам, мм (2010-2019 гг.)

Период	Предшественник	Годы	Время определения продуктивной влаги				
			перед посевом	всходы	начало весенней вегетации	Колошение	полная спелость
Слой почвы 0-30 см							
1	Озимая пшеница	2010	5,2	14,4	46,1	12,1	6,4
	Кукуруза	-	1,8	12,4	45,9	9,6	5,5
	Горох	2013	10,3	20,6	47,3	12,9	9,1
	Черный пар		22,0	32,9	47,8	16,2	11,2
НСР _{0,05}			7,5	9,0	5,2	3,6	3,5
2	Подсолнечник	2013	3,7	30,2	44,4	22,1	17,1
	Горох	-	11,0	39,7	45,8	26,8	20,6
	Сидеральный пар	2016	16,3	40,2	46,4	27,3	23,6
	Черный пар		25,4	46,8	51,8	31,2	23,7
НСР _{0,05}			5,8	6,5	6,9	2,0	6,6
3	Подсолнечник	2016	6,3	17,6	46,6	12,2	4,3
	Горох	-	12,7	24,3	48,7	14,1	4,3
	Сидеральный пар	2019	18,1	28,4	50,1	15,0	4,6
	Черный пар		26,8	35,0	53,2	18,3	6,5
НСР _{0,05}			5,6	6,6	4,1	2,1	1,9
Слой почвы 0-100 см							
1	Озимая пшеница	2010	21,5	29,7	140,5	27,6	10,0
	Кукуруза	-	9,9	18,8	133,3	20,3	8,7
	Горох	2013	32,0	41,1	142,2	28,8	12,3
	Черный пар		84,2	93,4	144,2	34,6	14,6
НСР _{0,05}			18,1	18,8	10,9	5,4	4,0
2	Подсолнечник	2013	4,8	54,8	120,2	50,5	34,1
	Горох	-	31,4	89,6	127,2	67,1	41,8
	Сидеральный пар	2016	45,6	94,8	131,5	69,7	45,1
	Черный пар		78,3	121,8	140,1	75,0	47,5
НСР _{0,05}			17,5	19,3	11,7	8,3	6,1
3	Подсолнечник	2016	11,9	22,4	137,0	36,0	6,1
	Горох	-	35,7	45,1	141,4	42,6	7,2
	Сидеральный пар	2019	62,0	74,0	145,1	44,9	9,2
	Черный пар		86,2	99,0	150,4	52,5	9,4
НСР _{0,05}			16,7	19,6	13,8	5,4	3,2

Другие изучаемые предшественники во все годы исследований перед посевом твердой озимой пшеницы накапливали меньше продуктивной влаги, чем

черный пар. По предшественнику сидеральный пар накапливалось меньшее количество продуктивной влаги в метровом слое почвы к моменту посева твердой озимой пшеницы, чем по предшественнику черный пар на 32,7 мм во второй период и 24,2 мм в третий период, а слое почвы 0-30 см уменьшение составило 9,1 и 8,7 мм соответственно. Таким образом, сидеральный пар в зоне недостаточного увлажнения Ростовской области не является гарантом накопления влаги для получения своевременных всходов.

К моменту посева твердой озимой пшеницы между предшественниками горох и сидеральный пар существенной разницы в количестве продуктивной влаги в тридцатисантиметровом слое почвы не установлено.

По предшественнику горох накапливалось продуктивной влаги в слое почвы 0-30 см в первый период на 11,7 мм, во второй период – на 14,4 мм, в третий период – на 14,1 мм меньше, чем по предшественнику черный пар, а в слое почвы 0-100 см – на 52,2 мм, 46,9 мм, 50,5 мм соответственно. При оценке предшественника горох с предшественником сидеральный пар получены неоднозначные данные дисперсионного анализа по количеству продуктивной влаги в слое 0-100 см. Количество продуктивной влаги по этим предшественникам перед посевом было на одном уровне во второй период, и отмечена существенная разница в третий период. Это объясняется складывающимися погодными условиями в период вегетации предшествующих культур.

Изучение предшественников озимая пшеница и кукуруза в первый анализируемый период (2010-2013 гг.) позволило установить отсутствие между ними существенной разницы в количестве продуктивной влаги в почве как в слое 0-30 см, так и в слое 0-100 см.

Предшественник подсолнечник способствовал снижению продуктивной влаги в почве, где ее количество было минимальным (в слое 0-30 см – 3,7 и 11,9 мм; в слое 0-100 см – 4,8 и 11,9 мм) по сравнению с другими изучаемыми предшественниками. Минимальное количество продуктивной влаги в почве по предшественнику подсолнечник объясняется тем, что данная культура потребляет

наибольшее количество влаги на единицу продукции [63, 64, 156, 647]. В результате исследований нами установлено, что чем раньше убирается предшественник, тем больше продуктивной влаги он накапливает. В связи с этим выявлено, что только по предшественнику черный пар к моменту посева твердой озимой пшеницы складывались благоприятные условия по влагообеспеченности.

По предшественнику черный пар в большинстве лет всходы появлялись своевременно, а после непаровых предшественников и сидерального пара фаза всходов отмечалась после выпадения осадков. В фазу всходов содержание продуктивной влаги в почве по предшественнику черный пар превышало другие изучаемые предшественники как в слое 0-30 см, так и в слое 0-100 см.

Наибольшие запасы продуктивной влаги в почве в посевах твердой озимой пшеницы в фазу всходов были во второй анализируемый период. В слое 0-30 см по предшественнику черный пар содержание продуктивной влаги составило 46,8 мм, что на 13,9 и 11,8 мм больше, чем в первый и в третий периоды, а в слое 0-100 см – на 28,4 и 22,8 мм соответственно. Во второй период по предшественнику горох в фазу всходов содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-30 см равнялось 39,7 мм, что превысило первый период на 19,1 мм и в третий период на 17,4 мм. В данную фазу в слое почвы 0-100 см содержание продуктивной влаги по различным предшественникам в первом периоде колебалось от 18,8 до 93,4 мм, во втором периоде – от 54,8 до 121,8 мм, а в третьем – от 22,4 до 99,0 мм.

В первый период только по предшественнику черный пар содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-30 соответствовало оптимальным значениям (32,9 мм), т.к. в каждом десятисантиметровом слое почвы содержалось не менее 8-10 мм продуктивной влаги, что по данным многих исследователей [160, 248, 318, 507, 508, 599], является хорошим запасом для развития озимых культур.

Во второй период содержание продуктивной влаги в фазу всходов в слое почвы 0-30 см было оптимальным для хорошего развития растений твердой озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам. Следует отметить, что даже по такому жесткому предшественнику, как подсолнечник, ко времени

появления всходов продуктивной влаги содержалось в слое почвы 0-30 см – 30,2 мм, а в слое 0-100 см – 54,8 мм.

В третьем анализируемом периоде оптимальное содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-30 см было установлено по всем исследуемым предшественникам (24,6-37,1 мм) за исключением предшественника подсолнечник (17,6 мм). Если в пахотном слое содержится не менее 25 мм продуктивной влаги, то для озимой пшеницы складываются благоприятные условия развития до ухода в зиму [599].

Наибольшее количество продуктивной влаги в почве в фазу всходов твердой озимой пшеницы среди всех изучаемых предшественников за все годы исследований содержалось по предшественнику черный пар как в слое 0-30 см (от 32,9 до 46,8 мм), так и в слое 0-100 см (от 93,4 до 121,8 мм).

В начальные этапы развития растений твердой озимой пшеницы только предшественник черный пар способствует лучшей влагообеспеченности растений в осенний период вегетации растений. Благодаря большим запасам продуктивной влаги предшественник черный пар в большинстве лет выступает гарантом получения дружных всходов твердой озимой пшеницы, хорошего развития растений с осени и соответственно создаются более благоприятные условия для их перезимовки. Только правильный уход за парами в условиях Ростовской области с использованием химической прополки, боронования для борьбы с сорняками, уменьшения количества проходов и глубины культивации и т.д. создают условия для накопления влаги к посеву озимых культур.

В условиях Ростовской области, которая относится к зоне неустойчивого, недостаточного и незначительного увлажнения [213, 214], самым распространённым предшественником для озимой пшеницы является черный пар, который занимает наибольшие площади пашни – 1,04 млн га (по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области под урожай 2016 года). Однако в последнее время из-за снижения количества осадков в весенне-летний период [437], накопление влаги перед посевом по предшественнику черный пар не обеспечивает получение дружных всходов.

Например, осенью 2012 г., 2014 г. и 2015 г. дружные всходы по предшественнику черный пар были получены только после выпадения атмосферных осадков, одновременно с непаровыми предшественниками.

Осадки, выпадающие в осенне-зимний и ранневесенний периоды, обеспечивают основное накопление влаги в почве. К моменту возобновления весенней вегетации твердой озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см было максимальным за весь период вегетации во все изучаемые периоды: в первом – от 133,3 до 144,2 мм, во втором – от 120,2 до 140,1 мм и в третьем – от 137,0 до 150,4 мм.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, согласно критериям оценки, во все годы исследований соответствовали удовлетворительным запасам (120-140 мм) и хорошим запасам (140-160 мм) (приложение 1) [196, 387, 388]. В годы исследований первого периода только по предшественнику кукуруза на зерно содержание продуктивной влаги в этом слое почвы соответствовало «удовлетворительным» запасам влаги – 133,3 мм. По другим изучаемым предшественникам озимая пшеница (140,5 мм), горох (142,2 мм) и черный пар (144,2 мм) количество продуктивной влаги соответствовало «хорошим» запасам. К началу весенней вегетации твердой озимой пшеницы разницы между предшественниками в накоплении продуктивной влаги в слоях почвы 0-100 см и 0-30 см не установлено.

Во второй период по предшественникам подсолнечник, горох и сидеральный пар количество продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см к времени возобновления весенней вегетации находилось на одном уровне – от 120,2 до 131,5 мм ($НСР_{0,05}=11,7$) и соответствовало «удовлетворительным» запасам влаги. В слое почвы 0-30 см запас продуктивной влаги находился в пределах 44,4 мм по предшественнику подсолнечник, 45,8 мм по гороху и 46,4 мм по сидеральному пару, при этом разницы между запасами не установлено ($НСР_{0,05}=6,9$). Наибольшее количество влаги во второй период в слое 0-30 см зафиксировано по предшественнику черный пар (51,8 мм).

По предшественнику черный пар накопление продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см (140,1 мм) соответствовало «хорошему» запасу и было существенно больше, чем по непаровым предшественникам – 120,2 мм по подсолнечнику и 127,2 мм по гороху, но на уровне сидерального пара – 131,5 мм.

В третий период содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы соответствовало «хорошему» запасу по паровым предшественникам (сидеральный пар – 145,1 мм; черный пар – 150,4 мм) и горох (141,4 мм). По предшественнику подсолнечник содержание продуктивной влаги было наименьшее по сравнению с другими предшественниками (на 3,0% меньше по сравнению с предшественником горох, на 5,6% в сравнении с сидеральным паром и на 8,9% в сравнении с черным паром) и соответствовало «удовлетворительным» запасам влаги – 137 мм. Достоверное уменьшение накопления продуктивной влаги в данном периоде установлено по предшественнику подсолнечник по сравнению с черным паром ($НСР_{0,05} = 13,8$).

К началу возобновления весенней вегетации твердой озимой пшеницы слой почвы 0-30 см имел достаточно высокое содержание продуктивной влаги (от 44,4 до 53,2 мм) во все три периода исследований. Основная масса корней озимой пшеницы находится в слое 0-30 см [367], поэтому ко времени возобновления весенней вегетации растения по всем изучаемым предшественникам были достаточно обеспечены продуктивной влагой.

Наибольшее количество продуктивной влаги содержалось по предшественнику черный пар по всем изучаемым периодам: первый – 47,8, второй – 51,8, третий – 53,2 мм. Достоверная разница в накоплении продуктивной влаги в слое 0-30 см установлена между черным паром и подсолнечником во второй период, а также между черным паром и другими изучаемыми предшественниками в третий период.

Весной, с повышением среднесуточных температур, твердая озимая пшеница начинает активно вегетировать, наращивать вегетативную массу, используя продуктивную влагу и элементы питания. Воздействие высоких температур весеннего периода, интенсивный рост и развитие растений

способствуют уменьшению продуктивной влаги в почве с начала возобновления весенней вегетации и до фазы колошения.

С начала возобновления весенней вегетации и до фазы колошения в метровом слое почвы продуктивная влага уменьшилась в первом периоде на 84,8% мм по предшественнику кукуруза, на 80,4% по предшественнику озимая пшеница, на 79,7% по предшественнику горох и на 76,0% по предшественнику черный пар.

Во второй период данное уменьшение в зависимости от предшественника составило 58,0% по подсолнечнику, 47,2% по гороху, 47,0% по предшественнику сидеральный пар и 46,5% по черному пару, а в третьем периоде – 73,7, 69,9, 69,1 и 65,1% соответственно.

В слое 0-30 см наблюдались те же тенденции снижения продуктивной влаги, что и в метровом слое почвы в зависимости от изучаемых предшественников. В первом периоде количество влаги уменьшилось на 79,1% по предшественнику кукуруза, на 73,8% по предшественнику озимая пшеница, на 72,7% по предшественнику горох и на 41,5% по предшественнику черный пар. Во второй период данное уменьшение в зависимости от предшественника составило 51,2% по подсолнечнику, 41,5% по гороху, 41,2% по сидеральному пару и 39,8% по черному пару, а в третьем периоде – 73,6, 71,0, 70,5 и 65,6 % соответственно.

Из полученных данных установлено, что наименьший процент уменьшения продуктивной влаги установлен по предшественнику черный пар, т.е. на данном этапе вегетационного развития этот предшественник способствует большему обеспечению почвенной влаги растений твердой озимой пшеницы.

Наибольшее потребление растениями продуктивной влаги в почве было установлено в первый и третий анализируемые периоды в слое 0-30 см и в слое 0-100 см, а наименьшее потребление – во второй период.

Меньшее потребление растениями продуктивной влаги во второй период связано с тем, что в фазе колошения в почве содержалось максимальное количество продуктивной влаги по сравнению с другими периодами, что объясняется сложившимися погодными условиями. В этот период выпало

атмосферных осадков в апреле и мае 137,7 мм, а в первый и третий период – 75,3 и 69,2 мм соответственно. Весенние условия первого и третьего периодов можно охарактеризовать как более засушливые по сравнению с влажными условиями второго периода, т.к. среднемноголетнее количество осадков за эти месяцы составило 94,0 мм [160].

Выпавшие осадки второго периода поддерживали уровень продуктивной влаги почвы, а более засушливые условия первого и третьего периодов способствовали большому снижению запасов влаги по всем предшественникам.

За весь период вегетации озимой пшеницы в фазу полной спелости отмечается наименьшее количество продуктивной влаги в метровом слое почвы как в первом периоде (от 8,7 по предшественнику кукуруза до 14,6 мм по предшественнику черный пар), так и во втором (от 34,1 мм по предшественнику подсолнечник до 47,5 мм по предшественнику черный пар) и в третьем периодах (от 6,1 мм по предшественнику подсолнечник до 9,4 мм по предшественнику черный пар).

Исследования по изучению динамики водного режима почвы при возделывании твердой озимой пшеницы по различным предшественникам показали в отдельные годы преимущество черного пара над другими изучаемыми предшественниками в накоплении продуктивной влаги в почве к моменту посева. Благодаря большим запасам продуктивной влаги в почве по этому предшественнику обеспечивается лучший водный режим растений твердой озимой пшеницы осенью и за период ее вегетации.

Рациональное использование запасов влаги почвы было и остается актуальным направлением в решении вопросов эффективности земледелия. Показатели влагообеспеченности позволяют установить, насколько почва обеспечена влагой для произрастания той или иной культуры. В целом по Российской Федерации только 40% пахотных земель обеспечено влагой, 20% находится в условиях неустойчивого увлажнения и 40% – в засушливой зоне [8].

Основным источником влагообеспеченности сельскохозяйственных культур являются осадки, особенно в зоне недостаточного увлажнения. Для нормального

роста и развития растений требуется значительное количество влаги. Для того чтобы правильно оценить условия увлажнения в период вегетации, необходимо знать общую потребность культуры в воде за весь вегетационный период [16].

Изучение вопросов накопления, сохранения и эффективного использования продуктивной влаги из почвы в условиях изменяющегося климата было и остается актуальным при разработке элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур в зоне недостаточного увлажнения [22].

Для анализа влагообеспеченности твердой озимой пшеницы, возделываемой по различным предшественникам, использовали расчет потребности растений в воде по методике А.М. Алпатьева [27], коэффициент влагообеспеченности вычисляли по методике М.К. Каюмова [247].

За вегетацию твердой озимой пшеницы (сентябрь-июнь) в первый период при возделывании выпадало на 108,4 мм осадков меньше, чем за второй анализируемый период, а в третий период количество осадков было на уровне первого периода 435,8 мм (таблица 4.1.2).

Таблица 4.1.2 – Влагообеспеченность растений озимой пшеницы по различным предшественникам (2010-2019 гг.)

Период	ГТК	Осад-ки, мм	Потреб-ность расте-ний в воде, мм	Кoeffи-циент обеспе-ченности осадка-ми (К _о)	Кoeffициент влагообеспеченности, ед. по предшественникам (К)					
					кукуруза н/з	озимая пшеница	горох	черный пар	сидеральный пар	подсолнечник
I (2010-2013 гг.)	0,76	440,4	661,0	0,67	0,68	0,70	0,73	0,81	-	-
II (2013-2016 гг.)	1,20	547,8	593,8	0,92	-	-	0,98	1,05	1,00	0,93
III (2016-2019 гг.)	0,69	435,8	688,6	0,63	-	-	0,69	0,76	0,72	0,65

В связи с этим потребность в воде растений озимой пшеницы за период вегетации в первый (661,0 мм) и третий периоды (688,6 мм) была больше, чем во второй период (593,8 мм). Зная фактически количество выпавших осадков и потребность в воде твердой озимой пшеницы, была рассчитана обеспеченность растений выпадающими осадками в анализируемые периоды, которая удовлетворяла потребностям растений твердой озимой пшеницы в первом периоде на 67, во втором на 92, а в третьем на 63%.

Для характеристики влагообеспеченности используется гидротермический коэффициент (ГТК). Гидротермический коэффициент увлажнения Г.Т. Селянинова показывает уровень влагообеспеченности территории. Это интегральный показатель увлажнённости, отражающий соотношение температуры и осадков. ГТК установлен советским климатологом Г.Т. Селяниновым и определяется отношением суммы осадков за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10°C к сумме температур за это же время, уменьшенной в 10 раз [125,126].

Согласно классификации Е.К. Зоидзе, Т.В. Хомяковой [212] (приложение 2) в первый период влагообеспеченность характеризуется как недостаточная (ГТК=0,76), во второй период – достаточная (оптимальная), а в третий – низкая (слабая засуха).

При расчете влагообеспеченности растений по различным предшественникам, которая учитывает содержание продуктивной влаги в почве, установлено, что наименьшая обеспеченность влагой растений была по предшественнику кукуруза на зерно – 68% в первом периоде, по предшественнику подсолнечник – 93 и 65% во второй и третий периоды соответственно. Наибольшая влагообеспеченность во всех периодах была получена по предшественнику черный пар (в первом периоде – 81%; во втором периоде – 105%; в третьем периоде – 76%).

Установлено, что как в благоприятные годы, так и в неблагоприятные по увлажнению годы разница между влагообеспеченностью черного пара и непаровых предшественников была больше на 8-13% в первый период, на 7-12%

во второй период и на 7-11% в третий период. Независимо от складывающихся погодных условий по предшественнику черный пар обеспеченность водой растений твердой озимой пшеницы на 7-13% больше, чем по непаровым предшественникам.

Предшественник черный пар не только способствует большей влагообеспеченности растений независимо от погодных условий, но и большему расходу влаги за вегетацию, по сравнению с непаровыми предшественниками (таблица 4.1.3).

Таблица 4.1.3 – Расход влаги сортов твердой и мягкой озимых пшеницы в зависимости от предшественников, мм (2010-2019 гг.)

Предшественник	Расход влаги за вегетацию, мм	Расход влаги на 1 т зерна, мм									
		сорта								в среднем у твердой озимой пшеницы	разница между мягкой и твердой пшеницей
		Аскет	Аксинит	Кремона	Курант	Агат донской	Амазонка	Лазурит	Кристалла		
Первый период (2010-2013 гг.)											
Озимая пшеница	345	98,6	111,7	115,0	105,2	-	-	-	-	110,6	19,8
Кукуруза на зерно	335	79,8	102,1	96,3	90,1	-	-	-	-	96,2	16,4
Горох	353	70,0	86,9	83,6	80,4	-	-	-	-	83,7	13,6
Черный пар	403	69,5	81,6	78,6	73,4	-	-	-	-	77,8	8,4
Второй период (2013-2016 гг.)											
Подсолнечник	380	63,1	-	-	67,1	64,5	66,7	-	-	66,1	3,0
Горох	400	52,4	-	-	66,0	58,4	59,7	-	-	61,4	9,0
Сидеральный пар	411	52,8	-	-	67,3	58,9	61,0	-	-	62,4	9,6
Черный пар	442	55,5	-	-	70,8	63,2	64,2	-	-	66,1	10,5
Третий период (2016-2019 гг.)											
Подсолнечник	337	67,4	-	-	-	-	-	81,2	78,0	79,6	12,2
Горох	355	59,2	-	-	-	-	-	70,9	67,2	69,0	9,9
Сидеральный пар	380	59,4	-	-	-	-	-	69,9	66,2	68,0	8,7
Черный пар	404	57,7	-	-	-	-	-	67,3	65,1	66,2	8,5

Расход влаги за вегетацию в зависимости от периода по предшественнику черный пар составил 403, 442 и 412 мм, по предшественнику сидеральный пар – 411 и 395 мм, по предшественнику горох – 353 мм, 400 мм и 363 мм, по предшественнику озимая пшеница – 345 мм, по предшественнику подсолнечник – 380 и 332 мм и по предшественнику кукуруза на зерно – 335 мм.

Лучшая влагообеспеченность растений способствует получению своевременных всходов, что увеличивает период осенней вегетации от одной до нескольких недель, а также хорошему развитию растений, в результате чего по предшественнику черный пар наибольшая влагообеспеченность на фоне хорошо развитых растений способствует большему расходу влаги по сравнению с другими предшественниками.

Нужно отметить, что в первый и в третий периоды было практически одинаковое количество выпавших осадков – 440,4 и 437,7 мм, однако благодаря запасам продуктивной влаги расход воды в третий период (332-412 мм) несколько больше, чем в первый период (335-403 мм).

Расход влаги на 1 тонну произведенной продукции (зерна) является важным показателем в засушливых условиях Ростовской области, который позволяет рассчитать урожайность при определенном количестве осадков [625]. Для формирования одной тонны зерна в первый анализируемый период расход влаги по предшественнику черный пар в среднем по сортам твердой озимой пшеницы составил 77,8 мм, что меньше, чем по непаровым предшественникам: на 6,9 мм по гороху, на 18,4 мм по кукурузе и на 32,8 мм по озимой пшенице. Из изучаемых сортов первого периода наименьший расход влаги на формирование 1 тонны зерна был установлен у сорта Курант в зависимости от предшественника, который был меньше, чем у других сортов от 3,2 до 12,0 мм. Чем больше продуктивность сорта, тем экономнее расходуется влага на формирование единицы продукции урожая.

Во второй период при достаточной влагообеспеченности урожайность сортов твердой озимой пшеницы различалась незначительно. Расход влаги на формирование 1 тонны зерна был наибольшим (66,1 мм) по предшественнику

подсолнечник и черный пар. Сорт Курант формировал наименьшую урожайность, что повлияло на увеличение расхода влаги по данному сорту в сравнении с другими изучаемыми сортами в зависимости от предшественников: горох – на 6,3 (сорт Амазонка) и 7,6 мм (сорт Агат донской), подсолнечник – на 0,4 (сорт Амазонка) и 2,6 мм (сорт Агат донской), сидеральный пар – на 6,3 (сорт Амазонка) и 8,4 мм (сорт Агат донской), черный пар – на 6,6 (сорт Амазонка) и 8,4 мм (сорт Агат донской). Наименьший расход продуктивной влаги по всем предшественникам установлен у сорта Агат донской по сравнению с другими сортами (по гороху – на 1,3 и 7,6 мм, по сидеральному пару – 2,1 и 8,4 мм, по подсолнечнику – 2,2 и 2,6 мм, по черному пару – 1,0 и 7,6 мм).

В третий период наибольший расход влаги на 1 тонну зерна был отмечен по предшественнику подсолнечник (81,0 мм), а наименьший – по предшественнику черный пар (67,0 мм). Промежуточное положение занимали предшественники горох (70,5 мм) и сидеральный пар (69,8 мм).

В результате проведенных исследований было установлено, что в засушливые годы наименьший расход влаги на формирование 1 тонны зерна отмечен по предшественнику черный пар. По непаровым предшественникам, особенно по таким, как озимая пшеница, кукуруза на зерно и подсолнечник расход влаги на 1 тонну продукции при дефиците влаги значительно больше, чем по паровым предшественникам. Во влажные годы роль накопленной влаги к моменту посева снижается, и значение черного пара как предшественника в расходе воды на формирование 1 тонны нивелируется.

Данные, полученные в наших исследованиях, соответствуют ранее проведенным исследованиям [63, 64, 405] по расходу влаги у мягкой озимой пшеницы по различным предшественникам (для формирования 1 т зерна расходовалось 66,6-72,7 мм по пару и 76,1-101,7 мм по непаровым предшественникам).

Закономерность расхода влаги по различным предшественникам у мягкой озимой пшеницы (сорт Аскет) в различные по влагообеспеченности годы была аналогичная и у твердой озимой пшеницы. Однако расход влаги на формирование

1 тонны зерна у мягкой озимой пшеницы меньше, чем у твердой. В засушливые годы разница в расходе влаги на 1 тонну зерна между твердой и мягкой пшеницей по предшественнику черный пар составила 8,4 мм в первый период и 8,5 мм в третий период. По непаровым предшественникам эта разница была выше и составила от 9,9 до 19,8 мм. Во влажные годы второго периода разница между потреблением влаги мягкой и твердой озимой пшеницей была меньше по непаровым предшественникам и составила по предшественнику подсолнечник 3,0 мм, а по предшественнику горох – 9,0 мм. По черному пару во второй период эта разница была максимальной – 10,5 мм.

Расход влаги на единицу продукции между мягкой и твердой озимой пшеницей уменьшается при дефиците осадков в период вегетации по предшественнику черный пар и по непаровым предшественникам при хорошей влагообеспеченности.

В ранее проведенных исследованиях (80-е годы XX века) в зоне недостаточного увлажнения была выявлена высокая корреляционная связь между осенними запасами продуктивной влаги до посева в слое почвы 0-100 см и урожайностью озимой пшеницы как по пару ($r = 0,77$), так и по непаровым предшественникам ($r = 0,82$). С весенними запасами была слабой по черному пару $r = 0,24$, а по беспарью $r = 0,51$ [60].

В связи с изменившимися погодными условиями, а именно перераспределением весенне-летних и осенне-зимних осадков за последнее десятилетие [438], связь между урожайностью озимой пшеницы и запасами влаги в метровом слое почвы осенью изменилась.

По предшественнику черный пар в засушливые годы установлена средняя положительная корреляционная зависимость между количеством продуктивной влаги к моменту посева и урожайностью ($r=0,41\pm 0,12$). Низкая корреляционная зависимость была выявлена по предшественнику черный пар в годы с достаточной влагообеспеченностью ($r=0,23\pm 0,10$) и по непаровым предшественникам во все годы изучения ($r=0,21\pm 0,11$).

К моменту наступления оптимальных сроков посева озимой пшеницы предшественники накапливают незначительное количество продуктивной влаги почвы (1,0-21,3%) от всего суммарного водопотребления за период ее вегетации (таблица 4.1.4).

Наибольшая доля продуктивной влаги почвы в суммарном водопотреблении отмечается по предшественнику черный пар. В первый период она составила 21,1, во второй – 17,7, и в третий – 21,3%. Наименьшая доля продуктивной влаги в суммарном водопотреблении была характерна для непаровых предшественников.

Таблица 4.1.4 – Показатели водопотребления в посевах твердой озимой пшеницы (2010-2019 гг.)

Предшественник	Доля атмосферных осадков в суммарном водопотреблении, %	Доля продуктивной влаги в суммарном водопотреблении, %
Годы исследований 2010-2013 гг.		
Кукуруза на зерно	97,0	3,0
Озимая пшеница	93,8	6,2
Горох	90,9	9,1
Черный пар	78,9	21,1
Годы исследований 2013-2016 гг.		
Подсолнечник	99,0	1,0
Горох	92,2	7,8
Сидеральный пар	88,9	11,1
Черный пар	82,3	17,7
Годы исследований 2016-2019 гг.		
Подсолнечник	95,3	4,7
Горох	89,9	10,1
Сидеральный пар	83,7	16,3
Черный пар	78,7	21,3

Анализ водопотребления твердой озимой пшеницы показал, что в первый и третий периоды доля продуктивной влаги в суммарном водопотреблении у непаровых предшественников составила от 3 до 10,1%, а во второй период – от 1 до 7,8%.

Было установлено, что в засушливых условиях роль накопления продуктивной влаги к моменту посева увеличивается, при этом независимо от данного запаса влаги величина урожая формируется под влиянием погодных условий в период вегетации озимой пшеницы. Доля атмосферных осадков в суммарном водопотреблении за период всей вегетации составляет от 78,7 до 99,0%.

Проведенные исследования указывают на то, что при возделывании твердой озимой пшеницы наилучшие условия увлажнения складываются по предшественнику черный пар. В суммарном водопотреблении твердой озимой пшеницей доля накопленной почвенной влаги к моменту посева по этому предшественнику составляет от 17,7 до 21,3%, а на долю выпадающих осадков приходится максимальная величина, которая колеблется от 78,7 до 82,3%.

В период вегетации основным источником влаги являются атмосферные осадки. При засушливых условиях роль черного пара в обеспечении продуктивной влаги увеличивается. Из проведенных исследований было установлено, что период вегетации твердой озимой пшеницы с 2010 по 2013 гг. характеризовался по влагообеспеченности как «недостаточный», с 2016 по 2019 гг. влагообеспеченность была «низкая», а с 2013 по 2016 гг. она характеризовалась как «достаточная» или «оптимальная».

Выпадение большего количества осадков способствовало увеличению общего расхода влаги за вегетацию, чем в годы с меньшим количеством выпадающих осадков. При этом в годы с дефицитом осадков черный пар способствует лучшей влагообеспеченности и меньшему расходу влаги на формирование 1 тонны зерна. Из изучаемых сортов твердой озимой пшеницы выделились сорта, имеющие меньший расход влаги на формирование одной тонны зерна: Курант (в первый период), Агат донской (второй период), Кристелла (третий период).

Предшественник черный пар в результате изменившихся погодных условий в отдельные годы способствует получению своевременных и дружных всходов,

независимо от условий увлажнения, и выступает гарантом хорошей влагообеспеченности растений в период вегетации.

4.2 Устойчивость к полеганию твердой озимой пшеницы по различным предшественникам

Полегание посевов озимой пшеницы – одна из причин снижения урожайности [337], которое является следствием неблагоприятных погодных условий, таких как избыток осадков и элементов питания, порывы ветра [634]. Причинами полегания у пшеницы могут быть биологические особенности сорта, например, высота. Наибольшему полеганию подвержены растения высотой выше 120 см [324].

При полегании нарушаются обменные процессы, фотосинтетическая деятельность растений, нарушается процесс налива зерна, сильнее развиваются болезни, в итоге снижается не только количество, но и качество урожая [337, 484].

При уборке полегших растений увеличивается расход горючего, значительно возрастают механические потери и, как следствие, снижается производительность уборочной техники на 25-80% и в конечном итоге затрудняется процесс уборки [337]. Полегание в ранние фазы развития вызывает потерю урожая (более 31%), а к фазе начала восковой спелости урожай снижается только на 18% [644]. В отдельные годы снижение урожая пшеницы в результате полегания составляет от 25 до 90% [80, 177, 178, 237]. Проблема полегания твердой озимой пшеницы известна уже давно и является актуальной и в настоящее время. Одной из причин, из-за которой первые созданные сорта твердой озимой пшеницы (Новинка, Новинка 2, Новинка 3) не получили распространения в производстве, было полегание, которое затрудняло уборку, приводило к снижению урожайности, ухудшению качественных показателей зерна.

Начиная с 80-х годов 20 века в Донском селекционном центре зерновых и кормовых культур (ныне в ФГБНУ «АНЦ «Донской») была начата селекционная

работа в направлении снижения высоты растений и повышения устойчивости к полеганию [484].

В результате проведенной работы селекционеров ФГБНУ «АНЦ «Донской» высота растений у современных сортов снизилась на 35-50 см. Снижение высоты происходило за счет сокращения второго, третьего, особенно последнего подколосового междоузлия на 20-30 см [488].

Со снижением высоты растений изменилась архитектура растения твердой озимой пшеницы, выросла общая и продуктивная кустистость, повысилась устойчивость к полеганию, улучшились другие хозяйственно-биологические признаки и свойства, что привело к значительному росту урожайности [484, 486, 497].

Проведенная селекционная работа привела к созданию целого ряда сортов озимой твердой пшеницы полукарликового типа (Новинка 4, Донской янтарь, Дончанка, Жемчужина Дона, Гелиос, Терра, Аксинит, Курант и другие сорта), внесенных в разные годы в Госреестр сортов, допущенных к использованию в производстве Ростовской области, а также находящихся в сортоиспытании [484, 498].

Стоит отметить, что в литературных источниках отсутствует информация о влиянии предшественника на полегание твердой озимой пшеницы, что послужило причиной изучения данной зависимости.

За годы изучения твердая озимая пшеница имела неоднозначную оценку по степени полегамости растений разных сортов как по предшественникам, так и по складывающимся погодным условиям в процессе вегетации.

В период с 2011 по 2013 годы сложившиеся засушливые погодные условия и сортовые особенности твердой озимой пшеницы способствовали высокой устойчивости к полеганию растений по всем изучаемым предшественникам (приложение 3) (таблица 4.2.1). В 2014-2016 гг. у изучаемых сортов (Агат донской, Амазонка, Курант) по всем изучаемым предшественникам зафиксировано полегание за исключением предшественника подсолнечник.

Высокая устойчивость к полеганию по этому предшественнику объясняется меньшим стеблестоем и меньшей листостебельной массой растений.

Таблица 4.2.1 – Устойчивость сортов твердой озимой пшеницы к полеганию в зависимости от предшественников, балл (2011-2019 гг.)

Предшественник	Годы исследований										
	2011-2013				2014-2016				2017-2019		
	Аксинит	Кремона	Курант	В среднем	Курант	Амазонка	Агат донской	В среднем	Лазурит	Кристалла	В среднем
Озимая пшеница	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-
Кукуруза	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-
Горох	5,0	5,0	5,0	5,0	4,7	3,7	4,7	4,4	5,0	4,7	4,9
Черный пар	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	3,7	4,4
Сидеральный пар	-	-	-	-	4,7	3,7	4,7	4,4	5,0	4,3	4,7
Подсолнечник	-	-	-	-	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

По предшественникам черный пар, сидеральный пар и горох полегание наблюдалось по всем изучаемым сортам. По предшественнику черный пар сорта имели среднюю устойчивость к полеганию (3,0 балла). По предшественнику горох и сидеральный пар сорта Курант и Агат донской имели незначительную степень полегания – 4,7 балла. Сорт Амазонка по данным предшественникам имел наименьшую устойчивость к полеганию (3,7 балла).

В период с 2017 по 2019 гг. сорта Лазурит и Кристалла в сложившихся погодных условиях имели различную степень устойчивости к полеганию. У сорта Лазурит по всем предшественникам устойчивость к полеганию была наивысшая – 5,0 баллов, а у сорта Кристалла она зависела от предшественника. Максимальная устойчивость данного сорта отмечена по предшественнику подсолнечник – 5,0 баллов, по предшественнику горох – 4,7 балла, по предшественнику сидеральный пар – 4,3 балла и самая низкая 3,7 балла она была при посеве по предшественнику черный пар.

За все годы изучения наименьшая устойчивость к полеганию наблюдалась по предшественнику черный пар. По этому предшественнику в годы, когда складывались засушливые условия (2011-2013 гг.), полегания не наблюдалось, при влажных условиях (2014-2016 гг.) полегание составило 3,0 балла, а в годы исследований с 2017 по 2019 гг. полегание было на уровне 4,4 балла. Возделывание сортов твердой озимой пшеницы по предшественникам сидеральный пар и горох обеспечивало хорошую устойчивость стеблестоя к полеганию. По предшественникам озимая пшеница, подсолнечник и кукуруза на зерно зафиксировано отсутствие полегания.

В годы исследований полегание растений твердой озимой пшеницы зависело не только от выбора предшественника, но и от складывающихся погодных условий в период вегетации и от сортовых особенностей. Селекционная работа ФГБНУ «АНЦ «Донской» по снижению высоты растений сортов твердой озимой пшеницы способствовала устойчивости к полеганию. Наибольшей устойчивостью к полеганию обладали сорта Курант, Агат донской и Лазурит.

Сорта твердой озимой пшеницы обладают высокой устойчивостью к полеганию в засушливых условиях. При влажных условиях предшественник черный пар, имеющий лучший агрохимический фон, имел среднюю устойчивость к полеганию, а предшественники сидеральный пар и горох способствовали хорошей устойчивости к полеганию. По предшественнику подсолнечник твердая озимая пшеница не полегала независимо от складывающихся погодных условий.

4.3 Влияние предшественников на урожайность сортов твердой озимой пшеницы

Урожайность – это количество продукции растениеводства с единицы посевной площади [562]. Это важный показатель эффективности использования плодородия пашни в сельскохозяйственном производстве. Увеличение урожайности и снижение энергозатрат при возделывании озимой пшеницы

служат причинами постоянного совершенствования ее технологии возделывания [84].

Урожайность является показателем, отражающим биологические особенности сортов и их реакцию на агротехнические, почвенные и метеорологические факторы [37, 506]. Различная влагообеспеченность в годы исследований, использование различных предшественников и сортов нашли свое отражение в сформировавшейся урожайности твердой озимой пшеницы (таблица 4.3.1).

Таблица 4.3.1 – Влияние предшественников на урожайность сортов твердой озимой пшеницы, т/га (2011-2019 гг.)

Сорт (фактор А)	Годы	Предшественник (фактор В)						НСР _{0,05} (В)
		озимая пшеница	кукуруза	го- рох	черный пар	сидеральный пар	подсол- нечник	
Аксинит	2011-	3,09	3,28	4,06	4,94	-	-	0,18
Кремона	2013	3,00	3,48	4,22	5,13	-	-	0,19
Курант		3,28	3,72	4,39	5,49	-	-	0,16
		-	-	6,06	6,24	6,11	5,66	0,27
Агат донской	2014-	-	-	6,85	6,99	6,98	5,89	0,33
Амазонка	2016	-	-	6,70	6,89	6,74	5,70	0,39
Лазурит	2017-	-	-	5,01	6,00	5,44	4,15	0,22
Кристалла	2019	-	-	5,28	6,21	5,74	4,32	0,23
НСР _{0,05} (А)	2011- 2013	0,17	0,14	0,24	0,26	-	-	-
	2014- 2016	-	-	0,28	0,28	0,32	0,27	-
	2017- 2019	-	-	0,20	0,24	0,30	0,23	-
НСР _{0,05} (АВ)	2011- 2013							0,27
	2014- 2016							0,28
	2017- 2019							0,22

Предшественники горох и сидеральный пар способствовали формированию урожайности меньшего уровня твердой озимой пшеницы, чем по

предшественнику черный пар, но большей, чем пропашные предшественники (кукуруза и подсолнечник), а также колосовой предшественник – озимая пшеница. Урожайность по предшественнику горох в период 2011-2013 гг. у сорта Аксинит составила 4,06, Кремона – 4,22 и Курант – 4,39 т/га. В период 2017-2019 гг. по данному предшественнику изучаемые сорта формировали урожайность 5,01 т/га (Лазурит) и 5,28 т/га (Кристалла).

Культуры, используемые в качестве предшественника, оказывают значительное влияние на фитосанитарное состояние посевов [112]. Элементы технологии должны быть направлены не только на создание оптимальных условий для развития озимой пшеницы, но и на формирование в агроценозе благоприятных фитосанитарных условий, которые оказывают значительное влияние на болезни и вредителей озимой пшеницы [116, 199, 266, 375, 596]. В проведенных нами исследованиях, несмотря на лучшую влагообеспеченность посевов твердой озимой пшеницы по предшественнику озимая пшеница, по сравнению с предшественником кукуруза на зерно, накопленные вредители и болезни не позволили сформировать урожайность больше, чем по пропашному предшественнику.

В годы с достаточным влагообеспечением (2014-2016 гг.) растений озимой пшеницы урожайность между изучаемыми предшественниками (горох, черный и сидеральный пары) существенно не изменялась. У сорта Курант урожайность по этим предшественникам колебалась от 6,06 до 6,24 т/га, у сорта Агат донской – от 6,85 до 6,99 т/га, а у сорта Амазонка – от 6,70 до 6,89 т/га. По такому жесткому предшественнику, как подсолнечник урожайность изучаемых сортов находилась в пределах от 5,66 (сорт Курант) до 5,89 т/га (Агат донской) и была значительно меньше, чем по другим предшественникам.

Полученные данные позволили установить, что для твердой озимой пшеницы требуются условия высокой культуры земледелия, где выбор предшественника и сорта является основой получения высоких и стабильных урожаев. В засушливых условиях наибольшую урожайность сорта твердой озимой пшеницы формируют только по предшественнику черный пар, а при

условиях достаточной влагообеспеченности различий в полученной урожайности по сортам между предшественниками черный пар, сидеральный пар и горох нет. Наименьшая урожайность изучаемых сортов получена по пропашным предшественникам (кукуруза на зерно и подсолнечник) и колосовому предшественнику (озимая пшеница).

Использование новых сортов позволяет эффективнее использовать средства производства [29]. Своевременная сортосмена позволяет более полно использовать агроклиматический потенциал с помощью внедрения новых перспективных сортов. Это достигается за счет их высокой устойчивости к неблагоприятным факторам среды и снижения рисков поражения растений вредителями и болезнями [474]. Внедрение новых сортов в сельскохозяйственное производство является одним из важных способов повышения урожайности. Благодаря новым сортам урожайность увеличилась на 30-70% [409, 501]. Возделывание новых сортов увеличивает урожайность зерновых культур на 0,1 т/га за каждые 5 лет, а остальная прибавка урожайности формируется за счет технологии возделывания и семеноводства [558].

В период с 2011 по 2013 гг. наименьшую урожайность по предшественникам кукуруза на зерно (3,28 т/га), горох (4,06 т/га), черный пар (4,94 т/га) формировал сорт Аксинит, районированный в 2007 г., а наибольшая урожайность за этот период по всем предшественникам (от 3,28 до 5,49 т/га), была получена у сорта Курант, который был районирован в 2008 г. Однако в следующий период изучения (2013-2016 гг.) сорт Курант не был лидером по урожайности (от 5,66 до 6,14 т/га) по сравнению с новыми районированными сортами Амазонка (от 5,70 до 6,99 т/га, районирован в 2009 г.) и Агат донской (от 5,89 до 6,89 т/га, районирован в 2012 г.). Закономерность в увеличении урожайности за счет сортового обновления наблюдается также с сортами Амазонка и Агат донской. Районированный в 2009 году сорт Амазонка уступал по урожайности сорту Агат донской, районированному в 2012 г.

В засушливых условиях 2011-2013 года изучаемые сорта сформировали максимальную урожайность по предшественнику черный пар от 4,94 (Аксинит)

до 5,49 т/га (Курант), районированные в 2007 и 2008 гг. соответственно. В 2017-2019 гг., когда также сложились засушливые условия при использовании сортов Лазурит и Кристелла, которые районированы в 2013 и 2014 гг., максимальный уровень урожайности составил 6,04 и 6,26 т/га соответственно. Таким образом, сорта твердой озимой пшеницы поздних годов селекции формируют большую урожайность по сравнению с сортами более ранних лет селекции. Это связано с тем, что новые сорта обладают большей устойчивостью к неблагоприятным факторам, адаптивны к условиям возделывания, меньше подвержены поражениям болезнями и вредителями. Наши данные показывают, что важным агроприемом, существенно повышающим урожайность твердой озимой пшеницы, является сортовое обновление.

Проведенные исследования позволили установить долю влияния предшественников и сортов на урожайность твердой озимой пшеницы (рисунок 4.3.1). Вклад сортов в формирование урожайности твердой озимой пшеницы в первый период исследований равен 22,9, во второй – 32,7 и в третий – 27,3%.

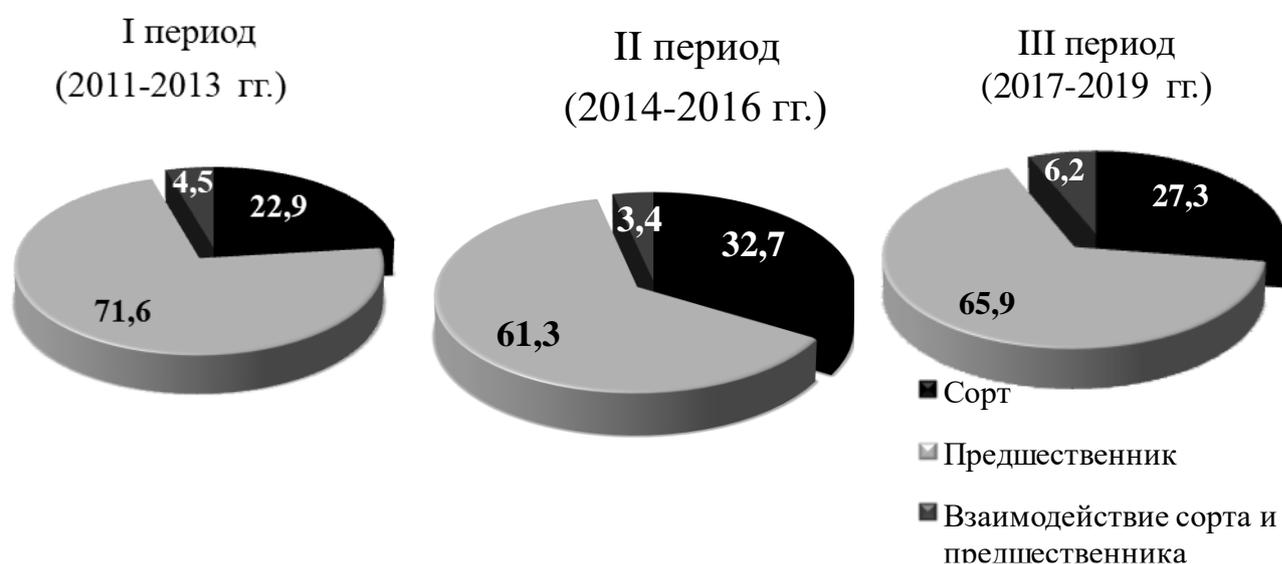


Рисунок 4.3.1 – Влияние предшественников и сортов на урожайность твердой озимой пшеницы, %

Основным фактором получения высокого уровня урожайности зерна твердой озимой пшеницы в засушливых условиях является предшественник. Доля его влияния в засушливых условиях составила в первый период – 71,6, а в третий – 65,9%. В засушливых условиях степень влияния предшественника возрастает, т.к. именно предшественник в зоне недостаточного увлажнения гарантирует своевременное получение всходов и развитие растений в период вегетации.

Влажные условия снижают влияние предшественника (до 61,3% во второй период), но при этом полнее раскрывается потенциал сорта, его устойчивость к полеганию, болезням и вредителям.

Изучение динамики водного режима почвы при возделывании твердой озимой пшеницы по различным предшественникам показало в отдельные годы преимущество черного пара над другими изучаемыми предшественниками в накоплении продуктивной влаги в почве к моменту посева. Благодаря большим запасам продуктивной влаги в почве по этому предшественнику обеспечивается лучший водный режим растений твердой озимой пшеницы осенью и в период ее вегетации. В засушливых условиях предшественник, сорт, а также сортообновление играют определяющую роль и являются главным фактором формирования урожайности зерна. При этом степень их влияния определяют складывающиеся погодные условия. В годы с влажными погодными условиями урожайность сортов твердой озимой пшеницы по паровым предшественникам (черный пар, сидеральный пар) и непаровым предшественником (горох) находится на одном уровне. Для получения максимальной урожайности немаловажную роль играют новые сорта, адаптированные к условиям засухи и другим, биотическим и абиотическим факторам.

4.4 Влияние предшественников на структуру урожая твердой озимой пшеницы

Структура урожая зависит от применяемых технологий и соответственно имеется возможность регулировать элементы структуры урожая путем ее совершенствования [165, 310].

Основными элементами структуры урожая принято считать: количество продуктивных стеблей на единицу площади, массу зерна с колоса и количество зерен в колосе. Именно эти элементы оказывают влияние на формирование величины урожая. Урожайность озимой пшеницы находится в прямой зависимости от количества каждого элемента структуры урожая, которые должны достигать своего оптимального значения [238, 331, 466].

Элементы структуры урожая зерновых колосовых культур имеют преимущество перед другими культурами благодаря способности куститься. Эта способность позволяет растениям формировать несколько колосьев на одном растении. Многие исследователи [16, 78, 261, 279 и др.] отмечают, что зерновые колосовые культуры при благоприятных условиях вегетации способны образовывать на одном растении благодаря кущению до 10-15 и более продуктивных стеблей.

Некоторые ученые, такие как Г.В. Коренев [279], А.И. Носатовский [399], М.С. Савицкий [480] и другие, считают, что на одном растении должно формироваться не более 5-6 стеблей, из которых только 2-3 стебля должны быть продуктивными. По их мнению, при формировании большого количества побегов растения затрачивают много влаги и элементов питания и поэтому к фазе цветения и налива из-за дефицита некоторых факторов жизни эти побеги не образуют зерна, т.е. представляют собой подгон и подсед.

В целом кустистость необходимо рассматривать как положительное свойство злаковых растений. При интенсивном кущении у растений формируется большая площадь листовой поверхности, которая обладает высоким фотосинтетическим потенциалом. Благодаря ему увеличивается продуктивность злаковых культур [447, 462]. Кущение восстанавливает стеблестой после гибели главного побега от повреждения вредителями и болезнями и других причин. При этом усиливается рост бокового побега, который замещает главный стебель. Благодаря кущению ускоряется смыкание рядков в посевах, что важно для подавления сорных растений и снижения испарения влаги и, как следствие, повышения влагообеспеченности растений озимой пшеницы [215].

П.П. Лукьяненко [331], В.Н. Ремесло [462] считали, что увеличение продуктивной кустистости у злаковых культур имеет большое значение при ускоренном размножении семян новых сортов.

Проведенные исследования с твердой озимой пшеницей позволили установить, что число продуктивных стеблей зависит от складывающихся погодных условий, выбора предшественника и особенности сорта (таблица 4.4.1).

В первый период наименьшее количество стеблей отмечено по предшественнику озимая пшеница и было минимальным у сорта Аксинит (290,4 шт./м²), а наибольшим – у сорта Курант (316,2 шт./м²). Сорт Кремона занимал промежуточное положение – 296,5 шт./м².

Аналогичная закономерность у данных сортов по количеству продуктивных стеблей наблюдалась и по другим предшественникам. По предшественнику кукуруза на зерно количество продуктивных стеблей было больше, чем по предшественнику озимая пшеница и варьировало от 315,3 (сорт Аксинит) до 348,2 шт./м² (сорт Курант).

Предшественник горох способствовал формированию наибольшего количества стеблей по сравнению с другими изучаемыми непаровыми предшественниками (озимая пшеница и кукуруза). Количество стеблей в зависимости от сорта составляло от 355,5 (сорт Аксинит) до 396,3 шт./м² (сорт Курант).

Наибольшему формированию продуктивного стеблестоя твердой озимой пшеницы в первый период способствовал предшественник черный пар. Разница между черным паром и горохом была минимальная и составила у сортов Аксинит – 65,0, Кремона – 61,2 и Курант – 76,8 шт./м². Максимальная разница по величине продуктивного стеблестоя при возделывании твердой озимой пшеницы отмечена между предшественниками черный пар и озимая пшеница и составила у сорта Аксинит – 130,1, Кремона – 139,9 и Курант – 156,9 шт./м².

Таблица 4.4.1 – Влияние предшественников на элементы структуры урожая сортов твердой озимой пшеницы (2011-2019 гг.)

Сорта	Период (годы)	Число продуктивных стеблей шт./ м ²	Масса зерна с колоса, г	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г
1	2	3	4	5	6
Предшественник озимая пшеница					
Аксинит	I (2011- 2013гг.)	290,4	1,14	26,5	42,2
Кремона		296,4	1,12	27,6	41,0
Курант		316,2	1,13	28,5	39,5
В среднем		301,0	1,13	27,5	40,9
НСР _{0,05}		5,1	0,09	0,8	0,6
Предшественник кукуруза					
Аксинит	I (2011- 2013гг.)	315,3	1,17	26,7	42,4
Кремона		335,4	1,16	27,9	41,3
Курант		348,2	1,15	29,0	39,7
В среднем		333,0	1,16	27,9	41,1
НСР _{0,05}		12,5	0,05	1,1	0,7
Предшественник подсолнечник					
Курант	II (2014- 2016гг.)	622,5	0,99	32,0	30,2
Агат донской		645,7	1,00	29,4	31,3
Амазонка		614,9	1,03	28,1	37,0
В среднем		627,7	1,01	29,8	33,8
НСР _{0,05}		10,8	0,04	1,9	1,2
Лазурит	III (2017- 2019гг.)	421,0	1,09	27,1	40,4
Кристалла		443,9	1,05	26,7	39,6
В среднем		432,5	1,07	26,9	40,0
НСР _{0,05}		10,1	0,06	1,2	0,8
Предшественник горох					
Аксинит	I (2011- 2013гг.)	355,5	1,26	29,1	43,1
Кремона		375,1	1,24	29,4	42,2
Курант		396,3	1,23	30,2	40,5
В среднем		375,6	1,24	29,6	41,9
НСР _{0,05}		11,0	0,06	1,1	0,8
Курант	II (2014- 2016гг.)	632,4	1,05	33,4	31,5
Агат донской		684,3	1,08	30,9	35,2
Амазонка		655,6	1,11	29,2	38,3
В среднем		657,4	1,08	31,2	35,0
НСР _{0,05}		14,0	0,05	2,2	1,3
Лазурит	III (2017- 2019гг.)	482,2	1,16	28,2	41,3
Кристалла		516,0	1,12	27,7	40,7
В среднем		499,1	1,14	27,9	41,0
НСР _{0,05}		19,1	0,04	2,0	0,6

Продолжение таблицы 4.4.1

1	2	3	4	5	6
Предшественник сидеральный пар					
Курант	II (2014- 2016гг.)	636,7	1,07	33,8	31,9
Агат донской		688,2	1,10	31,1	35,6
Амазонка		664,6	1,12	29,3	38,4
В среднем		663,2	1,10	31,4	35,4
НСР _{0,05}		16,3	0,05	1,5	1,1
Лазурит	III (2017- 2019гг.)	495,2	1,18	28,5	41,5
Кристалла		541,0	1,14	27,9	40,8
В среднем		518,1	1,16	28,2	41,2
НСР _{0,05}		12,3	0,07	0,9	0,6
Предшественник черный пар					
Аксинит	I (2011- 2013гг.)	420,5	1,32	29,9	44,0
Кремона		436,3	1,30	30,2	43,1
Курант		473,1	1,28	31,1	41,3
В среднем		443,3	1,30	30,4	42,8
НСР _{0,05}		15,1	0,07	0,9	0,8
Курант	II (2014- 2016гг.)	637,6	1,08	34,0	32,1
Агат донской		690,4	1,11	31,3	35,9
Амазонка		665,8	1,13	29,4	38,6
В среднем		664,6	1,11	31,6	35,5
НСР _{0,05}		12,3	0,05	1,9	1,2
Лазурит	III (2017- 2019гг.)	554,3	1,23	30,1	42,2
Кристалла		589,4	1,21	29,1	41,5
В среднем		571,9	1,22	29,6	41,9
НСР _{0,05}		16,5	0,06	0,9	0,4
НСР _{0,05} (АВ) 2011-2013 гг.		10,0	0,07	0,6	0,4
НСР _{0,05} (АВ) 2014-2016 гг.		9,0	0,04	1,5	1,0
НСР _{0,05} (АВ) 2017-2019 гг.		11,2	0,06	1,5	0,4
НСР _{0,05} Аксинит		14,4	0,05	0,7	0,6
НСР _{0,05} Кремона		17,3	0,05	0,6	0,8
НСР _{0,05} Курант (2011-2013 гг.)		17,4	0,04	0,7	0,7
НСР _{0,05} Курант (2014-2016 гг.)		8,5	0,05	0,6	0,9
НСР _{0,05} Агат донской		8,5	0,07	0,4	0,6
НСР _{0,05} Амазонка		11,2	0,07	0,5	0,5
НСР _{0,05} Лазурит		15,5	0,06	0,7	0,6
НСР _{0,05} Кристалла		17,1	0,06	0,8	0,6

Во второй период минимальное количество стеблей установлено по предшественнику подсолнечник от 614,9 шт./м² (сорт Амазонка) до 645,7 шт./м² (сорт Агат донской). По другим изучаемым предшественникам (горох, сидеральный и черный пары) количество стеблей у сортов твердой озимой пшеницы было на одном уровне: Курант – от 632,4 до 637,6 шт./м², Агат донской – от 684,3 до 690,4 шт./м², Амазонка – от 655,6 до 665,8 шт./м².

В третий период количество продуктивных стеблей у изучаемых сортов твердой озимой пшеницы по разным предшественникам различалось следующим образом: наименьшее количество установлено по жесткому предшественнику подсолнечник и составило у сортов Кристелла и Лазурит 443,9 и 421,0 шт./м² соответственно. По предшественникам горох, сидеральный и черный пары зафиксировано повышение количества продуктивных стеблей. По предшественнику горох по сравнению с предшественником подсолнечник это увеличение составило у сорта Кристелла на 72,1 и Лазурит – на 61,2 шт./м². Предшественник сидеральный пар у данных сортов способствовал увеличению стеблей по сравнению с предшественником подсолнечник на 97,1 и 74,2 шт./м², а по предшественнику черный пар – 145,5 и 133,3 шт./м². По каждому предшественнику выявлено достоверное увеличение продуктивных стеблей.

Следует отметить, что максимальное количество продуктивных стеблей у сортов твердой озимой пшеницы было сформировано во второй период (от 614,1 до 690,4 шт./м²), а наименьшее – в первый анализируемый период (от 290,4 до 473,1 шт./м²). Третий период занимал промежуточное значение между первым и вторым периодом (от 421,0 до 589,4 шт./м²).

Количество продуктивных стеблей зависело от погодных условий, выбора предшественника и изучаемых сортов, на что указывает анализ изучаемых периодов. Корреляционный анализ полученных данных показал среднюю корреляционную зависимость урожайности от количества продуктивных стеблей ($r=0,68\pm 0,13$).

В результате проведенных исследований установлены сортовые особенности твердой озимой пшеницы. Максимальное количество продуктивных

стеблей отмечено в первый период у сорта Курант (от 316,2 до 473,1 шт./м²), во второй период – у сорта Агат донской (от 645,7 до 690,4 шт./м²), а в третий период у сорта Кристелла (от 443,9 до 589,4 шт./м²).

Одним из основных элементов структуры урожая, определяющих урожайность, является масса зерна с колоса [333]. Масса зерна с колоса в наших исследованиях зависела от выбора предшественника и складывающихся погодных условий.

В первый период наименьшая масса зерна установлена по предшественникам озимая пшеница и кукуруза на зерно и составила в среднем по сортам 1,12 и 1,16 г соответственно. Максимальная масса зерна в этом периоде отмечена по предшественнику черный пар (1,30 г), при этом ее величина значительно превышала другие предшественники. Предшественник горох способствовал формированию массы зерна с колоса (1,24 г) большую, чем по предшественнику пшеница и кукуруза, но меньшую чем по предшественнику черный пар.

Во второй и третий периоды наименьшая масса зерна с колоса установлена у сортов твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник. Во второй период по данному предшественнику в среднем масса зерна с колоса составила 1,01, а в третий период – 1,06 г.

Наибольшие значения массы зерна с колоса во второй период отмечены по предшественникам горох (1,08 г), сидеральный пар (1,10 г), черный пар (1,11 г). При этом разница между данными предшественниками была незначительна. Из полученных данных видно, что по лучшим предшественникам масса зерна сортов твердой озимой пшеницы имела наибольшую величину, при этом существенной разницы между ними не установлено.

В третий период у изучаемых сортов между предшественниками горох и сидеральный пар существенной разницы не установлено. По предшественнику черный пар масса зерна была максимальная (1,22 г) и достоверно больше других предшественников. Превышение массы зерна с колоса твердой озимой пшеницы, возделываемой по черному пару, над предшественником подсолнечник составило

на 12,3%, а по предшественникам горох и сидеральный пар – на 6,4 и 4,1%, соответственно.

В рамках одного предшественника разница по массе зерна с колоса между сортами не установлена. Наибольшая масса зерна с колоса была получена в первый период – от 1,12 до 1,32 г, а наименьшая во второй период – от 0,99 до 1,13 г. Установлена средняя положительная корреляция между урожайностью и массой зерна с колоса ($r=0,41\pm 0,14$)

Растения озимой пшеницы обладают способностью накапливать в листьях и стеблях питательные вещества, чтобы в критический период перераспределить их на образование репродуктивных органов. Эта способность дает возможность зерновым культурам взаимодействовать элементам структуры урожая между собой и компенсировать слабое развитие одного элемента за счет более развитого другого. Этим объясняется свойство растений компенсировать изреженный посев продуктивной кустистостью, изреженный стеблестой – большей озерненностью, меньшую озерненность – высокой массой зерна и наоборот [479].

В наших исследованиях в среднем по сортам твердой озимой пшеницы минимальное количество зерен в колосе сформировалось по предшественникам озимая пшеница (27,5 шт.) и кукуруза на зерно (27,9 шт.) в первый период, а также по предшественнику подсолнечник во второй (29,8 шт.) и третий периоды (26,9 г).

Во второй период наибольшему формированию количества зерен в колосе способствовали предшественники горох, сидеральный и черный пар. Величина количества зерен в колосе между данными предшественниками отличалась незначительно.

В первый и третий периоды максимальное количество зерен сформировано по предшественнику черный пар, существенно превышая показатели полученные по другим предшественникам.

Превышение количества зерен по предшественнику черный пар по сравнению с горохом составило в первый период 27, а в третий период – 5,7%.

Корреляционный анализ полученных данных позволил установить среднюю корреляционную зависимость между урожайностью и количеством зерен в колосе ($r=0,35\pm 0,12$).

Структура урожая позволяет сделать вывод о том, за счет каких элементов был получен урожай. При одном и том же количестве продуктивных стеблей на единице площади урожайность зависит от озерненности колоса, его массы, а также выполненности зерен, которая характеризуется массой 1000 зерен [261]. Максимальная масса 1000 зерен у изучаемых в наших опытах сортов формировалась в первый и третий периоды от 39,5 до 44,0 г и от 39,6 до 42,2 г соответственно. Минимальная масса 1000 зерен получена во второй период – от 30,2 до 38,6 г. Снижению массы 1000 зерен во второй период способствовали сложившиеся погодные условия.

Масса 1000 зерен зависела не только от условий возделывания, но и от изучаемого сорта и предшественника. Минимальная масса 1000 зерен в первый период была получена по предшественнику озимая пшеница и кукуруза на зерно. В среднем по сортам она составила по предшественнику озимая пшеница 40,9 г и по предшественнику кукуруза – 41,1 г. При этом существенной разницы между данными предшественниками у изучаемых сортов не установлено. Достоверное увеличение массы 1000 зерен у сортов наблюдалось по предшественнику горох (41,9 г) и черный пар (42,8 г).

Во второй период масса 1000 зерен в среднем по сортам была минимальная по предшественнику подсолнечник (33,8 г), а по предшественникам горох, сидеральный и черный пары она находилась на одном уровне от 35,0 до 35,5 г.

В третий период в среднем по сортам масса 1000 зерен была минимальная по предшественнику подсолнечник – 40,0 г, а по предшественникам горох и сидеральный пар она увеличилась на 1,0 и 1,2 г соответственно. Максимальное значение массы 1000 зерен приходится на предшественник черный пар, по которому установлено достоверное увеличение ее по сравнению с другими изучаемыми предшественниками от 0,7 до 1,9 г.

Между урожайностью и массой 1000 зерен установлена средняя положительная корреляционная зависимость ($r=0,31\pm 0,11$).

При изучении предшественников некоторые сорта формировали максимальную массу 1000 зерен, существенно отличающуюся от других изучаемых сортов. В первый период наибольшая масса 1000 зерен была получена у сорта Аксинит (от 42,2 до 44,0 г), во второй период – у сорта Амазонка (от 36,0 до 38,6 г), а в третий период – у сорта Лазурит (от 40,4 до 42,0 г).

Проведенные исследования элементов структуры урожая позволили установить особенности изучаемых сортов твердой озимой пшеницы независимо от изучаемых предшественников и отличающихся между собой погодных условий в разные периоды.

За годы изучения сорт Аксинит обладал способностью к формированию наибольшей массы 1000 зерен – от 42,2 до 44,0 г, при этом сорт отличался меньшим количеством зерен в колосе от 26,5 до 29,9 шт. и количеством продуктивных стеблей от 290,4 до 420,5 шт./м².

Сорт Курант формировал наибольшую озерненность колоса. В первый период она составила 28,5-31, а во второй период – 32,0- 34,0 шт. Максимальное количество зерен в колосе способствовало снижению массы 1000 зерен. В первый период она составила от 39,5 до 41,3 г, а во второй период – от 30,2 до 32,1 г.

Сорта Агат донской и Кристелла формировали наибольшее количество продуктивных стеблей, превышающие другие сорта на 3,6-8,5%. Во второй период у сорта Агат донской их количество составляло от 645,7 до 690,4 шт./м², а в третий период – у сорта Кристелла от 443,9 до 589,4 шт./м².

Во второй период выделился сорт Амазонка, который формировал максимальную массу зерна с колоса – от 1,03 до 1,13 г и наибольшую массу 1000 зерен – от 36,0 до 38,6 г, которая на 2,7-7,4 г больше чем у других сортов.

В результате проведенных исследований были установлены особенности изучаемых сортов, а также было определено, что в засушливых погодных условиях наибольшие биометрические параметры наблюдались по предшественнику черный пар, а наименьшие – по предшественникам озимая

пшеница, кукуруза и подсолнечник. При влажных условиях показатели структуры урожая максимально формировались как по черному и сидеральному пару, так и по гороху, при этом достоверной разницы между данными предшественниками установлено не было.

Аналогичные данные были получены при изучении сортов твердой озимой пшеницы Яхонт, Тейя, Диона и Услава, автором которых является соискатель (приложение 4-7).

4.5 Влияние предшественников на качество зерна твердой озимой пшеницы

Повышение качества зерна пшеницы является одной из основных проблем в мире. Этот показатель формирует ее стоимость и спрос на рынке, т.е. это величина, влияющая на экономическую эффективность, т.к. формирует прибыль, рентабельность и себестоимость [274]. От качества полученного зерна зависит его цена на рынке, что стимулирует сельскохозяйственные предприятия получать зерно лучшего качества [313].

С другой стороны, качество – это совокупность свойств продукции, способных отвечать определенным условиям в соответствии с ее назначением [403, 436, 589].

Одним из важных показателей качества является натура зерна. Под натурой зерна понимают отношение массы зерна к объему, который занимает зерно после свободной, равномерной и стабильной засыпки в мерку (измерительный контейнер) – пурку ГОСТ 10840-2017 [155], или вес одного литра зерна в граммах [402], или масса зерна в определенном объеме, выраженная в граммах/литр. Чем выше натура, тем оно более выполнено и содержит больше эндосперма [232, 589]. От крупности зерна твердой озимой пшеницы зависит выход крупки: чем оно крупнее, тем больше получение крупки [319]. Всевозможные примеси, обычно более легкие, чем зерно, ухудшают качество

зерна и вместе с тем понижают его объемную массу. Повышенная влажность зерна тоже снижает значение этого показателя [402].

Натура – один из древнейших показателей качества зерна, который использовался в торговле зерном со времен Древней Греции и Рима. В России натуру зерна (полноту) применяют уже более 200 лет [168]. В дореволюционной России она была одним из важных показателей качества зерна в торговом обороте. Измерялась она в основном четвертями (2 гектолитра – 8-10 пудов) [232]. Согласно ГОСТу 9353-2016 [154] твердая пшеница первого класса должна иметь натуру не менее 770 г/л, второго и третьего класса – не менее 745 г/л, четвертого – 710 г/л, а для пятого класса натура зерна не регламентируется.

На мировом рынке по требованиям Директиве ЕС 824/2000 натура зерна твердой пшеницы должна соответствовать не менее 780 г/л, а по требованиям ISO 11051 1994 – 750 г/л [167]. В странах Европейского союза согласно Регламенту Комиссии (ЕС) от 20.07.2010 № 642/2010 импортер должен обеспечить натуру зерна 760 г/л [175].

В середине 20 века разница в цене на высоконатурную пшеницу (800 г/л) и низконатурную (700 г/л) достигала 12-15% [410]. В настоящее время между первым и четвертым классом (что соответствует 770 и 710 г/л) эта разница составляет 27,5-30,0% [374].

Согласно полученным нами данным исследований, в первый период было установлено, что наибольшая натура зерна формируется по предшественникам горох (от 779,6 г/л у сорта Курант и до 790,7 г/л у сорта Аксинит) и черный пар (от 786,4 до 797,8 г/л у сортов Курант и Аксинит соответственно) (таблица 4.5.1).

Наименьшая натура зерна формировалась по предшественникам озимая пшеница (сорт Курант – от 760,5 г/л, сорт Аксинит – до 769,2) и кукуруза на зерно (от 771,1 у сорта Курант и до 781,3 г/л у сорта Аксинит). В этот период выделился сорт Аксинит, имевший тенденцию к формированию наибольшей природы зерна по каждому изучаемому предшественнику (от 769,2 по предшественнику озимая пшеница и до 797,2 г/л по предшественнику черный пар).

Таблица 4.5.1– Влияние предшественников на натуру зерна сортов твердой озимой пшеницы, г/л (2011-2019 гг.)

Сорт (А)	Период	Предшественник (В)						НСР (В) _{0,05}
		озимая пшеница	кукуруза	горох	черный пар	сидеральный пар	подсолнечник	
Аксинит	I (2011- 2013 гг.)	769,2	781,3	790,7	797,8	-	-	9,5
Кремона		764,1	778,4	788,4	793,5	-	-	8,8
Курант		760,5	771,1	779,6	786,4	-	-	7,5
Курант	II (2014- 2016 гг.)	-	-	748,5	750,5	749,4	735,1	9,9
Агат донской		-	-	755,3	758,4	757,5	741,0	10,0
Амазонка		-	-	760,2	762,2	761,1	746,3	11,1
Лазурит	III (2017- 2019 гг.)	-	-	792,8	799,6	797,6	776,5	10,5
Кристалла		-	-	787,3	795,8	791,4	770,2	9,8
НСР _{0,05} (А)	I	34,6	35,1	30,0	30,4	-	-	-
	II	-	-	25,1	28,3	27,7	29,3	-
	III	-	-	32,2	31,3	32,2	30,3	-
НСР _{0,05} (АВ)	I							18,5
	II							13,5
	III							15,1

По всем предшественникам в первый период натуре зерна твердой озимой пшеницы соответствовала первому классу качества (приложение 8) (более 770г/л), за исключением предшественника озимая пшеница, соответствовавшая второму – третьему классу качества (не менее 745 г/л).

Во второй период минимальная натура зерна формировалась по жесткому предшественнику подсолнечник, и оно соответствовало у сортов Курант (735,1 г/л) и Агат донской (741,0 г/л) 4 классу качества, а у сорта Амазонка (746,3г/л) – второму-третьему классу качества.

По предшественникам горох, черный и сидеральный пары натура зерна находилась на одном уровне: у сорта Курант – от 748,5 до 750,5 г/л, у сорта Агат донской – от 755,3 до 758,4 г/л, у сорта Амазонка – от 760,2 до 762,2 г/л.

Полученные данные формирования меньшей природы зерна у сорта Курант по сравнению с другими сортами в первом и втором периодах наших исследований согласуются с данными, полученными в 2011-2013 гг. в Волгоградской области [319].

В третий период, как и во второй, сорта твердой озимой пшеницы формировали наименьшую природу зерна по предшественнику подсолнечник 776 г/л у сорта Лазурит и 770,2 г/л у сорта Кристелла. Полученные данные показывают, что даже по такому предшественнику, как подсолнечник сорта твердой озимой пшеницы соответствовали первому классу качества.

Наибольшая природа зерна была получена по предшественникам горох, сидеральный и черный пары. Существенной разницы в урожайности изучаемых сортов между данными предшественниками не установлено. По этим предшественникам природа зерна у сорта Лазурит была от 792,8 до 799,6 г/л, а у сорта Кристелла – от 787,3 до 795,8 г/л.

На природу зерна оказывали влияние не только предшествующие культуры, но и складывающиеся погодные условия. В первый и третий периоды формировалось зерно с высокой природой, а во второй период – с меньшей природой. Влажные условия способствовали формированию более мелкого зерна, а засушливые – более крупного и выполненного с высокой природной массой.

В первый период у сорта Курант природа зерна составляла по предшественникам горох 779,5 г/л и по черному пару – 786,4 г/л, а во второй период – 748,5 и 750,5 г/л соответственно. Это указывает на то, что во влажные годы природа зерна уменьшается, а в засушливых условиях увеличивается. Это объясняется тем, что при засушливых условиях, как показали наши исследования, формируется зерно, более выполненное с высокой массой 1000 зерен, с большей массой его в колосе, но при этом количество стеблей значительно меньше, при влажных условиях наоборот.

За годы проведения исследований наибольшая природа зерна была по паровым предшественникам и гороху, при этом существенной разницы между ними не установлено. Наименьшая природа зерна была получена по пропашным

предшественникам подсолнечник и кукуруза на зерно, а также колосовому предшественнику озимая пшеница. Изучаемые сорта формировали наибольшую природу зерна в первый и третий периоды, а наименьшую – во второй период.

Количественные и качественные показатели клейковины определяются уровнем агрофона, количеством атмосферных осадков, температурой и другими складывающимися условиями вегетации растений [575]. Количество и качество клейковины – важный показатель качества зерна, объединяющий целый ряд важных свойств, которые характеризуют клейковину: вязкость, эластичность, упругость, связность, растяжимость [428]. Количество и качество клейковины определяют основные технологические свойства макаронного теста, выполняя роль пластификатора теста, т.е. функцию смазки, придающей массе крахмальных гранул текучесть, а также функцию связующего вещества, т.е. соединяет крахмальные гранулы в единую тестовую массу. Клейковина муки состоит из двух основных фракций: глиадин (растяжимый) и глютенин (упругий). Для макаронного производства большую роль играет глиадин. Именно он определяет текучесть и связанность макаронного теста. Глютенин обуславливает упругость и эластичность сырых изделий. Мягкая, сильно тянущаяся сырая клейковина увеличивает пластичность теста и снижает его упругость и прочность. Наибольшей прочностью обладает тесто из муки с содержанием клейковины около 28%. С увеличением содержания клейковины уменьшается прочность теста и возрастает пластичность. При содержании клейковины ниже 28% с уменьшением прочности теста ухудшаются его пластические свойства [174].

Клейковина представляет собой плотную, клейкую, тестообразную массу, оставшуюся в руках при отмывании пшеничного теста [232], или комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу, которую выделяют из водорастворимых веществ, клетчатки и крахмала [589].

Содержание клейковины в зерне регламентируется ГОСТом. Согласно ГОСТу 9353-2016 [154] содержание клейковины для соответствия первому классу

должно быть не менее 28, второму – не менее 25, третьему – не менее 22 и четвертому – не менее 18%, а пятый класс не регламентируется.

Наибольшее количество клейковины в зерне твердой озимой пшеницы в годы исследований формировалось по предшественнику черный пар: в первый период – от 26,5 (сорт Курант) до 27,0% (сорт Аксинит), во второй период – от 24,6 (сорт Курант) до 25,3% (сорт Амазонка) и в третий период – от 26,0 (сорт Лазурит) до 25,5% (сорт Кристелла) (таблица 4.5.2).

Таблица 4.5.2 – Влияние предшественников на содержание клейковины зерна сортов твердой озимой пшеницы, % (2011-2019 гг.)

Сорт (А)	Период	Предшественник (В)						НСР (В) _{0,05}
		озимая пшеница	кукуруза	горох	черный пар	сидеральный пар	подсолнечник	
Аксинит	I (2011-2013 гг.)	23,9	24,7	25,6	27,0	-	-	0,7
Кремона		23,3	24,2	25,3	26,8	-	-	0,8
Курант		23,1	23,9	25,0	26,5	-	-	0,7
Курант	II (2014-2016 гг.)	-	-	24,0	24,6	24,4	21,1	1,1
Агат донской		-	-	24,1	24,8	24,6	21,3	1,0
Амазонка		-	-	24,6	25,3	25,0	21,6	0,4
Лазурит	III (2017-2019 гг.)	-	-	25,3	26,0	25,8	23,5	0,4
Кристелла		-	-	25,0	25,9	25,5	23,2	0,4
НСР _{0,05} (А)	2011-2013	1,7	1,9	1,8	2,0	-	-	-
	2014-2016	-	-	2,1	2,2	2,0	2,2	-
	2017-2019	-	-	2,1	2,2	2,7	2,5	-
НСР _{0,05} (АВ)	2011-2013							1,8
	2014-2016							2,2
	2017-2019							1,7

Во второй период достоверной разницы по количеству клейковины в зерне между предшественниками черный пар, сидеральный пар и горох не установлено, а в засушливых условиях первого и третьего периода между всеми предшественниками выявлена существенная разница.

Следует отметить, что в первый и третий периоды зерно по исследованию содержанию клейковины по паровым предшественникам и гороху соответствовало второму классу качества, за исключением предшественников кукуруза на зерно, озимая пшеница (в первый период) и подсолнечник (в третий период), где зерно по содержанию клейковины относилось к третьему классу качества.

Установлена тенденция большего содержания клейковины в первый и третий периоды по сравнению со вторым периодом, т.к. в засушливые условия формируют зерно лучшего качества. Во второй период получена большая урожайность, способствовала так называемому биологическому «разбавлению» и снижению качества зерна.

Один из основных показателей качества зерна – это содержание белка в нем. Его количество на 30-40% определяет варочные свойства макарон, а его увеличение сопровождается ростом устойчивости к переварке, прочности макарон и снижением липкости их поверхности [551, 646]. Содержание белка в зерне должно быть не более 18%, т.к. с высоким содержанием белка зерно чаще всего щуплое, что в результате снижает выход крупки, а также полученное макаронное тесто из данной крупки имеет повышенную растяжимость, что усложняет процесс производства макарон [444, 530].

Качественные макаронные изделия можно получить только из сортов твердой пшеницы с высоким содержанием белка [107].

А.И. Марушев [350] установил, что в мелком, щуплом зерне, которое содержит больше оболочек, содержится белка больше, чем в выполненном зерне, т.к. оболочки богаче белком, чем эндосперм, но также приводятся данные прямой зависимости увеличения природы и белка. У щуплого зерна мелкие зерна отсеиваются и вместе с ними снижается содержание белка. Оставшаяся его часть плохо усваивается человеком, поэтому необходимо получать зерно полновесное с хорошим качеством, в котором содержатся доступные для человека питательные вещества.

Содержание белка в зерне регламентируется требованиями ГОСТа 9353-2016 [154], согласно которому для соответствия первому классу белка должно быть не менее 13,5, второму – не менее 12,5, третьему – не менее 11,5, четвертому – не менее 10,0% и пятый класс не регламентируется.

Проведенные нами исследования показали, что содержание белка в зерне между изучаемыми сортами твердой озимой пшеницы, возделываемыми по различным предшественникам установлена существенная разница в первый и третий периоды (таблица 4.5.3).

Таблица 4.5.3 – Влияние предшественников на содержание белка в зерне сортов твердой озимой пшеницы, % (2011-2019 гг.)

Сорт (А)	Период	Предшественник (В)						НСР (В) 0,05
		озимая пшеница	кукуруза	горох	черный пар	сидеральный пар	подсолнечник	
Аксинит	I (2011-2013 гг.)	12,4	13,0	14,7	15,8	-	-	0,4
Кремона		12,3	12,9	14,6	15,7	-	-	0,5
Курант		12,2	12,7	14,5	15,5	-	-	0,4
Курант	II (2014-2016 гг.)	-	-	13,5	14,0	13,8	11,6	0,7
Агат донской		-	-	13,7	14,1	14,0	11,7	0,8
Амазонка		-	-	13,8	14,2	14,1	11,9	0,9
Лазурит	III (2017-2019 гг.)	-	-	14,2	15,3	14,7	12,4	0,4
Кристалла		-	-	13,9	15,1	14,5	12,3	0,5
НСР _{0,05} (А)	2011-2013 гг.	1,0	0,8	0,9	0,8	-	-	-
	2014-2016 гг.	-	-	1,1	1,2	1,0	0,9	-
	2017-2019 гг.	-	-	1,0	1,1	0,9	0,8	-
НСР _{0,05} (АВ)	2011-2013 гг.							0,8
	2014-2016 гг.							1,0
	2017-2019 гг.							0,9

Изучение предшественников для твердой озимой пшеницы в первом и третьем периодах позволило установить, что по содержанию белка между всеми предшественниками имеется существенная разница. Однако зерно твердой

озимой пшеницы, выращенное по предшественникам черный пар и горох в первый и третий периоды, а также сидеральный пар третьего периода, относятся к первому классу.

Зерно твердой озимой пшеницы, возделываемой по предшественнику кукуруза, в первом периоде по качеству белка находилось на уровне от 12,7 до 13,0%, что было существенно меньше, чем по предшественникам горох и черный пар и соответствовало 2 классу качества. Предшественник озимая пшеница в первом периоде и подсолнечник в третьем периоде способствовали снижению содержания белка по сравнению с другими изучаемыми предшественниками и формировали зерно 3 класса.

По содержанию белка в зерне между всеми предшественниками по изучаемым сортам твердой озимой пшеницы установлена существенная разница в первый и третий периоды. Во второй период значительное снижение белка установлено по предшественнику подсолнечник по сравнению с другими изучаемыми предшественниками, между которыми разницы при влажных условиях не было ($НСР_{0,05} = 0,7-0,9$).

Во второй период содержание белка в зерне между предшественниками черный пар, сидеральный пар, горох было на одном уровне и относилось к первому классу. У сорта Курант его содержание составило от 13,5 до 14,0%, у Агата донского – от 13,7 до 14,1%, у Амазонки – от 13,8 до 14,2%. Отмечена тенденция формирования меньшего количества белка по непаровым предшественникам, а большее по – черному пару.

Максимальное содержание белка в зерне во все периоды установлено по предшественнику черный пар, которое составляло от 14,0% у сорта Курант во второй период до 15,8% у сорта Аксинит в первый период.

Минимальное содержание белка в зерне сортов твердой озимой пшеницы в первый период формировалось по предшественникам озимая пшеница – от 12,2 (сорт Курант) до 12,5% (сорт Аксинит) и кукуруза на зерно – от 12,7 (сорт Курант) до 13,0% (сорт Аксинит), во второй и третий периоды по предшественнику подсолнечник. Во второй период по предшественнику

подсолнечник содержание белка составило от 11,6 (Курант) до 11,9% (Амазонка), а в третий период – от 12,5 (сорт Лазурит) до 12,3% (Кристелла).

В результате проведенных исследований установлено, что твердая озимая пшеница формировала большее содержание белка в зерне в первый и в третий периоды, когда влагообеспеченность, озимой пшеницы была меньше, чем во второй период, о чем указывалось выше. Данные содержания высокого количества белка в зерне при низкой влагообеспеченности, полученные в наших исследованиях, соответствуют данным, полученным другими исследователями, которые сходятся во мнении, что засушливые условия повышают содержание белка и клейковины в зерне [67, 272, 348, 349, 615].

Полученные нами данные указывают на то, что во все годы изучения содержание белка в зерне твердой озимой пшеницы независимо от погодных условий определялось выбором предшественника, где первому классу качества по содержанию белка соответствовало зерно, выращенное по гороху, черному и сидеральному парам.

Некоторые авторы утверждают, что к содержанию белка в зерне твердой озимой пшеницы предъявляют менее строгие требования, чем к мягкой пшенице. Для получения хороших макаронных изделий достаточно содержание белка на уровне 12-15%. Для получения высококачественных макаронных изделий необходимо не количество белка и клейковины, а качество последней [131].

Показатель SDS-седиментации был предложен [650] как непрямой метод определения силы муки, суть которого заключается в измерении объема осадка набухших частиц муки в слабом растворе органических кислот, не успевших осесть в течение 5-10 минут.

Данный метод используется в Канаде, США, Австралии и странах Западной Европы как стандарт для определения качества зерна [492]. В селекции многих стран используется показатель SDS-седиментации, который по требованию мирового рынка должен быть не менее 40 мл [134]. SDS-седиментация качества клейковины определялась по показателю величины седиментационного осадка по методике Н.С. Васильчук [97], усовершенствованной для твердой озимой

пшеницы М.М. Копусь [277] с условной градацией: 40 мл и выше – очень сильная, 35-39 мл – сильная, 30-34 мл – средняя, 25-29 мл – слабая.

За годы проведения опытов было установлено влияние различных по влагообеспеченности периодов и сортовых особенностей твердой озимой пшеницы на качественные показатели зерна (таблица 4.5.4).

Таблица 4.5.4 – Влияние предшественников на качество сортов твердой озимой пшеницы по SDS-седиментации, мл (2011-2019 гг.)

Сорт	Период	Предшественник						НСР (В) _{0,05}
		озимая пшеница	кукуруза на зерно	горох	черный пар	сидеральный пар	подсолнечник	
Аксинит	I (2011-2013 гг.)	33,8	34,3	34,7	35,0	-	-	3,1
Кремона		32,2	32,7	33,7	34,3	-	-	3,2
Курант		42,6	43,0	43,7	44,7	-	-	3,5
Курант	II (2014-2016 гг.)	-	-	35,5	36,5	36,2	35,0	3,2
Агат донской		-	-	30,7	32,0	31,7	29,8	3,0
Амазонка		-	-	29,6	30,4	30,1	29,1	2,7
Лазурит	III (2017-2019 гг.)	-	-	32,4	34,3	33,5	31,1	3,5
Кристалла		-	-	40,5	42,2	41,4	40,1	3,6
НСР _{0,05} (А)	I (2011-2013 гг.)	7,0	5,8	6,5	7,9	-	-	-
	II (2014-2016 гг.)	-	-	5,1	6,0	5,9	4,2	-
	III (2017-2019 гг.)	-	-	5,8	6,3	6,1	6,5	-
НСР _{0,05} (АВ)	I (2011-2013 гг.)							5,8
	II (2014-2016 гг.)							4,5
	III (2017-2019 гг.)							5,7

Изучение твердой озимой пшеницы по различным предшественникам показало, что на качество зерна влияют выбор сорта и погодные условия. Выбор предшественников не влиял на качество клейковины, что в большей степени зависит от генотипических особенностей сорта. Генотипическое решающее значение качественных показателей, заложенных в сортах твердой озимой пшеницы, подтверждается данными многих исследователей [68, 132, 260, 492 и

др.]. Влияние генотипа сорта на качественные показатели проявилось в каждом из изучаемых периодов, что позволило выявить сорта с высокими качественными показателями клейковины. Наибольшим качеством клейковины в зерне обладал сорт Курант, который имел SDS-седиментацию в первый период от 42,6 до 44,7 мл, во второй период – от 35,0 до 36,4 мл и соответствовал «сильной» и «очень сильной» группе качества. Сорт Кристелла за годы изучения имел SDS-седиментацию более 40 мл и относился к «очень сильной» пшенице.

Сорта Кремона и Лазурит соответствовали «средней» группе качества (SDS-седиментация – 34-30 мл) по всем изучаемым предшественникам, а также сорт Аксинит – по непаровым предшественникам. По предшественнику черный пар данный сорт имел SDS-седиментацию 35,0 мл, что соответствовало «сильной» пшенице.

Сорта Амазонка и Агат донской во второй период отличались по качественным показателям клейковины. Сорт Агат донской по всем предшественникам имел среднюю группу качества, за исключением возделывания его по предшественнику подсолнечник, где он относился к «удовлетворительной» группе (SDS-седиментация – 29-25 мл). Из всех изучаемых сортов Амазонка формировала зерно с наименьшим качеством клейковины и относилась к «средней» группе по паровым предшественникам и к «удовлетворительной» по непаровым предшественникам.

Таким образом, получена тенденция увеличения качественных показателей сортов твердой озимой пшеницы по паровым предшественникам и уменьшения по непаровым. Наименьшее качество получено по предшественнику подсолнечник и озимая пшеница.

В результате проведенных исследований было установлено, что выполненность зерна может изменяться в зависимости от выбора предшественника и условий вегетации. Содержание белка, клейковины и ее качество зависят от выбора предшественника, сорта и складывающихся погодных условий. При этом как бы ни складывались погодные условия такие

предшественники, как черный и сидеральные пары, а также горох формируют зерно с высокими качественными показателями.

4.6 Влияние предшественников на посевные качества семян твердой озимой пшеницы

Использование семян высокого качества – один из самых низкочастотных способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур [192]. На долю семеноводства приходится 50% прироста урожайности за каждые 5 лет [558].

Известно, что на посевные качества семян так же, как и на урожайность, большое влияние оказывают элементы технологии выращивания. Высококачественные семена формируются при тех агротехнических приемах, при которых получают наибольшую урожайность [98, 162, 539].

В опытах, связанных с изучением влияния различных предшественников (черный пар, кукуруза на зерно, горох) на урожайность и посевные качества семян твердой озимой пшеницы (сорт Курант), выявили, что лучшим предшественником у этой культуры является черный пар (таблица 4.6.1).

Таблица 4.6.1 – Влияние предшественников на посевные качества семян твердой озимой пшеницы (2011-2013 гг.)

Предшественники	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Показатели интенсивности начального роста			
				длина ростков, см	длина корешков, см	масса 100 ростков, г	масса 100 корешков, г
Кукуруза на зерно	41,63	80,19	91,75	7,19	11,43	7,89	8,01
Горох	42,21	82,50	94,50	7,89	13,35	8,21	8,19
Чёрный пар	43,00	90,84	98,50	8,12	13,43	8,64	8,35
НСР _{0,05}	0,54	-	0,74	0,29	0,38	0,23	0,15

Посевные качества семян твердой озимой пшеницы были различными в зависимости от изучаемых предшественников. В среднем за три года исследований по предшественнику черный пар получены лучшие по посевным качествам семена с более высокой, по сравнению с другими предшественниками, массой 1000 семян (43,00 г), большей энергией прорастания (90,84%), лабораторной всхожестью (98,50%). Семена отличались повышенной интенсивностью начального роста, особенно по таким показателям, как масса 100 ростков (8,64 г) и 100 корешков (8,35 г).

Минимальные посевные качества твердой озимой пшеницы установлены по предшественнику кукуруза на зерно. Возделывание по данному предшественнику твердой озимой пшеницы снижало энергию прорастания семян до 80,19%, лабораторную всхожесть их – до 91,75%, а также показатели интенсивности начального роста – длину ростков до 7,19 см и корешков – до 11,43 см, а также массу ростков и корешков – до 7,89 и 8,01 г соответственно.

Промежуточное положение по влиянию на посевные качества семян твердой озимой пшеницы между предшественниками черный пар и кукуруза на зерно занимал предшественник горох. Существенные уменьшения у данного предшественника по сравнению с черным паром установлены по массе 1000 зерен (42,21 г), массе 100 корешков (8,19 г), 100 ростков (8,21 г) и лабораторной всхожести (94,50%). У полученных семян по предшественнику горох все анализируемые посевные показатели были выше, чем при возделывании твердой озимой пшеницы после кукурузы.

Исследования по изучению влияния предшественников на посевные качества семян показали, что лучшим предшественником для твердой озимой пшеницы для семеноводческих целей является черный пар.

ГЛАВА 5. ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ, НОРМ ВЫСЕВА И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОЛУЧЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

5.1 Обоснование сроков посева твердой озимой пшеницы

Обоснованием сроков посева озимых культур занимались многие исследователи, которые указывали на важность соблюдения оптимальных сроков посева [17, 52, 75, 203, 217, 243, 339, 399, 437, 464, 507, 556, 582, 623, 628, 629]. Посев в оптимальные сроки обеспечивает получение максимальной урожайности без дополнительных затрат. При возделывании твердой озимой пшеницы большинство сельхозтоваропроизводителей ориентируются на оптимальные сроки посева мягкой озимой пшеницы, т.к. для твердой озимой пшеницы рекомендации отсутствуют [487]. Поэтому актуальность изучения сроков посева представляет научный и производственный интерес.

Срок посева зависит от многих факторов, основные из которых:

- предшественники;
- уровень агрофона;
- нормы высева и т.д.

Изучение сроков посева по предшественникам черный пар, сидеральный пар, горох и подсолнечник показало, что различные сроки посева изменяют условия осенней вегетации твердой озимой пшеницы. Использование различных предшественников влияет на длительность появления всходов и соответственно на продолжительность периода вегетации в осенний период и создает разные условия роста и развития в начальные периоды вегетации растений.

По предшественнику черный пар при изучении сроков посева (2013-2018 гг.) минимальное количество дней от посева до появления всходов твердой озимой пшеницы было установлено при ее посеве 20 и 30 сентября, т.е. 21 и 22

дня от посева. При данных сроках посева всходы появлялись 11 октября и 22 октября (таблица 5.1.1).

Таблица 5.1.1 – Условия осенней вегетации различных сроков посева озимой твердой пшеницы по предшественнику черный пар (2013-2018 гг.)

Дата посева	Годы	Дата полных всходов	Продолжительность периода «посев – всходы», суток	Дата прекращения осенней вегетации	Продолжительность периода «всходы – прекращение осенней вегетации», суток	Сумма положительных температур периода «всходы – прекращение вегетации»	Сумма активных температур периода «всходы – прекращение вегетации»	Сумма осадков периода «всходы – прекращение осенней вегетации»
10 сентября	2013	18.09	8	15.11	58	572,8	370,4	131,2
	2014	5.10	25	16.11	42	298,4	152,0	54,6
	2015	16.11	67	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	2.10	22	15.11	44	336,2	198,8	47,5
	2017	17.09	7	16.11	60	671,4	447,8	75,9
	2018	11.10	31	9.11	29	313,1	225,5	36,2
В среднем		7.10	27	16.11	41	380,4	242,9	63,3
20 сентября	2013	30.09	10	15.11	46	413,6	226,6	97,4
	2014	5.10	15	16.11	42	298,4	152,0	54,6
	2015	16.11	57	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	2.10	12	15.11	44	336,2	198,8	47,5
	2017	29.09	9	16.11	48	441,2	236,9	75,9
	2018	15.10	25	9.11	25	235,7	148,1	36,2
В среднем		11.10	21	16.11	36	302,6	170,9	57,6
30 сентября	2013	16.10	16	15.11	30	282,9	158,0	14,4
	2014	20.10	20	16.11	27	134,2	22,5	23,8
	2015	16.11	47	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	14.10	14	15.11	32	173,6	58,8	39,8
	2017	14.10	14	16.11	33	271,5	117,0	73,1
	2018	20.10	20	9.11	20	190,0	102,4	36,2
В среднем		22.10	22	16.11	26	190,4	87,0	36,9
10 октября	2013	30.10	20	15.11	16	149,2	68,6	2,8
	2014	10.11	31	16.11	6	48,3	0	0
	2015	16.11	37	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	30.10	20	15.11	16	112,8	58,8	30,4
	2017	30.10	20	16.11	17	123,2	23,4	36,3
	2018	31.10	22	9.11	9	62,4	0	0
В среднем		4.11	25	16.11	13	97,7	35,6	17,3

Максимальная продолжительность периода «посев – всходы» установлена при сроке сева 10 сентября (27 дней от посева). В связи с ранним сроком посева продолжительность осенней вегетации у появившихся растений была максимальная и составила 41 день.

Продолжительность периода от посева до всходов при посеве 10 октября равна 25 дней, что на два дня меньше, чем при посеве 10 сентября. Дата появления всходов приходилась на 4 ноября, что способствовало минимальному сроку периода осенней вегетации 12 дней.

Установлено, что при раннем сроке посева период появления всходов увеличивался из-за недостатка продуктивной влаги в посевном слое в почве, то при позднем сроке посева сдерживающим фактором является недостаточное количество положительных температур.

При посеве твердой озимой пшеницы 20 и 30 сентября по предшественнику черный пар период «всходы – прекращение осенней вегетации» составил в среднем 36 и 26 дней соответственно.

Многие авторы в своих исследованиях указывают, что для прорастания семян твердой пшеницы требуется большая сумма положительных температур, и поэтому всходы их появляются несколько позже мягкой пшеницы [399, 475, 487]. Эти данные были подтверждены в наших исследованиях, где всходы твердой озимой пшеницы появлялись на 1-2 дня позже, чем всходы мягкой озимой пшеницы.

Прекращением периода вегетации для озимой пшеницы считается снижение среднесуточной температуры ниже $+5^{\circ}\text{C}$ [358, 359, 399, 612]. В среднем за последнее шесть лет (2013- 2018 гг.) дата прекращения вегетации приходилась на 16 ноября, что на восемь дней продолжительней по сравнению с ранее полученными данными, где дата прекращения вегетации была 8 ноября [21].

Увеличение продолжительности осенней вегетации связано с повышением среднесуточных температур осеннего периода [440]. Увеличение сроков осенней вегетации благоприятно сказывается на развитии озимых культур и способствует повышению урожайности твердой озимой пшеницы [21].

Исходя из предыдущих исследований и полученных нами данных, установлено, что в результате повышения температур увеличивается период вегетации озимых культур, что создает предпосылки к хорошему развитию твердой озимой пшеницы осенью и весной, а также лучшей ее сохранности в зимний период. Это особенно важно для твердой озимой пшеницы, которая более теплолюбивая культура, чем мягкая пшеница. В результате благоприятно складывающихся погодных условий снижается риск ее возделывания, и она становится более привлекательной культурой для сельскохозяйственного производства.

Согласно данным Н.И. Вавилова, А.И. Носатовского, В.Н. Степанова, Н.А. Фёдорова и Н.Н. Яковлева, озимая пшеница от всходов до прекращения осенней вегетации должна накапливать сумму активных температур от 500 до 5800⁰С, при этом продолжительность периода «всходы – конец осенней вегетации» должна составлять от 45 до 55 дней [90, 399, 535, 569, 623].

В проведенных нами исследованиях соответствие данным критериям по сумме активных температур установлено не было. Сумма активных температур была меньше и составила в зависимости от срока посева от 0 до 447,8⁰С. В среднем по продолжительности вегетации за годы исследований данный период был также меньше установленных норм. Однако в некоторые годы продолжительность периода от всходов до прекращения осенней вегетации соответствовала установленным критериям для озимой пшеницы.

В 2013 и 2017 годах по предшественнику черный пар, благодаря достаточной влагообеспеченности посевного слоя продуктивной влагой, были получены своевременные всходы твердой озимой пшеницы при посеве 20 сентября, а продолжительность осенней вегетации составила 46 и 48 дней соответственно.

За годы исследований установлено, что от фазы всходов до прекращения осенней вегетации сумма положительных температур уменьшалась с раннего срока посева (10 сентября) к позднему сроку (10 октября) с 380,4 до 97,7⁰С.

Аналогичным образом установлено уменьшение суммы активных температур (больше 10°C). По предшественнику черный пар растения твердой озимой пшеницы, взошедшие при посеве 10 сентября, от всходов до прекращения вегетации были в среднем за годы исследований обеспечены суммой активных температур $242,9^{\circ}\text{C}$; при посеве 20 сентября – $170,9^{\circ}\text{C}$; 30 сентября – $87,0^{\circ}\text{C}$; 10 октября – $35,6^{\circ}\text{C}$ вместо необходимых $500-580^{\circ}\text{C}$. Таким образом, растения, взошедшие при посеве 10 сентября, обеспечены активными температурами по сравнению с рекомендуемыми нормами на 41,9-48,6%, 20 сентября – на 29,5-34,2%, 30 сентября – на 15,0-17,4% и 10 октября – на 6,1-7,1%.

Минимальная обеспеченность осадками растений от всходов до прекращения вегетации установлена при посеве 10 октября. Количество осадков от всходов до прекращения вегетации составило у данного срока посева 17,3 мм, что значительно меньше, чем у других сроков посева. При посеве 30 сентября количество осадков, выпавших в изучаемый период, составило 36,9 мм, при посеве 20 сентября – 57,6 мм, а при посеве 10 сентября в период осенней вегетации данного срока выпало 63,3 мм.

По предшественнику горох длительность периода «посев – всходы» больше, чем по предшественнику черный пар, так как всходы появлялись по этому предшественнику в большинстве лет только после выпадения осадков (таблица 5.1.2). Более позднему появлению всходов по данному предшественнику способствовало недостаточное количество продуктивной влаги в посевном слое почвы для появления дружных всходов.

В среднем за годы изучения (2013-2018 гг.) при посеве 10 октября по предшественнику горох всходы появлялись 5 ноября, что соответствует 26 дням после посева, а по предшественнику черный пар всходы были отмечены на один день раньше, т.е. через 25 дней, что соответствует дате 4 ноября.

Незначительная разница в появлении всходов по данным предшественникам объясняется наличием влаги в почве. Время появления всходов ограничивалось среднесуточной температурой, которая в октябре была значительно ниже, чем при сентябрьских сроках посева.

Таблица 5.1.2 – Условия осенней вегетации различных сроков посева твердой озимой пшеницы по предшественнику горох (2013-2018 гг.)

Дата посева	Годы	Дата полных всходов	Продолжительность периода «посев – всходы», суток	Дата прекращения осенней вегетации	Продолжительность периода «всходы – прекращение осенней вегетации», суток	Сумма положительных температур периода «всходы – прекращение вегетации»	Сумма активных температур периода «всходы – прекращение вегетации»	Сумма осадков периода «всходы – прекращение осенней вегетации»
10 сентября	2013	10.10.	30	15.11	36	351,5	226,6	14,4
	2014	20.10	40	16.11	27	134,2	22,5	23,8
	2015	16.11	67	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	2.10	22	15.11	44	336,2	198,8	47,5
	2017	17.09	7	16.11	60	671,4	447,8	75,9
	2018	1.11	52	9.11	8	54,5	0	0
В среднем		16.10	36	16.11	31	268,1	159,8	32,6
20 сентября	2013	16.10	26	15.11	30	282,9	158,0	14,4
	2014	20.10	30	16.11	27	134,2	22,5	23,8
	2015	16.11	57	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	2.10	12	15.11	44	336,2	198,8	47,5
	2017	29.09	9	16.11	50	441,2	236,9	75,9
	2018	1.11	42	9.11	8	54,5	0	0
В среднем		19.10	29	16.11	28	223,2	113,2	32,6
30 сентября	2013	30.10	30	15.11	16	149,2	68,6	2,8
	2014	1.11	32	16.11	15	70,4	0	0
	2015	16.11	47	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	15.10	15	15.11	31	165,1	58,8	30,4
	2017	14.10	14	16.11	35	271,5	117,0	73,1
	2018	1.11	32	9.11	8	54,5	0	0
В среднем		28.10	28	16.11	19	133,5	51,2	23,4
10 октября	2013	30.10	20	15.11	16	149,2	68,6	2,8
	2014	11.11	32	16.11	5	39,9	0	0
	2015	16.11	37	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	1.11	22	15.11	14	101,8	58,8	28,1
	2017	30.10	20	16.11	17	123,2	23,4	36,3
	2018	3.11	24	9.11	6	39,7	0	0
В среднем		5.11	26	16.11	12	90,7	35,6	16,8

При посеве 10, 20 и 30 сентября появление всходов по предшественнику горох зависело от выпадения осадков, поэтому всходы появились несколько

позже, чем по предшественнику черный пар. По предшественнику горох при посеве 10 сентября всходы появились через 36 дней, при посеве 20 и 30 сентября – через 29 и 28 дней соответственно.

Ранние сроки посева способствовали более продолжительному периоду для появления всходов, и при этом увеличивался срок осенней вегетации. При позднем сроке посева 10 октября так же, как и по предшественнику черный пар, уменьшается период осенней вегетации растений.

Продолжительность периода от всходов до прекращения осенней вегетации при посеве 10 сентября была наибольшая и составила 31 день. При посеве 20, 30 сентября и 10 октября она уменьшалась на 3, 12 и 19 дней соответственно. Полученные периоды осенней вегетации твердой озимой пшеницы по предшественнику горох при изучаемых сроках посева меньше, чем по предшественнику черный пар на 10, 8, 7 и 1 день соответственно.

По предшественнику горох наблюдалось уменьшение количества дней вегетации осенью. Более поздний срок вегетации был из-за увеличения продолжительности периода «посев – всходы». В результате сумма положительных и активных температур снижалась по сравнению с черным паром при посеве 10, 20 и 30 сентября. По предшественнику горох у твердой озимой пшеницы в период от появления всходов до прекращения вегетации наблюдалось уменьшение активных температур по сравнению с черным паром на $83,1^{\circ}\text{C}$ при посеве 10 сентября, на $57,7^{\circ}\text{C}$ при посеве 20 сентября и на $35,8^{\circ}\text{C}$ при посеве 30 сентября. Такое снижение произошло в результате получения более поздних всходов по данному предшественнику, чем по черному пару.

С уменьшением периода осенней вегетации твердой озимой пшеницы снижалась не только сумма температур, но и количество выпадающих осадков по сравнению с предшественником черный пар за тот же период. При посеве 10 сентября, 20 сентября и 30 сентября данная разница составила 30,7, 25,0 и 13,5 мм соответственно. При посеве 10 октября эта разница составила всего 0,4 мм.

По предшественнику горох при посеве 10 и 20 сентября после появления всходов количество выпавших осадков было одинаковым и составило 32,6 мм.

При изучении сроков посева твердой озимой пшеницы по предшественнику сидеральный пар в сравнении с предшественником горох были получены идентичные данные во все годы исследований.

Изучение сроков посева по предшественнику подсолнечник показало, что всходы твердой озимой пшеницы появлялись на один день позже, чем по предшественникам горох и сидеральный пар (таблица 5.1.3). Задержка появления всходов по предшественнику подсолнечник по всем срокам посева была связана с большей пересушенностью посевного слоя, т.к. подсолнечник является культурой высокого влагопотребления и поздними сроками уборки [63, 64, 156, 647]. По предшественнику подсолнечник установлено увеличение дней появления всходов и уменьшение продолжительности осенней вегетации твердой озимой пшеницы, а также снижение суммы положительных и активных температур по сравнению с другими изучаемыми предшественниками. По сравнению с предшественником черный пар сумма активных температур после появления всходов при посеве 10 сентября уменьшилась на $87,4^{\circ}\text{C}$, при посеве 20 сентября – на $63,9^{\circ}\text{C}$, 30 сентября – на $37,9^{\circ}\text{C}$.

По всем изучаемым предшественникам при посеве твердой озимой пшеницы 10 октября сумма активных температур за осенней период вегетации была равна $35,6^{\circ}\text{C}$.

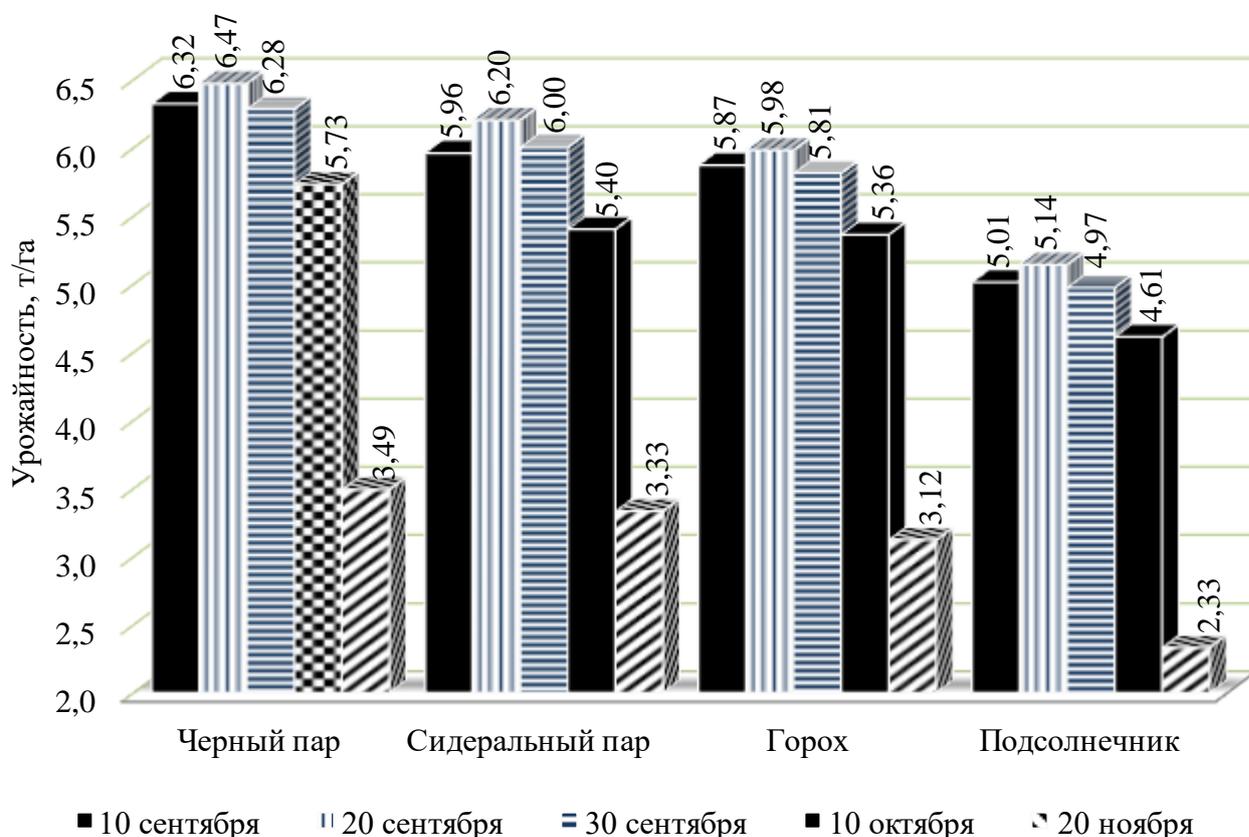
В результате проведенного анализа условий осенней вегетации различных сроков посева твердой озимой пшеницы по различным предшественникам было установлено, что всходы по всем срокам посева в среднем за годы исследований появляются раньше по предшественнику черный пар на 1-10 дней, чем по непаровым предшественникам. В отдельные годы, когда перед посевом выпадают осадки, всходы появляются одновременно по паровым и непаровым предшественникам (через 7-8 дней).

По предшественнику черный пар отмечается более продолжительный период вегетации, большее количество выпавших осадков, положительных и активных температур, используемых растениями, чем по предшественникам сидеральный пар, горох и подсолнечник.

Таблица 5.1.3 – Условия осенней вегетации различных сроков посева твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник (2013-2018 гг.)

Дата посева	Годы	Дата полных всходов	Продолжительность периода «посев – всходы», суток	Дата прекращения осенней вегетации	Продолжительность периода «всходы – прекращение осенней вегетации», суток	Сумма положительных температур периода «всходы – прекращение вегетации»	Сумма активных температур периода «всходы – прекращение вегетации»	Сумма осадков периода «всходы – прекращение осенней вегетации»
10 сентября	2013	11.10	31	15.11	35	340,5	215,6	14,4
	2014	21.10	41	16.11	26	132,9	22,5	23,8
	2015	16.11	67	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	3.10	23	15.11	43	321,2	183,8	47,5
	2017	18.09	8	16.11	60	671,4	447,8	75,9
	2018	1.11	52	9.11	8	54,5	0	0
В среднем		17.10	37	16.11	31	268,5	155,5	32,6
20 сентября	2013	16.10	26	15.11	30	282,9	158,0	14,4
	2014	24.10	34	16.11	23	102,5	0	0,3
	2015	16.11	57	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	3.10	13	15.11	43	321,2	183,8	47,5
	2017	30.09	10	16.11	49	432,3	236,9	75,9
	2018	1.11	42	9.11	8	54,5	0	0
В среднем		21.10	30	16.11	27	213,9	107,0	28,7
30 сентября	2013	30.10	30	15.11	16	149,2	68,6	2,8
	2014	5.11	36	16.11	10	70,4	0	0
	2015	16.11	47	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	16.10	16	15.11	30	159,8	58,8	30,4
	2017	15.10	15	16.11	34	487,8	104,3	64,8
	2018	1.11	32	9.11	8	54,5	0	0
В среднем		29.10	29	16.11	18	130,5	49,1	22,0
10 октября	2013	30.10	20	15.11	16	149,2	68,6	2,8
	2014	13.11	34	16.11	3	23,3	0	0
	2015	16.11	37	27.11	11	90,2	63,0	34,1
	2016	3.11	24	15.11	12	98,2	58,8	27,6
	2017	30.10	20	16.11	17	123,2	23,4	36,3
	2018	3.11	24	9.11	6	39,7	0	0
В среднем		6.11	27	16.11	11	87	35,6	16,8

Для того чтобы оценить влияние сроков посева на культуру твердой озимой пшеницы, нами была рассчитана средняя урожайность, полученная по всем изучаемым сортам и предшественникам (рисунок 5.1.1).



НСР_{0,05} по предшественнику черный пар – 0,29; НСР_{0,05} по предшественнику сидеральный пар – 0,28; НСР_{0,05} по предшественнику горох – 0,26; НСР_{0,05} по предшественнику подсолнечник – 0,27.

Рисунок 5.1.1 – Влияние сроков посева твердой озимой пшеницы по различным предшественникам на урожайность зерна, т/га (2014-2019 гг.)

По предшественнику черный пар твердая озимая пшеница формировала высокую урожайность 10, 20 и 30 сентября и составила 6,32, 6,47 и 6,28 т/га, соответственно. НСР_{0,05}=0,29. Значительное снижение урожайности твердой озимой пшеницы зафиксировано при посеве 10 октября, где она снизилась до 5,73 т/га.

Согласно «Зональным системам земледелия Ростовской области на 2013 – 2020 годы» окончанием допустимых сроков посева для озимой пшеницы считается период с 6 по 15 октября [214]. Сдвигая сроки посева с 10, 20 и 30

сентября на конец допустимых, в нашем опыте на 10 октября, урожайность твердой озимой пшеницы снижается на величину от 0,55 до 0,74 т/га, а при подзимнем посеве 20 ноября урожайность снижается от 2,79 до 2,98 т/га.

Для получения максимальной урожайности зерна лучшим предшественником для озимых культур является черный пар. По данному предшественнику важно вовремя провести посев твердой озимой пшеницы при наступлении оптимальных сроков. При различном наборе предшественников необходимо проводить сев в первую очередь по лучшим предшественникам, так как нерационально сеять по ним в поздние сроки посева, что будет способствовать снижению урожайности озимой пшеницы. При посеве по другим предшественникам твердая озимая пшеница формирует меньшую урожайность в сравнении с черным паром, поэтому для получения высоких урожаев в первую очередь необходимо сеять по этому предшественнику при условии наличия влаги в почве, достаточной для получения дружных всходов.

Урожайность твердой озимой пшеницы в различные сроки посева по предшественнику сидеральный пар была меньше, чем по предшественнику черный пар. Уровень урожайности при посеве 10, 20 и 30 сентября составил 5,96, 6,20 и 6,00 т/га, и был больше на 0,56-0,80 т/га, чем при посеве твердой озимой пшеницы 10 октября (5,40 т/га) соответственно.

По предшественнику горох урожайность твердой озимой пшеницы, также как по другим предшественникам, была наибольшая при посеве 20 сентября – 5,98 т/га, что несущественно меньше, чем при посеве 10 сентября – 5,87 т/га и 30 сентября – 5,81 т/га. При посеве 10 октября урожайность была значительно меньше предыдущих сроков посева и составила 5,36 т/га

По предшественнику подсолнечник урожайность 10, 20 и 30 сентября находилась на одном уровне – 5,01, 5,14 и 4,97 т/га соответственно. Посев 10 октября по данному предшественнику снижал урожайность по сравнению с другими сроками посева от 7,24 до 10,3% и составил 4,61 т/га.

Для оценки влияния поздних сроков посева на величину урожайности твердой озимой пшеницы был изучен подзимний посев (20 ноября). Для южной

зоны Ростовской области рекомендуемый срок подзимнего посева приходится на период с 15 по 25 ноября.

Появление всходов при посеве 20 ноября отмечалось при возобновлении весенней вегетации озимых культур. В отдельные годы при наличии положительных температур зимой появление всходов наблюдалось в первой-второй декадах января. Стадию яровизации семена твердой озимой пшеницы проходили в фазе проростков.

Подзимний посев пшеницы показал, что при одинаковых условиях роста и развития растений (влажность почвы и температурный режим) по всем изучаемым предшественникам уровень продуктивности зависит от используемого агрофона и предшествующих культур.

Растения подзимнего посева отличались низким коэффициентом кущения в весенний период и формировали урожайность значительно меньшую, чем в другие сроки посева на 38,3-54,7%. Высокий уровень агрофона по предшественнику черный пар способствовал формированию наибольшей урожайности по сравнению с другими предшественниками. Урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар при подзимнем посеве составила 3,49 т/га, а по предшественникам сидеральный пар и горох – 3,33 и 3,12 т/га соответственно. Наименьшая урожайность подзимнего посева формировалась по предшественнику подсолнечник и составила 2,33 т/га.

Проведенные исследования позволили установить возможность использования подзимнего срока посева твердой озимой пшеницы в условиях Ростовской области, при котором в зависимости от предшественника формируется урожайность от 2,33 до 3,49 т/га.

Неблагоприятные погодные условия, низкая энерговооруженность и другие причины, не всегда позволяют провести сельхозтоваропроизводителям посев в оптимальные сроки, в результате чего происходит нарушение рекомендуемых сроков посева и снижение урожайности.

Практическая возможность применения подзимнего срока посева была применена в ФГУП «Калининское» Волгоградской области, где урожайность

подзимнего срока посева по предшественнику пшеница составила в 2018 году от 1,20 до 2,50 т/га, а в 2019 году – от 1,0 до 1,6 т/га.

Дисперсионный анализ полученных данных позволил установить долю влияния сроков, предшественников и сортов на урожайность твердой озимой пшеницы (рисунок 5.1.2).

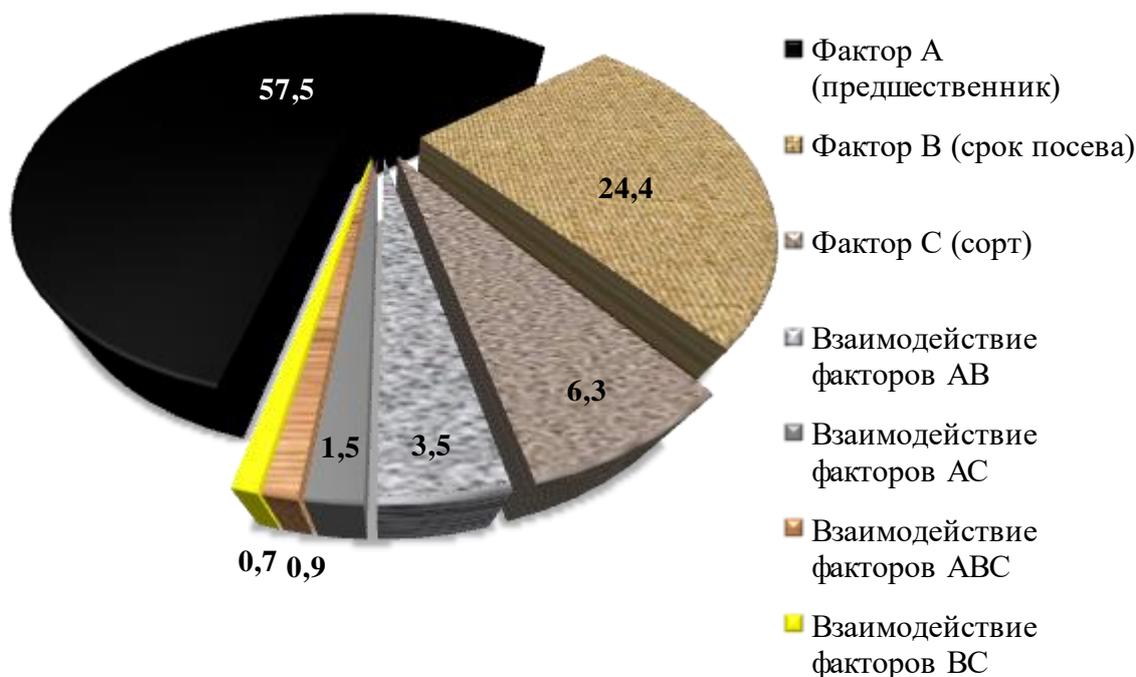


Рисунок 5.1.2 – Доля влияние сроков посева, предшественников и сортов на урожайность твердой озимой пшеницы, % (2014-2019 гг.)

Доля влияния сроков посева в формировании урожайности твердой озимой пшеницы равна 24,4%. Выбор предшественника является определяющим в формировании урожайности твердой озимой пшеницы. Доля влияния выбора предшественников составляет 57,4%. Новые сорта, адаптивные к изменяющимся погодным условиям, влияли на формирование урожайности на 6,3%.

За годы исследований складывающиеся погодные условия по-разному распределяли доли влияния факторов. При ранней весне роль сроков посева снижалась, а при поздней весне существенно увеличивалась. При ранней весне растения твердой озимой пшеницы в период весенней вегетации кустились и формировали дополнительные продуктивные стебли по всем срокам посева.

Позднее возобновление вегетации способствовало отсутствию дополнительного кущения у растений твердой озимой пшеницы весной и урожайность формировалась за счет осеннего развития растений, при котором растения не всегда имели несколько стеблей перед уходом в зиму, особенно при посеве 10 октября.

Согласно «Зональным системам земледелия Ростовской области» [213] оптимальным сроком посева для мягкой озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области, где проводились исследования, считается период с 20 сентября по 5 октября.

В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшая урожайность твердой озимой пшеницы по всем предшественникам формировалась при посеве 10, 20 и 30 сентября. Таким образом, для получения максимальной урожайности твердую озимую пшеницу как более теплолюбивую культуру при достаточном увлажнении следует сеять за 10 дней до рекомендованного оптимального срока посева. Если в посевном слое отсутствует влага, то посев следует начать при наступлении оптимальных сроков посева, рекомендованных для зоны возделывания. Несоблюдение сроков посева приводит к существенному снижению урожайности.

Анализируя данные урожайности по различным срокам посева в зависимости от сортовых особенностей, было установлено, что все сорта твердой озимой пшеницы формировали наибольшую урожайность по всем изучаемым предшественникам 10, 20 и 30 сентября, исключение сорт Амазонка (таблица 5.1.4).

Проведенные исследования позволили установить сортовые особенности у сорта твердой озимой пшеницы Амазонка на сроки посева по всем изучаемым предшественникам. Данный сорт проявил пластичность к срокам посева и формировал высокую урожайность как при посеве 10, 20 и 30 сентября, так и при посеве 10 октября. Существенной разницы в урожайности между данными сроками посева установлено не было, как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник. По предшественнику черный пар

урожайность по срокам посева с 10 сентября по 10 октября варьировала от 6,64 до 6,89 т/га ($НСР_{0,05} = 0,28$), а по предшественнику подсолнечник она составила от 5,45 до 5,70 т/га ($НСР_{0,05} = 0,25$).

Таблица 5.1.4 – Влияние сроков посева по различным предшественникам на урожайность сортов твердой озимой пшеницы, т/га (2014-2019 гг.)

Срок посева	Сорта твердой озимой пшеницы					В среднем
	Курант	Агат донской	Амазонка	Лазурит	Кристалла	
	2014-2016 гг.			2017-2019 гг.		
Предшественник черный пар						
10 сентября	6,16	6,87	6,64	6,01	5,91	6,32
20 сентября	6,24	6,99	6,89	6,00	6,21	6,47
30 сентября	5,93	6,91	6,85	5,72	6,00	6,28
10 октября	5,52	6,41	6,64	4,92	5,15	5,73
20 ноября	3,42	3,58	3,91	3,19	3,36	3,49
$НСР_{0,05}$	0,28	0,26	0,28	0,30	0,29	-
Предшественник подсолнечник						
10 сентября	5,43	5,73	5,58	3,89	4,40	5,01
20 сентября	5,66	5,89	5,70	4,15	4,32	5,14
30 сентября	5,56	5,63	5,61	3,98	4,09	4,97
10 октября	5,18	5,25	5,45	3,38	3,81	4,61
20 ноября	2,22	2,42	2,55	2,17	2,29	2,33
$НСР_{0,05}$	0,22	0,28	0,25	0,29	0,31	-

При подзимнем сроке посева сорт Амазонка формировал наибольшую урожайность среди изучаемых сортов. По предшественнику черный пар урожайность составила 3,91, а по предшественнику подсолнечник 2,55 т/га. Получение большей урожайности данного сорта по сравнению с другими сортами при поздних сроках посева указывает на хорошие морозо- и зимостойкие его свойства. На эту особенность сорта указывали исследователи Н.Е. Самофалова Н.П. Иличкина, Е.В. Ионова, О.А. Дубинина [485], что подтвердилось и в наших опытах.

Существенно меньшую урожайность формируют сорта Курант, Агат донской, Лазурит и Кристалла при посеве 10 октября и 20 ноября. Снижение урожайности у данных сортов по предшественнику черный пар при посеве 10

октября по сравнению с посевом 20 сентября составило 0,72 т/га у сорта Курант, 0,58 т/га у сорта Агат донской, 1,08 т/га у сорта Лазурит, 1,06 т/га у сорта Кристелла, а у сорта Амазонка данная разница составила 0,25 т/га (таблица 5.1.5).

Таблица 5.1.5 – Реакция сортов твердой озимой пшеницы при сравнении оптимального срока посева (20 сентября) с поздними сроками (10 октября, 20 ноября) по различным предшественникам (2014-2019 гг.)

Показатель	Сорта твердой озимой пшеницы					В среднем	
	Курант	Агат донской	Амазонка	Лазурит	Кристелла		
	2014-2016 гг.			2017-2019 гг.			
Предшественник черный пар							
Разница между 20 сентября и 10 октября	т/га	0,72	0,58	0,25	1,08	1,06	0,74
	%	11,5	8,3	3,6	18,0	17,1	11,7
Разница между 20 сентября и 20 ноября	т/га	2,82	3,41	2,98	2,81	2,85	2,97
	%	45,2	48,8	43,3	46,8	45,9	46,0
Предшественник подсолнечник							
Разница между 20 сентября и 10 октября	т/га	0,48	0,64	0,25	0,77	0,51	0,53
	%	8,5	10,9	4,4	18,6	11,8	10,8
Разница между 20 сентября и 20 ноября	т/га	3,44	3,47	3,15	1,98	2,03	2,81
	%	57,1	53,9	53,2	35,8	39,9	48,0

Засушливые условия вегетации 2017-2019 гг. увеличивали разницу в урожайности сортов твердой озимой пшеницы между сроками посева 20 сентября и 10 октября до 17,1 и 18,0%. Данная разница была меньше при возделывании сортов твердой озимой пшеницы в период с 2014 по 2016 гг., когда складывались благоприятные по влагообеспеченности годы (от 3,6 до 11,5%).

Сравнивая посев 20 сентября и подзимний посев 20 ноября, установили, что уменьшение урожайности у сортов, возделываемых в период 2014-2016 гг., составила по предшественнику черный пар 2,82 т/га у сорта Курант, 3,41 т/га у сорта Агат донской, 2,98 т/га у сорта Амазонка, а у сортов, возделываемых в период 2017-2019 гг., данная разница оставила 2,81 и 2,85 т/га у сорта Лазурит и

Кристалла соответственно. Независимо от складывающихся погодных условий по влагообеспеченности разница в урожайности твердой озимой пшеницы между оптимальным и подзимним сроком посева составляет в среднем 2,97 т/га, что соответствовало уменьшению на 46,0%.

По предшественнику подсолнечник разница в урожайности между посевом 20 сентября и 20 ноября в среднем по годам составила в среднем 2,81 т/га. Данная разница в отличие от предшественника черный пар была больше в годы разной влагообеспеченности. У сортов Курант, Агат донской и Амазонка, возделываемых в 2014-2016 гг., данная разница составила 3,44, 3,47, и 3,15 т/га соответственно. В 2017-2019 гг. у возделываемых сортов Лазурит и Кристалла разница составила 1,98 и 2,03 т/га соответственно.

При выращивании твердой озимой пшеницы, кроме высоких урожаев, необходимо использовать элементы технологии, позволяющие получать зерно высокого качества. Проведенный анализ полученных данных показал, что в среднем за годы изучения сорта твердой озимой пшеницы по всем изучаемым срокам посева при возделывании по предшественнику черный пар формировали зерно, соответствующее первому классу по содержанию белка (от 14,5 до 14,9%) и второму классу по содержанию клейковины (от 25,3 до 26,3%) согласно ГОСТ 9353-2016 [154] (таблица 5.1.6). Из-за снижения урожайности в поздние сроки посева наблюдается тенденция увеличения качественных показателей.

Таблица 5.1.6 – Влияние сроков посева по различным предшественникам на качество зерна твердой озимой пшеницы (2014-2019 гг.)

Содержание в зерне, %	Срок посева твердой озимой пшеницы					НСР _{0,05}
	10.09	20.09	30.09	10.10	20.11	
Предшественник черный пар						
Белок	14,6	14,5	14,7	14,8	14,9	0,8
Клейковина	25,5	25,3	25,7	25,9	26,3	1,5
Предшественник подсолнечник						
Белок	12,1	12,0	12,1	12,1	12,2	0,7
Клейковина	22,3	22,1	22,5	22,8	23,2	1,3

Дисперсионный анализ показал, что существенной разницы между сроками посева, по качеству белка и клейковины не установлено как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник.

По предшественнику подсолнечник качество зерна твердой озимой пшеницы снижалось по сравнению с предшественником черный пар. По содержанию белка и клейковины согласно ГОСТ 9353-2016 [154] зерно твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник соответствовало третьему классу качества независимо от срока посева. Белка содержалось от 12,0 до 12,2%, а клейковины – от 22,1 до 23,2%.

В результате проведенных исследований сроков посева твердой озимой пшеницы по различным предшественникам было установлено, что всходы появляются раньше по предшественнику черный пар на 1-10 дней, чем по непаровым предшественникам и сидеральному пару. В отдельные годы, когда перед посевом выпадают осадки, всходы появляются одновременно по всем предшественникам (через 7-8 дней).

По предшественнику черный пар раннее появление всходов способствует более продолжительной вегетации, в период которой выпадает большее количество осадков (до 48,5%), используется больше сумм положительных (до 112,3⁰С) и активных температур (до 87,4⁰С) растениями, чем по предшественникам сидеральный пар, горох и подсолнечник.

Биологической особенностью твердой озимой пшеницы является ее меньшая способность к кущению и формированию боковых побегов, а также медленное нарастание вегетативной массы в фазу кущения. Сортам твердой озимой пшеницы требуется большая сумма температур для прохождения фенологических фаз [487]. Это указывает на то, что твердую озимую пшеницу необходимо высевать не позже оптимальных сроков, что подтвердилось в наших исследованиях.

Благоприятные условия, складывающиеся по предшественнику черный пар, способствуют формированию наибольшей урожайности зерна твердой озимой пшеницы по сравнению с другими предшественниками. Своевременное

проведение посева в оптимальные сроки способствует наиболее полной реализации продуктивности данной культуры. Проведение посева в конце оптимальных сроков способствует снижению урожайности до 11,7%, а подзимний посев снижает урожайность до 46,0%. На качество зерна оказывает влияние выбор предшественника, а не срок посева. При выборе срока посева нужно учитывать содержание продуктивной влаги в почве и, в первую очередь, необходимо проводить сев по предшественникам, гарантирующим получение своевременных и дружных всходов. В южной зоне Ростовской области посев твердой озимой пшеницы должен быть проведен в максимально сжатые сроки в период с 10 по 30 сентября.

5.2 Влияние нормы высева семян на повышение урожайности зерна твердой озимой пшеницы

Возделывание озимой пшеницы направлено на получение наибольшего урожая с единицы площади, которая зависит, в том числе и от одного из важных элементов технологии – нормы высева семян. Оптимальная норма высева изначально формирует густоту растений и площадь их питания для создания благоприятных условий роста и развития растений, формирования продуктивного стеблестоя и озерненности колоса [5, 43, 95, 297, 463, 477].

Использование рекомендуемой нормы высева позволяет формировать продуктивный стеблестой, от которого на 50% зависит урожайность [135].

Норма высева для озимых культур зависит от многих факторов, таких как складывающиеся погодно-климатические условия, выбор предшественников, сроков посева и т.д. [213, 214, 307, 556]. Изучение норм высева твердой озимой пшеницы в разных зонах России показало неоднозначность полученных данных. Норма высева твердой озимой пшеницы варьирует от 3 до 5 млн всхожих семян/га [47, 52, 163, 320, 339, 475]. В Ростовской области такие исследования не проводили и нет данных изучения норм высева по различным предшественникам, уровням агрофона и срокам посева.

По предшественнику черный пар нами было изучено три нормы высева: 3, 4 и 5 млн. всхожих семян/га. Эти нормы были взяты из «Зональных систем земледелия по РО» [213, 214] для мягкой озимой пшеницы.

При сроке высева 10 и 20 сентября достоверной разницы в полученной урожайности между нормами высева установлено не было, и величина урожайности находилась на уровне от 5,94 до 6,07 т/га (таблица 5.2.1). При этом отмечалась тенденция возрастания урожайности при увеличении нормы высева от 3 до 5 млн всхожих семян/га как при посеве 10 сентября (от 5,97 до 6,12 т/га), так и при посеве 20 сентября (от 5,98 до 6,17 т/га).

Таблица 5.2.1 – Урожайность твердой озимой пшеницы в зависимости от сроков посева и норм высева по предшественнику чёрный пар, т/га (2017-2019 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Срок посева (фактор А)				НСР _{0,05} (А)
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	
3	5,97	5,98	5,66	4,68	0,30
4	6,08	6,12	5,81	4,84	0,29
5	6,12	6,17	5,95	5,11	0,28
НСР _{0,05} (В)	0,22	0,21	0,20	0,24	-
НСР _{0,05} – 0,24. Влияние фактора А (срок посева) – 89,5%, влияние фактора В (норма высева) – 1,7%. Взаимодействие АВ – 2,0%.					

Согласно дисперсионному анализу посев 10 и 20 сентября при норме высева 3 млн всхожих семян/га растения твердой озимой пшеницы способствовали хорошему кущению и формированию урожайности не менее, чем при посеве с нормой 5 млн всхожих семян/га.

При посеве твердой озимой пшеницы 30 сентября нормы высева 3 и 4 млн всхожих семян/га снижали урожайность по сравнению с посевом 20 сентября на 0,32 и 0,31 т/га соответственно (НСР_{0,05}=0,30). Посев 30 сентября с нормой высева 3 млн всхожих семян/га (5,66 т/га) обеспечивал идентичную урожайность при высева 4 млн всхожих семян/га (5,81 т/га), но значительно ниже, чем при посеве 5 млн всхожих семян/га (5,95 т/га) (НСР_{0,05}=0,20). В свою очередь, между

урожаемостью с нормами высева 4 и 5 млн всхожих семян/га при данном сроке посева достоверной разности не установлено.

При посеве 10 октября наблюдается снижение урожайности по всем нормам высева по сравнению с другими сроками посева от 14,1 до 21,6%. Урожайность при использовании норм высева 3 и 4 млн всхожих семян/га была на одном уровне и составляла 4,68 и 4,84 т/га ($НСР_{0,05}=0,24$). Наибольшая урожайность при данном сроке посева была зафиксирована при норме высева 5 млн всхожих семян/га и составила 5,11 т/га.

В результате проведённых исследований по изучению норм высева при различных сроках посева по предшественнику черный пар у твердой озимой пшеницы было установлено, что в при посеве 10 и 20 сентября оптимальная норма высева должна составлять 3 млн всхожих семян/га. При посеве 30 сентября норма высева увеличивается до 4 млн всхожих семян/га, а при посеве 10 октября (конец допустимых сроков) она должна составлять 5 млн всхожих семян/га.

По предшественнику подсолнечник выбор нормы высева соответствовал рекомендациям для озимой пшеницы Ростовской области [214], в которых норма высева озимой пшеницы по пропашным предшественникам в зависимости от сроков посева изменяется от 5 до 7 млн всхожих семян/га.

Изучение норм высева 5, 6 и 7 млн всхожих семян/га при различных сроках посева по предшественнику подсолнечник позволило установить, что при посеве 10 и 20 сентября урожайность при норме высева от 5 до 7 млн всхожих семян/га была на одном уровне (таблица 5.2.2). При посеве 10 сентября она составила от 4,01 до 4,21 т/га, а при посеве 20 сентября – от 4,14 до 4,29 т/га.

Посев 30 сентября с нормой высева 6 млн всхожих семян/га обеспечивал формирование наибольшей урожайности – 4,21 т/га. Урожайность твердой озимой пшеницы с нормой высева 7 млн всхожих семян/га (4,00 т/га) была идентичной 5 млн всхожих семян/га, но меньше урожайности 6 млн всхожих семян/га.

Срок посева 10 октября способствовал существенному снижению урожайности твердой озимой пшеницы от 11,3 до 17,8% по сравнению с другими сроками посева. Формирование наибольшей урожайности 3,63 и 3,55 т/га при

данном сроке посева установлено при норме посева 6 и 7 млн всхожих семян/га, соответственно. Значительно меньшая урожайность получена при данном сроке посева с нормой посева 5 млн всхожих семян/га (3,41 т/га) по сравнению с нормой высева 6 млн всхожих семян/га.

Таблица 5.2.2 – Урожайность твердой озимой пшеницы в зависимости от сроков посева и норм высева по предшественнику подсолнечник, т/га (2017-2019 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Срок посева (фактор А)				НСР _{0,05} (А)
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	
5	4,03	4,15	4,07	3,41	0,21
6	4,21	4,29	4,21	3,63	0,22
7	4,01	4,14	4,00	3,55	0,23
НСР _{0,05} (В)	0,20	0,19	0,17	0,18	-
НСР _{0,05} – 0,22. Влияние фактора А (срок посева) – 77,1%, влияние фактора В (норма высева) – 0,7%. Взаимодействие АВ – 2,8%.					

По всем изучаемым срокам посева по предшественнику подсолнечник у твердой озимой пшеницы отмечена тенденция формирования наибольшей урожайности при норме посева 6 млн всхожих семян/га (от 3,63 до 4,29 т/га) и уменьшение ее при норме посева 5 млн всхожих семян/га (от 3,41 до 4,15 т/га) и 7 млн всхожих семян/га (от 3,55 до 4,14 т/га).

В результате проведенных исследований установлено, что по предшественнику подсолнечник при посеве твердой озимой пшеницы при сроке посева 10, 20 и 30 сентября необходимо использовать норму посева 5-6 млн всхожих семян/га, а в конце допустимых сроков (10 октября) норма высева она должна быть увеличена до 6 млн всхожих семян/га.

Урожайность твердой озимой пшеницы при использовании разных сроков посева и норм высева определялась элементами структуры урожая. Сроки посева и нормы высева семян оказывали существенное влияние на рост и развитие озимой пшеницы в период вегетации. Данные элементы технологии формируют структуру урожая и продуктивность озимой пшеницы [47]. Основными элементами структуры урожая, определяющими урожайность озимой пшеницы,

являются число продуктивных стеблей, масса зерна с колоса, его озерненность, а также крупность зерна, которая определяется показателем массы 1000 зерен.

Важным показателем развития растений, влияющим на формирование урожайности, является число продуктивных стеблей на единицу площади.

При изучении сроков посева с различными нормами высева по предшественникам черный пар и подсолнечник было установлено, что каждый изучаемый элемент оказывал влияние на формирование продуктивного стеблестоя (таблица 5.2.3).

Таблица 5.2.3 – Число продуктивных стеблей твердой озимой пшеницы в зависимости от сроков посева и норм высева по предшественнику черный пар, шт./м² (2017-2019 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Сроки посева (фактор А)				НСР _{0,05} (А)
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	
Предшественник черный пар					
3	481,5	476,3	469,2	419,6	24,5
4	524,4	516,6	510,5	448,2	24,4
5	568,1	561,0	547,1	488,6	25,1
НСР _{0,05} (В)	25,2	24,4	26,1	27,4	-
Предшественник подсолнечник					
5	429,2	426,5	420,4	374,8	15,0
6	486,2	481,4	470,5	426,6	18,4
7	512,0	510,0	489,0	454,1	23,1
НСР _{0,05} (В)	31,0	32,1	27,4	25,1	-

Результаты анализа влияния предшественников на элементы структуры урожая представлены в главе 4.

Исследование норм высева по различным срокам посева по предшественникам черный пар и подсолнечник показало, что при посеве 10, 20 и 30 сентября количество продуктивных стеблей в зависимости от норм не менялось. При данных сроках посева с нормой высева 3 млн всхожих семян/га по предшественнику черный пар количество продуктивных стеблей составило от

469,2 до 481,5 шт./м², при посеве с нормой высева 4 млн всхожих семян/га – от 510,5 до 524,4 шт./м², а при 5 млн всхожих семян/га – от 547,1 до 568,1 шт./м².

По предшественнику подсолнечник при посеве 10, 20 и 30 сентября с нормой высева 5 млн всхожих семян/га количество продуктивных стеблей составило от 420,4 до 429,6 шт./м², с нормой высева 6 млн всхожих семян/га – от 464,4 до 486,3 шт./м² и при норме 7 млн всхожих семян/га – от 491,3 до 512,2 шт./м².

Дисперсионный анализ полученных данных показал, что по всем срокам посева установлена существенная разница по предшественнику черный пар между нормами высева, при этом отмечено наибольшее количество стеблестоя при раннем сроке посева (10 сентября) при всех изучаемых нормах высева. С нормой высева 3 млн всхожих семян/га при посеве 10 сентября количество продуктивных стеблей составило 481,4 шт./м², 4 млн всхожих семян/га – 524,4 шт./м², 5 млн всхожих семян/га – 568,1 шт./м².

По предшественнику подсолнечник по всем срокам посева между нормами высева 5 млн всхожих семян/га и 6 и 7 млн всхожих семян/га установлена существенная разница между количеством продуктивных стеблей, а при 6 и 7 млн всхожих семян/га формировался стеблестой одного порядка.

При посеве твердой озимой пшеницы 10 октября как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник по всем изучаемым нормам высева наблюдалось снижение продуктивного стеблестоя по сравнению с другими сроками посева. По предшественнику черный пар с нормой высева 3 млн всхожих семян/га при этом сроке посева уменьшение числа продуктивных стеблей по сравнению с другими изучаемыми сроками посева составило от 10,6 до 13,9%, при посеве с нормой высева 4 млн всхожих семян/га – от 12,2 до 14,5% и при норме высева 5 млн всхожих семян/га – от 10,7 до 14,0%.

По предшественнику подсолнечник уменьшение продуктивных стеблей при посеве 10 октября по сравнению с другими сроками составило при норме высева 5 млн всхожих семян/га – от 11,9 до 13,8%, при норме высева 6 млн всхожих

семян/га – от 9,1 до 13,2% и при норме высева 7 млн всхожих семян/га – от 7,6 до 11,3%.

Проведенный анализ изученных норм высева показал, что они существенно влияют на продуктивность стеблестоя твердой озимой пшеницы, особенно по черному пару, где по всем срокам посева установлены существенные различия по всем изучаемым нормам высева. По предшественнику подсолнечник наименьшее количество стеблей по всем срокам посева зафиксировано при норме высева 5 млн всхожих семян/га (от 374,8 шт./м² при посеве 10 октября до 428,2 шт./м² при посеве 10 сентября).

Наибольшее количество продуктивных стеблей твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник было зафиксировано при норме высева 6 и 7 млн. всхожих семян/га. Различий в количестве продуктивных стеблей между данными нормами не установлено. При посеве 10 сентября с нормой высева 6 млн всхожих семян/га количество продуктивных стеблей составляет 486,2 шт./м², а при норме высева 7 млн всхожих семян/га – 512,0 шт./м², при посеве 20 сентября – 481,4 и 510,0 шт./м², 30 сентября – 470,5 и 489,0 шт./м², 10 октября – 426,6 и 454,1 шт./м² соответственно.

Увеличение количества продуктивных стеблей при ранних сроках посева объясняется большей продолжительностью вегетационного периода за счет осеннего периода (глава 5.1), растения развивают большую корневую систему и начинают куститься и в итоге формируют большой стеблестой. Увеличение нормы высева, а также смещение сроков посева от раннего (10 сентября) к позднему (10 октября) приводило к уменьшению продуктивной кустистости растений.

По предшественнику черный пар количество продуктивных стеблей на одно растение при посеве 10 сентября составило с нормой высева 3 млн всхожих семян/га 2,1 шт./растение, с нормой высева 4 млн всхожих семян/га 1,7 шт./растение и 5 млн всхожих семян/га – 1,4 шт./растение, а при посеве 10 октября – 1,8, 1,4 и 1,2 шт./растение, соответственно.

По предшественнику подсолнечник растения твердой озимой пшеницы по всем срокам посева при норме высева 5 млн всхожих семян/га формировали от 1,1 до 1,2 стеблей/растение, при норме высева 6 млн всхожих семян/га – от 1,0 до 1,1 стебля/растение и при норме 7 млн всхожих семян/га образовывался только 1 стебель.

Уровень биологической урожайности озимой пшеницы определяется путем произведения количества продуктивного стеблестоя на массу зерна с колоса [17], т.е. масса зерна с колоса является одним из наиболее важных показателей при формировании урожая. В результате проведенного структурного анализа полученной урожайности твердой озимой пшеницы было установлено, что масса зерна с колоса уменьшалась с увеличением нормы высева как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник (таблица 5.2.4).

Таблица 5.2.4 – Масса зерна с колоса твердой озимой пшеницы в зависимости от сроков посева и норм высева по предшественнику черный пар, г (2017-2019 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Сроки посева (фактор А)				НСР _{0,05} (А)
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	
Предшественник черный пар					
3	1,33	1,35	1,31	1,21	0,06
4	1,25	1,27	1,25	1,18	0,06
5	1,20	1,22	1,20	1,16	0,05
НСР _{0,05} (В)	0,04	0,04	0,04	0,04	-
Предшественник подсолнечник					
5	1,09	1,09	1,08	1,00	0,06
6	1,01	1,01	1,01	0,96	0,04
7	0,90	0,91	0,91	0,89	0,03
НСР _{0,05} (В)	0,05	0,06	0,07	0,05	-

По предшественнику черный пар при сроках посева 10, 20 и 30 сентября масса зерна с колоса уменьшалась с увеличением нормы высева от 3 до 4 млн всхожих семян/га от 4,6 до 6,0%. При посеве с нормами высева от 4 до 5 млн всхожих семян/га снижение составило от 3,9 до 4,0%, а с увеличением нормы от

3 до 5 млн всхожих семян/га уменьшение составило от 8,4 до 9,8%. При посеве 10 октября масса зерна с колоса снижалась на 4,1% с увеличением нормы высева от 3 до 5 млн всхожих семян/га.

По предшественнику подсолнечник так же, как и по предшественнику черный пар, установлено уменьшение массы зерна с колоса при увеличении нормы высева. При всех изучаемых сроках посева с повышением нормы высева от 5 до 7 млн всхожих семян/га наблюдалось уменьшение массы зерна с колоса от 11,0 до 17,4%.

Увеличение стеблестоя растений способствовало уменьшению площади питания, приходящейся на одно растение, что в результате достоверно уменьшало массу сформировавшихся зерен.

Наибольшая масса зерна с колоса была получена при сентябрьских сроках посева (10, 20 и 30 сентября) как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник. Различий между данными сроками посева не установлено. Однако по предшественнику черный пар максимальная масса зерна с колоса (от 1,22 до 1,35 г) получена при посеве твердой озимой пшеницы 20 сентября по всем нормам высева.

Посев 10 сентября по предшественнику черный пар способствовал получению более ранних всходов, чем по другим срокам посева (таблица. 5.1.1), что создавало условия для лучшего кущения и этим объясняется получение большего количества продуктивных стеблей на единицу площади, но в то же время это приводило к расходу питательных веществ в осенний период. Масса зерна в колосе формируется в период налива в весенний период и при увеличении количества стеблей снижается, что подтверждается многими исследователями, проводившими структурный анализ растений [208, 288, 578, 606].

Существенное снижение массы зерна с колоса установлено при посеве озимой твердой пшеницы 10 октября по всем нормам посева, за исключением нормы высева 7 млн всхожих семян/га по предшественнику подсолнечник, т.к. данная норма высева формирует большую густоту стеблестоя, что приводило к уменьшению массы зерна с колоса независимо от срока посева. Масса зерна с

колоса при норме высева 7 млн всхожих семян/га составила от 0,89 до 0,91 г. Наибольшая масса зерна с колоса способствовала образованию большей массы 1000 зерен (таблица 5.2.5)

Таблица 5.2.5 – Масса 1000 зерен твердой озимой пшеницы в зависимости от сроков посева и норм высева по предшественнику черный пар, г (2017-2019 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Сроки посева (фактор А)				НСР _{0,05} (А)
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	
Предшественник черный пар					
3	42,2	43,0	42,8	41,2	0,7
4	41,2	42,4	42,1	41,1	0,8
5	40,8	41,0	40,9	40,7	0,8
НСР _{0,05} (В)	0,6	0,5	0,6	0,5	-
Предшественник подсолнечник					
5	40,1	40,0	39,6	37,0	0,9
6	38,6	38,5	38,4	36,1	1,1
7	37,3	37,5	37,1	35,2	1,0
НСР _{0,05} (В)	1,0	0,9	0,8	0,8	-

Анализ полученных данных твердой озимой пшеницы показал, что наибольшая масса 1000 зерен (43,0 г) формируется по предшественнику черный пар при посеве 20 сентября с нормой высева 3 млн всхожих семян/га. Увеличение нормы высева с 3 до 4 млн всхожих семян/га способствовало снижению массы 1000 зерен в зависимости от срока посева минимум до 41,0 и максимум до 42,4 г. При норме высева 5 млн всхожих семян/га существенной разницы с нормой высева 4 млн всхожих семян/га не установлено, но имелась тенденция к снижению массы 1000 зерен при увеличении нормы высева. Сравнивая нормы высева 3 и 5 млн всхожих семян/га, установили между данными нормами существенную разницу. При норме высева 5 млн всхожих семян/га по предшественнику черный пар масса 1000 зерен составила от 40,7 до 41,0 г.

Выполненность и крупность зерна, которую определяет масса 1000 зерен озимой пшеницы, – важные показатели не только для получения качественного зерна, используемого в переработке, но и в семеноводстве.

Определяется масса 1000 зерен для характеристики полновесности и крупности семян. Крупные тяжеловесные семена, имея большой запас питательных веществ, в полевых условиях при прорастании дают мощные всходы, которые в дальнейшем хорошо развиваются и обеспечивают более высокую урожайность [592].

Для получения зерна с высокой массой 1000 зерен твердой озимой пшеницы ее необходимо высевать с нормой не более 3 млн всхожих семян/га по предшественнику черный пар в оптимальный срок посева.

По предшественнику подсолнечник, как и по предшественнику черный пар, при посеве 10, 20 и 30 сентября с увеличением нормы высева масса 1000 зерен уменьшалась (от 37,1 до 40,1 г). Наименьшая масса 1000 зерен сформировалась при посеве 10 октября в зависимости от нормы высева (от 35,2 г при норме высева 7 млн всхожих семян/га до 37,0 г при норме высева 5 млн всхожих семян/га).

По всем изучаемым срокам посева по предшественнику подсолнечник увеличение нормы высева с 5 до 6 млн всхожих семян/га снижало массу 1000 зерен от 2,4 до 3,8%, а с 6 до 7 млн всхожих семян/га – от 2,5 до 3,4%.

Норма высева оказывала влияние не только на выполненность зерна и его массу, но и на количество зерен в колосе (таблица 5.2.6). По предшественнику черный пар твердая озимая пшеница формировала наибольшее количество зерен в колосе от 32,0 до 32,5 шт. при посеве 10, 20 и 30 сентября с нормой высева 3 млн всхожих семян/га. Снижение количества зерен установлено при посеве 10 октября по всем изучаемым нормам высева (от 28,9 до 30,0 шт.). При нормах высева 4 и 5 млн всхожих семян/га при посеве 10, 20 и 30 сентября количество зерен на растении было одинаковым от 30,1 до 31,0 шт.

По предшественнику подсолнечник максимальное количество зерен в колосе формировалось при норме высева 5 млн всхожих семян/га независимо от нормы высева (от 26,8 до 27,1 шт.), а минимальное их количество – при норме высева 7 млн всхожих семян/га (от 25,1 до 25,4 шт.). Количество зерен в колосе

при норме высева 6 млн всхожих семян/га занимало промежуточное значение между 5 и 7 млн всхожих семян/га и составляло от 26,0 до 26,2 шт. зерен в колосе.

Таблица 5.2.6 – Количество зерен в колосе твердой озимой пшеницы в зависимости от сроков посева и норм высева по предшественнику черный пар, шт. (2017-2019 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Сроки посева (фактор А)				НСР _{0,05} (А)
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	
Предшественник черный пар					
3	32,4	32,5	32,0	30,0	1,5
4	31,2	31,0	30,7	29,5	1,1
5	30,2	30,1	30,1	28,9	1,2
НСР _{0,05} (В)	1,0	1,0	0,9	0,7	-
Предшественник подсолнечник					
5	26,8	27,1	27,0	26,9	0,5
6	26,0	26,2	26,1	26,0	0,6
7	25,3	25,4	25,4	25,1	0,5
НСР _{0,05} (В)	0,7	0,8	0,8	0,8	-

Таким образом, твердая озимая пшеница при меньших нормах высева при посеве в начале оптимальных сроков и в оптимальный срок посева формирует наилучшие биометрические показатели, такие как число продуктивных колосьев, число зерен в колосе, массы зерна с колоса и масса 1000 зерен.

Согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [362], важным показателем для оценки развития сельскохозяйственных растений является учет их высоты.

Многие исследователи установили прямую зависимость между высотой растений озимой пшеницы и урожайностью [15, 291, 456]. Это объясняется тем, что чем выше растение пшеницы, тем больше возможность использовать солнечную энергию для формирования сухого вещества и в конечном итоге величины урожайности [94].

Озимая пшеница классифицируется по высоте на карлики (до 60 см), полукарлики (от 60 до 85 см), низкостебельные (от 85 до 105 см), среднерослые (от 105 до 120 см) и высокорослые (более 120 см) [178].

В наших опытах изучали сорт Лазурит, который относится к низкостебельным сортам [352, 496, 498, 499, 500]. Однако высота может изменяться в зависимости от условий возделывания [262]. Высокий агрофон положительно влияет на высоту растений и урожайность озимой пшеницы. Чем выше формируется высота растений, тем более высокий уровень урожайности может быть на таком агрофоне [70]. В результате проведенных исследований высота растений твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар увеличивалась с повышением нормы высева по всем срокам посева (таблица 5.2.7).

Таблица 5.2.7 – Высота растений и длина колоса твердой озимой пшеницы в фазу полной спелости в зависимости от нормы высева и срока посева по предшественнику черный пар и подсолнечник, см (2017-2019 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га	Высота растений				Длина колоса			
	Сроки посева							
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября
Предшественник черный пар								
3	95	97	94	90	6	6	6	5
4	96	98	95	91	6	6	6	5
5	97	99	96	91	6	6	6	5
Предшественник подсолнечник								
5	94	94	93	90	5	5	5	4
6	93	93	92	88	5	5	5	4
7	92	92	91	87	4	4	4	3

При норме высева 3 млн всхожих семян/га высота растений составила при посеве 10 сентября 95 см, 20 сентября – 97 см, 30 сентября – 94 см и при посеве 10 октября – 90 см. С увеличением нормы высева до 4 млн всхожих семян/га высота

растений повышалась относительно нормы высева 3 млн всхожих семян/га на 1 см, а при норме 5 млн всхожих семян/га на 2 см. Высокий уровень агрофона предшественника (черный пар) способствует увеличению высоты растений при увеличении нормы высева.

Наибольшая высота твердой озимой пшеницы установлена при ее посеве 20 сентября в зависимости от нормы высева высота составила от 97 до 99 см. Исходя из литературных данных, высота является признаком хороших условий для вегетации [70]. В проведенных исследованиях это указывает на то, что при данном сроке посева складываются оптимальные условия для роста и развития твердой озимой пшеницы, т.к. именно по данному сроку посева получена наибольшая урожайность зерна.

Корреляционный анализ показал, что между урожайностью и высотой растений установлена средняя положительная корреляционная зависимость ($r=0,68\pm 0,11$).

Ранний срок посева 10 сентября снижает высоту из-за большего расхода питательных веществ осенью, т.к. по данному сроку появлялись всходы раньше других изучаемых сроков посева. Это увеличивало период вегетации и потребление большего количества питательных веществ, а т.к. поскольку высота растений формируется весной, то израсходованные питательные вещества осенью снизили высоту растений посева 10 сентября по сравнению с посевом 20 сентября.

Посев 30 сентября уменьшал высоту растений твердой озимой пшеницы относительно посева 20 сентября по всем нормам высева на 3 см и высота растений составила от 94 до 96 см.

Посев 10 октября имел наименьшую высоту растений, которая была равна в зависимости от нормы высева от 90 до 91 см. Смещение сроков посева раньше и особенно позже рекомендуемых сроков ухудшает условия вегетации, приводит к снижению биометрических показателей и урожайности.

По предшественнику подсолнечник растения твердой озимой пшеницы сохраняли тенденцию формирования наибольшей высоты растений при

оптимально складывающихся условиях. Наибольшая высота растений была получена при норме высева 5 млн всхожих семян/га и составила от 90 до 94 см. С увеличением нормы высева и соответственно увеличением густоты растений и стеблестоя происходило существенное уменьшение площади питания и снижение высоты растений. При норме высева 6 млн всхожих семян/га высота растений твердой озимой пшеницы относительно нормы 5 млн всхожих семян/га уменьшалась от 1 до 2 см, а при норме высева 7 млн всхожих семян/га – от 2 до 3 см.

Наибольшая высота растений формировалась при посеве 10 и 20 сентября, которая при нормах высева 5, 6 и 7 млн всхожих семян/га составила 94, 93 и 92 см соответственно. Посев 30 сентября способствовал уменьшению высоты растений относительно посева 10 и 20 сентября на 1 см.

Наименьшая высота растений была сформирована при посеве 10 октября и составила 90, 88 и 87 см у изучаемых норм высева 5, 6 и 7 млн всхожих семян/га соответственно.

Длина колоса является важным биометрическим показателем, который влияет на формирование зерна озимой пшеницы. Данный показатель имеет положительную корреляцию с количеством зерен в колосе, с длиной колосков, что в конечном итоге влияет на урожайность озимой пшеницы [205, 351, 456].

Некоторые исследователи утверждают, что длина колоса – наименее варьирующий хозяйственно-ценный признак, и продуктивность формируется благодаря увеличению количества зерен и их массы [245, 586]. Другие исследователи утверждают, что длина колоса варьирует в зависимости от условий возделывания и складывающихся погодных условий [581]. Длина колоса зависит от продолжительности периода «кущение – начало выхода в трубку». Чем продолжительнее длится сегментация, которая происходит именно в эти фазы, тем большей длины формируется колос, что способствует формированию большего количества колосьев (колосовых бугорков). Хорошая обеспеченность растений элементами питания способствует образованию крупного колоса [581].

В результате проведенных исследований было установлено, что длина колоса твердой озимой пшеницы относится по классификации Р.Н. Бляхеровой [72] к коротким до 8 см, что подтверждается приведенными ранее данными [352, 496, 498, 499, 500]. Длина колоса не менялась по предшественнику черный пар в зависимости от нормы высева и составила при посеве 10, 20, 30 сентября 6 см, а при посеве 10 октября – 5 см.

Сравнивая длину колоса при норме высева 5 млн всхожих семян/га по изучаемым предшественникам, установили снижение величины колоса на 1 см по предшественнику подсолнечник по сравнению с черным паром в зависимости от срока посева. По предшественнику подсолнечник длина колоса изменялась в зависимости от нормы высева и срока посева.

Посев 10, 20 и 30 сентября с нормой высева 5 и 6 млн всхожих семян/га способствовал формированию наибольшей длины колоса (5 см), а при посеве с нормой высева 7 млн. всхожих семян/га сформировалась длина колоса 4 см. Посев 10 октября способствовал формированию величины колоса 4 см при посеве с нормами высева 5 и 6 млн всхожих семян/га, а при посеве с нормой высева 7 млн всхожих семян/га – до 3 см.

Между урожайностью и длиной колоса установлена средняя корреляционная зависимость ($r=0,53\pm 0,13$).

На качественные показатели твердой озимой пшеницы сроки посева и нормы высева не повлияли как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник. Отмечена тенденция уменьшения качественных показателей с увеличением нормы высева (приложения 9, 10).

Изучение норм высева при различных сроках посева твердой озимой пшеницы показало, что по предшественнику черный пар норма высева при посеве в ранний срок и начале оптимального срока должна составлять 3 млн всхожих семян/га, в конце оптимальных сроков и при позднем сроке посева – 5 млн всхожих семян/га. По предшественнику подсолнечник норма высева должна составлять при оптимальных сроках посева 5 млн всхожих семян/га, а при посеве в поздний срок – 6 млн всхожих семян/га. Полученные результаты по сорту

Лазурит, изучаемому в 2017-2019 гг., полностью совпадают с результатами ранее изученного сорта Курант.

Изучение биометрических показателей растений при различных нормах высева и сроках посева показало, что при меньших нормах высева складываются условия для формирования растений с лучшими биометрическими показателями озерненности колоса, его массы, величины колоса, что может использоваться в семеноводстве для получения высококачественных семян.

Исследования показали, что срок посева влияет на продолжительность вегетации и обеспеченность растений необходимой суммой температур и в конечном итоге на развитие растений, при этом норму высева необходимо подбирать в зависимости от предшественника и содержания продуктивной влаги в почве. При достаточном содержании в почве продуктивной влаги в посевном слое для получения своевременных всходов (8-10 мм) существует возможность к дополнительному кущению при раннем сроке посева, а при ее отсутствии необходимо компенсировать нормой высева, особенно при поздних сроках посева.

Для получения максимального урожая зерна твердой озимой пшеницы норма высева твердой озимой пшеницы, возделываемая по предшественнику черный пар, определяется в зависимости от срока посева. При посеве с 10 по 20 сентября норма высева должна быть в зависимости от условий увлажнения от 3 до 5 млн всхожих семян/га. При посеве 30 сентября норма высева должна быть не менее 4 млн всхожих семян/га, а при позднем сроке посева — 5 млн всхожих семян/га. По предшественнику подсолнечник норма высева должна быть 5 млн всхожих семян/га при посеве с 10 по 30 сентября, а при посеве 10 октября норма высева должна быть 6 млн всхожих семян/га.

5.3 Роль глубины заделки семян в повышении урожайности твердой озимой пшеницы

Глубина посева семян – это один из важных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур и особенно для озимой пшеницы,

т.к. от нее зависят полевая всхожесть, срок появления всходов, глубина залегания узла кущения, морозо- и зимостойкость и в итоге урожайность культуры. Высеянные семена должны равномерно распределяться на определенной глубине почвенного слоя и максимально соответствовать требованиям возделываемой культуры.

Глубина посева влияет на продолжительность периода «посев – всходы». Например: увеличение глубины посева семян удлиняет период появления всходов, и растения затрачивают больше времени и энергии для выхода на поверхность почвы, при этом снижается всхожесть. Заглубление семян способствует лучшей перезимовки, т.к. каждый сантиметр почвы над узлом кущения повышает температуру почвы примерно на 3°C и в итоге повышает морозостойкость растений в зимний период [271]. Злаки обладают способностью куститься, что является важным преимуществом перед другими культурами, что повышает их жизнеспособность и распространение [315]. Процесс кущения представляет собой процесс подземного ветвления стебля, при котором из подземных стеблевых узлов образуются новые побеги (второго, третьего порядка). Сначала из них развиваются узловые корни, затем боковые побеги, которые выходят на поверхность почвы и растут так же, как и главный стебель. Одновременно формируется вторичная корневая система, которая размещается, в основном, в поверхностном слое почвы. Верхний узел главного стебля, где происходит этот процесс, называется узлом кущения [353]. В узле кущения сосредоточены все части будущего растения, он служит резервом запасных питательных веществ. Отмирание и повреждение узла кущения приводит к гибели растения. Узел кущения у злаков обычно расположен на глубине 2-3 см. Большая глубина залегания способствует повышению устойчивости злаков к полеганию, озимые в меньшей степени подвержены воздействию низких температур в зимний период [225, 353].

В.Р. Вильямс в одной из фундаментальных своих работ «Луговоеводство и кормовая площадь» указывал, что «... проросший из семени злака стебель образует первый узел, расположенный на небольшой глубине от поверхности

почвы. Этот узел у большинства злаков имеет особо важное значение и называется узлом кущения». Таким образом, за узел кущения принимается первый образовавшийся на стебле у поверхности почвы узел. В то же время он обратил внимание на явление «многоузловости» при описании особенностей злаков при различной глубине заделки семян [102].

Узел кущения входит в состав базальной (подземная или приземная) зоны побега, где сближены трудно различимые узлы. У хлебных злаков она представлена укороченным участком побега, образующим розетку листьев. В базальной зоне происходит ветвление побега хлебного злака, поэтому ее называют зоной кущения или зоной ветвления.

Розеткообразующая способность побега хлебных злаков – важное приспособительное свойство, позволяющее растениям сравнительно легко переносить неблагоприятные периоды в жизненном цикле [315].

Исследования глубины посева семян твердой озимой пшеницы проводились в 2010-2013 гг. Посев осуществляли вручную на глубину 2, 4, 6, 8, 10 см. Предшественник – черный пар. Норма высева – 500 всхожих семян на 1 м². Сорт твердой озимой пшеницы Аксинит.

Увеличение глубины заделки семян при посеве твердой озимой пшеницы с 2 до 10 см способствует заглублению основного узла кущения, т.е. узла, расположенного ближе к поверхности почвы. Основной узел кущения является определяющим в формировании величины урожайности культуры [315], поэтому нами был проведен комплекс исследований для определения важности данного элемента для твердой озимой пшеницы, для которой перезимовка является основным показателем, т.к. отсутствует геном D и она менее морозостойкая в отличие от мягкой озимой пшеницы [256, 278, 475, 484, 487].

Выживаемость растений в зимний период зависит от глубины залегания узла кущения, которая изменялась от различной заделки семян (рисунок 5.3.1). Поэтому нами были проведены исследования по определению важности данного показателя для твердой озимой пшеницы.



Рисунок 5.3.1 – Глубина залегания (основного) узла кущения при посеве твердой озимой пшеницы на различную глубину (2010-2012 гг.)

Заделка семян на глубину 2 см способствовала образованию основного узла кущения на глубине 1,47 см (таблица 5.3.1). Увеличение глубины посева способствовало заглублению основного узла кущения.

Таблица 5.3.1 – Влияние заделки семян твердой озимой пшеницы на глубину залегания узлов кущения, см (2010-2012 гг.)

Узел кущения	Глубина заделки семян					НСР _{0,05}
	2	4	6	8	10	
Первый (основной)	1,47	2,37	2,57	2,73	2,93	0,41
Второй	-	3,40	3,03	3,13	3,80	0,24
Третий	-	-	3,80	4,37	4,83	0,60

Анализ полученных данных показал, что между заделкой семян на глубину 4, 6 и 8 см, а также 6, 8 и 10 см разницы в залегании основного узла кущения нет (НСР_{0,05}=0,41). Однако отмечена тенденция увеличения залегания основного узла кущения при заглублении посева. Посев семян на глубину 4 см увеличил глубину расположения основного узла кущения до 2,37 см, при заделке семян на 6 см – до 2,57 см, посев на 8 см – до 2,73 см, а при посеве на глубину 10 см – до 2,93 см.

Посев на глубину 2 см способствовал образованию у растений одного узла кущения, при этом он располагался вплотную к семени.

Заделка семян на глубину 2 см способствовала нахождению проростков семян в поверхностном слое почвы, где создаются благоприятные условия для развития и формирования узла кущения. При посеве на такую глубину отсутствовало растяжение междоузлий базальной зоны. Узлы на главном стебле находились рядом друг с другом, т.к. междоузлия базальной зоны не удлинялись.

Мелкая заделка семян способствовала тому, что проростки твердой пшеницы не использовали питательные вещества эндосперма на рост подземного стебля, который образовывался при посеве глубже, чем на 2 см между семенем и узлом кущения. Питательные вещества семени при прорастании семян использовались растением не на вынос конуса нарастания, а на рост и развитие корней и листьев, при этом посев на глубину 2 см отличался высокой энергией прорастания при выпадении осадков и быстрым появлением всходов.

При посеве семян на глубину 4 см второй узел кущения образовывался как между семенем и основным узлом кущения, так и около семени, т.е. на глубине посева. Данная биологическая особенность пшеницы описана многими исследователями [292, 308, 584]. Вначале растения развивают основной побег, на котором образуется первый узел кущения, а затем формируется и развивается боковой побег из спящей почки. У основания этого побега закладывается свой узел кущения, из которого развивается боковой побег, но кущение не происходит. Боковой побег весной выходит в трубку без образования дополнительных побегов.

При заделке семян глубиной на 6 см и глубже твердая озимая пшеница не образовывала узла кущения около семени. Формирование узла кущения около зародыша отмечалось только при посеве на 2 см и частично на 4 см. Таким образом, твердая озимая пшеница формирует узел кущения около зародыша только при посеве на глубину 2 и 4 см. При посеве на глубину 2 см все узлы кущения располагались около семени и были основными, а при посеве на 4 см

узел кущения, расположенный около зародышевого узла, был второго порядка, образованный после формирования первого основного узла.

Посев семян твердой озимой пшеницы на глубину 4 см способствовал у растений твердой озимой пшеницы образованию второго узла кущения. Второй узел кущения располагался глубже основного узла кущения.

При расчете средней глубины залегания второго узла кущения эта величина составила 3,4 см, которая была глубже, чем при заделке семян на 6 см (3,0 см) и 8 см (3,1 см). Это объясняется тем, что расположение некоторых вторых узлов было около семени т.е. на глубине посева 4 см. Учитывая наименьшую существенную разницу глубины залегания второго узла кущения ($НСР_{0,05}=0,24$), установлено, что при посеве на 6 и 8 см он расположен на одном уровне (3,0-3,1 см).

Максимальная глубина залегания второго узла кущения была при посеве на 10 см и составила 3,8 см, что существенно глубже, чем при посеве на 4, 6 и 8 см.

У растений твердой озимой пшеницы была установлена биологическая особенность при посеве семян на глубину 6, 8 и 10 см, где образовывался помимо одного и двух узлов третий узел кущения. При этом соотношение количества узлов кущения и глубина их залегания были различными и зависели от глубины заделки семян.

Третий узел кущения располагался глубже по почвенному профилю, чем второй и первый узел. При посеве на глубину 6 см третий узел кущения располагался на глубине почвенного профиля 3,8 см, при посеве на 8 см – 4,4 см, при посеве на 10 см – 4,8 см.

Наличие дополнительных нижних узлов кущения у злаковых растений – это приобретенное растением в процессе эволюции важное адаптационное свойство. Наличие нескольких узлов кущения гарантирует злаковым растениям выживаемость при неблагоприятных условиях. В случае, если поврежден основной узел кущения, например вредителями или низкими температурами в период перезимовки, то лучше развиваются узлы кущения, расположенные ниже. Стебли, образовавшиеся из узлов кущения второго и третьего порядков, у растений озимой пшеницы формируют колосья не ниже по продуктивности, чем

колосья основного узла [323]. Многоузловость и большая глубина залегания узлов кущения для твердой озимой пшеницы особенно важна для этой культуры, так как в силу своей генетической природы она более теплолюбивая и менее зимостойкая по сравнению с мягкой пшеницей. Данная особенность является гарантом ее хорошей перезимовки [493]. Поэтому одним из важных показателей является количество растений, имеющих свыше одного узла кущения (таблица 5.3.2).

Таблица 5.3.2 – Влияние глубины заделки семян твердой озимой пшеницы на соотношение растений с различным количеством узлов кущения, % (2010-2012гг.)

Узел кущения	Глубина заделки семян, см				
	2	4	6	8	10
Первый (основной)	100	80	64	57	46
Второй	-	20	27	28	31
Третий	-	-	9	15	23

Увеличение глубины посева не только повышает глубину залегания узлов кущения, но и повышает число многоузловых растений (имеющих более одного узла кущения). Если при мелком посеве на глубину 2 см наблюдается 100% количество растений с одним узлом кущения, то при посеве на 4 см одноузловых растений 80%, а двухузловых – 20%. При посеве на 6, 8 и 10 см количество растений с одним узлом кущения уменьшалось пропорционально заглублению с 64% (посев на 6 см) до 46% (посев на 10 см). Одновременно увеличивалась численность растений с двумя и тремя узлами кущения, т.е. увеличение глубины посева увеличивает количество растений многоузловых форм.

От глубины посева пшеницы зависит ее полевая всхожесть. Наибольшая полевая всхожесть (79,5%) у твердой озимой пшеницы была установлена при наименьшей глубине заделки семян 2 см (рисунок 5.3.2).

С увеличением глубины посева семян происходило снижение полевой всхожести семян. Наименьшая полевая всхожесть установлена при посеве на 10

см, где она составила 52,8%. При посеве на глубину 8 см полевая всхожесть была равна 65,3%, а при посеве на глубину 6 см и 4 см – 70,6 и 73,8%.

Снижение полевой всхожести при увеличении глубины посева происходило не только в результате больших затрат энергии, необходимых для прорастания семян, но и из-за физиологических особенностей растений твердой озимой пшеницы, которые имеют короткое coleoptile. Полученные всходы твердой озимой пшеницы при посеве на 8 и 10 см были вытянутые и ослабленные.

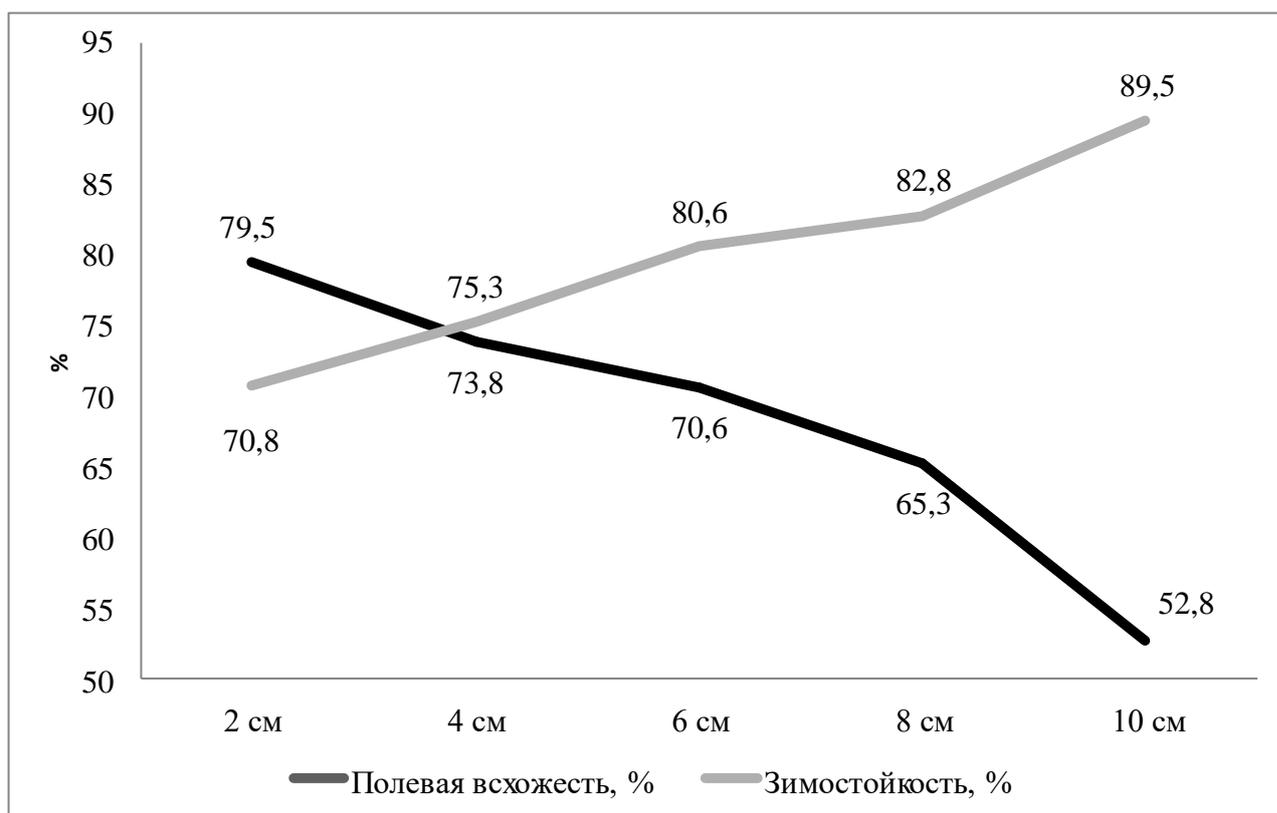


Рисунок 5.3.2 – Полевая всхожесть и зимостойкость твердой озимой пшеницы в зависимости от глубины посева, % (2010-2013 гг.)

Зимостойкость твердой озимой пшеницы повысилась с увеличением глубины заделки семян. Посев твердой пшеницы на глубину 2 см снижал зимостойкость до 70,8%, а при заделке семян на глубину 10 см зимостойкость увеличилась до 89,5%. Снижение выживаемости растений в зимний период при мелкой глубине посева семян на 2 см происходило из-за «выпирания» растений, которое было в результате наступления кратковременных оттепелей и последующего замерзания почвы, при которых верхние слои почвы оттаивали, а

затем почва вновь замерзала. В результате перепадов температур узел кущения оказывался на поверхности почвы, что приводило к гибели растений.

Наибольшую урожайность твердая озимая пшеница формировала при посеве семян на глубину 4 и 6 см, которая составляла 4,95 и 4,75 т/га, соответственно (таблица 5.3.3). Снижение урожайности твердой озимой пшеницы было установлено при заделке семян на 8 и 10 см – 4,43 и 4,10 т/га соответственно.

Таблица 5.3.3 – Урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от глубины посева семян (2011-2013 гг.)

№ п/п	Показатели	Глубина посева, см					НСР _{0,05}
		2	4	6	8	10	
1.	Урожайность, т/га	4,60	4,95	4,75	4,43	4,10	0,30
2.	Содержание белка, %	16,1	16,2	16,1	16,0	15,8	0,4
3.	Содержание клейковины, %	28,5	29,2	28,8	28,7	28,4	1,0
4.	SDS-седиментация, мл	35,0	35,1	35,0	34,7	34,7	2,8

В годы с благоприятными условиями в зимний период, растения твердой озимой пшеницы при посеве на 2 см хорошо перезимовывали и формировали большую урожайность, чем при посеве на 4 и 6 см. В годы с низкой перезимовкой мелкая глубина заделки способствовала значительному снижению зимостойкости и существенному уменьшению урожайности. Для снижения риска гибели растений оптимальная глубина посева твердой озимой пшеницы должна составлять 4-6 см. Такая глубина служит гарантом получения наибольшей урожайности и хорошей перезимовки.

Качество зерна полученного урожая при различной глубине заделки семян существенно не изменялось. Содержание белка в зерне находилось на уровне от 15,8 до 16,2%, количество клейковины – от 28,4 до 29,2%. SDS-седиментация, показывающая качество клейковины, находилась в пределах от 34,7 до 35,1 мл.

Проведенными исследованиями было установлено, что твердая озимая пшеница с увеличением глубины посева повышает глубину залегания узлов кущения, а также формирует многоузловые формы растений, обеспечивающие

повышение зимостойкости культуры. Оптимальная глубина заделки семян для твердой озимой пшеницы, способствующая получению наибольшей урожайности является 4 и 6 см. Увеличение или снижение глубины заделки семян приводит к уменьшению полевой всхожести, снижению зимостойкости и урожайности.

ГЛАВА 6. РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

6.1 Динамика элементов питания твердой озимой пшеницы при внесении азотных подкормок

На урожайность твердой пшеницы существенное влияние оказывает фон минерального питания, от которого зависит норма высева семян [642]. Согласно «Зональным системам земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы» наибольшее влияние на урожайность зерна озимой пшеницы и его качество оказывают азотные удобрения [214]. Использование азота осложняется тем, что потребность растений в нем высокая, а нестабильность его значительная: переходит в труднодоступную форму, вымывается, улетучивается.

Срок внесения азотных удобрений имеет важное значение при возделывании зерновых культур [64, 265]. Наибольший дефицит в азоте растения озимых культур испытывают ранней весной, т.к. процесс нитрификации в почве не происходит из-за низких температур, а потребность в азоте растений высокая. Поэтому озимые культуры хорошо отзывчивы на ранневесеннее внесение азотных удобрений [515]. В рекомендациях по использованию азотной подкормки, как осенью, так и ранней весной, нет определенных критериев, при каких условиях возможно использование той или иной подкормки [213, 214].

В Южном федеральном округе преобладающей формой минерального азота является азот нитратный, который потребляется озимой пшеницей [548]. Поэтому именно эта форма азота учитывалась при проведении полевых опытов.

Исследование динамики основных элементов питания в почве при различных сроках внесения азотных подкормок показало, что по предшественнику подсолнечник в фазу всходов содержание нитратного азота соответствовало очень низкому значению – от 8,1 до 8,5 мг/кг (приложение 11) (рисунок 6.1.1).

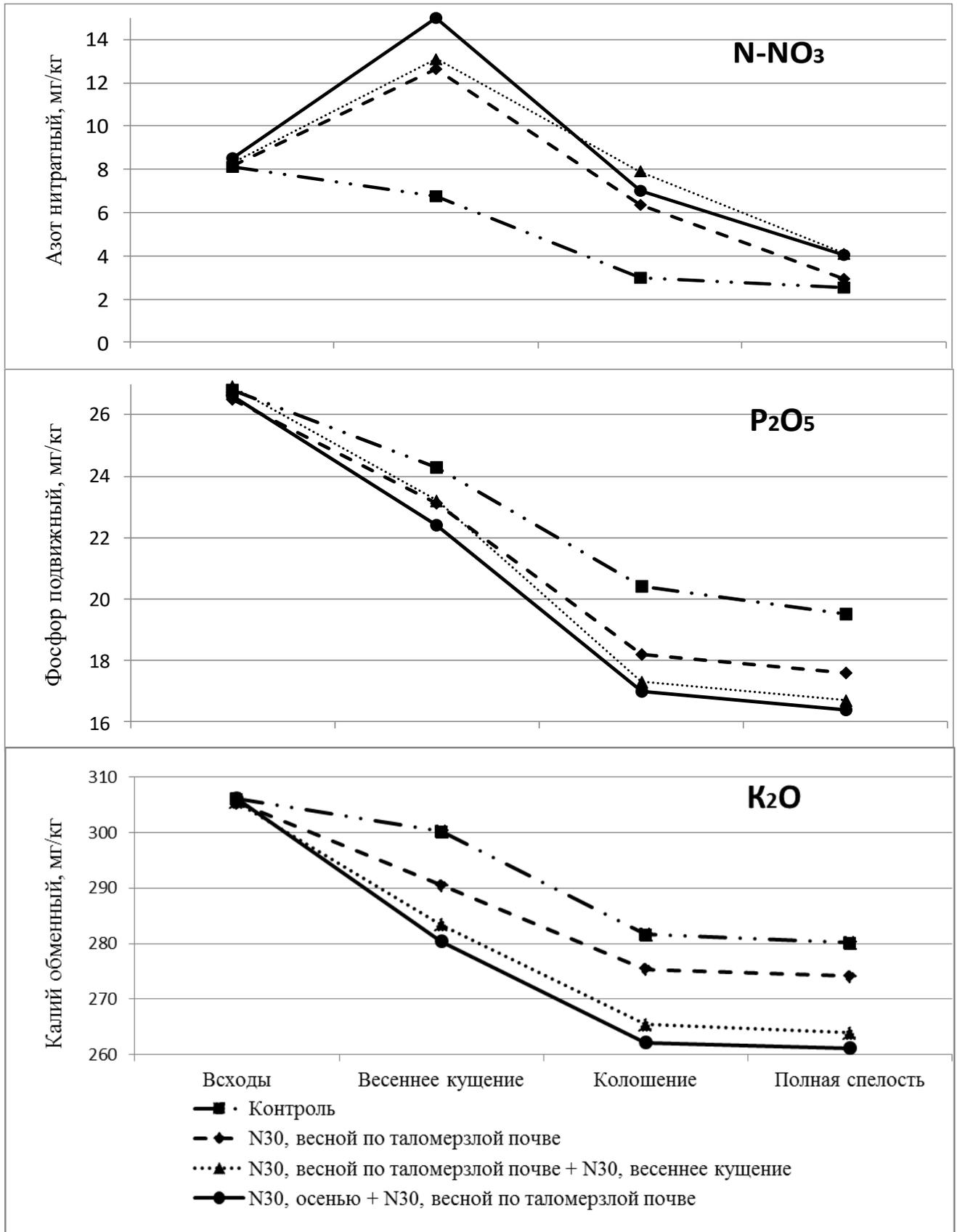


Рисунок 6.1.1 – Динамика элементов питания в слое почвы 0-30 см по предшественнику подсолнечник при использовании азотных подкормок, мг/кг (2016-2019 гг.)

Внесение азотных удобрений по предшественнику подсолнечник повысило содержание нитратного азота в почве в фазу весеннего кущения растений по всем изучаемым вариантам от 12,7 до 15,0 мг/кг (низкое содержание азота), за исключением контрольного варианта, где азотные удобрения не вносились (содержание азота снизилось до 6,8 мг/кг). Наибольшее содержание нитратного азота отмечалось в варианте осенней подкормки (N_{30}) и ранневесенней подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) – 15,0 мг/кг. В весенний период происходит интенсивное потребление элементов питания, в результате чего содержание этого элемента в почве снижалось по всем вариантам опыта.

В фазу колошения наибольшее количество нитратного азота в почве установлено в варианте ранневесенней подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) + в фазу весеннего кущения (N_{30}) – 7,9 мг/кг. К фазе полной спелости наблюдалось минимальное количество нитратного азота в почве по всем вариантам опыта (от 2,6 до 4,1 мг/кг). Во все фазы развития минимальное количество этой формы азота установлено в варианте без внесения азотных удобрений.

По предшественнику черный пар содержание нитратного азота было больше в анализируемые фазы развития твердой озимой пшеницы. Потребление азота растениями отличалось по предшественнику черный пар от подсолнечника (рисунок 6.1.2). В фазу всходов содержание нитратного азота по всем вариантам опыта соответствовало «высокой» обеспеченности азотом (от 28,2 до 28,6 мг/кг).

В период вегетации по всем вариантам опыта наблюдается снижение нитратного азота. Благодаря оптимальным срокам получения всходов по предшественнику черный пар, по сравнению с предшественником подсолнечник, растения использовали доступный азот в осенний период. Поэтому внесенные подкормки вариантов опыта не увеличили содержание азота в почве к фазе весеннего кущения по сравнению с фазой всходов, как это было установлено по предшественнику подсолнечник, а поддерживали содержание азота в почве на «среднем» уровне (17,3 до 20,2 мг/кг).

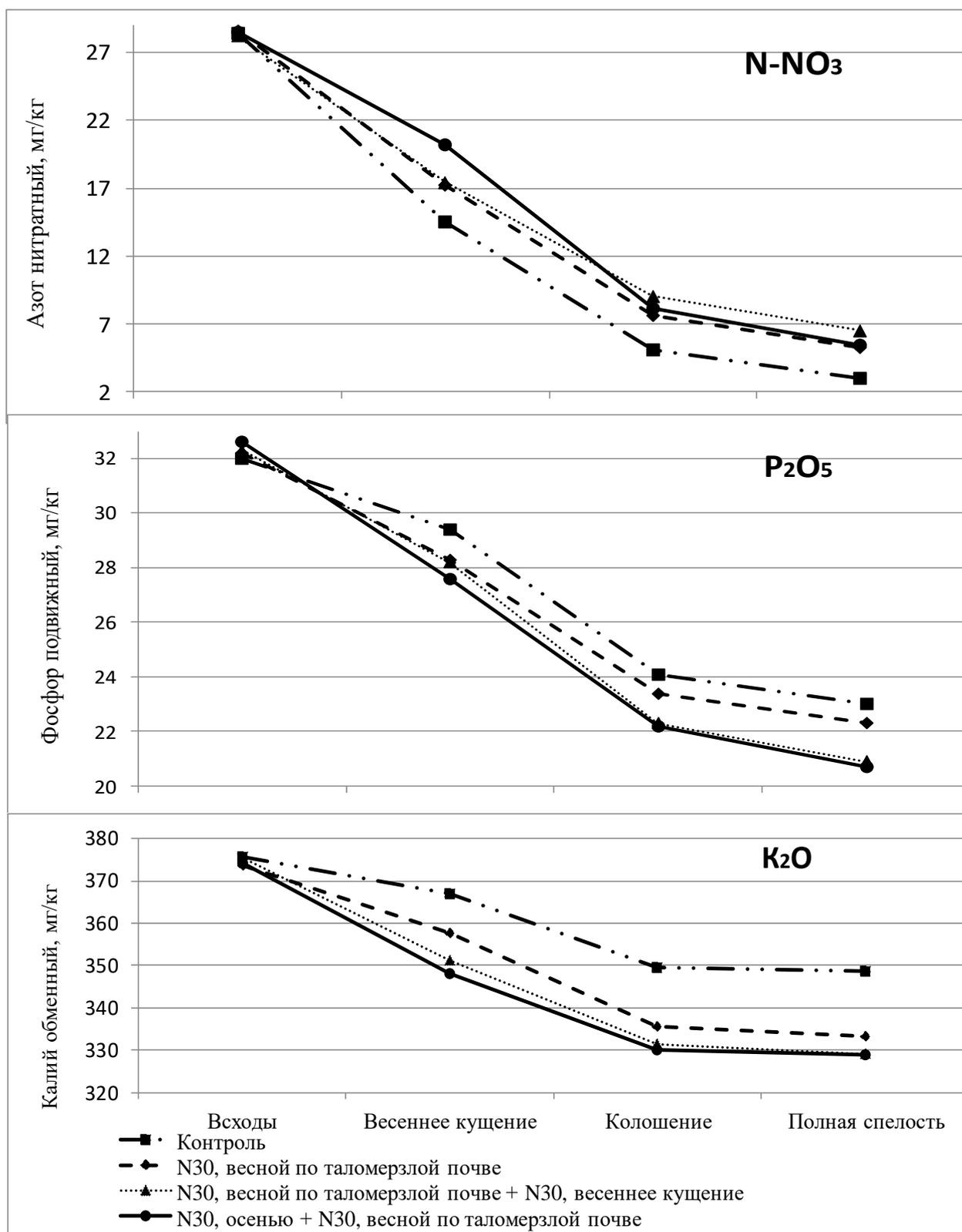


Рисунок 6.1.2 –Динамика элементов питания в слое почвы 0-30 см по предшественнику черный пар при использовании азотных подкормок, мг/кг (2016-2019 гг.)

В контрольном варианте содержание нитратного азота было ниже на 2,8 и на 5,7 мг/кг, чем при использовании подкормок. Такое значение соответствовало низкому содержанию нитратного азота в почве (14,5 мг/кг).

Наибольшее содержание нитратного азота при возобновлении весенней вегетации (20,2 мг/кг) было установлено при внесении аммиачной селитры осенью (N_{30}) + по таломерзлой почве (N_{30}). Идентичные результаты были зафиксированы и по предшественнику подсолнечник. Таким образом, данный вариант больше обеспечивает растения твердой озимой пшеницы нитратным азотом в ранневесенний период, а меньше всего – вариант без внесения азотных подкормок (контроль).

В фазу колошения наблюдается значительное снижение азота в почве в результате максимального роста и развития растений, когда, согласно литературным данным, потребляется до 50% питательных веществ [213, 214]. В фазу колошения содержание азота составило от 5,1 до 9,0 мг/кг. Минимальное количество установлено в контрольном варианте (5,1 мг/кг), а максимальное (9,0 мг/кг) – в варианте внесения ранневесенней подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) + в фазу весеннего кущения (N_{30}). К фазе полной спелости содержание азота снижалось и за весь вегетационный период было минимальным (от 3,0 до 6,5 мг/кг).

Исследования динамики подвижного фосфора показало, что наибольшее содержание этого элемента было в фазу всходов как по предшественнику черный пар (от 32,0 до 32,6 мг/кг – очень высокое), так и по предшественнику подсолнечник (от 26,5 до 26,9 мг/кг – высокое).

Потребление фосфора в период вегетации растениями озимой пшеницы способствует снижению данного элемента в почве, что отражено целым рядом исследований [7, 61, 157, 158, 404, 601]. Внесение азотных подкормок снизило содержание фосфора и калия во все анализируемые фазы развития (время возобновление весенней вегетации, колошение, полная спелость) как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник.

Минимальное значение подвижного фосфора в почве отмечено в фазу полной спелости зерна. По предшественнику черный пар содержание данного элемента составило от 20,7 до 23,0 мг/кг, а по предшественнику подсолнечник – от 16,4 до 19,5 мг/кг. Как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник, минимальное значение фосфора отмечено в вариантах внесения азотной подкормки осенью (N_{30}) + по таломерзлой почве (N_{30}), а также при внесении по таломерзлой почве (N_{30}) + в фазу весеннего кущения (N_{30}). По предшественнику черный пар содержание подвижного фосфора составило по данным вариантам 20,7 и 20,9 мг/кг, а по предшественнику подсолнечник – 16,4 и 16,7 мг/кг соответственно.

Содержание обменного калия в почве по предшественнику подсолнечник в фазу всходов соответствовало «повышенному» содержанию (от 306,1 до 306,5 мг/кг), по предшественнику черный пар – «высокому» (от 373,6 до 375,8 мг/кг). В период вегетации содержание этого элемента снижалось и к фазе полной спелости было минимальным. Наибольшее значение обменного калия в почве в анализируемые фазы развития как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник было установлено в контрольном варианте без внесения азотных подкормок и составило в фазу полной спелости 348,7 и 280,1 мг/кг соответственно.

В результате проведенных исследований установлено, что внесение азотных подкормок увеличивает в почве содержание нитратного азота и улучшает не только пищевой режим почвы, но и способствует большему потреблению таких основных элементов, как фосфор и калий, и в целом увеличивает урожайность.

Для анализа обеспеченности твердой озимой пшеницы элементами питания (NPK) в основные фазы развития было проанализировано их содержание в растениях по всем изучаемым нормам посева и предшественникам (таблица 6.1.1, и 6.1.2).

По предшественникам черный пар (0,41-0,49 мг/кг) и подсолнечник (0,39-0,45 мг/кг) содержание фосфора в фазу весеннего кущения было оптимальным для озимой пшеницы (приложения 12, 13).

Таблица 6.1.1 – Содержание элементов питания в растениях озимой пшеницы по предшественнику черный пар в зависимости от норм высева и доз азотных удобрений, % (2017-2019 гг.)

Норма высева, шт./м ²	Весеннее кущение			Колошение		
	N	P	K	N	P	K
контроль						
300	3,6	0,43	3,5	2,0	0,27	1,9
400	3,5	0,42	3,5	1,9	0,26	1,8
500	3,4	0,41	3,5	1,8	0,25	1,8
N ₃₀ , по таломерзлой почве						
300	4,5	0,47	3,5	2,8	0,29	2,0
400	4,3	0,46	3,5	2,6	0,28	2,0
500	4,1	0,45	3,5	2,4	0,27	2,0
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение						
300	4,7	0,48	3,6	3,0	0,32	2,1
400	4,6	0,46	3,6	2,9	0,30	2,0
500	4,4	0,45	3,6	2,7	0,30	2,0
N ₃₀ , осенью + N ₃₀ , по таломерзлой почве						
300	4,8	0,49	3,6	2,9	0,32	2,1
400	4,7	0,48	3,6	2,8	0,31	2,0
500	4,5	0,46	3,6	2,6	0,30	2,0

Содержание калия в растениях твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар варьировало от 3,5 до 3,6% (оптимальное содержание), а по предшественнику подсолнечник – от 3,0 до 3,4% (ниже оптимального).

Нормы высева влияли на содержание калия и фосфора в растениях. По предшественникам черный пар и подсолнечник содержание калия и фосфора в растениях имело тенденцию к уменьшению с повышением нормы высева. Минимальное количество фосфора установлено в контрольном варианте, а максимальное – при внесении аммиачной селитры осенью (N₃₀) + по таломерзлой почве (N₃₀) и при внесении аммиачной селитры по таломерзлой почве (N₃₀) + весеннее кущение (N₃₀). Этим объясняется большее содержание калия и фосфора в почве в контрольном варианте без внесения азотной подкормки.

Таблица 6.1.2 – Содержание элементов питания в растениях озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник в зависимости от норм высева и доз азотных удобрений, % (2017-2019 гг.)

Норма высева, шт./м ²	Весеннее кущение			Колошение		
	N	P	K	N	P	K
контроль						
500	2,4	0,41	3,1	1,5	0,24	1,4
600	2,3	0,40	3,0	1,4	0,24	1,4
700	2,2	0,39	3,0	1,4	0,23	1,3
N ₃₀ , по таломерзлой почве						
500	2,9	0,43	3,1	1,6	0,26	1,5
600	2,8	0,42	3,0	1,6	0,25	1,5
700	2,7	0,42	3,0	1,5	0,25	1,5
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение						
500	3,1	0,44	3,3	1,8	0,30	1,6
600	3,1	0,44	3,3	1,7	0,28	1,6
700	3,0	0,43	3,2	1,7	0,28	1,5
N ₃₀ , осенью + N ₃₀ , по таломерзлой почве						
500	3,3	0,45	3,4	1,8	0,30	1,7
600	3,2	0,44	3,3	1,8	0,29	1,6
700	3,2	0,43	3,3	1,7	0,29	1,6

К фазе колошения содержание фосфора в растениях твердой озимой пшеницы по черному пару снизилось на 0,14-0,17% по сравнению с фазой кущения. По предшественнику подсолнечник данное уменьшение составило 0,15-0,18%. Таким образом, содержание фосфора в растениях по предшественникам подсолнечник и черный пар в фазу колошения было на оптимальном уровне и составило 0,25-0,32%, за исключением контрольного варианта по предшественнику подсолнечник (0,23-0,24%).

Процентное содержание калия в растениях твердой озимой пшеницы в фазу колошения находилось в оптимальных параметрах по предшественнику черный пар в вариантах внесения азотных подкормок (от 2,0 до 2,1%), в контрольном варианте значение калия было несколько меньше – 1,8-1,9%.

По предшественнику подсолнечник содержание калия в растениях было меньше оптимальных значений и составило от 1,3 до 1,7%. Минимальное

количество было установлено в контрольном варианте, где содержание калия составило от 1,3 до 1,4%.

Лимитирующим фактором в проводимых опытах было внесение азота. С увеличением нормы высева отмечена тенденция снижения содержания азота в растениях. В варианте без внесения азотных удобрений в фазу кущения по предшественнику черный пар содержание азота в растениях было на уровне от 3,4 до 3,6%, а по предшественнику подсолнечник – от 2,2 до 2,4%.

Внесение азотных подкормок способствовало увеличению содержания азота по обоим изучаемым предшественникам. Наибольшее содержание азота в растениях твердой озимой пшеницы установлено в фазу кущения по предшественникам черный пар (от 4,5 до 4,8%) и подсолнечник (от 3,2 до 3,3%) при внесении аммиачной селитры осенью (N_{30}) + по таломерзлой почве (N_{30}).

В фазу колошения содержание азота в растениях уменьшилось, при этом сохранилась тенденция уменьшения азота при увеличении нормы высева. По предшественнику черный пар содержание азота в растениях в вариантах внесения азотных удобрений было больше оптимальных значений (2,4-3,0%), что указывает на хорошую обеспеченность растений азотом, за исключением контрольного варианта, где содержание было ниже оптимальных значений (1,8-2,0%).

По предшественнику подсолнечник содержание азота в растениях было меньше оптимальных параметров. Наименьшее количество азота установлено в контрольном варианте (от 1,4 до 1,5%), а наибольшее – при внесении двух азотных подкормок по N_{30} (1,7-1,8%).

В результате проведенных исследований установлено, что на содержание элементов питания в растениях твердой озимой пшеницы в основные фазы ее развития оказывают влияние выбор предшественника, норма высева и срок внесения азотной подкормки. Внесение азотных подкормок способствует улучшению пищевого режима почвы и обеспеченности растений твердой озимой пшеницы основными элементами питания в период вегетации.

6.2 Влияние азотных подкормок на урожайность твердой озимой пшеницы

С помощью изменения нормы высева регулируется густота растений, площадь их питания, а внесение удобрений позволяет поддерживать уровень основных элементов и обеспечивать высокую продуктивность растений озимой пшеницы.

Различная обеспеченность растений азотными удобрениями твердой озимой пшеницы не могла не отразиться на величине ее урожайности (таблица 6.2.1). По предшественнику черный пар наименьшая урожайность сформировалась в контрольном варианте без внесения азотных удобрений – от 5,72 до 5,76 т/га. Внесение одной подкормки азотных удобрений по таломерзлой почве (N_{30}) способствовало увеличению урожайности зерна твердой озимой пшеницы на 0,20, 0,20 и 0,21 т/га в зависимости от нормы высева. Данное увеличение находилось в пределах ошибки опыта и достоверной прибавки урожайности установлено не было.

Внесение аммиачной селитры не только по таломерзлой почве (N_{30}), а еще и в фазу весеннего кушения (N_{30}) или осенью (N_{30}) формировали существенные прибавки урожайности по всем изучаемым нормам высева по сравнению с контрольным вариантом.

На эффективность внесения азотной подкормки оказывают влияние погодные условия. Изучение различных сроков внесения азотных подкормок позволило установить, что при продолжительной осенней вегетации растений, а также при возобновлении вегетации в зимний период растения твердой озимой пшеницы не испытывают дефицита азота, особенно в ранневесенний период, и прибавка формируется при внесении аммиачной селитры осенью. Если осенью озимая пшеница не вегетировала и формировала продуктивное кушение за счет продолжительной весенней вегетации, то наибольшая прибавка получена при внесении подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) + весеннее кушение (N_{30}).

Таблица 6.2.1 – Влияние сроков и доз внесения азотных подкормок при различных нормах высева на урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар, т/га

Норма высева, шт./м ² (фактор В)	Вариант внесения азотной подкормки (фактор А)								
	вариант 1 Контроль	вариант 2 N ₃₀ , по таломерзлой почве		вариант 3 N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение			вариант 4 N ₃₀ , осенью + N ₃₀ , по таломерзлой почве		
		урожайность	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	± ко второму варианту	урожайность	± к контролю
300	5,72	5,92	0,20	6,00	0,28	0,08	6,02	0,30	0,10
400	5,75	5,95	0,20	6,06	0,30	0,11	6,03	0,27	0,08
500	5,76	5,97	0,21	6,09	0,33	0,12	6,04	0,28	0,07
НСР _{0,05}									0,23
Влияние фактора А									79,0
Влияние фактора В									2,5
Взаимодействие факторов АВ									0,5

Рассматривая полученную достоверную прибавку урожайности при внесении двух подкормок по предшественнику черный пар, было установлено, что основная часть полученной прибавки формируется за счет подкормки твердой озимой пшеницы по таломерзлой почве (N₃₀) от 0,20 до 0,21 т/га. Внесение дополнительной подкормки осенью (N₃₀) увеличивает урожайность от 0,07 до 0,10 т/га, а при внесении в фазу весеннего кущения (N₃₀) повышение урожайности составило от 0,08 до 0,12 т/га. Сложность выбора срока внесения азотных удобрений заключается в неопределенности и непостоянстве погодных условий. Как показали наши исследования, гарантом формирования существенной прибавки урожайности твердой озимой пшеницы служит внесение аммиачной селитры по таломерзлой почве (N₃₀).

С повышением нормы высева достоверные прибавки урожайности не были получены, но тенденция формирования большего урожая отмечалась по всем вариантам.

По предшественнику подсолнечник уровень урожайности был значительно ниже, чем по предшественнику черный пар (таблица 6.2.2).

Таблица 6.2.2 – Влияние сроков и доз внесения азотных подкормок при различных нормах высева на урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник, т/га

Норма высева, шт./м ² (фактор В)	Вариант внесения азотной подкормки (фактор А)								
	вариант 1 Контроль	вариант 2 N ₃₀ , по таломерзлой почве		вариант 3 N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение			вариант 4 N ₃₀ , осенью + N ₃₀ , по таломерзлой почве		
	урожайность	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	± ко второму варианту	урожайность	± к контролю	± ко второму варианту
500	2,95	3,76	0,81	4,23	1,28	0,47	4,40	1,45	0,64
600	2,86	3,61	0,75	4,35	1,49	0,74	4,62	1,76	1,01
700	2,77	3,38	0,61	4,14	1,37	0,76	4,47	1,70	1,09
НСР _{0,05}									0,32
Влияние фактора А									81,6
Влияние фактора В									3,0
Взаимодействие факторов АВ									1,5

Минимальная урожайность была получена на контрольном варианте (от 2,77 до 2,95 т/га), при этом существенной разницы между нормами высева не зафиксировано, но имелась тенденция снижения урожайности с увеличением нормы высева.

Внесение аммиачной селитры по таломерзлой почве (N₃₀) формировало достоверную прибавку урожайности по сравнению с контролем от 0,61 до 0,81 т/га в зависимости от нормы высева. В варианте с нормой высева 7 млн всхожих семян/га сформировалась наименьшая урожайность (3,38 т/га), а наибольшая

урожайность была получена при норме высева 5 млн всхожих семян/га (3,76 т/га). Это указывает на то, что без внесения азотных подкормок и при внесении одной подкормки (N_{30}) растения твердой озимой пшеницы формируют большую урожайность с нормой высева 5 млн всхожих семян/га.

Внесение дополнительных подкормок осенью (N_{30}) и в фазу весеннего кушения (N_{30}) способствовало увеличению урожайности по сравнению с контролем на 1,45-1,76 т/га и на 1,28-1,49 т/га соответственно. Достоверной разницы по урожайности с различными нормами высева в данных вариантах не установлено. Была отмечена тенденция формирования наибольшей урожайности при норме высева 6 млн всхожих семян/га.

Анализ полученных прибавок относительно варианта внесения по таломерзлой почве (N_{30}) показал, что наибольшую отзывчивость на внесение азотных подкормок растения твердой озимой пшеницы проявляют при дополнительном внесении осенней подкормки (N_{30}), где уровень прибавки составил от 0,64 до 1,09 т/га. При внесении дополнительной подкормки в фазу весеннего кушения прибавка урожайности относительно внесения по таломерзлой почве была от 0,47 до 0,76 т/га. Это указывает на то, что по предшественнику подсолнечник для растений твердой озимой пшеницы более важно обеспечение азотом в начальные периоды вегетации, чему способствует осенняя подкормка аммиачной селитрой.

Урожайность твердой озимой пшеницы определяется основными элементами структуры урожая, такими как выполненность и масса колоса, продуктивная кустистость, количество зерен в колосе, которые изменялись в зависимости от изучаемых факторов.

Проведенные исследования показали, что элементы структуры урожая менялись в зависимости от предшественников, норм высева и применяемых азотных подкормок (таблица 6.2.3). По предшественнику черный пар по всем изучаемым вариантам внесение азотных удобрений способствовало увеличению продуктивных колосьев с повышением нормы высева. На контрольном варианте относительно нормы высева 3 млн всхожих семян/га увеличение составило 38

шт./м² продуктивных стеблей при норме высева 4 млн всхожих семян/га, а при норме высева 5 млн всхожих семян/га – 70,1 шт./м². Внесение осенней подкормки (N₃₀) максимально увеличило количество продуктивных стеблей от 490,1 до 566,3 шт./м².

Таблица 6.2.3 – Структура урожая твердой озимой пшеницы в зависимости от азотной подкормки и норм высева по предшественнику черный пар (2017-2019 гг.)

Вариант внесения азотной подкормки (фактор В)	Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор А)			НСР _{0,05} (А)
	3	4	5	
Число продуктивных стеблей шт./ м ²				
Контроль	470,2	508,2	540,3	31,8
N ₃₀ , по таломерзлой почве	478,0	517,8	554,2	32,2
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	490,1	530,4	566,3	32,5
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	484,9	524,9	560,2	32,3
НСР _{0,05} (В)	12,1	13,5	13,6	-
Масса зерна с колоса, г				
Контроль	1,32	1,24	1,20	0,03
N ₃₀ , по таломерзлой почве	1,33	1,26	1,21	0,03
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	1,34	1,27	1,22	0,04
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	1,36	1,28	1,23	0,04
НСР _{0,05} (В)	0,03	0,04	0,03	-
Число зёрен в колосе, шт.				
Контроль	31,7	30,4	29,8	1,1
N ₃₀ , по таломерзлой почве	32,0	30,7	30,0	1,0
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	32,1	30,8	30,0	1,1
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	32,5	31,0	30,1	1,0
НСР _{0,05} (В)	1,1	1,0	0,9	-
Масса 1000 зёрен, г				
Контроль	42,5	41,6	40,9	0,5
N ₃₀ , по таломерзлой почве	42,6	41,9	41,2	0,6
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	42,8	42,2	41,3	0,5
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	43,0	42,4	41,5	0,5
НСР _{0,05} (В)	0,4	0,6	0,5	-

По предшественнику черный пар полученные данные количества продуктивных стеблей позволили установить отсутствие существенной разницы между контрольным вариантом (без внесения азотной подкормки) и внесением одной подкормки (N_{30}), по таломерзлой почве по всем нормам высева. В свою очередь внесение аммиачной селитры по таломерзлой почве (N_{30}) не имело существенных отличий по количеству продуктивных стеблей с другими изучаемыми вариантами внесения азотной подкормки.

Наибольшая масса зерна с колоса, число зерен в колосе и масса 1000 зерен были установлены по всем вариантам опыта при посеве твердой озимой пшеницы с нормой высева 3 млн всхожих семян/га, при этом минимальное их значение было установлено в контрольном варианте 1,32 г, 31,7 шт. 42,5 г, а максимальное 1,36 г, 32,5 шт., 43,0 г – при внесении азотных подкормок по таломерзлой почве (N_{30}) + в весеннее кущение (N_{30}) соответственно. При увеличении нормы высева данные элементы структуры урожая снижаются.

По предшественнику подсолнечник внесение аммиачной селитры способствовало увеличению всех элементов структуры урожая по всем изучаемым нормам высева (таблица 6.2.3).

Наибольшее количество продуктивных стеблей (от 436,0 до 528,4 шт./м²), число зерен в колосе (от 25,8 до 27,6 шт.), их выполненность (от 37,6 до 40,2 г) и масса зерна с колоса (от 0,96 до 1,11 г) были установлены при внесении азотных подкормок осенью (N_{30}) + по таломерзлой почве (N_{30}). Это указывает на то, что по предшественнику подсолнечник осенняя подкормка азотными удобрениями значительно влияет на элементы структуры урожая и она особенно важна растениям твердой озимой пшеницы в осенний период. Дисперсионный анализ полученных данных показал, что структура урожая по данному варианту формировалась на уровне варианта внесения по таломерзлой почве (N_{30}) + весеннее кущение (N_{30}).

О целесообразности внесения по непаровым предшественникам азотных удобрений при возделывании мягкой озимой пшеницы указано во многих исследованиях и рекомендациях, в том числе в «Зональных системах земледелия

Ростовской области на 2013-2020 годы» [64, 214] не исключением оказалась и твердая озимая пшеница. Недостаток азота в ранние периоды развития способствует снижению показателей элементов структуры урожая.

Таблица 6.2.3 – Структура урожая твердой озимой пшеницы в зависимости от азотной подкормки и норм высева по предшественнику подсолнечник (2017-2019 гг.)

Вариант внесения азотной подкормки (фактор А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)			НСР _{0,05} (В)
	5	6	7	
Число продуктивных стеблей шт./ м ²				
Контроль	395,6	414,5	430,2	27,3
N ₃₀ , по таломерзлой почве	415,6	425,9	446,2	29,1
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	436,0	492,4	528,4	34,4
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	425,6	480,8	512,2	33,2
НСР _{0,05} (А)	13,1	10,1	12,5	
Масса зерна с колоса, г				
Контроль	0,84	0,76	0,72	0,03
N ₃₀ , по таломерзлой почве	1,00	0,94	0,86	0,04
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	1,11	1,05	0,96	0,05
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	1,08	1,00	0,92	0,04
НСР _{0,05} (А)	0,05	0,04	0,04	-
Число зёрен в колосе, шт.				
Контроль	23,6	22,0	21,7	0,7
N ₃₀ , по таломерзлой почве	25,7	24,6	24,0	0,7
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	27,6	26,7	25,8	0,8
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	27,2	26,3	25,5	0,8
НСР _{0,05} (А)	1,5	1,4	1,3	
Масса 1000 зёрен, г				
Контроль	36,0	34,8	33,6	0,9
N ₃₀ , по таломерзлой почве	38,6	37,0	36,1	0,8
N ₃₀ , осенью+N ₃₀ , по таломерзлой почве	40,2	39,4	37,6	0,7
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	40,0	38,3	37,4	0,8
НСР _{0,05} (А)	0,8	0,9	0,8	-

При продолжительной весенней вегетации твердая озимая пшеница хорошо использует азот, внесенный в фазу кущения, и компенсирует его недостаток в осенний период. При поздней весне, когда увеличивается длина дня и происходит быстрое нарастание температуры, у растений озимой пшеницы нет возможности для продолжительного периода весенней вегетации и хорошего развития. При таких условиях после возобновления вегетации растения твердой озимой пшеницы имеют непродолжительное весеннее кущение и быстрее переходят в фазу выхода в трубку, тем самым не в полной мере используют азотную подкормку для продуктивного кущения весной.

Применение азотных подкормок при возделывании твердой озимой пшеницы при разных нормах высева способствовало тенденции увеличения качественных показателей зерна как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник (приложения 14, 15). Увеличение качественных показателей зерна относительно контроля по предшественнику подсолнечник было максимальным при внесении аммиачной селитры осенью (N_{30}) + по таломерзлой почве (N_{30}) и составило по белку от 11,8 до 12,4%, по клейковине – от 20,7 до 23,7%, натуре зерна – от 775,2 до 790,6 г/л. По предшественнику черный пар наибольшие показатели качества зерна были получены при внесении азотной подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) + в фазу весеннего кущения (N_{30}), где содержание белка составило от 15,1 до 15,5%, клейковины – от 25,8 до 26,5% и натура зерна – от 799,6 до 804,8 г/л.

С повышением нормы высева снижались показатели качества зерна по всем изучаемым вариантам. Увеличение стеблестоя твердой озимой пшеницы способствовало снижению качественных показателей из-за меньшей площади питания большего числа растений.

Натура зерна соответствовала 1 классу качества по всем вариантам опыта за исключением вариантов по предшественнику подсолнечник с нормой высева 7 млн всхожих семян/га без внесения азотных удобрений (контроль) и при внесении азотной подкормки аммиачной селитры по таломерзлой почве (N_{30}), где натура зерна соответствовала 2 классу качества.

Уровень агрофона по предшественнику черный пар способствовал формированию зерна твердой озимой пшеницы по белку 1 класса качества, а по клейковине – 2 класса качества. По предшественнику подсолнечник в контрольном варианте и в варианте с внесением азотной подкормки только по таломерзлой почве (N_{30}) по белку и клейковине зерно формировалось 4 класса качества. Внесение двух подкормок способствовало формированию зерна 3 класса качества. Внесение двух подкормок способствовало формированию зерна 3 класса по содержанию белка и клейковины, причем 3 классу соответствовала норма высева 5 млн всхожих семян/га, а 6 и 7 млн всхожих семян/га – 4 классу качества.

Установлено, что предшественники формируют различный уровень агрофона, поэтому и действие вносимых удобрений, особенно азотных, при возделывании твердой озимой пшеницы различное [548]. В связи с этим нами были изучены азотные подкормки твердой озимой пшеницы по различным предшественникам в 2011-2014 гг.

Изучение азотных подкормок при возделывании твердой озимой пшеницы по предшественникам озимая пшеница, кукуруза на зерно, горох и черный пар показало, что по каждому из изучаемых предшественников имеются особенности сроков и способов внесения азотных удобрений (рисунок 6.2.1).

По предшественнику озимая пшеница наибольшая отзывчивость на внесение аммиачной селитры установлена осенью (N_{30}) и прибавка к контролю (без внесения удобрений) составила 0,54 т/га. По данному предшественнику озимая пшеница испытывает существенный дефицит азота, т.к. солома предшественника при разложении использует имеющийся азот в почве и посеянные растения испытывают нехватку данного элемента. Поэтому при возделывании пшеницы по пшенице многие исследователи рекомендуют внесение азотных удобрений для разложения соломы [100, 325, 393, 461 502].

Внесение осенней подкормки (N_{30}) способствовало устранению дефицита азота в ранние фазы развития растений и получению наибольшей прибавки урожайности по сравнению с другими изучаемыми вариантами подкормок по предшественнику озимая пшеница.

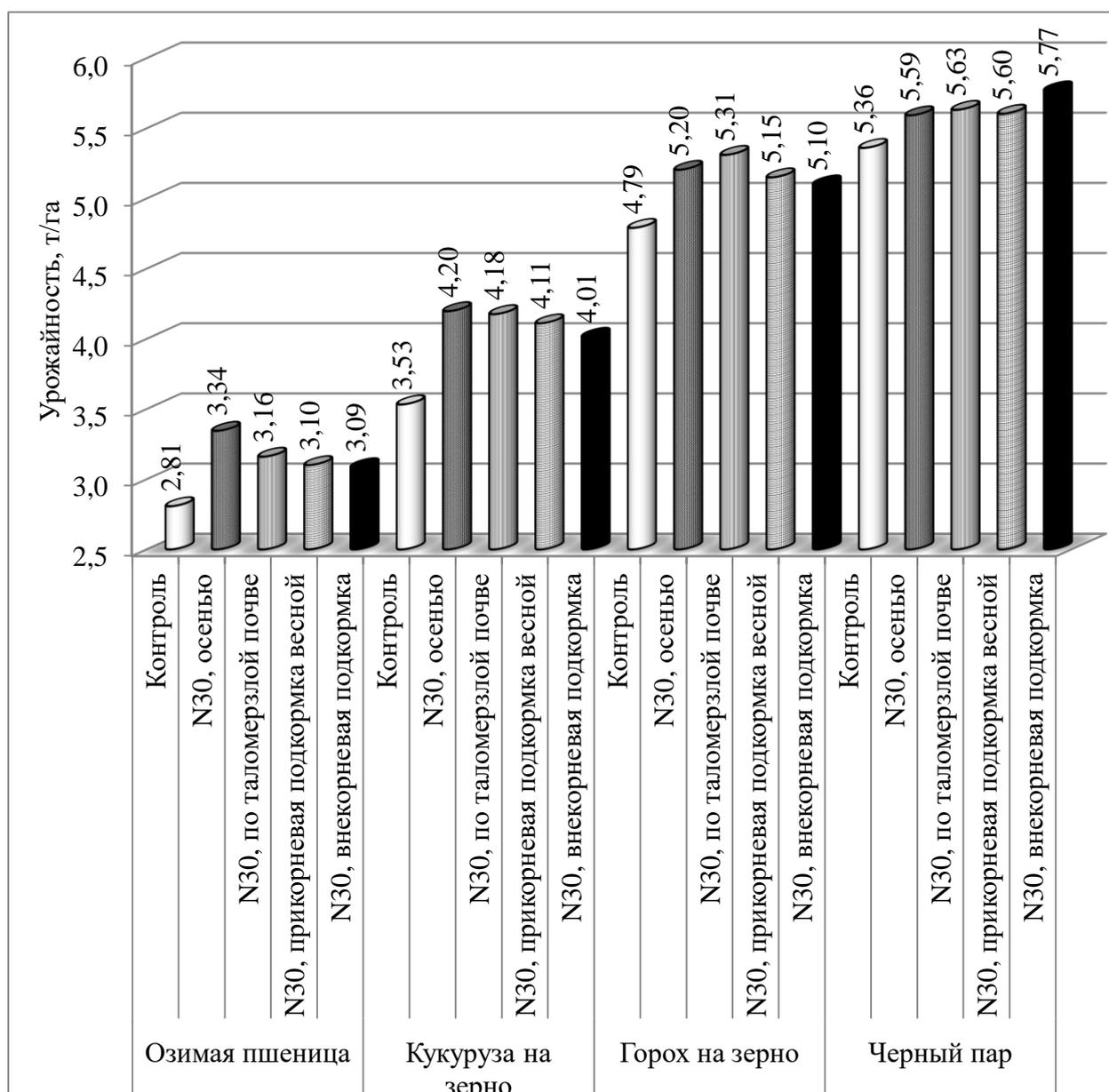
НСР_{0,05}=0,27

Рисунок 6.2.1 – Влияние сроков и способов азотной подкормки на урожайность твердой озимой пшеницы по различным предшественникам, т/га (2012-2014 гг.)

По предшественнику озимая пшеница внесение азотной подкормки по таломерзлой почве (N₃₀) формировало урожайность на уровне 3,16 т/га, а прикорневое внесение азотных удобрений сеялками способствовало получению урожайности 3,10 т/га, что на 0,35 и 0,29 т/га больше, чем в контрольном варианте, но меньше на 0,18 и 0,24 т/га, чем при осеннем внесении аммиачной селитры соответственно. Наименьшая прибавка урожайности была получена при

внекорневой подкормке мочевиной (N_{30}), которая составила 0,28 т/га. Таким образом, недостаток азота в ранние периоды развития твердой озимой пшеницы в осенний период не компенсируется внесением азотных удобрений по таломерзлой почве и в весенний период. Дисперсионный анализ показал, что существенной разницы между всеми вариантами внесения азотных удобрений не установлено.

По предшественнику кукуруза на зерно все изучаемые варианты формировали прибавку урожайности к контролю. Максимальная дополнительная урожайность твердой озимой пшеницы (0,67 т/га) была получена при внесении осенней подкормки, N_{30} .

Внесение аммиачной селитры по таломерзлой почве (N_{30}) и прикорневое ее внесение (N_{30}) обеспечили прибавку урожайности 0,65 и 0,58 т/га, соответственно. Наименьшую достоверную прибавку урожайности сформировал вариант внекорневой подкормки мочевиной – 0,48 т/га. По предшественнику кукуруза на зерно твердая озимая пшеница формировала наибольшую прибавку урожайности к контролю при внесении азотных удобрений по сравнению с другими предшественниками. Это указывает на то, что после данного предшественника количество доступных элементов питания находится в минимуме, поэтому при внесении удобрений формируется максимальная прибавка урожайности. Для получения наибольшей эффективности от внесенных удобрений при возделывании твердой озимой пшеницы их необходимо вносить по предшественникам, потребляющим наибольшее количество элементов питания, к которым относятся пропашные культуры.

Наибольшая прибавка урожайности по предшественнику горох формировалась при внесении азотной подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) – 0,52 т/га. При внесении азотных удобрений осенью (N_{30}) прибавка к контрольному варианту составила 0,41 т/га, что меньше варианта внесения по таломерзлой почве (N_{30}) на 0,11 т/га.

По предшественнику горох внесение прикорневой подкормки аммиачной селитры сеялками в фазу кущения способствовало получению прибавки урожайности 0,36 т/га. По всем вариантам опыта наблюдается снижение

урожайности по сравнению с вариантом внесения аммиачной селитры по таломерзлой почве (N_{30}). Это объясняется тем, что в годы с засушливыми условиями весны при быстром нарастании температур верхний слой почвы пересыхает и при внесении азотных удобрений в фазу кущения прибавка была незначительная.

Внекорневая подкормка мочевиной по предшественнику горох по сравнению с контрольным вариантом способствовала формированию дополнительной урожайности 0,31 т/га. По всем непаровым предшественникам была получена наименьшая прибавка урожайности при использовании внекорневой подкормки мочевиной – от 0,28 до 0,48 т/га. При возделывании твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар наоборот внекорневая подкормка мочевиной способствовала получению наибольшей прибавки урожайности, которая составила 0,41 т/га, а по другим вариантам внесения азотных удобрений прибавка была от 0,23 до 0,27 т/га и, согласно дисперсионному анализу, была на уровне контроля.

Хороший уровень агрофона по черному пару способствовал снижению эффективности внесения аммиачной селитры осенью, по таломерзлой почве и прикорневой подкормки. Существенная прибавка урожайности от внекорневой подкормки связана с большей листостебельной массой твердой озимой пшеницы по данному предшественнику, где большая часть внесенных удобрений попадает на растение и оно более эффективно использует его, чем растения твердой озимой пшеницы, возделываемые по непаровым предшественникам.

На качественные показатели зерна твердой озимой пшеницы азотные подкормки не влияли (приложение 16). Установлена тенденция формирования наименьших показателей качества в контрольных вариантах по всем изучаемым предшественникам и формирования лучшего качества зерна в вариантах с большей урожайностью с применением подкормок.

Анализ полученных данных показал, что предшественник определял уровень урожайности твердой озимой пшеницы. Влияние предшественника при формировании урожайности составило 72,5%, а влияние подкормок на уровень

урожайности было в пределах 22,2%. При выборе предшественника для твердой озимой пшеницы определяется уровень ее урожайности, а правильный выбор сроков и способов внесения азотных подкормок будет способствовать получению дополнительной прибавки к основной урожайности.

Изучение осенней подкормки аммиачной селитры (N_{30}) и ее внесение по таломёрзлой почве (N_{30}) при возделывании различных сортов твердой озимой пшеницы (2013-2016 гг.) по предшественнику черный пар показало, что полученная прибавка урожайности была на уровне контрольного варианта и существенных отличий от внесения азотных удобрений не установлено (таблица 6.2.4).

Таблица 6.2.4 – Влияние азотных подкормок осенью и по таломерзлой почве на урожайность твердой озимой пшеницы, т/га

Вариант опыта	Предшественник подсолнечник		Предшественник черный пар					
	Агат донской				Амазонка		Курант	
	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю
Контроль (без внесения удобрений)	3,67	-	5,55	-	5,52	-	4,93	-
N_{30} , осенняя подкормка	4,07	0,40	5,86	0,31	5,80	0,28	5,10	0,17
N_{30} , по таломерзлой почве	4,02	0,35	5,87	0,32	5,82	0,30	5,13	0,20
$НСР_{0,05}$	0,33	-	0,35	-	0,36	-	0,33	-

Внесение аммиачной селитры способствовало увеличению урожайности твердой озимой пшеницы, при этом реакция сортов на внесение азотных подкормок была различная. Наименьшая прибавка урожайности к контролю была получена у сорта Курант – от 0,17 до 0,20 т/га, а наибольшую прибавку формировал сорт Агат донской – от 0,31 до 0,32 т/га.

Сорт Агат донской изучали не только по предшественнику черный пар, но и по непаровому предшественнику подсолнечник. Наибольшая прибавка

урожайности по данному предшественнику формировалась при внесении аммиачной селитры осенью (N_{30}) и по таломерзлой почве – 0,40 и 0,35 т/га, соответственно. Таким образом, существенной разницы между данными сроками внесения азотных удобрений не установлено. На качественные показатели вносимые азотные подкормки влияния не оказали (приложение 17).

Изучение различных сроков внесения и видов азотных удобрений по предшественникам черный пар и подсолнечник в 2017-2019 гг. показало, что твердая озимая пшеница отзывчива на улучшение режима азотного питания. Величина обеспеченности элементами питания растений в фазы весеннего кущения и колошения представлена в приложениях 18 и 19.

По предшественнику подсолнечник все изучаемые варианты внесения азотных подкормок формировали достоверные прибавки урожайности зерна твердой озимой пшеницы по сравнению с контролем (таблица 6.2.5).

Наименьшие прибавки были сформированы в вариантах при внесении азотной подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) – 0,71 т/га и при внесении в фазу начала весеннего кущения (N_{30}) – 0,83 т/га. Внесение аммиачной селитры в начале весеннего кущения является эффективным приемом использования азотной подкормки. Такое внесение формировало урожайность твердой озимой пшеницы на уровне варианта с внесением азотной подкормки по таломерзлой почве.

По предшественнику черный пар внесение аммиачной селитры по таломерзлой почве (N_{30}) и в фазу начала весеннего кущения (N_{30}) формировало прибавку урожайности к контролю на уровне ошибки опыта – 0,23 и 0,26 т/га соответственно. Увеличение количества азотных подкормок способствовало достоверному повышению урожайности твердой озимой пшеницы по изучаемым вариантам как по предшественнику подсолнечник, так и по предшественнику черный пар.

Интенсивное развитие озимой пшеницы в весенний период требует большого количества элементов питания и особенно азота. Часто при

недостаточном питании у озимых культур образуются «подгоны» (слабо развитые побеги) и «подседы» (побеги без колоса).

Таблица 6.2.5 – Влияние сроков и видов азотных подкормок на урожайность твердой озимой пшеницы по различным предшественникам, т/га (2017-2019 гг.)

Вариант внесения азотных удобрений	Предшественник			
	подсолнечник		черный пар	
	урожай- ность	± к контролю	урожай- ность	± к контролю
1. Контроль	2,96	-	5,72	-
2. N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	3,67	0,71	5,95	0,23
3. N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кушения	3,79	0,83	5,98	0,26
4. N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	4,44	1,48	6,08	0,36
5. N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	4,17	1,21	6,01	0,29
6. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	4,77	1,81	6,05	0,33
7. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	5,03	2,07	6,14	0,42
8. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	5,24	2,28	6,20	0,48
9. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , колошение)	4,40	1,44	6,09	0,37
10. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , налив зерна)	4,41	1,45	6,1	0,38
НСР _{0,05}	0,38	-	0,28	-

Для устранения дефицита азотного питания в начале и в конце весеннего кушения были применены азотные подкормки аммиачной селитры, а также было изучено внесение КАС-32 в те же самые сроки с нормой внесения по 30 кг действующего вещества азота.

Использование двух подкормок аммиачной селитры в фазы начала и конца весеннего кушения увеличило урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник на 1,48, а по предшественнику черный пар – на 0,36 т/га. Внесение удобрения КАС-32 по предшественникам подсолнечник и черный пар формировало прибавку урожайности по сравнению с контролем 1,21 и 0,29 т/га соответственно. Дисперсионный анализ полученных данных показал, что существенной разницы в урожайности твердой озимой пшеницы у вариантов с внесением аммиачной селитры и КАС-32 установлено не было. Возможность использования данных удобрений определяется технологической целесообразностью в хозяйстве.

Для изучения эффективности использования сульфата аммония при возделывании твердой озимой пшеницы к изучаемым вариантам внесения аммиачной селитры и КАС-32 дополнительно перед посевом был внесен под предпосевную обработку сульфат аммония (N_{30}). По предшественнику подсолнечник использование этого удобрения способствовало существенному увеличению урожайности. При внесении сульфата аммония (N_{30}) и по (N_{30}) аммиачной селитры в фазы начала и конца кушения прибавка составила 2,07 т/га к контролю, а при внесении КАС-32 прибавка составила 1,81 т/га. Без внесения сульфата аммония в аналогичных вариантах достоверная прибавка была меньше на 0,59 и 0,60 т/га соответственно.

Изучение представленных вариантов по предшественнику черный пар показало, что внесение сульфата аммония (N_{30}) под предпосевную культивацию способствует незначительной прибавке урожайности по сравнению с вариантами весеннего внесения удобрений в виде аммиачной селитры и КАС-32. Полученные данные указывают на высокую эффективность сульфата аммония в формировании прибавки урожайности по жесткому предшественнику

подсолнечник и низкую – при использовании его по предшественнику черный пар.

На низком уровне агрофона по предшественнику подсолнечник твердая озимая пшеница хорошо отзывчива на осеннее внесение азотных удобрений. Продолжительная осенняя вегетация и благоприятные зимние условия способствовали возобновлению вегетации твердой озимой пшеницы в зимний период, а внесенные осенью удобрения способствовали устранению дефицита азота. По предшественнику черный пар, благодаря изначально высокому уровню азота, растения твердой озимой пшеницы не испытывали недостатка в нем и внесение его осенью не повлияло на формирование дополнительной урожайности.

В зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения Ростовской области рекомендованным способом подкормки озимой пшеницы является внесение аммиачной селитры по таломерзлой почве. В варианте использования данной подкормки совместно с внесением аммиачной селитры в начале весеннего (N_{30}) и конце весеннего кушения (N_{30}) была получена наибольшая прибавка урожайности твердой озимой пшеницы. По предшественнику подсолнечник она составила 2,28, а по предшественнику чёрный пар – 0,48 т/га, а уровень урожайности по данным вариантам составил 5,24 и 6,20 т/га соответственно.

Внесение аммиачной селитры в начале весеннего кушения (N_{30}), и конце кушения, (N_{30}) и использование внекорневой подкормки мочевиной (N_{30}) не способствовало формированию дополнительной урожайности. Полученные результаты совпадает с мнением некоторых исследователей [201, 240, 280, 290], которые утверждают, что использование подкормки в фазу колошения увеличивает массу 1000 зерен.

В наших исследованиях увеличение массы 1000 зерен в вариантах опыта установлено по предшественнику подсолнечник до 39,4 г при внесении внекорневой подкормки мочевиной в фазу колошения (N_{30}) и до 38,9 г – в фазу налива (N_{30}) зерна. В данных вариантах наблюдалось увеличение не только массы 1000 зерен, но и количества белка, клейковины и натуры зерна. При этом по сравнению с другими вариантами внесения азотных подкормок внесение

мочевины в фазах колошения и налива зерна способствовало формированию зерна с наибольшими качественными показателями как по предшественнику подсолнечник, так по предшественнику черный пар (таблицы 6.2.6 и 6.2.7).

Таблица 6.2.6 – Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости внесения азотных удобрений по предшественнику черный пар (2017-2019 гг.)

Вариант внесения азотных удобрений	Содержание в зерне, %		Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
	белок	клейковина		
1. Контроль	14,6	25,8	40,6	799,3
2. N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	14,9	26,8	41,3	800,9
3. N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кушения	14,9	26,6	41,2	804,6
4. N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	15,1	27,2	41,3	804,2
5. N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	15,1	27,6	41,2	801,5
6. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	15,1	28,7	41,4	804,1
7. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	15,3	28,8	41,6	800,6
8. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	15,4	29,0	41,8	806,6
9. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевина (N ₃₀ , колошение)	16,0	29,3	41,9	806,3
10. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевина (N ₃₀ , налив зерна)	15,8	29,1	41,7	805,6
НСР _{0,05}	1,1	2,3	1,8	5,1

Таблица 6.2.7 – Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости внесения азотных удобрений по предшественнику подсолнечник (2017-2019 гг.)

Вариант внесения азотных удобрений	Содержание в зерне, %		Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
	белок	клейковина		
1. Контроль	11,0	19,4	36,6	777,3
2. N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	11,3	21,2	38,2	789,2
3. N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кушения	11,4	21,5	38,6	790,6
4. N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	11,7	21,9	39,1	796,3
5. N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	11,4	20,7	38,5	791,6
6. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	11,6	21,3	38,7	794,1
7. N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	11,7	22,0	39,2	796,5
8. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	12,0	24,2	39,0	797,6
9. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , колошение)	12,2	23,5	39,4	797,3
10. N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , налив зерна)	12,1	23,3	38,9	796,2
НСР _{0,05}	0,9	2,3	2,2	14,6

По предшественнику подсолнечник достоверное увеличение качественных показателей установлено при трехкратном внесении (N₃₀). Однократное и двух –

кратное внесение азотных удобрений (N_{30}) не способствовало увеличению качественных показателей.

Проведенные исследования показали высокую эффективность азотных подкормок твердой озимой пшеницы по непаровым предшественникам и несколько меньшую по черному пару. По непаровым предшественникам целесообразно вносить азотные удобрения с осени и по таломёрзлой почве, а по предшественнику черный пар наибольшая прибавка урожайности получена при внесении азотной подкормки весной аммиачной селитрой и внекорневой подкормки мочевиной.

6.3 Роль минеральных удобрений при формировании урожайности и качества зерна твердой озимой пшеницы

В Ростовской области изучением пищевого режима почв при возделывании озимой пшеницы занимались многие ученые [7, 36, 61, 109, 157, 158, 159, 385, 404, 601]. В результате проведенных ими научных исследований были установлены оптимальные дозы внесения минеральных удобрений для Ростовской области, которые составили по черному пару $P_{60}K_{40}$, а по непаровым предшественникам $N_{40}P_{60}K_{40}$. К таким дозам под основную обработку почву они рекомендуют одну и две азотные подкормки в весенний период по N_{30} . Внесение азотных удобрений по черному пару осенью не целесообразно, т.к. по данному предшественнику в пахотном горизонте высокое содержание азота.

В период с 2013 по 2016 гг. были изучены на новых сортах твердой озимой пшеницы рекомендуемые дозы минеральных удобрений.

Динамика продуктивной влаги в почве при возделывании твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар в зависимости от доз минеральных удобрений в среднем за 3 года представлена на рисунке 6.3.1.

По предшественнику черный пар по влагообеспеченности почвы к фазе всходов складывались благоприятные условия как в слое 0-30 см, так и в метровом слое – от 46,1 до 47,7 мм и от 96,6 до 97,6 мм соответственно.

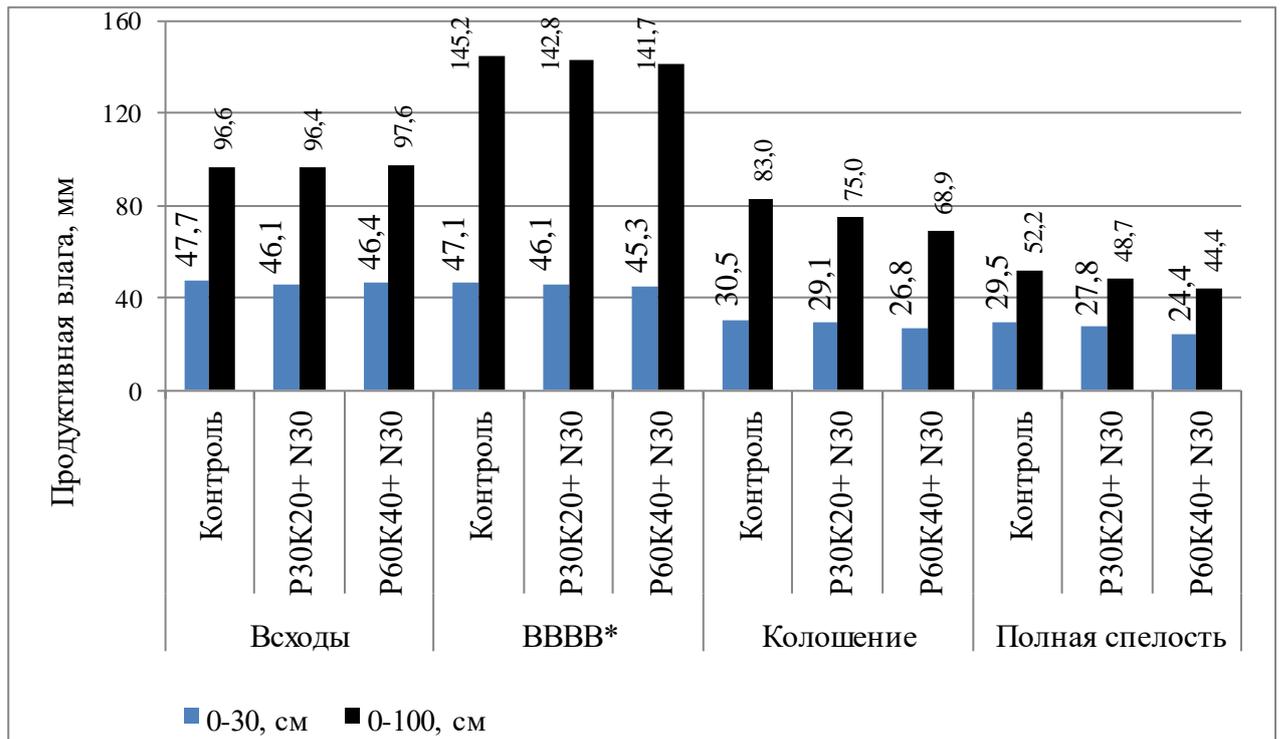


Рисунок 6.3.1 – Содержание продуктивной влаги в почве по предшественнику черный пар с использованием минеральных удобрений при возделывании твердой озимой пшеницы, мм (2013-2016 гг.)

Недостаточное количество осадков, высокие среднесуточные температуры воздуха в августе способствовали иссушению почвы перед посевом озимых культур по непаровым предшественникам. Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы под озимой пшеницей по предшественнику подсолнечник в фазе всходов составило от 67,8 до 68,3 мм (рисунок 6.3.2).

Обеспечение пахотного слоя почвы 0-30 см продуктивной влагой в фазу всходов находилось в интервале от 34,6-35,2 мм.

К фазе весеннего кущения осенне-зимние осадки обеспечивали накопление продуктивной влаги по обоим предшественникам. По предшественнику подсолнечник содержание в метровом слое почвы составило от 118,6 до 125,2 мм и запасы влаги характеризовались как удовлетворительные (120-140 мм), а по предшественнику черный пар – от 141,7 до 145,2 мм – как хорошие (140-160 мм).

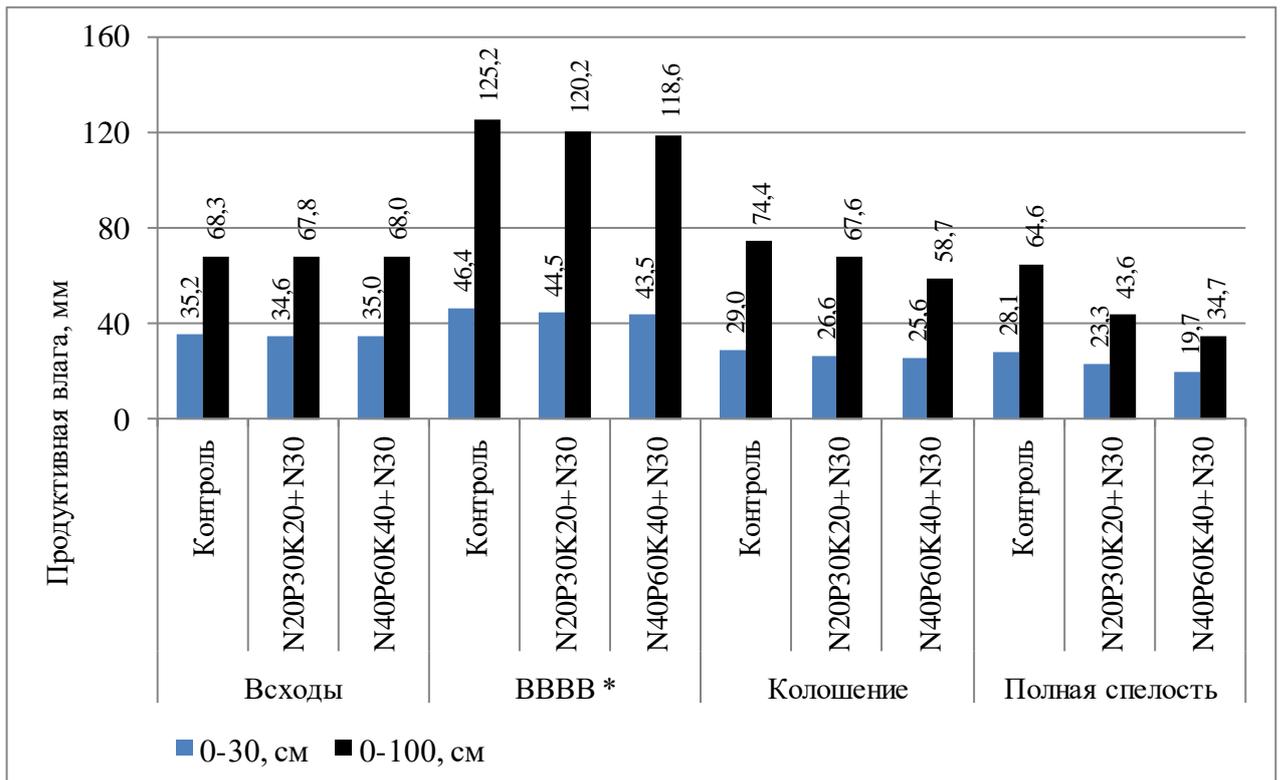


Рисунок 6.3.2 – Содержание продуктивной влаги в почве по предшественнику подсолнечник с использованием минеральных удобрений при возделывании твердой озимой пшеницы, мм (2013-2016 гг.)

В течение вегетации озимой пшеницы наблюдался расход продуктивной влаги как на физическое испарение из почвы, так и на формирование урожая. В вариантах с применением минеральных удобрений отмечено уменьшение содержания продуктивной влаги по изучаемым предшественникам. Наименьшее содержание продуктивной влаги было в фазе полной спелости по всем вариантам опыта.

В результате проведенных исследований установлена тенденция снижения количества продуктивной влаги при использовании минеральных удобрений и в слое 0-30 см, и в слое 0-100 см. Увеличение дозы внесения удобрений способствовало хорошему развитию растений и потреблению ими большего количества продуктивной влаги. Такая тенденция установлена как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник, начиная

с фазы весеннего возобновления вегетации до полной спелости зерна. По предшественнику подсолнечник наименьшее количество продуктивной влаги в слое 0-100 см по сравнению с другими вариантами зафиксировано в варианте внесения дозы удобрений $N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$. Разница между данным вариантом и контролем по содержанию продуктивной влаги была установлена в фазу полной спелости – 29,9 мм, а между вариантом $N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$ – 21,0 мм.

Анализ динамики элементов питания в почве (слой 0-30 см) в посевах твердой озимой пшеницы показал, что в фазу «всходы» растения были по-разному обеспечены в начальный период роста и развития (рисунки 6.3.3 и 6.3.4). По предшественнику подсолнечник содержание азота было очень низкое в контрольном варианте (10,1 мг/кг), низкое в варианте $N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$ (14,8 мг/кг) и среднее при внесении $N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$ (19,6 мг/кг). По предшественнику черный пар содержание нитратного азота в почве в слое 0-30 см было на уровне от 25,4 до 25,5 мг/кг, что соответствовало повышенному количеству.

Содержание доступного фосфора как по предшественнику черный пар, так и по подсолнечнику высокое и очень высокое – от 30,3 до 37,5 мг/кг и от 26,0 до 32,9 мг/кг соответственно.

Калия обменного по предшественнику подсолнечник содержалось от 305 до 348 мг/кг – повышенное содержание, а по предшественнику черный пар – от 354 до 402 мг/кг, что соответствовало высокому и очень высокому содержанию.

Внесение удобрений способствовало увеличению содержания доступных элементов питания для растений. Применение ранневесенней азотной подкормки способствовало поддержанию азота нитратного в слое 0-30 см в фазе весеннего кущения по предшественнику черный пар на уровне 20,1 и 22,3 мг/кг и увеличению по предшественнику подсолнечник до 18,2 и 20,4 мг/кг.

В весенний период происходит интенсивное потребление питательных веществ и значительное снижение всех элементов питания. К фазе полной спелости наблюдалось минимальное количество всех элементов за период вегетации, при этом наибольшее их количество установлено в вариантах с внесением минеральных удобрений.

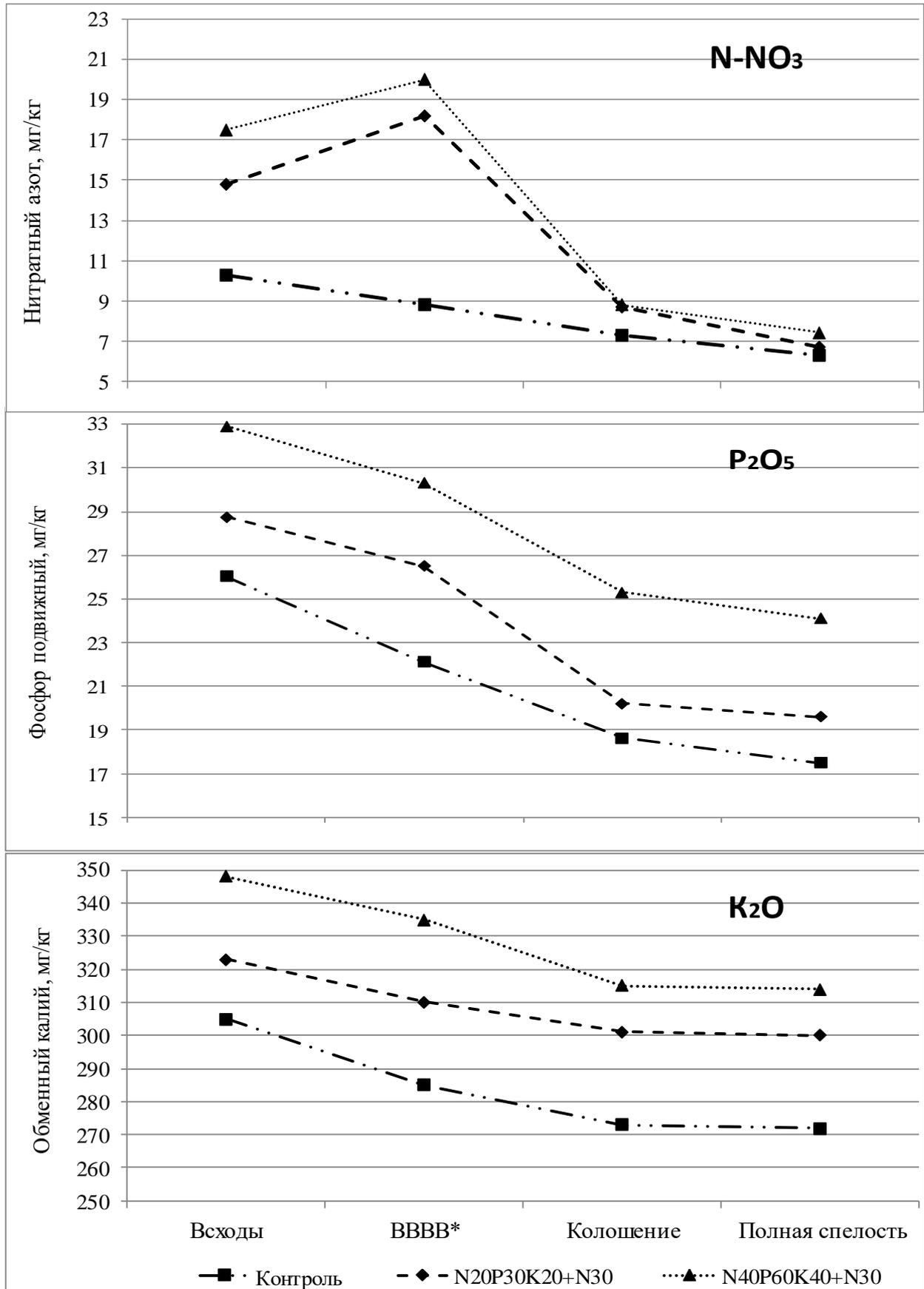


Рисунок 6.3.3 – Динамика элементов питания в слое почвы 0-30 см по предшественнику подсолнечник при внесении минеральных удобрений (2013-2016 гг.)

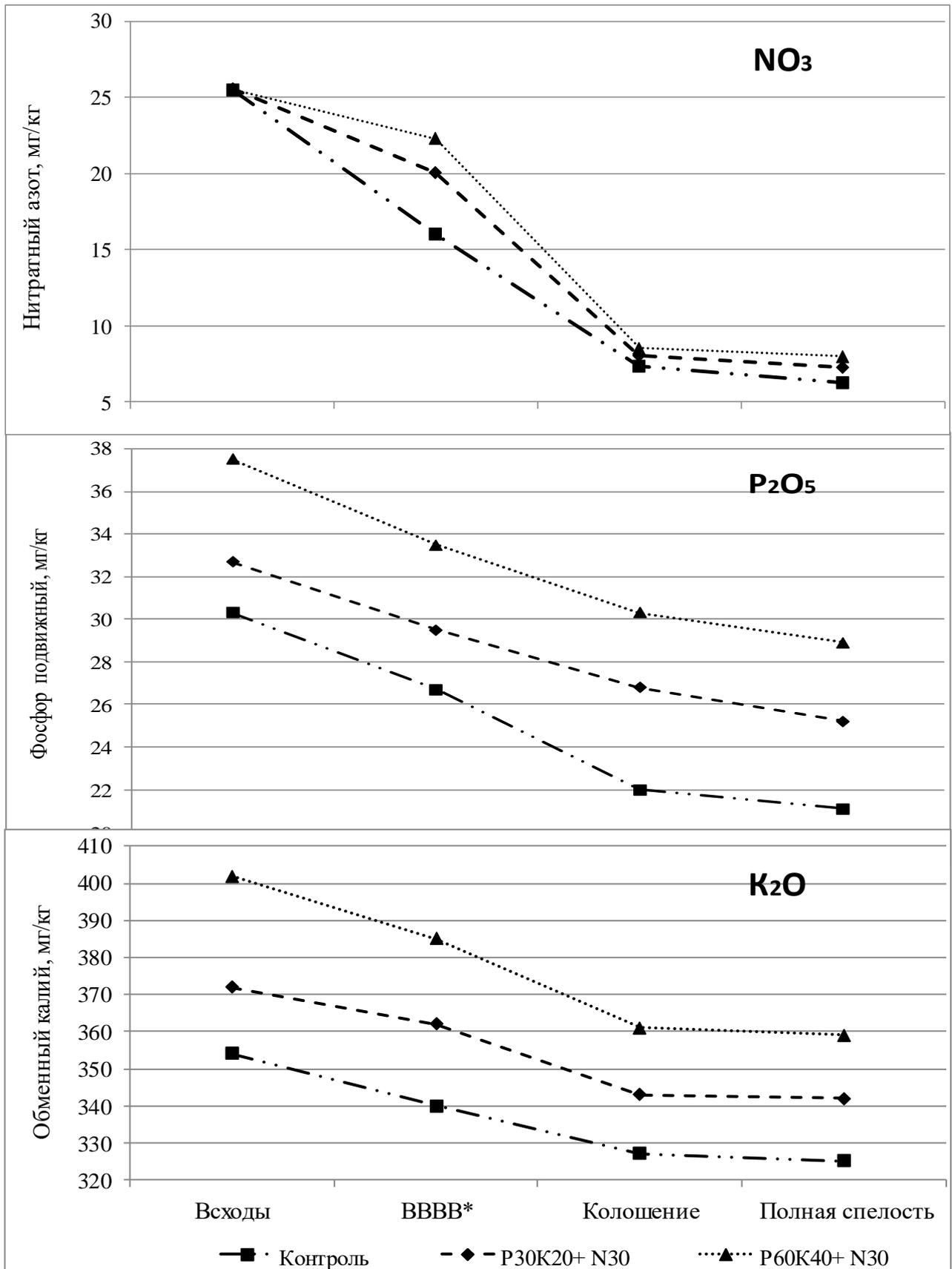


Рисунок 6.3.4 – Динамика элементов питания в слое почвы 0-30 см по предшественнику черный пар при внесении минеральных удобрений (2013-2016 гг.)

По предшественнику черный пар на контроле содержание нитратного азота было 6,2, подвижного фосфора – 21,1 и калия обменного – 325 мг/кг, а при внесении удобрений содержание азота увеличилось на 16,1 и 29,0%, фосфора – на 19,4 и 37,0% и калия – на 5,2 и 10,5%. По предшественнику подсолнечник повышение содержания элементов питания по сравнению с контролем составило 6,3 и 17,4% по нитратному азоту, 12,0 и 37,7% по фосфору и 10,2 и 15,4% по обменному калию. Внесение минеральных удобрений способствует не только улучшению пищевого режима в период вегетации культуры, но и увеличивает содержание основных элементов в последующем.

Водный и пищевой режимы почвы в посевах озимой пшеницы за годы исследований определялись складывающимися в течение вегетации растений погодными условиями и дозами применяемых минеральных удобрений. Лучшие условия обеспеченности почвы влагой в течение всей вегетации озимой пшеницы наблюдались по предшественнику черный пар. Применение минеральных удобрений способствовало увеличению элементов питания в почве и созданию благоприятных условий для роста, развития растений.

Анализ динамики содержания элементов NPK в надземной массе твердой озимой пшеницы по предшественникам черный пар и подсолнечник показал, что в фазу весеннего кущения количественные показатели этих элементов увеличивались при внесении минеральных удобрений (таблицы 6.3.1 и 6.3.2).

Таблица 6.3.1 – Содержание NPK в растениях твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар, % (2014-2016 гг.)

Доза удобрений	Весеннее кущение			Колошение		
	N	P	K	N	P	K
Контроль	4,00	0,40	2,79	2,69	0,28	2,30
P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀	4,20	0,45	3,31	3,25	0,33	2,70
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	4,44	0,49	4,41	3,12	0,34	2,84

Наибольшее содержание азота в фазу весеннего кущения по предшественнику черный пар (4,44%) и подсолнечник (4,03 %), а также фосфора

по данным предшественникам (0,49 и 0,45%), калия (4,41 и 3,09%) отмечалось в варианте с применением максимальных доз минеральных удобрений.

Таблица 6.3.2 – Содержание NPK в растениях твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник, % (2014-2016 гг.)

Доза удобрений	Весеннее кущение			Колошение		
	N	P	K	N	P	K
Контроль	2,61	0,35	2,48	1,31	0,30	1,75
$N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$	3,63	0,42	2,71	1,54	0,32	2,01
$N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$	4,03	0,45	3,09	1,65	0,34	2,11

Содержание NPK в растениях твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник было меньше, чем по предшественнику черный пар. Обеспеченность растений твердой пшеницы азотом по предшественнику черный пар на контроле была «средняя» (4,00%) и «ниже оптимальной» по вариантам внесения удобрений (от 4,20 до 4,44%). По предшественнику подсолнечник содержание азота было меньше, и обеспеченность растений была «средняя» в вариантах при внесении минеральных удобрений ($N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$ – 3,63%; $N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$ – 4,03%), а на контрольном варианте обеспеченность азотом была «низкая» (2,61%).

Содержание фосфора в фазу кущения по предшественнику подсолнечник соответствовало «средней» обеспеченности на контроле (3,35%) и ниже оптимальной при внесении минеральных удобрений ($N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$ – 0,42%; $N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$ – 0,45%). По предшественнику черный пар на контрольном варианте содержание фосфора было 0,40% (ниже оптимального), а при внесении минеральных удобрений содержание было несколько выше и составило 0,45% ($P_{30}K_{20}+N_{30}$) и 0,49% ($P_{60}K_{40}+N_{30}$), что соответствовало оптимальной обеспеченности.

Оптимальное содержание калия в растениях твердой озимой пшеницы было установлено при внесении $P_{60}K_{40}+N_{30}$ (4,41%) по предшественнику черный пар. Остальные варианты как по предшественнику черный пар, так и по

предшественнику подсолнечник соответствовали средней и ниже оптимальной обеспеченности калием.

В фазу колошения происходило уменьшение содержания в растениях NPK. Содержание азота в растениях на контрольном варианте возделывания твердой озимой пшеницы по черному пару соответствовало оптимальной величине (2,69%), а при внесении подкормки этот показатель был выше оптимальных значений ($P_{30}K_{20}+N_{30}$ – 3,25%; $P_{60}K_{40}+N_{30}$ – 3,12%). По предшественнику подсолнечник содержание азота в растениях было меньше оптимальной величины по всем вариантам (от 1,31 до 1,65%) с тенденцией увеличения с повышением дозы минеральных удобрений.

Содержание фосфора и калия в растениях благодаря хорошей обеспеченности этими элементами в почве по всем вариантам было оптимальное (фосфор – от 0,28 до 0,34%; калий – от 2,01 до 2,84%), за исключением контрольного варианта по предшественнику подсолнечник, где содержание калия было меньше оптимальных значений (1,75%).

В годы изучения отмечены неоднозначные результаты на полегаемость растений при внесении доз минеральных удобрений изучаемых сортов (таблица 6.3.3). Высокий уровень агрофона по предшественнику черный пар способствовал снижению устойчивости растений к полеганию, чего не наблюдалось по предшественнику подсолнечник. Только при внесении двух азотных подкормок в вариантах $N_{20}P_{30}K_{20}+2N_{30}$ и $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$ по предшественнику подсолнечник наблюдалось незначительное полегание (4,7 балла). По остальным вариантам полегание не установлено.

Изучаемые сорта твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар наибольшую устойчивость к полеганию проявляли в варианте без внесения удобрений, а также при внесении под основную обработку почвы сложных удобрений $P_{30}K_{20}$ и $P_{60}K_{40}$. Использование азотных удобрений по таломерзлой почве способствовало снижению устойчивости к полеганию до 3,7 баллов у сорта Агат донской и Курант, а у сорта Амазонка снижение составило до 3,3 балла. С

внесением дополнительной подкормки в фазу колошения устойчивость к полеганию снизилась у всех изучаемых сортов и составила 3,3 балла.

Таблица 6.3.3 – Устойчивость посевов к полеганию сортов твердой озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений, балл

Доза удобрений	Сорта твердой озимой пшеницы		
	Агат донской	Амазонка	Курант
Предшественник черный пар			
Контроль	4,0	3,7	4,3
P ₃₀ K ₂₀	4,0	3,7	4,3
P ₆₀ K ₄₀	4,0	3,7	4,3
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	3,7	3,3	3,7
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	3,7	3,3	3,7
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	3,3	3,3	3,3
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	3,3	3,3	3,3
Предшественник подсолнечник			
Контроль	5,0	-	-
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	5,0	-	-
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	5,0	-	-
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	5,0	-	-
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	5,0	-	-
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	4,7	-	-
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	4,7	-	-

За годы изучения наименьшая устойчивость к полеганию установлена у сорта Амазонка (от 3,3 до 3,7 баллов). Наибольшая устойчивость была у сорта Курант (от 3,3 до 4,3 баллов).

В результате проведенных исследований нами установлено, что урожайность сортов твердой озимой пшеницы, полученная при использовании минеральных удобрений, была наибольшая по предшественнику черный пар по сравнению с предшественником подсолнечник (таблица 6.3.4). На контрольном варианте без внесения удобрений по предшественнику черный пар у сорта Агат донской урожайность составила 5,55 т/га, по предшественнику подсолнечник – 3,67 т/га. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности по всем изучаемым вариантам в сравнении с контролем.

Таблица 6.3.4 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов твердой озимой пшеницы, т/га (2014-2016 гг.)

Предшественник	Доза удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
			т/га	%
Агат донской				
Черный пар	Контроль	5,55	-	-
	P ₃₀ K ₂₀	5,93	0,38	6,8
	P ₆₀ K ₄₀	6,00	0,45	8,1
	P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	5,98	0,43	7,7
	P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	6,09	0,54	9,7
	P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	6,03	0,48	8,6
	P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	6,13	0,58	10,5
НСР _{0,05}		0,25	-	-
Подсолнечник	Контроль	3,67		
	N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	4,09	0,42	11,4
	N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	4,27	0,60	16,3
	N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	4,45	0,78	21,3
	N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	4,67	1,00	27,2
	N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	4,56	0,89	24,3
	N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	4,92	1,25	34,1
НСР _{0,05}		0,35	-	-
Амазонка				
Черный пар	Контроль	5,52		
	P ₃₀ K ₂₀	5,91	0,39	7,1
	P ₆₀ K ₄₀	5,94	0,42	7,6
	P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	6,01	0,49	8,9
	P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	6,12	0,60	10,9
	P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	6,07	0,55	10,0
	P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	6,22	0,70	12,7
НСР _{0,05}		0,26	-	-
Курант				
Черный пар	Контроль	4,93	-	-
	P ₃₀ K ₂₀	5,29	0,36	7,3
	P ₆₀ K ₄₀	5,39	0,46	9,3
	P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	5,29	0,36	7,3
	P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	5,38	0,45	9,1
	P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	5,28	0,35	7,1
	P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	5,38	0,45	9,1
НСР _{0,05}		0,25	-	-

По предшественнику подсолнечник внесение подкормки аммиачной селитры (N_{30}) по таломерзлой почве обеспечивало увеличение урожайности твердой пшеницы на 0,36 и 0,40 т/га по сравнению с основным внесением удобрений $N_{20}P_{30}K_{20}$ и $N_{40}P_{60}K_{40}$ соответственно. Однако при внесении двух азотных подкормок (по таломерзлой почве и в фазу колошения) достоверной прибавки урожайности не отмечено в сравнении с результатами по одной подкормке.

По предшественнику черный пар уровень прибавки урожайности к контролю составил от 0,38 т/га, или 7,1% ($P_{30}K_{20}$), до 0,58 т/га, или 10,8% ($P_{60}K_{40}+2N_{30}$).

Проведенные исследования показали, что по предшественнику черный пар необходимо вносить минимальные дозы минеральных удобрений, а по предшественнику подсолнечник твердая озимая пшеница хорошо отзывчива на основное внесение и на подкормку по таломерзлой почве.

Структура урожая показала, что внесение минеральных удобрений способствовало увеличению продуктивных стеблей, массы колоса и количества зерен в колосе.

Зерно твердой озимой пшеницы используется в макаронно-крупяном производстве, поэтому показатели качества – важные составляющие полученного урожая зерна.

По предшественнику черный пар сорт Агат донской формировал зерно более качественное, чем по предшественнику подсолнечник (таблица 6.3.5). На контроле (без удобрений) зерно имело высокое содержание белка 14,0% и клейковины 26,0%, а по предшественнику подсолнечник эти показатели были меньше – 12,1 и 22,1% соответственно.

Использование минеральных удобрений при возделывании твердой озимой пшеницы способствует получению более качественного зерна как по предшественнику черный пар, так и по подсолнечнику.

Таблица 6.3.5 – Влияние минеральных удобрений на качественные показатели зерна и макарон твердой озимой пшеницы (сорт Агат донской), (2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Показатели качества зерна					Показатели качества макарон		
	содержание, %		число падения, с	стекловидность, %	натура, г/л	прочность, г	цвет, балл	общая оценка, балл
	белок	клейковина						
Предшественник черный пар								
Контроль	14,0	26,0	407	85	748	753	4,2	3,5
P ₃₀ K ₂₀	14,2	26,1	407	85	750	765	4,2	3,5
P ₆₀ K ₄₀	14,4	26,5	408	86	752	768	4,2	3,5
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	14,9	27,1	409	86	762	780	4,2	3,7
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	14,9	27,2	412	87	765	791	4,2	3,7
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	15,0	27,7	413	89	768	800	4,3	3,9
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	15,0	28,1	438	89	770	822	4,6	4,0
Предшественник подсолнечник								
Контроль	12,1	22,1	373	85	728	676	3,7	3,1
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	12,2	22,9	376	85	735	680	3,7	3,1
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	12,3	23,0	378	85	739	692	3,8	3,2
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	12,6	23,1	393	85	741	700	3,8	3,3
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	13,2	24,4	405	86	742	734	4,0	3,3
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	13,3	24,7	404	86	743	767	4,2	3,3
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	13,3	24,9	412	86	748	770	4,2	3,3

Внесение минеральных сложных удобрений по предшественнику черный пар в дозах P₃₀K₂₀ и P₆₀K₄₀ способствовало увеличению содержания белка в зерне до 14,2 и 14,4% и клейковины – до 26,1 и 26,5% соответственно. Применение одной азотной подкормки N₃₀, весной по таломерзлой почве, а также двух азотных подкормок по N₃₀, (по таломерзлой почве и в фазу колошения) повышало содержание белка до 14,9 и 15,0% (контроль - 14,0%) и клейковины – до 27,1 и 28,1% (контроль – 26,0%).

Стекловидность зерна имела высокие показатели от 85 до 89%, а число падения – от 407 до 438 с. Минимальные качественные показатели получены на контрольном варианте.

Согласно требованиям ГОСТ 9353-2016 [154], предъявляемым к показателям качества твердой пшеницы, в проведенных агрохимических опытах по предшественнику черный пар при внесении минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{40}$ и двух азотных подкормок (N_{30} , по таломерзлой почве и N_{30} , в фазу колошения) полученное зерно относилось к 1-му классу качества. В других изучаемых вариантах, в том числе и без внесения минеральных удобрений, – ко 2-му классу качества.

Оценка качества макарон, полученных из крупы зерна, выращенного по предшественнику черный пар с использованием минеральных удобрений, показала, что они обладали хорошей прочностью (4 балла) и цветом (от 4,2 до 4,6 балла). Общая оценка макарон составляла от 3,5 до 4,0 баллов.

Внесение минеральных удобрений по предшественнику подсолнечник также способствовало повышению качества зерна твердой озимой пшеницы, которое соответствовало 3-му классу качества. Макароны из твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник, имели удовлетворительную прочность (от 3,1 до 3,3 балла), цвет макарон (от 3,7 до 4,2 балла), а общая оценка макарон – 3,1-3,3 балла. Аналогичные данные были получены и по другим изучаемым сортам, т.е. по предшественнику подсолнечник формируется зерно невысокого качества.

ГЛАВА 7. РОЛЬ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

При возделывании сельскохозяйственных культур важным элементом технологии является основная обработка почвы, которая создает благоприятные условия для прорастания семян и развития растений. Обработка почвы влияет на водно-воздушный и питательный режимы, микробиологическую активность, агрохимические и агрофизические свойства почвы.

Система обработки почвы состоит из основной обработки почвы, предпосевной и послепосевной обработок. Основная обработка – это самый трудоемкий и энергозатратный элемент технологии [30, 41, 55, 365], поскольку такая обработка – это самая глубокая обработка почвы под сельскохозяйственную культуру [147]. Существуют следующие способы обработки почвы: безотвальный, отвальный, роторный и комбинированный [41]. Наибольшее распространение получили отвальная и безотвальная обработки почвы, при этом в последние годы на черноземах обыкновенных и южных сельхозтоваропроизводители все чаще используют минимальную обработку почвы, которую возможно проводить на данных почвах для возделывания большинства сельскохозяйственных культур [89, 213, 214, 258], в том числе и для озимой пшеницы, имеющей хорошую приспособляемость к этим обработкам [169].

Использование отвальной вспашки приводит к большому расходу топлива [30, 55, 365], который по сравнению с мелкой обработкой дисковой бороной больше на 14,5 кг/га, или на 78,4% [71].

Урожайность сельскохозяйственных культур от основной обработки почвы зависит на 0,1-17,0% [347], а на основную обработку почвы приходится до 26% трудовых затрат [6478], при этом расход ГСМ при отвальной вспашке в 1,5-2,0 раза больше, чем при минимальных обработках [281]. Проведенные исследования в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации установили

возможность снижения затрат с помощью использования ресурсосберегающих технологий без снижения урожайности сельскохозяйственных культур [87, 114, 228, 229, 257, 394, 613]. В современной земледелии в результате широкого применения ресурсосберегающих технологий использование вспашки все больше ставится под сомнение без учета особенностей сельскохозяйственных культур, почвенно-климатических условий, предшественников и т.д.

Основная обработка почвы оказывает влияние на развитие корневой системы и глубину проникновения корней и, как следствие, развитие надземной части растений пшеницы [641]. Она должна быть обоснована с учетом складывающихся погодно-климатических условий, агрофизических свойств почвы, особенностей возделываемой культуры, экономической целесообразности и т.д. [30, 33, 34, 55, 230].

В связи с тем, что для твердой озимой пшеницы исследования по основной обработке почвы не проводились, нами были изучены следующие варианты основной обработки почвы: дисковая (10-12 см), плоскорезная (20-22 см), отвальная вспашка (20-22 см).

7.1 Влияние основной обработки почвы на ее плотность при возделывании твердой озимой пшеницы

Создание оптимальной плотности в основном корнеобитаемом слое является одной из главных задач обработки почвы. Согласно «Зональной системе земледелия Ростовской области на 2013-2020 гг.» [213] для южной зоны Ростовской области, а также по результатам исследований многих ученых [251, 281, 512, 594], оптимальные условия для роста и развития растений озимой пшеницы на чернозёме складываются при плотности сложения $1,1-1,2 \text{ г/см}^3$.

В результате проведенных исследований в стационарном опыте ФГБНУ «АНЦ «Донской» с 2011 по 2015 гг. было установлено, что плотность почвы слоя 0-30 см главным образом зависит от способа основной обработки почвы (таблица 7.1.1).

Таблица 7.1.1 – Плотность почвы в посевах твердой озимой пшеницы в фазу выхода в трубку, в зависимости от основной обработки, г/см³ (2012-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Слой почвы			
	0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-30 см
Дисковая обработка, 10-12 см	0,90	1,29	1,30	1,16
Плоскорезная обработка, 20-22 см	0,92	1,15	1,18	1,08
Отвальная вспашка, 20-22 см	0,94	1,11	1,22	1,09
НСР _{0,05}	0,04	0,02	0,03	0,03

Исследования позволили установить отсутствие влияния обработки почвы на ее плотность в верхнем слое почвы 0-10 см, величина которой составила 0,90-0,94 г/см³.

Наибольшие изменения плотности почвы были установлены в слоях 10-20 см и 20-30 см. Мелкая обработка дисковыми рабочими органами способствовала повышению плотности в слое 10-20 см и 20-30 см до 1,29 и 1,30 г/см³ соответственно. Данные показатели достоверно превысили плотность других изучаемых отвальной и плоскорезной обработок, где НСР_{0,05} была равна 0,02 и 0,03 соответственно.

В слое 10-20 см наименьшая плотность (1,11 г/см³) была зафиксирована при отвальной обработке почвы, которая достоверно (НСР_{0,05}=0,02) была меньше плоскорезной обработки (1,15 г/см³). В слое 20-30 см плотность сложения почвы при безотвальном способе, 20-22 см была ниже на 0,04 г/см³, чем при отвальной вспашке.

Ежегодная отвальная вспашка на одну и ту же глубину способствует формированию так называемой «плужной подошвы» [118, 211]. Этим объясняется увеличение плотности почвы в слое 20-30 см. Безотвальная обработка плоскорезным орудием разуплотняет почву и способствует снижению объемной массы почвы, которая существенно меньше (НСР_{0,05}=0,03) отвальной вспашки и дисковой обработки почвы.

В среднем за годы проведения опыта плотность почвы в слое 0-30 см была наибольшая при дисковой обработке почвы (1,16 г/см³). Дисковые орудия способствуют высокой уплотненности на границе обрабатываемого слоя, при

этом образуется пылевидная мелкая фракция, которая закупоривает поры почвы [544].

При обработке почвы на глубину 20-22 см отвальной и безотвальной вспашкой в слое 0-30 см плотность была равна 1,09 и 1,08 г/см³ соответственно. Математическая обработка данных показала, что между отвальной и безотвальной вспашкой на глубину 20-22 см плотность почвы в слое 0-30 см достоверных различий не имела. От плотности почвы зависело накопление продуктивной влаги ($r=0,31\pm 0,11$).

7.2 Динамика продуктивной влаги в почве в зависимости от способов основной обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы

Влага является одним из основных факторов, определяющих уровень урожая сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы. Обработка почвы в условиях Ростовской области должна выполнять задачу максимального накопления, сохранения и рационального расходования влаги. Это особенно актуально в зоне незначительного, недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области. Для максимального использования потенциала сельскохозяйственной культуры необходимо с помощью обработки почвы создавать благоприятные условия роста и развития растений [213].

От выбора обработки почвы, в том числе, зависит и ее водный режим в период вегетации растений. Как показали наши исследования, почва, обработанная отвальным плугом, к фазе всходов твердой озимой пшеницы накапливала больше продуктивной влаги в метровом слое почвы (84,7 мм), чем по другим способам обработки почвы (таблица 7.2.1).

При мелкой обработке чёрного пара содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы на момент всходов твердой озимой пшеницы было меньше на 5,4 мм, чем при отвальной вспашке, а по сравнению с безотвальной обработкой почвы разница в количестве продуктивной влаги была незначительна (2,7 мм).

Таблица 7.2.1 – Содержание продуктивной влаги в почве под озимой пшеницей в среднем за годы исследований, мм (2011-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Всходы	ВВВВ*	Колошение	Полная спелость
Слой почвы 0-30 см				
Дисковая обработка, 10-12 см	25,2	39,0	20,1	6,9
Плоскорезная обработка, 20-22 см	28,1	41,5	21,2	8,9
Отвальная вспашка, 20-22 см	29,7	42,1	23,0	9,0
НСР _{0,05}	3,6	3,8	2,8	2,0
Слой почвы 0-100 см				
Дисковая обработка, 10-12 см	79,3	123,9	27,6	21,8
Плоскорезная обработка, 20-22 см	82,0	130,7	39,0	31,6
Отвальная вспашка, 20-22 см	84,7	131,7	43,3	33,0
НСР _{0,05}	4,2	6,7	3,7	3,2

* - время возобновления весенней вегетации

Установлена тенденция к снижению количества продуктивной влаги при мелкой обработке почвы в слое 0-30 см (25,2 мм), величина которой была достоверно меньше, чем при отвальной вспашке (29,7 мм).

При мелкой обработке почвы в слое почвы 0-30 см к моменту всходов озимой пшеницы содержалось 25,2 мм продуктивной влаги, а по отвальной вспашке – 29,7 мм, что достоверно меньше на 4,5 мм. Безотвальная обработка почвы в среднем за годы исследований к моменту появления всходов твердой озимой пшеницы по содержанию продуктивной влаги в слое 0-30 см (28,1 мм) не позволила установить существенной разницы между отвальной и дисковой обработками почвы.

В осенне-зимний период происходит накопление влаги в почве благодаря выпадающим атмосферным осадкам, которые являются основным источником пополнения продуктивной влаги в почве [275, 276, 467, 468, 470, 471, 508, 560 и др.]. В среднем по всем обработкам почвы запасы продуктивной влаги характеризовались как удовлетворительные (123,9-131,7 мм). При мелкой обработке почвы дисковыми орудиями в метровом слое их накапливалось 123,9 мм, что было существенно меньше, чем по отвальной вспашке (131,7 мм) и

безотвальной обработке почвы (130,7 мм). Полученные данные содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы были одного порядка как при отвальной вспашке, так и безотвальной обработке почвы на момент возобновления вегетации твердой озимой пшеницы.

В слое почвы 0-30 см количество продуктивной влаги к моменту возобновления весенней вегетации твердой озимой пшеницы между разными обработками было одного порядка и находилось в пределах от 39,0 до 42,1 мм.

В фазу колошения твердой озимой пшеницы при отвальной обработке в метровом слое почвы содержалось наибольшее количество продуктивной влаги (43,3 мм), чем по другим изучаемым обработкам. Наименьшее количество продуктивной влаги содержалось при мелкой обработке почвы – 27,6 мм, а вариант безотвальной обработки почвы (39,0 мм) занимал промежуточное значение между отвальной вспашкой и дисковой обработкой.

В эту фазу развития твердой озимой пшеницы (колошения) количество продуктивной влаги в слое 0-30 см соответствовало минимальным значениям при дисковой обработке (20,1 мм). Математической достоверной разницы между дисковой и плоскорезной (21,2 мм) обработками не установлено, но было достоверно меньше по сравнению с отвальной вспашкой (23,0 мм). Аналогичная зависимость установлена и в фазу полной спелости, где в слое почвы 0-30 см содержание продуктивной влаги достоверно больше по отвальной вспашке в сравнении с дисковой обработкой, а безотвальная занимает промежуточное значение и преимуществ по количеству содержания продуктивной влаги по сравнению с другими обработками не имеет.

Существенной разницы по содержанию продуктивной влаги в метровом слое почвы в фазу полной спелости между отвальной (33,0 мм) и безотвальной обработкой почвы (31,6 мм) не установлено. Минимальное количество ее было при дисковой обработке почвы (21,8 мм).

Изучение динамики водного режима почвы в период вегетации твердой озимой пшеницы установило снижение количества продуктивной влаги в почве в слое 0-30 см и 0-100 см при использовании ежегодных мелких дисковых

обработок на глубину 10-12 см. Это указывает на уменьшение водопроницаемости почвы и ухудшение взаимосвязи влаги и почвенных частиц, снижение водоудерживающей способности почвы и в итоге непродуктивный ее расход на физическое испарение. Ежегодное дискование уменьшило запасы продуктивной влаги по сравнению с отвальной вспашкой, т.к. дисковая обработка способствует сильному распылению почвы, что приводит к снижению пористости, аэрации и, как следствие, уменьшению водопроницаемости¹ и фильтрации почвы².

Полученные результаты свидетельствуют, что отвальная и безотвальная обработка черного пара под твердую озимую пшеницу способствуют большему накоплению продуктивной влаги, хорошей водоудерживающей способности почвы и улучшению влагообеспеченности растений.

При отвальной вспашке снижение плотности почвы в слое 0-30 см способствует лучшей структурности почвы и способности к хорошей водопроницаемости, а также закреплению влаги в почве.

7.3 Влияние основной обработки почвы на биологическую активность почвы при возделывании твердой озимой пшеницы

Одним из главных показателей эффективности той или иной обработки почвы является интенсивность микробиологических процессов в почве, влияющих на целлюлозоразлагающую активность. Чем быстрее и полнее разлагается в почве целлюлоза, тем интенсивнее происходит переход элементов питания из органического состояния в доступную минеральную форму и растения лучше обеспечиваются питательными веществами. Целлюлозная активность почвы определялась по интенсивности разложения льняного полотна [368].

¹ Количество влаги, просочившейся в почву за первый час от начала впитывания, считается величиной водопроницаемости [91]

² Фильтрация – это количество влаги, проходящей через почву при постоянной скорости [91]

В результате проведенных исследований микробиологической активности почвы при различных способах обработки установлено, что использование дисковой мелкой обработки снижает активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов почвы до 4,6-8,2%, что достоверно меньше, чем разложение клетчатки по безотвальной и отвальной обработках на глубину 20-22 см (таблица 7.3.1).

Таблица 7.3.1 – Целлюлозная активность почвы в зависимости от способа основной обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы, % (2012-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Годы				В среднем
	2012	2013	2014	2015	
Дисковая обработка, 10-12 см	5,2	4,6	8,8	8,2	6,7
Плоскорезная обработка, 20-22 см	37,4	18,3	41,8	39,3	34,2
Отвальная вспашка, 20-22 см	39,5	22,1	44,7	41,5	37,0
НСР _{0,05}	1,7	2,2	1,6	1,4	1,7

В среднем активность почвы по отвальной вспашке и безотвальной обработке составила 37,0 и 34,5% соответственно. Активность разложения клетчатки увеличивалась в варианте с ежегодной вспашкой почвы, которая в среднем за 4 года была больше, чем при безотвальной обработке (НСР_{0,05}=1,8) .

Целлюлозная активность почвы зависела не только от способов обработки почвы, но и от выпадающих осадков, которые увлажняли почвенный горизонт и способствовали интенсивности разложения клетчатки. Так, при низкой влагообеспеченности в 2013 году целлюлозная активность снижалась по всем обработкам почвы (отвальная обработка – 22,1%, безотвальная обработка – 18,3%, дисковая обработка – 4,6%) и наоборот, при достаточном увлажнении в весенний период 2014 года, целлюлозная активность почвы была максимальная и составила по отвальной обработке (44,7, безотвальной – 41,8, дисковой – 8,8%). Хорошая аэрация, созданная при отвальной и безотвальной обработках почвы на глубину 20-22 см, на фоне положительных температур и хорошего увлажнения

способствовала интенсивному микробиологическому процессу и разложению льняного полотна.

Согласно градации разложения целлюлозы по методике О.Е. Пряженниковой [449], если разложение клетчатки равно 80%, то интенсивность разложения целлюлозы очень сильная, от 50 до 80% – сильная, от 30 до 50% – средняя, от 10 до 30% – слабая и менее 10% – очень слабая. Следовательно, интенсивность разложения целлюлозы при отвальной и безотвальной обработках почвы в целом за годы наших исследований характеризуется как «средняя» (34,5 и 37,0%), при этом в засушливые годы интенсивность разложения характеризовалась по данным обработкам как «слабая». В варианте с дисковой обработкой на глубину 10-12 см интенсивность разложения целлюлозы было «очень слабой» (до 10%).

Установлена отрицательная корреляционная связь между плотностью и микробиологической активностью почвы ($r=0,70\pm 0,12$). Наибольшая плотность почвы при дисковой обработке не только способствовала снижению накопления продуктивной влаги, но и уменьшала микробиологическую активность почвы на 27,5-30,3% по сравнению с обработкой почвы на глубину 20-22 см.

7.4 Динамика элементов питания в почве в зависимости от способа основной обработки почвы при возделывании твердой озимой пшеницы

Основная обработка почвы влияет на условия развития микроорганизмов, которые способствуют микробиологическим процессам преобразования элементов питания в доступную для растений форму [59, 83, 242, 259, 303, 407, 417]. Содержание доступных форм для растений азота, фосфора и калия в почве является показателем эффективности обработки почвы.

За годы исследований (2011-2015 гг.) было установлено, что наибольшее содержание доступных форм в слое почвы 0-30 см азота, фосфора и калия было в начальный период развития растений в фазу всходов (таблица 7.4.1). Математическая обработка полученных данных позволила установить

достоверное превышение азота (32,1 мг/кг) и калия (379,6 мг/кг), которое наблюдалось в фазу всходов при отвальной вспашке по сравнению с другими обработками. Отвальная и безотвальная обработки почвы на 20-22 см способствуют лучшей аэрации почвенного слоя и увеличению микробиологической активности почвы, переходу большего количества азота и калия в доступную растениям минеральную форму элементов питания к моменту появления всходов твердой озимой пшеницы.

Таблица 7.4.1 – Динамика элементов питания в слое почвы 0-30 см в зависимости от способов ее обработки при возделывании твердой озимой пшеницы (2011-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Фаза вегетации твердой озимой пшеницы											
	всходы			весеннее кущение			колошение			полная спелость		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Дисковая обработка, 10-12 см	26,2	35,0	357,3	20,4	32,8	353,0	11,0	32,5	333,8	10,1	32,0	330,8
Плоскорезная обработка, 20-22 см	29,3	31,7	362,2	18,8	29,4	349,7	10,3	28,1	326,3	9,7	28,0	324,5
Отвальная вспашка, 20-22 см	32,1	30,3	369,6	17,5	26,4	338,5	9,3	25,8	312,1	8,9	25,1	310,2
НСР _{0,05}	2,0	1,9	13,9	2,1	2,7	14,2	1,9	1,9	12,0	2,0	3,0	14,1

Наибольшее содержание подвижного фосфора в почве в слое 0-30 см во все фазы развития твердой озимой пшеницы было отмечено по обработке почвы дисковым орудием на глубину 10-12 см. Установлено, что минимальные обработки почвы способствуют накоплению фосфора и уменьшению его при обработках почвы на 20-22 см. Полученные данные подтверждаются также и другими исследователями [311, 516].

В период вегетации происходит потребление доступных элементов питания и снижение их количества в почве. Основная обработка почвы влияла не только

на содержание основных элементов питания (азота, фосфора и калия) в начальный период развития, но и на их количество на всем протяжении вегетационного периода твердой озимой пшеницы.

В фазу весеннего кущения достоверное снижение азота установлено при отвальной вспашке (17,5 мг/кг) по сравнению с дисковой обработкой почвы (20,4 мг/кг), а при плоскорезной обработке содержание азота занимало промежуточное значение и достоверной разницы между другими способами обработки не имело. В фазы колошения и полной спелости зерна независимо от способа обработки почвы содержание нитратного азота находилось на одном уровне 9,3-11,0 и 8,9-10,1 мг/кг соответственно.

Содержание обменного калия в почве при отвальной вспашке было наибольшее в фазу всходов (379,6 мг/кг) по сравнению с другими изучаемыми обработками. В остальные учитываемые фазы количество доступного калия при отвальной вспашке было достоверно меньше, чем при минимальной дисковой обработке почвы, а по сравнению с плоскорезной обработкой существенной разницы не установлено.

Таким образом, при отвальной вспашке происходит накопление большего количества доступных форм азота, калия благодаря меньшей плотности, лучшей аэрации, наибольшему накоплению влаги в почве, обеспеченности растений продуктивной влагой и микробиологической активности почвы. При дисковой обработке почвы в необрабатываемом слое (глубже 12 см) создаются анаэробные условия, которые способствуют накоплению фосфора.

Согласно оценке обеспеченности растений элементами питания обеспеченность фосфором при мелкой обработке почвы соответствовала «очень высокому» значению во все фазы развития твердой озимой пшеницы, по безотвальной обработке – «высоким» значениям, а при отвальной вспашке – «высоким» и «повышенным» значениям.

Уменьшение содержания доступного калия в пахотном слое почвы 0-30 см в период вегетации по всем обработкам почвы происходило с «высокого» значения в фазу всходов до «повышенных» в фазу полной спелости. Дисковая и

плоскорезная обработки почвы уменьшали количество калия с 357,3 и 362,2 мг/кг в фазу всходов до 330,8 и 324,5 мг/кг в фазу полной спелости, а при отвальной вспашке уменьшение содержания доступного калия происходит с 369,6 до 310,2 мг/кг соответственно.

Содержание азота в почве по мелкой обработке характеризовалось в фазу всходов как «высокое» (26,2 мг/кг), к фазе весеннего кущения – «среднее» (20,4 мг/кг), к фазе колошения – «низкое» (11,0 мг/кг), а к фазе в полной спелости – «очень низкое» (10,1 мг/кг). В фазу всходов при плоскорезной и отвальной обработках на глубину 20-22 см содержание доступного азота соответствовало «высокому» (29,3 мг/кг) и «очень высокому» уровню обеспеченности (32,1 мг/кг). В период вегетации в основные фазы развития твердой озимой пшеницы при плоскорезной обработке и отвальной вспашке достоверной математической разницы по содержанию азота не установлено и соответствовало одним и тем же значениям. В фазу весеннего кущения содержание азота по безотвальной и отвальной обработке почвы соответствовало «средним» значениям (18,8 и 17,5 мг/кг), а в фазы колошения и полной спелости – «очень низкому» уровню обеспеченности 10,3 и 8,9 мг/кг.

Интенсивное потребление питательных веществ твердой озимой пшеницы по отвальной вспашке привело к существенному снижению NPK в почве по сравнению с другими способами обработки почвы. Уменьшение содержания азота от фазы всходов до фазы полной спелости составило 23,2 мг/кг, фосфора – 10,2 мг/кг и калия – 59,4 мг/кг. При плоскорезной обработке почвы было установлено следующее уменьшение элементов питания: азота – на 19,6, фосфора – на 3,7, калия – на 37,7 мг/кг. При обработке дисковым орудием содержание азота снизилось на 16,1, фосфора – на 3,0 и калия – на 26,5 мг/кг.

Корневая система озимой пшеницы находится на 70-90% в пахотном слое и на 10-30% в низлежащих слоях, достигая двухметровой глубины [458]. Для оценки обеспеченности элементами питания глубоких слоев почвы нами были отобраны образцы для проведения анализа доступных элементов в слое 30-50 см. В результате было установлено, что в подпахотном слое обеспеченность азотом,

фосфором и калием, доступных для озимой пшеницы, соответствует «очень низкому» уровню. Следует отметить, что в вариантах по дисковой обработке и безотвальной вспашке содержание нитратного азота в фазу весеннего кушения в слое 30-50 см увеличивалось до средних значений – 20,0 и 20,8 мг/кг. Это можно объяснить, тем, что при достаточном увлажнении и отсутствии «плужной подошвы» происходит миграция подвижных форм азота в глубокие слои почвы, чего не наблюдается при отвальной вспашке.

В результате проведенных исследований нами установлено, что при отвальной и безотвальной обработке почвы на глубину 20-22 см происходит большее накопление доступных для растений азота и калия в фазу всходов твердой озимой пшеницы по сравнению с мелкой обработкой почвы. При дисковой обработке почвы на глубину до 10-12 см накапливается больше фосфора, а также она способствует меньшему потреблению основных элементов питания растениями твердой озимой пшеницы по сравнению с плоскорезной и отвальной основной обработкой на глубину 20-22 см.

7.5 Урожайность и качество твердой озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы

Эффективность изучаемых элементов технологии определяет величина продуктивности сельскохозяйственной культуры, выраженная в урожайности собранной продукции с гектара. Она является объединяющим показателем совокупности факторов, воздействующих на развитие растений в период вегетации и, в конечном итоге, на формирование урожайности.

Уровень урожайности обуславливает степень обеспеченности необходимыми факторами [377], многие из которых регулируются обработкой почвы [104, 342, 343, 364, 553, 554].

Урожайность твердой озимой пшеницы за годы исследований изменялась в значительной степени, однако полученные данные позволили установить тенденцию к формированию наибольшей урожайности по отвальной обработке

почвы на глубину 20-22 см. В среднем за годы исследований прибавка урожайности зерна в этом варианте составила 0,62 т/га по сравнению с дисковой обработкой почвы на глубину 10-12 см (таблица 7.5.1). Средняя урожайность твердой озимой пшеницы при мелкой обработке почвы составила 4,93, а по отвальной вспашке – 5,55 т/га. При плоскорезной обработке урожайность твердой озимой пшеницы составила 5,38 т/га.

Таблица 7.5.1 – Урожайность твердой озимой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы, т/га (2012-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Годы исследований				В среднем
	2012	2013	2014	2015	
Дисковая обработка, 10-12 см	4,59	4,18	5,6	5,34	4,93
Плоскорезная обработка, 20-22 см	4,84	4,55	6,24	5,88	5,38
Отвальная вспашка, 20-22 см	5,01	4,62	6,44	6,12	5,55
НСР _{0,05}	0,18	0,30	0,20	0,27	0,24

Дисковая основная обработка черного пара во все годы исследований математически достоверно способствовала формированию минимальной урожайности твердой озимой пшеницы (4,18-5,60 т/га) по сравнению с плоскорезной (4,55-6,24 т/га) и отвальной обработками почвы (4,62-6,44 т/га). Существенной разницы между плоскорезной обработкой и отвальной вспашкой на глубину 20-22 см не установлено во все годы исследований в связи с тем, что по данным обработкам не отмечено отличий по плотности почвы и количеству продуктивной влаги. Данные обработки способствовали лучшей влагообеспеченности растений в период вегетации твердой озимой пшеницы, снижали плотность пахотного горизонта и повышали его аэрацию. Создаваемые условия благоприятно влияли на слабо развитую корневую систему твердой озимой пшеницы и играли решающее значение в развитии растений, а также способствовали большему потреблению основных элементов питания. О взаимосвязи увеличения плотности почвы и уменьшения урожайности у сельскохозяйственных культур со слаборазвитой корневой системой указано в исследованиях Д.Г. Звягинцева [206]. Показатели компонентов структуры урожая

в итоге определяют величину урожайности сельскохозяйственной культуры [445]. Урожайность твердой озимой пшеницы в нашем опыте главным образом зависела от таких показателей элементов структуры урожайности, как число продуктивных стеблей на 1 м^2 , число зёрен в колосе, масса зерна с колоса и масса 1000 зёрен. В среднем за годы исследований было установлено, что высокая урожайность твердой озимой пшеницы по отвальной обработке почвы формировалась благодаря большому числу продуктивных стеблей на 1 м^2 , массе зерна с колоса и массе 1000 зерен (таблица 7.5.2).

Таблица 7.5.2 – Влияние основной обработки почвы на элементы структуры урожайности твердой озимой пшеницы (2012-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Число продуктивных колосьев на 1 м^2 , шт.	Число зёрен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зёрен, г
Дисковая обработка, 10-12 см	464,2	32,8	1,19	37,3
Плоскорезная обработка, 20-22 см	499,3	32,4	1,20	38,1
Отвальная вспашка, 20-22 см	507,1	32,0	1,21	38,9
НСР _{0,05}	32,7	0,9	0,01	0,6

Мелкая дисковая обработка почвы способствует математически достоверному уменьшению количества продуктивных стеблей на $42,9 \text{ шт./м}^2$ по сравнению с отвальной вспашкой и на $35,1 \text{ шт./м}^2$ по сравнению с безотвальной обработкой, а также уменьшению массы зерна с колоса на $0,01$ и $0,02 \text{ г}$ соответственно. Дисковая обработка способствует уменьшению массы 1000 зерен на $0,8 \text{ г}$ по сравнению с безотвальной обработкой почвы и на $1,6 \text{ г}$ по сравнению с отвальной вспашкой при $\text{НСР}_{0,05}=0,6$. Уменьшение представленных элементов структуры урожая определяло величину урожайности твердой озимой пшеницы. При этом на количество зерен в колосе основная обработка почвы влияния не оказывала.

Математическая обработка полученных данных структуры урожая позволила установить отсутствие достоверной существенной разницы между отвальной и безотвальной обработками почвы на глубину 20-22 см.

Определение качества полученного зерна в зависимости от основной обработки почвы позволило установить достоверное увеличение такого показателя качества как натура зерна при отвальной (751,3 г/л) и безотвальной обработках почвы (749,5 г/л) по сравнению с мелкой дисковой обработкой почвы (745,4 г/л) (таблица 7.5.3).

Таблица 7.5.3 – Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы (в среднем за 2012-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Натура зерна, г/л.	Содержание, %		SDS, мл
		белок	клейковина	
Дисковая обработка, 10-12 см	745,4	15,1	26,5	37,3
Плоскорезная обработка, 20-22 см	749,5	15,2	26,9	37,8
Отвальная вспашка, 20-22 см	751,3	15,7	27,7	38,5
НСР _{0,05}	4,0	0,6	2,6	3,4

При различных обработках почвы установлена тенденция получения более качественного зерна по отвальной вспашке (белок 15,7%, клейковина – 27,7%, SDS – 38,5 мл), чем при безотвальной обработке (белок 15,2%, клейковина – 26,9%, SDS – 37,8 мл) и дисковой обработке (белок 15,1%, клейковина – 26,5%, SDS – 37,3 мл). При этом существенной разницы в содержании белка, клейковины и SDS-седиментации в зерне между изучаемыми способами обработки почвы не установлено.

В результате проведенных исследований установлено, что мелкая обработка почвы дисковым орудием способствует повышению плотности почвы в слое 10-20 см по сравнению с обработкой на глубину 20-22 см. Отвальная и безотвальная обработка почвы способствует большему накоплению продуктивной влаги в почве. Большее содержание продуктивной влаги и меньшая плотность почвы способствует интенсивной микробиологической активности почвы. Отвальная

вспашка и безотвальная плоскорезная обработка почвы на глубину 20-22 см накапливает в фазу всходов твердой озимой пшеницы в пахотном слое почвы больше доступных для растений азота и калия, по сравнению с дисковой обработкой почвы. Мелкая обработка почвы на глубину на 10-12 см способствует накоплению фосфора. Растения твердой озимой пшеницы, возделываемые по плоскорезной и отвальной основной обработке почвы на глубину 20-22 см, потребляют больше основных элементов, чем при дисковой обработке почвы.

Оптимальная плотность почвы, большее содержание влаги, лучшая обеспеченность элементами питания при обработке почвы на глубину 20-22 см способствовали формированию большей урожайности зерна твердой озимой пшеницы, чем при дисковой обработке на глубину 10-12 см. На качественные показатели зерна обработка почвы влияния не оказывала.

ГЛАВА 8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Экономическая эффективность является итогом комплексной оценки технологии возделывания сельскохозяйственных культур, где использование новых элементов технологий определяется улучшением конечных показателей сельскохозяйственного производства [180].

Эффективность возделывания пшеницы определяется способностью обеспечивать достижение высоких финансовых показателей, которая достигается максимальным получением сельскохозяйственной продукции при наименьших затратах. Основными показателями эффективного возделывания зерновых культур являются: урожайность, себестоимость, рентабельность, условно чистый доход и так далее [28, 137, 197]. Наибольшая урожайность, способствует формированию наименьшей себестоимости производства и увеличению уровня рентабельности, при этом необходимо учитывать погодно-климатические, технологические и организационно-экономические условия [345].

Экономическая эффективность – это один из основных показателей используемых элементов технологии, при этом он определяется с помощью величины урожайности и количества затрат. Внедрение в производство инновационных элементов технологии должно быть обосновано не только с агрономической, но и экономической точки зрения [138, 139].

В результате изучения различных предшественников, используемых при возделывании сортов твердой озимой пшеницы, было установлено, что в годы с засушливыми условиями вегетации (2011-2013 гг. и 2017-2019 гг.) наибольшая рентабельность (95,6 и 87,6%) и условно чистый доход (31830 и 37141 руб./га), с минимальной себестоимостью (6429 и 6946 руб./т) были по предшественнику черный пар (таблицы 8.1-8.3). Наименьшая рентабельность в эти годы была по предшественнику озимая пшеница (19,9%).

Таблица 8.1 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по различным предшественникам (2011-2013 гг.)

Предшест- венник	Сорт	Урожай ность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабель ность, %
Черный пар	Аксинит	4,94	33283	62017	28734	6737	86,3
	Кремона	5,13	33283	64402	31119	6488	93,5
	Курант	5,49	33283	68921	35638	6062	107,1
	В среднем	5,19	33283	65113	31830	6429	95,6
Горох	Аксинит	4,06	31773	50969	19196	7826	60,4
	Кремона	4,22	31773	52978	21205	7529	66,7
	Курант	4,39	31773	55112	23339	7238	73,5
	В среднем	4,22	31773	53020	21247	7531	66,9
Кукуруза	Аксинит	3,28	30946	41177	10231	9435	33,1
	Кремона	3,48	30946	43688	12742	8893	41,2
	Курант	3,72	30946	46701	15755	8319	50,9
	В среднем	3,49	30946	43855	12909	8882	41,7
Озимая пшеница	Аксинит	3,09	32692	38792	6100	10580	18,7
	Кремона	3,00	32692	37662	4970	10897	15,2
	Курант	3,28	32692	41177	8485	9967	26,0
	В среднем	3,12	32692	39210	6518	10481	19,9

Таблица 8.2 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по различным предшественникам (2014-2016 гг.)

Предшест- венник	Сорт	Урожай ность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабель ность, %
Чёрный пар	Курант	6,24	37543	80409	42866	6017	114,2
	Агат донской	6,99	37543	90073	52530	5371	139,9
	Амазонка	6,89	37543	88785	51242	5449	136,5
	В среднем	6,71	37543	86422	48879	5612	130,2
Сидеральный пар	Курант	6,11	37729	78733	41004	6175	108,7
	Агат донской	6,98	37729	89944	52215	5405	138,4
	Амазонка	6,74	37729	86852	49123	5598	130,2
	В среднем	6,61	37729	85176	47447	5726	125,8
Горох	Курант	6,06	35493	78089	42596	5857	120,0
	Агат донской	6,85	35493	88269	52776	5181	148,7
	Амазонка	6,7	35493	86336	50843	5297	143,2
	В среднем	6,54	35493	84231	48738	5445	137,3
Подсолнечник	Курант	5,66	34318	72935	38617	6063	112,5
	Агат донской	5,89	34318	75899	41581	5826	121,2
	Амазонка	5,70	34318	73450	39132	6021	114,0
	В среднем	5,75	34318	74095	39777	5970	115,9

Таблица 8.3 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по различным предшественникам (2017-2019 гг.)

Предшест- венник	Сорт	Урожай ность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабель ность, %
Чёрный пар	Лазурит	6,00	42395	78168	35773	7066	84,4
	Кристалла	6,21	42395	80904	38509	6827	90,8
	В среднем	6,11	42395	79536	37141	6946	87,6
Сидеральный пар	Лазурит	5,44	42961	70872	27911	7897	65,0
	Кристалла	5,74	42961	74781	31820	7484	74,1
	В среднем	5,59	42961	72827	29866	7691	70,0
Горох	Лазурит	5,01	39644	65270	25626	7913	64,6
	Кристалла	5,28	39644	68788	29144	7508	73,5
	В среднем	5,15	39644	67029	27385	7711	69,1
Подсолнечник	Лазурит	4,15	38410	54066	15656	9255	40,8
	Кристалла	4,32	38410	56281	17871	8891	46,5
	В среднем	4,24	38410	55174	16764	9073	43,6

Предшественник сидеральный пар по экономическим показателям занимал промежуточное значение между черным паром и лучшим непаровым предшественником горох. Из непаровых предшественников в эти периоды наибольшие экономические показатели были получены по предшественнику горох. Уровень рентабельности по данному предшественнику составил 66,9 и 69,1%.

Во влажные годы в 2014-2016 гг. по непаровому предшественнику горох были получены максимальные экономические показатели (таблица 8.2). Уровень рентабельности по предшественнику горох составил 137,3%, условно чистый доход – 48738 руб./га, себестоимость – 5445 руб./т, что больше, чем по предшественнику черный пар по рентабельности на 7,1%, условно чистому доходу – на 7734 руб./га и на 112 руб./т меньше себестоимость. Благодаря высокой урожайности в данный период изучения получение высоких экономических показателей наблюдалось не только по непаровому предшественнику горох, но и по предшественникам подсолнечник (рентабельность – 115,9%) и сидеральный пар (рентабельность – 125,8%).

Экономическая оценка основной обработки почвы возделывания твердой озимой пшеницы показала, что наименьшая рентабельность (83,3%) формируется при обработке почвы дисковым орудием на глубину 10-12 см (таблица 8.4).

Таблица 8.4 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы при различных способах обработки почвы (2011-2015 гг.)

Способ обработки почвы	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Дисковая обработка, 10-12 см	4,93	34842	63878	29036	7067	83,3
Плоскорезная обработка, 20-22 см	5,38	35487	69709	34451	6554	97,7
Отвальная вспашка, 20-22 см	5,55	35413	71911	36498	6381	103,1

Затраты на 1 га по данной обработке были минимальными – 34842 руб./га, что на 416 руб./га меньше плоскорезной обработки и на 571 руб./га меньше отвальной вспашки. Максимальные экономические показатели установлены при возделывании твердой озимой пшеницы с использованием отвальной вспашки на 20-22 см. Рентабельность такой обработки была больше дисковой обработки на 19,8%, а превышение над плоскорезной обработкой составило 5,4%.

Отвальная вспашка способствовала получению минимальной себестоимости зерна (6381 руб./т), а также формированию максимального условно чистого дохода (36498 руб./га). Затраты на отвальную вспашку были максимальные (35413 руб./га) по сравнению с другими обработками (34842 и 35487 руб./га), но сформировавшаяся наибольшая урожайность зерна твердой озимой пшеницы позволила получить высокий валовой доход (71911 руб./га), который значительно превосходил затраты.

Экономический анализ возделывания твердой озимой пшеницы в проведенных исследованиях по различным предшественникам и срокам посева показал, что по всем изучаемым предшественникам наибольший уровень рентабельности был получен при посеве 20 сентября (таблица 8.5). По предшественнику черный пар в этот срок посева рентабельность составила 109,7, по предшественнику сидеральный пар – 99,1, по предшественнику горох – 106,2, по предшественнику подсолнечник – 83,1%.

В сроки посева 10 и 30 сентября рентабельность по сравнению с посевом 20 сентября в зависимости от предшественника была меньше на 3,8-7,7%. Значительное снижение уровня рентабельности установлено при посеве 10 октября. Рентабельность возделывания твердой озимой пшеницы при посеве 10 октября уменьшилась по сравнению с посевом 20 сентября на 18,8-26,8%, а себестоимость увеличилась на 776-1013 руб./т.

Таблица 8.5 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по различным предшественникам и срокам посева (2014-2019 гг.)

Предшественник	Срок посева	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Чёрный пар	10 сентября	6,32	39969	81888	41919	6324	104,9
	20 сентября	6,47	39969	83832	43863	6178	109,7
	30 сентября	6,28	39969	81370	41401	6364	103,6
	10 октября	5,73	40231	74244	34013	7021	84,5
	20 ноября	3,49	40231	45220	4989	11528	12,4
Сидеральный пар	10 сентября	5,96	40345	77224	36879	6769	91,4
	20 сентября	6,2	40345	80333	39988	6507	99,1
	30 сентября	6,0	40345	77742	37397	6724	92,7
	10 октября	5,4	40607	69968	29361	7520	72,3
	20 ноября	3,33	40607	43147	2540	12194	6,3
Горох	10 сентября	5,87	37569	76058	38489	6400	102,4
	20 сентября	5,98	37569	77483	39914	6282	106,2
	30 сентября	5,81	37569	75280	37711	6466	100,4
	10 октября	5,36	37831	69450	31619	7058	83,6
	20 ноября	3,12	37831	40426	2595	12125	6,9
Подсолнечник	10 сентября	5,01	36364	64915	28551	7487	78,5
	20 сентября	5,14	36364	66599	30235	7075	83,1
	30 сентября	4,97	36364	64396	28032	7317	77,1
	10 октября	4,61	36364	59732	23368	7888	64,3
	20 ноября	2,33	36364	30190	0	15607	0

Минимальные экономические показатели получены при подзимнем посеве 20 ноября по предшественникам черный пар, горох и сидеральный пар, где уровень рентабельности снизился до 12,4, 6,9 и 6,3%, а себестоимость увеличилась до 11528, 12125 и 12194 руб./т, соответственно. По предшественнику подсолнечник подзимний посев экономически не целесообразен, поскольку затраты (36364 руб./га) превышают валовый доход (30190 руб./га), что приводит к отсутствию рентабельности.

Анализ экономической эффективности норм высева твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар при различных сроках посева показал, что наибольшая рентабельность при посеве 10 сентября формируется при норме высева 3 и 4 млн всхожих семян/га – 90,2% (таблица 8.6). При таких нормах высева получена одинаковая не только рентабельность, но и себестоимость (6850 руб./т), однако условно чистый доход был наибольшим при норме высева 4 млн всхожих семян/га.

При сроке посева 20 сентября максимальную рентабельность с наименьшей себестоимостью обеспечивала норма высева 4 млн всхожих семян/га – 91,5% и 6805 руб./т. Норма высева 5 млн всхожих семян/га при посеве 10 и 20 сентября способствовала снижению уровня рентабельности по сравнению с нормой высева 4 млн всхожих семян/га на 2,1 и 1,9%, при этом урожайность с увеличением нормы высева повышалась на 0,04 и 0,05 т/га и увеличился валовый доход, но условно чистый доход снижался на 229 и 98 руб./га. Повышение нормы высева не способствовало получению прибавки урожайности, которая могла бы значительно превысить произведенные затраты.

При посеве твердой озимой пшеницы 30 сентября и 10 октября с увеличением нормы высева повышалась урожайность, рентабельность, условно чистый доход и валовой доход. Максимальные величины этих показателей были получены при норме высева 5 млн всхожих семян/га.

Таблица 8.6 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по предшественнику черный пар при различных сроках и нормах посева (2017-2019 гг.)

Срок посева	Норма высева, млн всхожих семян /га	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
10 сентября	3	5,97	40895	77777	36882	6850	90,2
	4	6,08	41645	79210	37565	6850	90,2
	5	6,12	42395	79731	37336	6927	88,1
В среднем		6,06	41645	78906	37261	6876	89,5
20 сентября	3	5,98	40895	77907	37012	6839	90,5
	4	6,12	41645	79731	38086	6805	91,5
	5	6,17	42395	80383	37988	6871	89,6
В среднем		6,09	41645	79341	37696	6838	90,5
30 сентября	3	5,66	40895	73738	32843	7225	80,3
	4	5,81	41645	75693	34048	7168	81,8
	5	5,95	42395	77517	35122	7125	82,8
В среднем		5,81	41645	75649	34004	7173	81,6
10 октября	3	4,68	41186	60971	19785	8800	48,0
	4	4,84	41936	63056	21120	8664	50,4
	5	5,11	42686	66573	23887	8353	56,0
В среднем		4,88	41936	63533	21597	8606	51,5

Таблица 8.7 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по предшественнику
подсолнечник при различных сроках и нормах посева (2017-2019 гг.)

Срок посева	Норма высева, млн всхожих семян /га	Урожай- ность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестои- мость, руб./т	Рентабель- ность, %
10 сентября	5	4,03	38410	52503	14093	9531	36,7
	6	4,21	39160	54848	15688	9302	40,1
	7	4,01	39910	52242	12332	9953	30,9
В среднем		4,08	39160	53198	14038	9595	35,9
20 сентября	5	4,15	38410	54066	15656	9255	40,8
	6	4,29	39160	55890	16730	9128	42,7
	7	4,14	39910	53936	14026	9640	35,1
В среднем		4,19	39160	54631	15471	9341	39,5
30 сентября	5	4,07	38410	53024	14614	9437	38,0
	6	4,21	39160	54848	15688	9302	40,1
	7	4,00	39910	52112	12202	9978	30,6
В среднем		4,09	39160	53328	14168	9572	36,2
10 октября	5	3,41	38410	44425	6015	11264	15,7
	6	3,63	39160	47292	8132	10788	20,8
	7	3,55	39910	46249	6339	11242	15,9
В среднем		3,53	39160	45989	6829	11098	17,4

По предшественнику подсолнечник максимальная рентабельность по всем изучаемым срокам посева была установлена при посеве твердой озимой пшеницы с нормой высева 6 млн всхожих семян/га (таблица 8.7). Уровень рентабельности при посеве 10, 20, 30 сентября и 10 октября с данной нормой высева составил 40,1, 42,7, 40,1 и 20,8% соответственно. Посев с нормами высева 5 и 7 млн всхожих семян/га снижал рентабельность по всем срокам посева от 1,9 до 9,5%, увеличивал себестоимость зерна на 127-676 руб./т.

Расчет экономической эффективности возделывания твердой озимой пшеницы при посеве на различную глубину заделки семян показал, что наибольшая рентабельность (86,7%) формируется при посеве семян на глубину 4 см (таблица 8.8).

Таблица 8.8 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по предшественнику черный пар при различной глубине заделки семян, (2011-2013 гг.)

Глубина посева, см	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
2	4,6	33283	57748	24465	7235	73,5
4	4,95	33283	62142	28859	6724	86,7
6	4,75	33283	59632	26349	7007	79,2
8	4,43	33283	55614	22331	7513	67,1
10	4,1	33283	51471	18188	8118	54,6

Уровень рентабельности при уменьшении глубины посева с 4 до 2 см снижался на 13,2%, себестоимость увеличивалась на 511 руб./т, условно чистый доход снижался на 3794 руб./га, а валовой доход уменьшился на 4394 руб./га. При увеличении глубины посева до 6 см экономические показатели были больше, чем при посеве на 2 см, (рентабельность – 79,2%; себестоимость – 7007 руб./т, условно чистый доход – 26349 руб./га), но меньше по сравнению с посевом на глубину 4 см.

Наименьшие экономические показатели были получены при посеве семян твердой озимой пшеницы на глубину 8 и 10 см. По сравнению с посевом на глубину 4 см при заделке семян на 8 и 10 см уровень рентабельности снижался на

19,6 и 32,1%, себестоимость зерна увеличилась на 789 и 1394 руб./т, а условно чистый доход уменьшился на 6528 и 18671 руб./га.

Экономическая эффективность внесения азотных подкормок в зависимости от норм высева по предшественнику черный пар показала, что наибольшая рентабельность производства получена при норме высева 3 млн всхожих семян/га на контрольном варианте. (таблица 8.9). Максимальная рентабельность (99,4%) с наименьшей себестоимостью (6534 руб./т) и минимальным количеством затрат (37373 руб./га) установлена в контрольном варианте без внесения азотной подкормки с нормой высева 3 млн всхожих семян/га. Наибольший условно чистый доход был получен при внесении двух подкормок по таломерзлой почве (N_{30}) и в фазу весеннего кущения (N_{30}) с нормой высева 4 и 5 млн всхожих семян/га – 39129 и 39291 руб./га. Минимальная рентабельность получена при внесении азотной подкормки осенью (N_{30}) и весной (N_{30}) от 91,4 до 93,3%. При двух подкормках были наибольшие затраты от 40895 до 42395 руб./га), при этом благодаря наибольшей урожайности формировался максимальный валовый доход (до 81686 руб./га).

Уровень рентабельности по предшественнику подсолнечник (до 53,7%) был значительно меньше предшественника чёрный пар (85,6-99,4%) (таблица 8.10). Без внесения азотных подкормок по предшественнику подсолнечник наибольшая рентабельность была получена на контрольном варианте с нормой высева 5 млн всхожих семян /га (10,2%) и с увеличением нормы высева рентабельность уменьшалась. С нормой высева 6 млн всхожих семян/га рентабельность уменьшилась на 4,6%, а с нормой 7 млн всхожих семян/га возделывание твердой озимой пшеницы без внесения удобрений нерентабельно.

При внесении одной азотной подкормки по таломерзлой почве (N_{30}) рентабельность увеличилась по сравнению с контрольным вариантом с 15,4 до 23,5%, при этом с увеличением нормы высева с 5 до 7 млн всхожих семян /га экономические показатели снижались (рентабельность снизилась на 18,3%, условно чистый доход – на 6450 руб./га).

Таблица 8.9 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по предшественнику черный пар при использовании различной нормы высева и азотных подкормок (2017-2019 гг.)

Вариант внесения удобрений	Норма высева, млн всхожих семян /га	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Контроль	3	5,72	37373	74520	37147	6534	99,4
	4	5,75	38123	74911	36788	6630	96,5
	5	5,76	38873	75041	36168	6749	93,0
В среднем		5,74	38123	74824	36701	6638	96,3
N ₃₀ , по таломерзлой почве	3	5,92	39134	77126	37992	6610	97,1
	4	5,99	39884	78038	38154	6658	95,7
	5	6,05	40634	78819	38185	6716	94,0
В среднем		5,99	39884	77994	38110	6662	95,6
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение	3	6,08	40895	79210	38315	6726	93,7
	4	6,2	41645	80774	39129	6717	94,0
	5	6,27	42395	81686	39291	6762	92,7
В среднем		6,18	41645	80556	38911	6735	93,4
N ₃₀ , осенью + N ₃₀ , по таломерзлой почве	3	6,02	40895	78429	37534	6793	91,8
	4	6,18	41645	80513	38868	6739	93,3
	5	6,23	42395	81164	38769	6805	91,4
В среднем		6,14	41645	80035	38390	6779	92,2

Таблица 8.10 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по предшественнику подсолнечник при использовании различной нормы высева и азотных подкормок (2017-2019 гг.)

Вариант внесения удобрений	Норма высева, млн всхожих семян /га	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Контроль	5	2,95	34888	38433	3545	11826	10,2
	6	2,86	35638	37260	1622	12461	4,6
	7	2,77	36388	36088	0	13136	0
В среднем		2,86	35638	37260	1622	12475	4,6
N ₃₀ , по таломерзлой почве	5	3,76	36649	48985	12336	9747	33,7
	6	3,61	37399	47031	9632	10360	25,8
	7	3,38	38149	44035	5886	11287	15,4
В среднем		3,58	37399	46684	9285	10465	24,9
N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кущение	5	4,23	38410	55108	16698	9080	43,5
	6	4,35	39160	56672	17512	9002	44,7
	7	4,14	39910	53936	14026	9640	35,1
В среднем		4,24	39160	55239	16079	9241	41,1
N ₃₀ , осенью + N ₃₀ , по таломерзлой почве	5	4,4	38410	57323	18913	8730	49,2
	6	4,62	39160	60189	21029	8476	53,7
	7	4,47	39910	58235	18325	8928	45,9
В среднем		4,50	39160	58583	19423	8711	49,6

Внесение двух азотных подкормок ($2N_{30}$) обеспечивало рост рентабельности по сравнению с контрольным вариантом и одной подкормкой (N_{30}), при этом максимальный уровень рентабельности получен при осеннем внесении (N_{30}) и по таломерзлой почве (N_{30}) (от 45,9 до 53,7%), что на 10,8, 9,0 и 5,7% больше варианта внесения по таломерзлой почве (N_{30}) и в фазу весеннего кущения (N_{30}). При двух азотных подкормках ($2N_{30}$) наибольшая экономическая эффективность установлена при норме высева 6 млн всхожих семян/га (рентабельность в варианте внесения по таломерзлой почве (N_{30}) + весеннее кущение (N_{30}) – 44,7%, внесение осенью (N_{30}) + по таломерзлой почве (N_{30}) – 53,7%). Уменьшение и увеличение нормы высева в данных вариантах способствовало снижению рентабельности производства из-за снижения урожайности, а также дополнительным затратам при увеличении нормы высева.

Изучение различных сроков и способов внесения азотных подкормок в зависимости от предшественников показало, что наибольшая себестоимость, наименьший условно чистый и валовой доход установлены в варианте без внесения азотных удобрений (таблица 8.11). По непаровым предшественникам рентабельность была минимальная на контрольном варианте, а по предшественнику черный пар минимальная рентабельность (93,6%) получена при использовании прикорневой подкормки (N_{30}), но условно чистый доход (35086 руб./га) и валовой доход (72559 руб./га) были больше, чем в контрольном варианте на 1215 руб./га и 3109 руб./га соответственно. По предшественнику черный пар наибольшая рентабельность (103,7%) установлена при внесении карбамида внескорневой подкормкой (N_{30}). Внесение аммиачной селитры осенью (N_{30}) и по таломерзлой почве (N_{30}) превышало по рентабельности контрольный вариант на 1,0 и 2,4% соответственно.

По предшественнику горох наибольшие экономические показатели получены при внесении аммиачной селитры по таломерзлой почве, где уровень рентабельности составил 86,4%, а внесение азотной подкормки осенью снижало рентабельность на 3,9%.

Таблица 8.11 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы различным предшественникам при использовании различных сроков и способов азотных подкормок (2012-2014 гг.)

Предшест- венник	Вариант азотной подкормки	Урожай ность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестои- мость, руб./т	Рентабель- ность, %
Озимая пшеница	Контроль	2,81	35579	36409	830	12662	2,3
	N ₃₀ , осенью	3,34	36911	43276	6365	11051	17,2
	N ₃₀ , по таломерзлой почве	3,16	36911	40944	4033	11681	10,9
	N ₃₀ , прикорневая подкормка весной	3,10	37473	40167	2694	12088	7,2
	N ₃₀ , внекорневая подкормка	3,09	36697	40037	3340	11876	9,1
Кукуруза на зерно	Контроль	3,53	35579	45738	10159	10079	28,6
	N ₃₀ , осенью	4,20	36911	54419	17508	8788	47,4
	N ₃₀ , по таломерзлой почве	4,18	36911	54160	17249	8830	46,7
	N ₃₀ , прикорневая подкормка весной	4,11	37473	53253	15780	9118	42,1
	N ₃₀ , внекорневая подкормка	4,01	36697	51958	15261	9151	41,6
Горох на зерно	Контроль	4,79	35579	62064	26485	7428	74,4
	N ₃₀ , осенью	5,20	36911	67376	30465	7098	82,5
	N ₃₀ , по таломерзлой почве	5,31	36911	68802	31891	6951	86,4
	N ₃₀ , прикорневая подкормка весной	5,15	37473	66729	29256	7276	78,1
	N ₃₀ , внекорневая подкормка	5,10	36697	66081	29384	7195	80,1
Черный пар	Контроль	5,36	35579	69450	33871	6638	95,2
	N ₃₀ , осенью	5,59	36911	72430	35519	6603	96,2
	N ₃₀ , по таломерзлой почве	5,63	36911	72948	36037	6556	97,6
	N ₃₀ , прикорневая подкормка весной	5,60	37473	72559	35086	6692	93,6
	N ₃₀ , внекорневая подкормка	5,77	36697	74762	38065	6360	103,7

По предшественникам озимая пшеница и кукуруза наиболее рентабельно внесение аммиачной селитры осенью (N_{30}) по сравнению с контрольным вариантом, где рост рентабельности составил 14,9% по предшественнику озимая пшеница и 18,8% по предшественнику кукуруза.

При изучении пропашного предшественника подсолнечник при различном внесении азотных подкормок установлено, что однократное внесение аммиачной селитры (N_{30}) повышало рентабельность относительно контрольного варианта на 19,9% при внесении по таломерзлой почве и на 24,1% при внесении в фазу кущения (N_{30}) (таблица 8.12). Внесение аммиачной селитры по таломерзлой почве (N_{30}) и в фазу кущения (N_{30}) увеличивало не только урожайность, но и рентабельность относительно контроля на 39,9%. Внесение КАС-32 ($2N_{30}$) снижало рентабельность на 8,4% по сравнению с внесением аммиачной селитры в те же сроки и той же дозой.

Внесение сульфата аммония (N_{30}) под предпосевную культивацию дополнительно и двух азотных подкормок в начале (N_{30}) и конце весеннего кущения (N_{30}) способствовало повышению рентабельности до 62,2%, а внесение КАС-32 вместо аммиачной селитры в те же самые сроки и той же нормой снижало рентабельность по сравнению с внесением аммиачной селитры на 7,5%.

Внесение трех подкормок аммиачной селитры ($3N_{30}$) по таломерзлой почве и двух подкормок весной способствовало получению максимальной рентабельности 69,0%, условно чистого дохода 27724 руб./га и валового дохода 67895 руб./га с минимальной себестоимостью зерна 7666 руб./т.

По предшественнику черный пар наибольшая рентабельность была установлена на контрольном варианте без внесения азотных подкормок и при внесении азотной подкормки (N_{30}) в фазу весеннего кущения (таблица 8.13). При одинаковой рентабельности данных вариантов валовой доход и условно чистый доход были больше, чем на контрольном варианте на 3369 и 1608 руб./га. При внесении аммиачной селитры по таломерзлой почве (N_{30}) рентабельность снижалась на 1% по сравнению с контрольным вариантом и подкормкой аммиачной селитрой в фазу весеннего кущения (N_{30}).

Таблица 8.12 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по предшественнику подсолнечник при использовании различных сроков и способов азотных подкормок (2017-2019 гг.)

Вариант азотной подкормки	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Контроль	2,96	34888	38353	3465	11786	9,9
N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	3,67	36649	47552	10903	9986	29,8
N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кушения	3,79	36649	49107	12458	9670	34,0
N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	4,44	38410	57529	19119	8651	49,8
N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	4,17	38200	54031	15831	9161	41,4
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	4,77	39961	61805	21844	8378	54,7
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	5,03	40171	65174	25003	7986	62,2
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	5,24	40171	67895	27724	7666	69,0
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , колошение)	4,40	39678	57011	17333	9018	43,7
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , налив зерна)	4,41	39678	57140	17462	8997	44,0

Внесение двух азотных подкормок снижало рентабельность по сравнению с контролем на 4,9 и 6,1%, а внесение трех подкормок снижало ее от 8,8 до 12,3%. Таким образом, по предшественнику черный пар наиболее рационально вносить одну подкормку по таломерзлой почве (N_{30}) и в фазу весеннего кущения (N_{30}).

Внесение различных доз минеральных удобрений по предшественнику черный пар было наиболее рентабельно (контрольный вариант – 100,6%), чем по предшественнику подсолнечник (контроль – 52,4%) (таблица 8.14). По предшественнику черный пар с увеличением дозы минеральных удобрений рентабельность производства снижалась с 100,6 до 76,9% в связи с увеличением затрат с 34421 до 43295 руб./га. Увеличение затрат на внесение минеральных удобрений способствовало формированию большей урожайности и росту валового дохода до 76576 руб./га.

По предшественнику подсолнечник, как и по предшественнику черный пар, наибольшая изучаемая доза внесения минеральных удобрений ($N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$) способствовала формированию максимальной урожайности и соответственно получению наибольшего валового дохода 63748 руб./га, это на 16196 руб./га больше, чем в контрольном варианте. Наибольшая рентабельность (58,2%) по предшественнику подсолнечник была получена в варианте $N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$, где установлена наименьшая себестоимость 8190 руб./т.

Экономическая эффективность производства твердой озимой пшеницы зависит не только от используемых элементов технологии, но и от складывающихся погодных условий. При засушливых условиях наибольшие экономические показатели обеспечиваются предшественником черный пар (рентабельность выше, чем у непаровых предшественников от 28,7 до 75,7%).

При влажных условиях уровень рентабельности по предшественнику черный пар меньше предшественника горох на 7,1%.

Таблица 8.13 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по предшественнику черный пар при использовании различных сроков и способов азотных подкормок (2017-2019 гг.)

Вариант азотной подкормки	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Контроль	5,72	38873	74114	35241	6796	90,7
N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	5,95	40634	77094	36460	6829	89,7
N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кушения	5,98	40634	77483	36849	6795	90,7
N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	6,08	42395	78779	36384	6973	85,8
N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	6,01	42185	77872	35687	7019	84,6
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	6,05	43946	78390	34444	7264	78,4
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	6,14	44156	79556	35400	7192	80,2
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения)	6,2	44156	80333	36177	7122	81,9
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , колошение)	6,09	43663	78908	35245	7170	80,7
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кушения + N ₃₀ , конец весеннего кушения) + мочевины (N ₃₀ , налив зерна)	6,1	43663	79038	35375	7158	81,0

Таблица 8.14 – Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы по различным предшественникам при внесении минеральных удобрений (2014-2016 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Предшественник черный пар						
Контроль	5,33	34421	69061	34640	6458	100,6
P ₃₀ K ₂₀	5,71	37297	73984	36687	6532	98,4
P ₆₀ K ₄₀	5,78	40173	74891	34718	6950	86,4
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	5,76	38858	74632	35774	6746	92,1
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	5,86	41734	75928	34194	7122	81,9
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	5,79	40419	75021	34602	6981	85,6
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	5,91	43295	76576	33281	7326	76,9
Предшественник подсолнечник						
Контроль	3,67	31196	47552	16356	8500	52,4
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	4,09	34884	52994	18110	8529	51,9
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	4,27	38572	55326	16754	9033	43,4
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	4,45	36445	57659	21214	8190	58,2
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	4,67	40133	60509	20376	8594	50,8
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	4,56	38006	59084	21078	8335	55,5
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	4,92	41694	63748	22054	8474	52,9

В условиях южной зоны Ростовской области при возделывании твердой озимой пшеницы наиболее эффективно использовать отвальную вспашку на глубину 20-22 см. для получения наибольшей рентабельности (103,1%) и низкой себестоимости (6381 руб./га).

Для получения максимальных показателей экономической эффективности в южной зоне Ростовской области посев необходимо проводить 20 сентября с нормой высева 4 млн всхожих семян /га по предшественнику черный пар, а по непаровым предшественникам до 6 млн всхожих семян/га. Глубина заделки семян 4 см.

По предшественнику черный пар наибольший уровень рентабельности обеспечивают минимальные дозы внесения минеральных удобрений. Непаровые предшественники увеличивают экономические показатели эффективности, как при осеннем, так и при весеннем внесении минеральных удобрений.

Установлено, что возделывание твердой озимой пшеницы в степной зоне Северного Кавказа экономически эффективно. Возделывание твердой озимой пшеницы на высоком агрофоне и внедрение оптимальных сроков посева, норм высева, глубины заделки семян и основной обработки почвы позволяет получать максимальные экономические показатели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что среднегодовая температура в южной зоне Ростовской области ежегодно увеличивается на $0,04^{\circ}\text{C}$. До 1998 года среднегодовая температура была в пределах от $7,6$ до $11,6^{\circ}\text{C}$, а с 1998 по 2019 гг. среднегодовые температуры находились в пределах от $10,4$ до $12,1^{\circ}\text{C}$. За последние 26 лет произошло увеличение температуры зимой на $1,03^{\circ}\text{C}$, весной – на $0,97^{\circ}\text{C}$, летом – на $0,10^{\circ}\text{C}$ и осенью – на $0,67^{\circ}\text{C}$. В результате повышения температур увеличивается продолжительность осенне-зимне-весеннего периодов вегетации растений озимых культур, что создает предпосылки к хорошему развитию растений твердой озимой пшеницы осенью и весной, а также лучшей их сохранности в зимний период.

2. Выявлено, что среднегодовое увеличение количества осадков за последние 26 лет (1994-2019 гг.) составило $97,8$ мм ($578,5$ мм) за счет их выпадения в осенний, зимний и весенний периоды на $32,9$, $33,0$ и $36,4$ мм соответственно (в сравнении с 1930-1963 гг.). Установлена средняя корреляционная связь урожайности озимой твердой пшеницы с количеством дней активной вегетации ($r=0,37\pm 0,18$), а также суммой осадков за данный период ($r=0,33\pm 0,16$).

2. Экспериментально установлено, что предшественник черный пар способствовал большему накоплению запасов продуктивной влаги к моменту посева (в слое 0-100 см содержание составило от $78,3$ до $86,2$ мм). Влагообеспеченность растений по пару была больше на 7-13%, чем по непаровым предшественникам. Это способствовало появлению всходов твердой озимой пшеницы раньше по предшественнику черный пар (на 1-10 дней) в сравнении с непаровыми предшественниками. В суммарном водопотреблении у твердой озимой пшеницы доля накопленной почвенной влаги к моменту посева по черному пару составляла 17,7-21,3%, а на долю выпадающих осадков приходилась максимальная величина, которая равна 78,7-82,3%. Расход влаги твердой озимой пшеницей за вегетационный период по непаровым

предшественникам составлял от 332 до 400 мм, а по черному пару – от 403 мм до 442 мм.

3. Выявлено, что для получения семян твердой озимой пшеницы с высокими посевными качествами лучшим предшественником является черный пар. Данный предшественник способствовал увеличению энергии прорастания (на 8,3-10,7%), лабораторной всхожести (на 4,0-6,8%) и показателей интенсивности начального роста по сравнению с непаровыми предшественниками (горох, кукуруза на зерно).

4. Определено, что наибольшую урожайность и высокое качество зерна (белок – до 15,8%; клейковина – до 27,0%) новые сорта твердой озимой пшеницы в засушливых условиях выращивания формируют по предшественнику черный пар. Урожайность изучаемых сортов твердой озимой пшеницы по предшественнику черный пар в данных условиях варьировала от 4,94 (Аксинит) до 5,49 т/га (Курант) в 2011-2013 гг. и от 6,00 (Лазурит) до 6,21 т/га (Кристалла) – 2017-2019 гг. В годы с оптимальными условиями увлажнения (2014-2016 гг.) урожайность сортов твердой озимой пшеницы по паровым предшественникам (черный пар, сидеральный пар) и непаровому предшественнику горох находилась на одном уровне (Курант – от 6,06 до 6,24 т/га; Агат донской – от 6,85 до 6,99 т/га; Амазонка – от 6,70 до 6,89 т/га).

5. Оптимальными сроками посева твердой озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области для формирования максимального урожая по всем предшественникам являются 10, 20 и 30 сентября. Смещение сроков посева на 10 дней позже снижает урожайность на 7,5-10,1%. Исключением является сорт Амазонка, который можно сеять как в оптимальные сроки (с 10 по 30 сентября), так и в конце допустимых сроков (10 октября). Влияние срока посева на урожайность твердой озимой пшеницы составляло 24,4%.

6. По предшественнику черный пар установлено, что при посеве 10 и 20 сентября оптимальная норма высева должна составлять 3 млн всхожих семян/га. При посеве 30 сентября норма высева увеличивается до 4 млн всхожих семян/га, а при посеве 10 октября она должна составлять 5 млн всхожих семян/га. По

предшественнику подсолнечник при сроках посева 10, 20, 30 сентября и 10 октября необходимо использовать норму высева 6 млн всхожих семян/га.

7. Посев семян твердой озимой пшеницы на глубину 4 и 6 см способствует получению наибольшей урожайности зерна (4,95 и 4,75 т/га). Отклонение от оптимальной глубины заделки семян приводит к уменьшению полевой всхожести на 5,3-21,0%, зимостойкости – на 2,2-14,2% и урожайности – на 3,3-20,7%.

8. Определено, что для получения наибольшей урожайности твердой озимой пшеницы необходимо использовать отвальную вспашку (5,55 т/га) и плоскорезную обработку (5,38 т/га) на глубину 20-22 см. Дисковая обработка на глубину 10-12 см способствует наибольшему уплотнению почвы в слое 0-30 см – 1,16 г/см³ по сравнению с отвальной вспашкой – 1,08 г/см³ и плоскорезной обработкой почвы – 1,09 г/см³. Мелкая обработка почвы снижала целлюлозную активность почвы на 27,5-30,3% по сравнению с обработками на 20-22 см. Отвальная вспашка и плоскорезная обработка почвы способствовали увеличению накопления продуктивной влаги в слое 0-30 см на 3,4-6,8% и большему содержанию доступных для растений форм азота (на 14,1-22,5%) и обменного калия (на 1,4-3,4%) в фазе всходов твердой озимой пшеницы по сравнению с дисковой обработкой на глубину 10-12 см. Дисковая обработка почвы способствует большему содержанию фосфора на 10,4-15,5% по сравнению с другими изученными обработками.

9. Установлено, что твердая озимая пшеница отзывчива на внесение азотных удобрений по всем изучаемым предшественникам. Внесение одной азотной подкормки N₃₀ по непаровым предшественникам в фазе кущения формирует достоверную прибавку урожайности от 0,28 до 0,83 т/га в зависимости от условий вегетации, сроков и способов внесения. Использование двух подкормок аммиачной селитрой увеличило урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник на 1,48 т/га, а при трех - 2,28 т/га. По предшественнику черный пар наиболее эффективно внесение внекорневой подкормки мочевиной N₃₀ в фазе кущения (прибавка - 0,41 т/га).

10. Определено, что по предшественнику черный пар эффективно вносить минимальные дозы сложных минеральных удобрений $P_{30}K_{20}$, прибавка к контролю составляла 0,38 т/га. По предшественнику подсолнечник твердая озимая пшеница хорошо отзывчива на основное внесение удобрений $N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$ и $N_{40}P_{60}K_{40} + N_{30}$, прибавка к контролю была 0,78 и 1,00 т/га соответственно.

11. Установлено, что основными технологическими приемами, определяющими качество зерна и макарон из твердой озимой пшеницы, являются предшественники и дозы минеральных удобрений. Остальные изученные элементы технологии (сроки посева, нормы высева, глубина заделки семян, обработка почвы) достоверного влияния на качество зерна не оказывали. Использование высокого агрофона позволяет формировать зерно с хорошими качественными показателями. По предшественнику черный пар содержание белка было до 15,0%, клейковины – до 28,1%, стекловидность – до 89%, число падения – до 438 с.

11. В результате оценки экономической эффективности изученных элементов технологии твердой озимой пшеницы, было установлено, что в степной зоне Северного Кавказа наибольшая рентабельность в различных условиях выращивания зафиксирована при сроке посева 20 сентября по предшественникам черный пар (87,6-130,2%) и горох (66,9-137,3%). В засушливых условиях по предшественнику черный пар при возделывании твердой озимой пшеницы отмечены наибольшие экономические показатели при норме высева 4 млн всхожих семян/га (91,5%), глубине заделки семян на 4 см (86,7%), использовании отвальной вспашки (103,1%) и при внесении минимальных доз минеральных удобрений (до 90,7%).

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

Для стабильного производства зерна твердой озимой пшеницы в засушливых условиях Северного Кавказа необходимо использовать в качестве предшественника черный пар, гарантирующий большую влагообеспеченность растений, получение своевременных и дружных всходов, лучшее развитие растений в период вегетации.

Рекомендуется для получения высоких урожаев твердой озимой пшеницы осуществлять посев в оптимальный срок 20 сентября с нормой высева 4 млн всхожих семян/га и с глубиной их заделки 4 см.

В качестве основной обработки почвы применять отвальную вспашку на глубину 20-22 см, которая способствует повышению агрофизических и микробиологических свойств почвы и формированию наибольшей урожайности зерна твердой озимой пшеницы.

По предшественнику черный пар необходимо использовать минимальные дозы минеральных удобрений под основную обработку почвы ($P_{30}K_{20}$), а также азотные подкормки карбамидом (N_{30}) или аммиачной селитрой (N_{30}).

Более широко возделывать адаптивные, пластичные и урожайные сорта твердой озимой пшеницы Аксинит, Агат донской, Амазонка, Кристелла, Лазурит.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абраменко, А. Н. Действие минеральных удобрений на озимую пшеницу в зависимости от погодных условий / А. Н. Абраменко, С. Н. Градунов, А. Д. Недосийкин // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – № 12. – С. 12-14.
2. Авдонин, Н. С. Подкормка сельскохозяйственных растений / проф. Н. С. Авдонин. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 296 с.
3. Авдонин, Н. С. Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции / Н. С. Авдонин – М.: Колос, 1979. – С.84-89.
4. Агапов, П. Ф. Нормы высева зерновых культур / П. Ф. Агапов. – Волгоград: Нижневолжское кн. изд-во, 1964. – 100 с.
5. Агапов, П. Ф. Нормы высева и урожай / П. Ф. Агапов. – Волгоград, 1970. – 132 с.
6. Агафонов, Е. В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на мицеллярно-карбонатном черноземе: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Агафонов Евгений Васильевич. – п. Персиановский, 1987. – 442 с.
7. Агафонов, Е. В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном черноземе / Е. В. Агафонов. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 159 с.
8. Агафонов, Е. В. Удобрение и водопотребление полевых культур / Е. В. Агафонов, Л. Н. Агафонова // Земледелие. – 1996.– № 4 – С. 14.
9. Агафонов, Е. В. Эффективность азотных подкормок озимой пшеницы, высеваемой после кукурузы на силос на обыкновенном черноземе / Е. В. Агафонов, Е. В. Черепанов // Сб. науч. тр. / Донской ГАУ. – п. Персиановский, 2002. – С. 3-10.
10. Агафонов, Е. В. Применение комплексных удобрений и азотной подкормки под озимую пшеницу / Е. В. Агафонов, А. А. Громаков, М. В. Максименко // Земледелие. – 2012. – № 7. – С. 16-17.

11. Агеев, В. В. Особенности питания и удобрение сельскохозяйственных культур на Юге России: учебное пособие для студентов вузов агрономических специальностей / В. В. Агеев, А. П. Чернов, А. П. Куйдан и др.; под ред. проф. В. В. Агеева. – Ставрополь: СГСХА, 1999. – 113 с.
12. Агеев, В. В. Системы удобрений в севооборотах Юга России: учебное пособие / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – Ставрополь: СГСХА, 2001. – 352 с.
13. Адерихин, П. Г. Фосфор в почвах и земледелии Центрально-Черноземной полосы / П. Г. Адерихин. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1970. – 248 с.
14. Азизов, З. М. Эффективность зернопаропропашных и зернопаровых севооборотов при разных системах основной обработки почвы в засушливой чернозёмной степи Поволжья / З. М. Азизов, Ю. Ф. Курдюков // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного землеробства». – Луганськ, 2003. – 401 с.
15. Акимова, О. И. Формирование биометрических показателей и урожайность зерна озимой пшеницы при внесении минеральных удобрений / О. И. Акимова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2009. – № 11. – С. 15-20.
16. Алабушев, В. А. Элементы интенсивной технологии выращивания озимой пшеницы в Ростовской области / В. А. Алабушев // Современные проблемы совершенствования элементов интенсивной технологии выращивания озимой пшеницы в Ростовской области: сб. науч. тр. / Донской ГАУ. – п. Персиановский, 1993. – С. 3-7.
17. Алабушев, В. А. Теоритические основы растениеводства / В. А. Алабушев, А. В. Алабушев, Б. Н. Сорокин. – Ростов-на-Дону: ПТ «Придонье», 1998. – 192 с.
18. Алабушев, В. А. Влияние срока весенней вегетации на урожай озимой пшеницы / В. А. Алабушев, М. А. Збрайлов // Совершенствование технологий выращивания зерновых культур: сб. науч. тр. – п. Персиановский, 2001. – С. 195-199.
19. Алабушев, А. В. Сроки и нормы высева озимой пшеницы на юге Ростовской области / А. В. Алабушев, Н. Г. Янковский и др. // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 28.

20. Алабушев, А.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: состояние и перспективы / А. В. Алабушев, Н. Г. Янковский, В. И. Щербаков // Развитие агропромышленного комплекса: перспективы, проблемы и пути решения: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 450-летию г. Астрахань, 4–11 августа 2008 г. – Астрахань: дом «Астраханский университет», 2008. – 235 с.
21. Алабушев, А. В. Влияние времени прекращения осенней вегетации и возобновления весенней вегетации на урожайность твердой озимой пшеницы / А. В. Алабушев, А. С. Попов // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 11 (141). – С. 6-11.
22. Алабушев, А. В. Расход влаги при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам в южной зоне Ростовской области / А. В. Алабушев, Н. Г. Янковский, Г. В. Овсянникова и др. // Аграрная наука Северо-Востока. – 2015. – № 5 (48). – С. 4-8.
23. Алабушев, А. В. Анализ погодных условий в южной зоне Ростовской области за 1930-2015 годы / А. В. Алабушев, Н. Г. Янковский, А. С. Попов, и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С. 23-27.
24. Алексейчук, Г. Н. Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения / Г. Н. Алексейчук. – Минск: Право и экономика, 2009. – 44 с.
25. Алексеев, А. В. Агроэкологическая оценка устойчивости озимой пшеницы от сосущих вредителей в условиях стационарного многофакторного опыта / А. В. Алексеев, В. И. Демкин, М. В. Роман // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. / Ст ГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.
26. Алов, А. С. Факторы эффективности удобрений / А. С. Алов. Биологические факторы эффективности удобрений. Ч. 1. – М.: 1965. – 187 с.
27. Алпатьев, А. М. Влагооборот культурных растений / А. М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 248 с.

28. Алтухов, А. И. Производству высококачественной пшеницы необходима государственная поддержка / А. И. Алтухов // Зерновые и крупяные культуры. – 2017. – № 3 (23). – С. 15-23.
29. Амелин, А. В. Значение сорта в повышении производства зерна озимой пшеницы в природно-экологических условиях Орловской области / А. В. Амелин, А. Ф. Мельник, В. И. Мазалов, А. Н. Николаев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 3 (7). – С. 57-65.
30. Ангилеев, О. Г. Минимализация обработки почвы в зернопропашном севообороте / О. Г. Ангилеев, В. И. Гребенчик, О. Е. Пастухов и др. // Земледелие. – 2000. – № 2. – С. 31.
31. Аникович, В. Ф. Борьба с сорняками в паровых звеньях севооборота / В. Ф. Аникович // Земледелие. – 1966. – № 6. – С. 6-8.
32. Анисимов, О. А. Современные изменения климата в области широт Северного полушария / О. А. Анисимов, М. А. Белолуцкая, В. А. Лобанов // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 1. – С. 18-29.
33. Анискин, В. И. Научные основы перспективного технического обеспечения устойчивого производства зерна в засушливых условиях / В. И. Анискин // Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях: науч. тр. / ВИМ. – М.: ВИМ, 2000. – Т. 135. – С. 3-30.
34. Анискин, В. И. Новые почвовлагодберегающие машины для основной обработки почвы в засушливых районах / В. И. Анискин, В. П. Елизаров, А. П. Спирин, А. Ф. Жук // Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях: науч. тр. / ВИМ. – М.: ВИМ, 2000. – Т. 135. – С. 55-66.
35. Артюхов, И. К. О системе удобрений в севооборотах, осваиваемых колхозами и совхозами степной зоны Украинской ССР / И. К. Артюхов, К. К. Дуда // Метод. указ. по Геосети опытов с удобрениями: выпуск 14. – М., 1967. — С. 28-33.

36. Афанасьев, И. В. Влияние удобрений на продуктивность сортов мягкой и твёрдой тургидной озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Афанасьев Иван Васильевич. – п. Персиановский, 2011. - 22 с.
37. Ацци, Дж. Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци; перевод с итал. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1932. – 344 с.
38. Бабушкин, В. М. Основные направления сохранения плодородия каштановых почв Ростовской области / В. М. Бабушкин, И. А. Петрова // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. – Т. 2. / Ст ГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005.– 344 с.
39. Багринцев, В. Н. Обеспеченность каштановой почвы гумусом и азотом при применении удобрений в зернопаровых севооборотах восточного предкавказья / В. Н. Багринцев, Н. Н. Крестьянинов, Н. А. Ходжаев // Деградация почвенного покрова и проблемы агроландшафтного земледелия: матер. междунауч. конфер., 24-28 сентября 2001 г. – Ставрополь, 2001. – С. 17-18.
40. Багринцева, В. Н. Роль удобрений в системе «сухого земледелия» / В. Н. Багринцева // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. – Т. 2. / Ст ГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – 344 с.
41. Баздырев, Г. И. Земледелие / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин и др. – М.: Колос, 2000. – 550 с.
42. Бакиров, Ф. Г. Роль способа посева в повышении эффективности ресурсосберегающих технологий и урожайности / Ф. Г. Бакиров // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 11-12.
43. Бакулова, И. В. Формирование урожайности и зимостойкость сортов озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Бакулова Ирина Владимировна. – Пенза, 2007. – 24 с.
44. Балацкий, М. Ю. Агробиологические особенности новых сортов озимой твердой пшеницы, полученных путем сплошных скрещиваний с участием химических мутантов на черноземе обыкновенном Ставропольского края

- [Электронный ресурс] / М. Ю. Балацкий, А. А. Кривенко, А. И. Войсковой // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2010. – № 62. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/08/pdf/02.pdf>
45. Балашов, А. В. Влияние сроков посева на урожайность озимой пшеницы в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области / А. В. Балашов, А. А. Малахова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3 (27). – С. 97-100.
46. Балашов, В. В. Минеральные удобрения и качество зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В. В. Балашов, В. Н. Левкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2006. – № 4 (4). – С. 31-33.
47. Балашов, В. В. Озимая тургидная (твердая) пшеница в Волгоградской области / В. В. Балашов, В. Н. Левкин // Аграрный вестник Урала. – 2007. – № 5 (41). – С. 41-42.
48. Балашов, В. В. Особенности прохождения фаз развития озимой пшеницы в осенний период в зависимости от почвенно-климатических условий / В. В. Балашов, В. Н. Левкин // Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2007. – № 3. – С. 5-6.
49. Балашов, В. В. Реакция сортов озимой твердой и тургидной пшеницы на гидротермические условия в подзоне светло-каштановых почв / В. В. Балашов, К. В. Левкина, Е. О. Рогова // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем: матер. междунауч.-практ. конф., 31 января-2 февраля 2012 г. / Волгоградский ГАУ. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. – Т. 1. – С. 95-98.
50. Балашов, В. В. Эффективность сорта в повышении урожая и улучшении качества продукции озимой твердой и тургидной пшеницы в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области / В. В. Балашов, К. В. Левкина, Е. О. Рогова // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: матер. междунауч.-практ. конф., посвященной 70-

- летию Победы в Сталинградской битве, 30 января-1 февраля 2013 г. / Волгоградский ГАУ – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2013. – Т. 1. – С. 36-39.
51. Балашов, В. В. Формирование урожайности сортов озимой твердой и тургидной пшеницы в годы с сильной засухой / В. В. Балашов, А. В. Балашов, К. В. Левкина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2 (34). – С. 18-21.
52. Балашов, В. В. Урожайность и качество зерна озимой твердой пшеницы в зависимости от норм высева и сроков посева на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В. В. Балашов, А. В. Балашов, К. В. Левкина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 4 (36). – С. 18-21.
53. Баннов, И. Г. Урожай и качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от доз и сроков внесения минеральных удобрений на обыкновенных чернозёмах Волгоградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Баннов И. Г.– Волгоград, 2008. – 23 с.
54. Банькин, В.Б. Будущее за ресурсосбережением / В. Б. Банькин // Агробизнес. – Россия. – 2007. – № 11. – С. 65-68.
55. Банькин, В. А. Будущее земледелия за ресурсосберегающими технологиями / В. А. Банькин // Зерновое хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 5-7.
56. Батурин, А. М. Особенности формирования урожайности пшеницы / А. М. Батурин, А. М. Ленточкин // Матер. XIX науч.-практ. конфер. / Ижевская ГАУ. – Ижевск, 1999. – С. 4-5.
57. Бахарева, А. А. Обзор российского рынка макаронных изделий [Электронный ресурс] / А. А. Бахарева // Матер. VII междун. студенч. электрон. науч. конфер. «Студенческий научный форум». – 2015 год. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2015/825/7226>
58. Безуглова, О. С. Почвы Ростовской области: учебное пособие / О. С. Безуглова, М. М. Хырхырова. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2008. – 352 с.
59. Беленков, А. И. Урожайность зерновых культур, плодородие чернозёмных и светло-каштановых почв Волгоградской области в зависимости от приёмов и

- глубины основной обработки / А. И. Беленков // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. – Т. 2. / Ст ГАУ. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2005.– 344 с.
60. Бельтюков, Л. П. Рекомендации к планированию урожаев сельскохозяйственных культур в южной зоне Ростовской области / Л. П. Бельтюков. – п. Рассвет: Ротапринт НПО «Дон», 1990. – 20 с.
61. Бельтюков, Л. П. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону / Л. П. Бельтюков, А. А. Гриценко. – зерноград, 1993. – 228 с.
62. Бельтюков, Л. П. Агротехнические основы реализации потенциальной продуктивности сортов зерновых культур на обыкновенных черноземах Северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Бельтюков Леонид Петрович. – Ставрополь, 1996. – 40 с.
63. Бельтюков, Л. П. Сорт, технология, урожай / Л. П. Бельтюков. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2002. – 176 с.
64. Бельтюков, Л. П. Сорт, технология, урожай / Л. П. Бельтюков. – Ростов-на-Дону: ООО «Терра Принт», 2007. – 160 с.
65. Бельтюков, Л. П. Технология возделывания озимых культур краснодарской селекции в условиях Ростовской области: рекомендации / Л. П. Бельтюков, А. С. Ерешко и др. – зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008. – 25 с.
66. Беньковский, Б. Производство макарон в России / Б. Беньковский // Хлебопродукты. – 2005. – № 7. – С. 18-19.
67. Беркутова, Н. С. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки / Н. С. Беркутова, И. А. Швецова. – М.: Колос, 1984. – 221 с.
68. Беркутова, Н. С. Методы оценки и формирования качества зерна / Беркутова Н. С. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 352 с.
69. Бертов, А. А. Влияние деятельности сельского товаропроизводителя на природную среду / А. А. Бертов // Безопасность жизнедеятельности в аграрном производстве: сб. науч. тр. / РИПКК АПК. – Ростов-на-Дону, 2007. – 196 с.
70. Беспалова, Л. А. Сортвая политика — основа высоких урожаев хорошего качества / Л. А. Беспалова, Ф. А. Колесников, Г. Д. Набоков, И. Б. Аблова //

Защита растений в Краснодарском крае: Краснодарская краевая СтаЗР. Краснодар: «Издательство Агрорус» – 2008. – № 1 – С.1-5.

71. Бжинаев, Ф. Х. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от предшественника на фоне оптимизации обработки почвы в степной зоне Кабардино – Балкарии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Бжинаев Ф. Х. – Нальчик, 2004. – 24 с.

72. Бляхерова, Р. М. Пшеница / Р. М. Бляхерова. – М.: Колос, 1966. – 224 с.

73. Божко, Е. П. Агроэкологическая оценка основной обработки почвы под разные культуры севооборота на обыкновенном чернозёме Западного Предкавказья / Е. П. Божко, С. И. Баршадская, И. Б. Молчанов // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. – М.: Изд-во «Современные тетради», 2003. – 584 с.

74. Боктаев, М. В. Твердая пшеница в условиях аридной зоны Республики Калмыкия / М. В. Боктаев, В. Г. Грициенко, А. С. Яновский // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем: матер. междунауч.-практ. конф. / Волгоградский ГАУ. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. – Т. 2. – С. 24-26.

75. Бондаренко, В. И. Технология выращивания озимой пшеницы в степи / В. И. Бондаренко, В. М. Гармашов. – Киев: Урожай, 1985. – 271 с.

76. Бородин, Н. Н. Пшеница на Дону / Н. Н. Бородин. – Ростов-на-Дону: Ростовское кн. изд-во, 1967. – 176 с.

77. Бородин, Н. Н. О возможности возделывания колосовых подряд три года на одном месте / Н. Н. Бородин, Е. М. Растегаева, Н. А. Капустин, Н. Г. Васильева // Бюллетень научно-технической информации. – Ростов-на-Дону, 1969. – С. 10.

78. Бородин, Н. Н. Пшеница на Дону / Н. Н. Бородин. – Ростов-на-Дону: Ростовское кн. изд-во, 1976. – 128 с.

79. Бородин, Н. Н. Нормы высева пшеницы на Дону / Н. Н. Бородин // Зерновое хозяйство. – 1978. – № 6. – С. 29-31.

80. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич. – М.: Колос, 1984. – 344 с.

81. Бохиев, В. Б. Научные основы систем земледелия Бурятии: монография / В. Б. Бохиев, А. П. Батудаев, Т. П. Лапухин, А. К. Уланов. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В. Р. Филиппова, 2008. – 480 с.
82. Бровкин, В. И. Влияние удобрений на продуктивность и свойства почвы в четвертой ротации зернового севооборота на черноземе выщелоченном Тульской области / В. И. Бровкин // Агрохимия. – 2000. – № 6. – С. 36-41.
83. Бугаевский, В. К. Проблема сохранения и повышения плодородия чернозёмов Северного Кавказа / В. К. Бугаевский, А. Г. Солдатенко, В. М. Кильдюшкин // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.
84. Булаткин, Г. А. Энергетические аспекты воспроизводства почвенного плодородия / Г. А. Булаткин. – М.: Пущено, 1991. – 41 с.
85. Буюкли, П. И. Твердая озимая пшеница / П. И. Буюкли. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 224 с.
86. Буюкли, П. И. Генетические аспекты селекции твердой озимой пшеницы и тритикале в Молдавии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук 06.01.05 / Буюкли П. И.– Одесса, 1991. – 41 с.
87. Буянкин, В. И. Земледелие северо-запада Казахстана / В. И. Буянкин, В. С. Кучеров. – М.: Анонс, 1992. – 98 с.
88. Быков, О. Б. Влияние обработки почвы на агрофизические свойства чернозёма обыкновенного Западного Предкавказья / О. Б. Быков // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного землеробства. – Луганськ, 2003. – 401 с.
89. Быков, О. Б. Особенности адаптивной обработки почвы и систем удобрений чернозёма обыкновенного в севообороте / О. Б. Быков // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко: в 4-х т. – Краснодар, 2004. – Т. 4: Механизация. Земледелие. Защита растений. Экономика. – 390 с.
90. Вавилов, Н. И. Полевые культуры Юго-Востока / Н. И. Вавилов. – Петроград: Государственное с.-х. изд-во «Новая деревня», 1922. – 232с.

91. Вадюнина, А. Ф. Методические исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропроромиздат, 1986. – 416 с.
92. Вальков, Ю. А. Роль предшественников и удобрений при выращивании озимой пшеницы на Дону / Ю.А. Вальков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2009. – № 10 (60). – С. 18-22.
93. Вальков, Ю. А. Роль предшественников и удобрений при возделывании сортов озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Вальков Ю.А. – п. Рассвет, 2009. – 173 с.
94. Василенко, И. И. Особенности фотосинтетической продуктивности и формирования урожая озимой пшеницы сортов интенсивного типа / И. И. Василенко, А. К. Москвина // Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 7. – С. 18-26.
95. Васильев, И. М. Зимовка растений / И. М. Васильев. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 250 с.
96. Васильева, И. М. Что даёт освоение севооборотов? / И. М. Васильева // Земледелие. – 1968. – № 11 – С. 20-22.
97. Васильчук, Н. С. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf) / Н. С. Васильчук, С. Н. Гапонов, Л. В. Еременко и др. // Аграрный вестник Юга-Востока. – 2009. – № 3 – С. 34-39.
98. Вахрушев, Н. А. Современные приемы улучшения посевного материала на Дону: монография / Н.А. Вахрушев. – Ростов-на-Дону: ООО «Терра» НПК «Гефест», 2002. – 192 с.
99. Веретенников, Н. Д. Новая техника для села / Н. Д. Веретенников // Междун. науч.-техн. конфер. «Инновационные технологии для АПК России», 14–15 мая 2008 г.: сб. науч. тр. / ВНИПТИМЭСХ. – Зеленоград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. – 343 с.
100. Верниченко, Л. Ю. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Л. Ю. Верниченко, Е. Н. Мишустин // Использование соломы как органического удобрения. – М.: Изд-во Наука, 1980. – С. 3-33.

101. Виблов, Б. Р. Обробіток ґрунту під основні сільськогосподарські культури за посушливих умов / Б. Р. Виблов, А. В. Виблова // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного землеробства. – Луганськ, 2003. – 401 с.
102. Вильямс, В. Р. Собрание сочинений: в 12 т. / В. Р. Вильямс. – М., 1949. – Т. 4.: Луговое хозяйство и кормовая площадь. – 430 с.
103. Вильямс, В. Р. Избранные сочинения: в 10 т. / В. Р. Вильямс, В. Е. Писарев, С. А. Муравьев и др. – М., Колос. 1979. – Т. 3 – 453 с.
104. Власенко, А. Н. Научные основы минимализации основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко // Новосибирск, 1994. – С. 48-49.
105. Власова, Л. М. Урожай и качество зерна озимой твердой пшеницы в лесостепи ЦЧР в зависимости от нормы высева семян и листовых подкормок: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Власова Л. М. – Воронеж, 2013. – 22 с.
106. Власова, Л. М., Федотов А. Ф. Результаты интродукции новых сортов твердой озимой пшеницы в лесостепи центрального Черноземья / Л. М. Власова, А. Ф. Федотов / Вестник Воронежского ГАУ. – 2013. – № 3 (38). – С. 32-35.
107. Влияние орошения и азотных удобрений на хлебопекарные качества муки и на качество макарон [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://hleb-produkt.ru/nakoplenie-belka/672-vliyanie-orosheniya-i-azotnyh-udobreniy-na-hlebopekarnye-kachestva-muki-i-na-kachestvo-makaron.html>
108. Водный режим растений / Р. Слейчер; перевод с англ. В. Д. Утехина; под ред. и с предисл. д-ра геогр. наук А. И. Будаговского. – М.: Мир, 1970. – 365 с.
109. Волочкова, З. Ф. Минеральные удобрения под зерновые культуры / З. Ф. Волочкова; под ред. И. С. Грибовского. – Ростов-на-Дону: Азово-Черноморск. краевое кн. изд-во, 1935. – 48 с.
110. Волочкова, З. Ф. Сравнительная эффективность форм фосфорных удобрений на предкавказском карбонатном черноземе / З. Ф. Волочкова, А. А. Гриценко // Труды ДЗНИИСХ. – М., 1965. – Т. 1.: Растениеводство. – С. 142-452.
111. Воробьёв, С. А. Севооборот в условиях интенсивного земледелия / С. А. Воробьёв // Земледелие. – 1973. – № 11. – С. 10-13.

112. Воробьёв, С. А. Севообороты интенсивного земледелия / С. А. Воробьёв. – М.: Колос, 1979. – 368 с.
113. Воронцов, В. А. Ресурсосберегающие способы основной обработки чёрного пара / В. А. Воронцов // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 21.
114. Вражнов, А. В. Применение плоскорезной обработки в Челябинской области / В. А. Вражнов // Совершенствование зональных почвозащитных технологий возделывания полевых культур. – Целиноград, 1979. – С. 94-98.
115. Вражнов, А. В. Оптимизация систем обработки почвы на Южном Урале / А. В. Вражнов, Е. И. Шиятый // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 16-17.
116. Гаврилов, А. А. Высокая культура земледелия – лучшее «лекарство» от болезней / А. А. Гаврилов, А. П. Шутко, С. Ю. Гребенник // Защита и карантин растений. – 2006. – № 11. – С. 25-26.
117. Гаврилюк, Ф. Я. Бонитировка почв / Ф. Я. Гаврилюк. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1984. – 288 с.
118. Гаджиев, К. М., Причины образования плужной подошвы, ее негативные последствия и возможности их устранения// К. М. Гаджиев, Г. Н. Гасанов, А. А. Бексултанов // Проблемы развития АПК региона. – 2011. – № 2. – С. 11-15.
119. Гаевая, Э. А. Урожайность озимой пшеницы и запас продуктивной влаги / Э. А. Гаевая, А. Е. Мищенко // Зерновое хозяйство России. – 2015 – № 4. – С. 23-32.
120. Гаевая, Э. А. Влияние разных способов обработки почвы на её физические свойства [Электронный ресурс] / Э. А. Гаевая // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2008. – № 39 (5). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/05/pdf/06.pdf>
121. Галиченко, И. И. Продуктивность мягкой озимой пшеницы в зависимости от времени возобновления весенней вегетации / И. И. Галиченко // Междунар. науч.-практ. конф., посвященная 80-летию заслуженного деятеля науки России, д-ра с.-х. наук, профес. Василия Андреевича Алабушева, 17-18 февраля 2011 г.: сб. науч. тр./ Донской ГАУ. – Ростов-на-Дону: ООО «МП Книга», 2011 г. – С. 26-28.
122. Галиченко, И. И., Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников / И. И. Галиченко // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 2 – С. 3-7.

123. Гамзиков, Г. П. Агрохимия азота в агроценозах: монография / Г. П. Гамзиков. – Новосибирск: НГАУ, 2013. – 790 с.
124. Гетманец, А. Я. Эффективность действия удобрений при их систематическом применении в севообороте в зависимости от погодных условий / А. Я. Гетманец // Агрохимия. – 1985. – № 4. – С. 42-47.
125. Гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова [Электронный ресурс] Режим доступа: https://selskoe_hozyaistvo.academic.ru/2659
126. Гидротермический коэффициент (ГТК): словарь [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.entomologa.ru/termin/295.htm>
127. Глухих, М. А. Обработка почвы в Зауралье / М. А. Глухих, В. Б. Собянин // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 18-19.
128. Глуховский, А. Б. Влияние удобрений на величину и качество урожая озимой пшеницы в пропашном севообороте / А. Б. Глуховский // Вестник с.-х. науки. – 1962. – № 4. – С. 25-27.
129. Годулян, И. С. Рациональные севообороты – основа высокого урожая / И. С. Годулян. – Днепропетровск: «Проминь», 1972. – 155 с.
130. Голик, В. С. Селекция *Triticum durum* Desf: монография / В. С. Голик. – Харьков, 1996. – 337 с.
131. Голик, В. С. Селекция *Triticum durum* Desf.: монография / В. С. Голик, О. В. Голик. – Харьков, 2008. – 519 с.
132. Головченко, А. В. Отзывчивость сортов яровой мягкой пшеницы на факторы внешней среды по качеству зерна / А. В. Головченко // Матер. междуна. науч.-практ. конф. – Самара, 2005.– С. 26.
133. Голоусов, Н. С. Дифференцированное использование земель Ставрополя / Н. С. Голоусов, Г. А. Шматко, О. И. Подпорина // Земледелие. – 2000. – № 6. – С.10.
134. Горбань, О. И. Биологические особенности, продуктивность и качество зерна сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf) в условиях Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05 / О. И. Горбань. – Саратов, 2012. – 24 с.

135. Горбунов, А. П. Продуктивность интенсивных сортов озимой пшеницы при разных нормах высева семян на черноземе типичном лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А. П. Горбунов. – Курск, 2005. – 24 с.
136. Гордеева, Ю. В. Влияние технологий возделывания на продуктивность сортов мягкой и твердой озимой пшеницы на черноземе обыкновенном: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Гордеева Юлия Валерьевна. – Ставрополь, 2013. – 22 с.
137. Горпинченко, К. Н. Оценка эффективности и применения перспективных технологий выращивания зерна озимой пшеницы [Электронный ресурс] / К. Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского ГАУ. – 2007. – № 34 (10). – С. 102-108. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/13.pdf>.
138. Горпинченко, К.Н. Экономическая эффективность производства и качества зерна в зависимости от приемов выращивания и технологий / К. Н. Горпинченко // Тр. Кубанского ГАУ. – 2008. – № 10. – С. 52 - 57.
139. Горпинченко, К.Н. Технологический фактор научно-технического прогресса зернового производства / К. Н. Горпинченко // Известия Оренбургского ГАУ. – 2013. – № 6 (116). – С. 171 - 173.
140. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 504 с.
141. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 483 с.
142. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 504 с.
143. ГОСТ 10842–76 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартиформ, 2009. – 4 с.

144. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Стандартинформ, 2011. – 31 с.
145. ГОСТ 26951–86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.
146. ГОСТ 18691-88 Корма травяные искусственно высушенные. Технические условия. Межгосударственный стандарт. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
147. ГОСТ 16265-89 Земледелие. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 21 с.
148. ГОСТ 28268–89 Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. Межгосударственный стандарт почвы. – М.: Стандартинформ, 2006. – 8 с.
149. ГОСТ 26205–91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1992. – 10 с.
150. ГОСТ 26209–91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Эгнера-Рима (ДЛ-метод). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1992. – 7 с.
151. ГОСТ 13496-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – М.: Стандартинформ, 2011. – 14 с.
152. ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Межгосударственный стандарт. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 14 с.
153. ГОСТ 30504-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. Межгосударственный стандарт. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 8с.
154. ГОСТ 9353–2016 Пшеница. Технические условия. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.

155. ГОСТ 10840 – 2017 Зерно. Метод определения природы. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2017. – 10 с.
156. Грибкова, Н. Г. Повышение урожайности путем эффективного использования осадков / Н. Г. Грибкова – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – 94 с.
157. Гриценко, А. А. Удобрение озимой пшеницы, высеваемой по колосовым предшественникам на предкавказском карбонатном черноземе Дона / А. А. Гриценко // Труды ДЗНИИСХ. – М., 1965. – Т. 1.: Растениеводство. – С. 129-136.
158. Гриценко, А. А. Действие азотных подкормок на урожай и качество зерна озимой пшеницы на предкавказском карбонатном черноземе / А. А. Гриценко // Труды ДЗНИИСХ. – М., 1965. – Т. 1.: Растениеводство. – С. 153-157.
159. Гриценко, А. А. Дозы минеральных удобрений для озимой пшеницы по различным предшественникам на предкавказском черноземе / А. А. Гриценко // Труды ДЗНИИСХ. – М.: Россельхозиздат, 1970. – Т. 4.: Растениеводство. – С. 213-221.
160. Гриценко, А. А. Агрометеорологические условия в зерноградском районе Ростовской области (1930-2002 год) / А. А. Гриценко. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2005. – 80 с.
161. Гриценко, В. В. За расширение посевов твердой пшеницы на целинных землях / В. В. Гриценко. – М.: Изд-во Министерства совхозов СССР, 1956. – 48 с.
162. Гриценко, В. В. Семеноведение полевых культур // В. В. Гриценко, З. М. Калошина. – М.: Колос, 1976. – 255 с.
163. Грициенко, В. Г. Озимая твердая пшеница в засушливых условиях юга России / В. Г. Грициенко, Б. А. Гольдварг // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. – 2015. – № 41. – С. 17-20.
164. Громов, А. А. Совершенствование элементов агротехники озимой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала [Электронный ресурс] / А. А. Громов, В. Б. Щукин, О. С. Гречишкина, Н. В. Щукин // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2006. – № 23 (7). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/07/pdf/03.pdf>
165. Губанов, Я. В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.

166. Гудзь, В. П. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы, предшественников и применения гербицидов в условиях лесостепи Украины / В. П. Гудзь, А. В. Юник // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко в 4-х т. – Краснодар, 2004. – Т. 4.: Механизация. Земледелие. Защита растений. Экономика. – 390 с.
167. Гуменюк, Г. Д. Проект стандарта на пшеницу для экспорта [Электронный ресурс] / Г. Д. Гуменюк, С. Д. Мельничук Режим доступа: <https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/opinion/17979>
168. Гунькин, В. Основные показатели мукомольных свойств зерна пшеницы / В. Гунькин, Г. Сусянок // Хлебопродукты. – 2011. – № 2. – С. 52-53.
169. Гуреев, И. И. Перспективы механизации ландшафтного земледелия в центральночернозёмной зоне / И. И. Гуреев // Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях: науч.тр. / ВИМ. – М.: ВИМ, 2000. – Т. 135. – С. 120-125.
170. Гуцин, И. В. Сильные и твердые пшеницы / И. В. Гуцин – М., 1961. – 44 с.
171. Дацюк, П. В. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны (методика) [Электронный ресурс] / П. В. Дацюк, О. А. Антошина, В. И. Петракова, В. З. Веневцев. – 2007. Режим доступа: https://www.ryazagro.ru/upload/medialibrary/d42/oc_sos_posev.pdf
172. Демкин, В. И. Агроэкологические аспекты защиты озимой пшеницы от стеблевых пилильчиков в современных условиях Центрального Предкавказья / В. И. Демкин, Н. Н. Васильева, М. В. Добронравова // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч.тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.
173. Демкин, В. И. Элементы интегрированной защиты озимой пшеницы от злаковых мух в зоне неустойчивого увлажнения / В. И. Демкин, Р. А. Обмочаев, И. Д. Пентык, М. В. Роман // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч.тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.

174. Демченко, Н. И. Производство макаронных изделий: учебное пособие / Н. И. Демченко. – Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ», 2015. – 78 с.
175. Документы Европейского Союза, регламентирующие качество и безопасность продукции [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rsn-kld.ru/upload/docs/es.pdf>
176. Дорожко, Г. Р. Стратегия и тактика борьбы с сорной растительностью [Электронный ресурс] / Г. Р. Дорожко, В. М. Пенчуков, О. И. Власова // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2012. – № 75 (01). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/38.pdf>
177. Дорофеев, В. Ф. Некоторые данные исследования полегания пшениц / В. Ф. Дорофеев // Тр. по прикл. ботанике, генетики и селекции: выпуск 2. – 1960. — № 2. – С. 32.
178. Дорофеев, В. Ф. Пшеницы мира / В. Ф. Дорофеев, М. М. Якубцинер, М. И. Руденко и др. – М.: Колос, 1976. – 487 с.
179. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
180. Драгайцев, В. И. Методика экономической оценки технологий и машин в сельском хозяйстве / В. И. Драгайцев, Н. М. Морозов, К. И. Алексеев и др. – М.: ВНИИЭСХ, 2010. – 147 с.
181. Дридигер, В. К. Влияние почвообрабатывающих орудий нового поколения на накопление влаги и урожай озимой пшеницы в сухостепной зоне Ставропольского края / В. К. Дридигер, А. А. Федотов, В. В. Сорокин // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.
182. Дридигер, В. К. Опыт возделывания полевых культур без обработки почвы (no-till) / В. К. Дридигер, А. В. Невечеря и др. // Агронабформ. – 2017. – № 3. – С. 35-40

183. Дринча, В. М. Технологические проблемы производства зерна / В. М. Дринча // Земледелие. – 2000. – № 4. – С. 6-7.
184. Дробышев, А. С. Предпосылки создания комбинированного агрегата на базе плуга / А. С. Дробышев, К.Л. Пузевич // Междун. науч.-техн. конфер. «Инновационные технологии для АПК России», 14–15 мая 2008 г.: сб. науч. тр. / ВНИПТИМЭСХ. – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. – 343 с.
185. Дубслаф, Г. Введение севооборотов с учётом местных условий / Г. Дубслаф.– М., 1966. – С. 15-40.
186. Евдокимов, М. Г. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов. – Омск, 2008. – 160 с.
187. ЕвроХим [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.eurochemgroup.com/wp-content/uploads/2010/10/20070215101335_7382.pdf
188. Ермакова, Н. В. Фотосинтетический потенциал озимой твердой, тургидной и мягкой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР / Н. В. Ермакова, В. В. Козлобаев, О. С. Калмыкова // Вестник Воронежского ГАУ. –2008. – № 3-4 (18-19). – С. 18-21.
189. Ермакова, Н. В. Особенности развития, формирования урожая и качества зерна озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Ермакова Надежда Владимировна. – Воронеж, 2009. – 26 с.
190. Ермоленко, В. П. Научные основы земледелия Дона / В. П. Ермоленко. – М.: ИК «Родник», 1999. – 176 с.
191. Ермоленко, В. П. Земледелие Дона на рубеже веков / В. П. Ермоленко. – Ростов-на-Дону, 2001. – 223 с.
192. Еров, Ю. В. Система семеноводства зерновых культур / Ю. В. Еров, Т. Г. Хадеев, М. Д. Исаев, Д. З. Салахиев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2005. – 328 с.
193. Ерошенко, Ф. В. Эффективность поздних некорневых азотных подкормок озимой пшеницы / В. Ф. Ерошенко, А. А. Ерошенко, И. Г. Сторчак // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 32-35.

194. Есаулко, А. Н. Биологизация систем удобрений – как путь совершенствования систем земледелия / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, О. Ю. Лобанкова, и др. // Матер. междунауч.-практ. конф.: «Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика». – Ставрополь, 2013. – С. 87-89.
195. Жаро- и засухоустойчивость растений [Электронный ресурс] / Студопедия. Режим доступа: <https://stydopedia.ru/1x59a8.html>
196. Жернова, В. А. Практическое руководство по контролю за состоянием посевов озимой пшеницы в Ставропольском крае / В. А. Жернова, В. Д. Огарев, В. А. Яловой и др.; под ред. А.И. Подколзина. – Ставрополь, 2000. – 31 с.
197. Жудков, С. А. Состояние и перспективы развития мирового рынка продовольственного зерна / С. А. Жидков, Е. А. Воронина // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. – № 1. – С. 154-157.
198. Жукова, Л. М. Влияние длительного применения удобрений на калийный режим дерново-подзолистых почв и выщелоченных черноземов / Л. М. Жукова, Н. К. Панкова // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. – М., 1985. – С. 5-7.
199. Журавлева, Е. Н. Влияние предшественников и основной обработки почвы на агроценоз озимой пшеницы в умеренно влажной зоне: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Журавлева Е.Н. – Ставрополь, 2002. – 24 с.
200. Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А. А. Жученко. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 1109 с.
201. Завалин, А. А. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи / А. А. Завалин // Агрохимия. – 1989. – № 1. – С. 52-56.
202. Загорча, К. Л. Использование показателей баланса органического вещества в почве для совершенствования системы удобрений в севообороте / К. Л. Загорча // Тезисы доклада Всесоюзного семинара «Совершенствования систем удобрений в различных зонах страны», 19-21 октября 1981. – М., 1981. – Ч.2. – С. 74-75.
203. Задонцев, А. И. Влияние агротехнических приёмов на устойчивость озимых пшениц к неблагоприятным условиям перезимовки / А. И. Задонцев // Повышение

зимостойкости и продуктивности озимой пшеницы: сб. науч. тр. – Днепропетровск, 1974. – С. 34-36.

204. Зверева, Е. А. Оптимизация систем удобрения в севооборотах на темно-каштановой почве и карбонатном черноземе Северного Кавказа при орошении: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. 06.01.04 / Зверева Е. А. – М., 1987. – 39 с.

205. Звягин, А. Ф. Аналіз кореляцій між елементами структури продуктивності та морфологічними ознаками у гібридів F₂ пшениці м'якої озимої, їх роль в селекції на підвищену адаптивність і продуктивність / А. Ф. Звягин // Селекція і насінництво: випуск 99. – 2011. – С. 23-29.

206. Звягинцев, Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – С. 48-55.

207. Зезин, Н. Н. Оптимизация обработки почвы в эрозионных ландшафтах лесостепи среднего Урала / Н. Н. Зезин, М. Н. Лушных // Матер. координ. совета по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия, 18 марта 2005 г. – Екатеринбург, 2005. – 100 с.

208. Земцова, Е. С., Влияние густоты стояния растений на структуру урожая яровой мягкой пшеницы [Электронный ресурс] / Е. С. Земцова, Н. А. Боме, // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2 (часть 2). – Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21757>

209. Зенкова, Е. М. Севообороты и плодородие почв / Е. М. Зенкова. – Алма-Ата: Кайнар, 1979. – 152 с.

210. Зенкова, Е. М. Богара, пары, урожай / Е. М. Зенкова. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 144 с.

211. Зинченко, С.И., Антропогенное влияние приемов основной обработки на элементы механического состава серой лесной почвы // С. И. Зинченко, М. А. Мазиров, В. С. Зинченко // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 2. – С. 47-50.

212. Зоидзе, Е. К. Моделирование формирования влагообеспеченности на территории Европейской России в современных условиях и основы оценки

- агроклиматической безопасности / Е. К. Зоидзе, Т. В. Хомякова // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 2. – С. 98-105.
213. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы – Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2013. – Ч. I. – 248 с.
214. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы – Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2013. – Ч. II. – 272 с.
215. Зосич, А. А. Хорошее кущение – стабильный урожай / А. А. Зосич // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 44-45.
216. Иванов, А. П. Влияние фосфорных удобрений на засухоустойчивость и водный режим пшеницы и ячменя / А. П. Иванов, И. И. Беляков // Доклады ВАСХНИЛ, 1964. – № 4. – С. 22-26.
217. Иванов, В. И. Продуктивность сортов озимой пшеницы / В. И. Иванов, В. П. Банькин // Главный агроном. – 2007. – №7. – С. 18-23.
218. Иванов, В. М. Научные основы совершенствования технологий возделывания зерновых культур в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Иванов Владимир Михайлович. – Волгоград, 1997. – 36 с.
219. Иванов, П. К. Яровая пшеница / П. К. Иванов. – М.: Колос, 1971. – 328 с.
220. Игольников, Л. В. Нормы высева и сроки посева озимой пшеницы для сухостепной зоны Волгоградской области / Л. В. Игольников, А. А. Питоня, В. Н. Питоня // Вестник АПК Волгоградской области. – 2007. – № 7. – С. 13-14.
221. Израэль, Ю. А. О состоянии современного климата и предложения о деятельности в области противодействия изменения климата / Ю. А. Израэль // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 10. – С. 5-8
222. Имсагимов, Р. Р. Приемы повышения перезимовки озимой пшеницы / Р. Р. Имсагимов, Р. Р. Гайфуллин // Зерновые культуры. – 2000. – № 5. – С. 11-12.
223. Ионова, Е.В. Водный режим пшеницы твердой озимой в условиях засухи / Е.В.Ионова, Н.Е. Самофалова // Зерновое хозяйство России. – 2009. – № 3. – С. 32-34.

224. Ионова, Е. В. Водный режим растений пшеницы твердой озимой в условиях засухи / Е. В. Ионова, Н. Е. Самофалова // *Зерновое хозяйство России*. – 2009. – № 4. – С. 16-18.
225. Ионова, Е. В. Морозостойкость озимой пшеницы / Е. В. Ионова, М. М. Иванисов // *Зерновое хозяйство России*. – 2014. – № 4 (34). – С. 36-40.
226. Ирвин, Г. Н. Пшеница дурум и макаронные изделия / Г. Н. Ирвин // *Пшеница и оценка ее качества: перевод К. М. Селивановой, И. Н. Серебряного*. – М.: Колос, 1968. – С. 459-475.
227. Кадыров, С. В. Технология программированных урожаев в ЦЧР: справочник / С. В. Кадыров, В. А. Федотов. – Воронеж, 2005. – 544 с.
228. Казаков, Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г. И. Казаков. – Самара, 1997. – 200 с.
229. Казаков, Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография / Г. И. Казаков. – Самара: Изд-во Самарской государственной с.-х. академии, 2008. – 251 с.
230. Казаков, Г. И. Рациональные обработки почвы в условиях Среднего Поволжья / Г. И. Казаков // *Мат. межд. науч.-практич. конф. «Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы»*, посвященной 80-летию со дня рождения профессора В. И. Морозова. – Ульяновская ГСХА, 2011. – С.110-118.
231. Какие продукты подорожают вне зависимости от санкций и слабеющего рубля [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.rbc.ru/photoreport/10/11/2014/545a0f68cbb20fd22f8c995e>[http://top.rbc.ru/photoreport/10/11/2014/545a0f68cbb20fd22f8c995e#xtor=AL-\[internal_traffic\]](http://top.rbc.ru/photoreport/10/11/2014/545a0f68cbb20fd22f8c995e#xtor=AL-[internal_traffic])
232. Калининко, И. Г. Полям юга — сильную пшеницу / И. Г. Калининко. – Ростов-на-Дону: Ростовское кн. изд-во, 1971. – 195 с.
233. Калининко, И. Г. Урожай и качество новых сортов тургидной озимой пшеницы / И. Г. Калининко, Н. Е. Самофалова // *Результаты научных исследований: сб. науч. тр.* – Ростов-на-Дону, 1977. – С. 56.

234. Калининко, И. Г. Пшеницы Дона / И. Г. Калининко. – Ростов-на-Дону, 1979. – 240 с.
235. Калининко, И. Г. Некоторые проблемы селекции и производства зерна мягкой и твердой озимой пшеницы / И. Г. Калининко // Селекция и семеноводство с.-х. растений в Ростовской области: сб. науч. тр. – Зерноград, 1985. – С. 3-13.
236. Калининко, И. Г. Новые сорта тургидной озимой пшеницы Новинка 2, Новинка 3 и их агротехника: рекомендации / И. Г. Калининко. – Ростов-на Дону, 1987. – 18 с.
237. Калининко, И. Г. Селекция озимой пшеницы / И. Г. Калининко. – М.: Аграрная наука, 1995. – 220 с.
238. Калининко, И. Г. Возделывание озимой пшеницы на Дону: рекомендации / И. Г. Калининко, Л. П. Бельтюков, В. И. Ковтун. – Зерноград, 2000. – 40 с.
239. Калмыков, А. Г. Почвы и удобрения / А. Г. Калмыков, М. М. Сугробов. – Ростов-на-Дону, 1966. – 203 с.
240. Калько, Б. Л. Влияние норм и сроков внесения азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи / Б. Л. Калько, Г. В. Савицкая. – Горки, 1987. – С. 42-46.
241. Каменченко, С. Е. Влияние приёмов и систем основной обработки почвы на численность пшеничного трипса в засушливой степи Поволжья / С. Е. Каменченко, З. М. Азизов // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.
242. Каргин, И. Ф. Теория и практика основной обработки почвы / И. Ф. Каргин, В. И. Каргин // Современные сельскохозяйственные технологии в Республике Мордовия: сб. матер. регион. науч.-практ. конфер. – Саранск, 2004. – С. 220-231.
243. Карпова, Л. В. Продуктивность озимой пшеницы при разных сроках сева / Л. В. Карпова // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 26-29.
244. Катков, А. Горох как предшественник озимых / А. Катков, П. Морозов, Г. Морозова // Земледелие. – 1973. – № 4. – С. 34-36.

245. Качур, О. Т. Взаимосвязь массы зерна колоса и его крупности с продуктивностью растения озимой пшеницы / О. Т. Качур // Теоретические основы селекции и семеноводства пшеницы в Западной Сибири. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1985. – С. 73-78.
246. Кацаев, Е. А. Эффективность технологий возделывания полевых культур на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения центрального Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Кацаев Е.А. – Ставрополь, 2016. – 22 с.
247. Каюмов, М. К. Справочник по программированию урожаев / М. К. Каюмов. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 188 с.
248. Квасов, Н. А. Сроки сева как фактор формирования различной продуктивности сортов озимой пшеницы / Н. А. Квасов // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 8 (6). – С. 58-61.
249. Квашин, А. А. Повышение продуктивности агроценозов и воспроизводство плодородия чернозема обыкновенного Западного Предкавказья при длительном применении минеральных удобрений: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Квашин А. А. – Краснодар, 2011. – 44 с.
250. Кильдюшкин, В. М. Влияние способов основной обработки почвы на влагонакопление и продуктивность озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Кубани / В. М. Кильдюшкин, В. К. Бугаевский, М. Х. Ширинян и др. // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.
251. Кильдюшкин, В.М. Совершенствование систем основной обработки почвы / В. М. Кильдюшкин, В. К. Бугаевский // Земледелие. – 2007. – № 2. – 24 с.
252. Киреев, А. К. Фитосанитарная роль основной обработки почвы / А. К. Киреев // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 20-21.
253. Киреев, А. К. Основная обработка богарного серозёма / А. К. Киреев // Земледелие. – 2001. – № 3. – С. 20-21.

254. Кириченко, Ф. Г. Методы и результаты работ по селекции озимой твердой пшеницы / Ф. Г. Кириченко, Я. К. Максименко // Растениеводство: книга. – Киев, 1968. – 282 с.
255. Кириченко Ф. Г. Двадцатилетние итоги работы по созданию озимой твердой пшеницы для степи УССР / Ф. Г. Кириченко, Я. К. Максименко // Вопросы генетики, селекции и семеноводства: сб. научн. тр.: выпуск 8. – Одесса, 1968. – 232 с.
256. Кириченко, Ф. Г. Краткие итоги селекции озимой твердой пшеницы для степи СССР / Ф. Г. Кириченко, В. М. Пыльнев, А. И. Паламарчук // Селекция пшеницы на Украине: сб. научн. тр. / ВСГИ. – Одесса, 1980. – С. 40-52.
257. Кислов, А. В. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки почвы / А. В. Кислов, Ф. Г. Бакиров, С. А. Федюнин // Земледелие. – 2003. – № 5.–С. 5-6.
258. Кислов, А. В. Особенности обработки и эффективность чистого пара на Южном Урале / А. В. Кислов, С. А. Федюнин, Р. Ф. Ягофаров // Вестник Российской Академии с.-х. наук. – 2005. – № 6. – С. 11-13.
259. Кислов, А. В. Ресурсосберегающие приёмы возделывания яровой твёрдой пшеницы на Южном Урале / А. В. Кислов, Л. В. Иванова // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 23.
260. Княгиничев, М. И. Биохимия пшеницы / М. И. Княгиничев. – М., 1951. – 415 с.
261. Ковалев, Ф. В. Агротехнические основы повышения посевных и урожайных качеств семян озимой пшеницы на Дону: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Ковалев Ф. В. – Харьков, 1974. – 70 с.
262. Ковтун, В. И. Селекция озимой пшеницы на юге России / В. И. Ковтун, Н. Е. Самофалова. – Ростов-на-Дону: Книга, 2006. – 479 с.
263. Ковырялов, Ю. П. Интенсивные технологические системы выращивания зерновых / Ю. П. Ковырялов // Зерновое хозяйство. – 1985. – № 10. – С. 35-37.
264. Ковырялов, Ю. П. Интенсивные технологии: вопросы и ответы / Ю. П. Ковырялов // Зерновое хозяйство. – 1985. – № 12. – С. 2-11.

265. Коданев, И. М. Повышение качества зерна / И. М. Коданев. – М.: Колос, 1976. – 26 с.
266. Кожевников, А. В. Сравнительная эффективность агротехнических приемов и инсектицидов в борьбе с пшеничным трипсом в Центральном Предкавказье / А. В. Кожевников, Е. Г. Мишвелов, В. И. Демкин, Н. Н. Васильева // Тр. Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2009. – № 17. – Т. 1. – С. 126-130.
267. Козельцева, В. Ф. К прогнозу устойчивого перехода температуры воздуха через 5 и 0 °С осенью / В. Ф. Козельцева // Труды Гидрометцентра СССР: выпуск 227 – 1982. – С. 78–85.
268. Козлобаев, В. В. Биологическая урожайность и биохимические показатели качества зерна разных видов пшеницы в зависимости от фаз и периодов спелости в лесостепи ЦЧР / В. В. Козлобаев, Н. В. Ермакова // Агробиологические аспекты современных технологий возделывания полевых и луговых культур в ЦЧР: сб. науч. тр. – Воронеж, 2008. – С. 15-20.
269. Козлобаев, В. В. Биологическая урожайность и физические показатели качества зерна разных видов пшеницы в зависимости от фаз и периодов спелости в лесостепи ЦЧР / В. В. Козлобаев, Н. В. Ермакова // Воронежский агровестник. – 2008. – № 6 (63). – С. 45-48.
270. Козлобаев, В. В. Содержание клейковины и белка в зерне трех видов озимой пшеницы в зависимости от фаз и периодов спелости в условиях лесостепи ЦЧР / В. В. Козлобаев, Н. В. Подлесных // Совершенствование технологий производства зерновых, кормовых и технических культур в ЦЧР: сб. науч. тр., посвященный 75-летию проф. В.А. Федотова. – Воронеж, 2011. – С. 44-49.
271. Козлов, В. Е. Агротехнические и селекционные слагаемые успеха внедрения мироновских сортов озимой пшеницы в СССР как основа для работы по внедрению в Сибири вновь созданных сортов, зимостойких в условиях региона / В. Е. Козлов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – № 3. – Т. 17. – С. 541-557.
272. Колмаков, Ю. В. Зависимость качества зерна от температуры и осадков периода вегетации / Ю. В. Колмаков, Л. А. Зелова // Научное обеспечение

производства конкурентоспособной продукции сельского хозяйства: сб. науч. тр., посвященный 80-летию со дня основания Карабалыкской СХОС. – 2009. – С. 123-125.

273. Колосов, Л. И. Влияние севооборотов и удобрений на поражаемость озимой пшеницы корневыми гнилями в условиях Московской области / Л. И. Колосов // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними: книга. – М.: Колос, 1970. – С. 70-87.

274. Кондратенко, Е. П. Сравнительная характеристика урожайности и качества зерна сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах / Е. П. Кондратенко, Е. А. Егушова, А. А. Косолапова и др. // Вестник Кубанского ГАУ. – 2016. – № 6. – С. 105-112.

275. Константинов, А. Р. Испарение в природе / А. Р. Константинов. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 532 с.

276. Константинов, А. Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы / А. Р. Константинов. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 261 с.

277. Копусь, М. М. Проламины зерна и использование их генетического полиморфизма в селекции на Дону / М. М. Копусь, Е. М. Копусь, М. А. Фоменко, А. В. Крохмаль // Селекция, семеноводство и возделывание полевых культур: сб. науч. тр. / ВНИИЗК – Ростов-на-Дону, 2004. – С. 234-241.

278. Копусь, М. М. Поэтапная оценка качества зерна в селекции и семеноводстве озимой твердой пшеницы // М. М. Копусь, Н. Е. Самофалова, Н. С. Кравченко и др. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 6. – С. 15-19.

279. Корнев, Г. В. Справочник агронома / Г. В. Корнев. – Воронеж, 1996. – 314 с.

280. Коренков, Д. А. Эффективные приемы использования азотных удобрений при интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур в Нечерноземной зоне Европейской части СССР / Д. А. Коренков // Тезисы докладов УП делегатского съезда Всероссийского общества почвоведов. – Ташкент, 1985. – С. 236-238.

281. Корчагин, В. А. Минимальная и нулевая основная обработка почвы / В. А. Корчагин, И. А. Чуданов // Современные технологические комплексы возделывания зерновых культур в адаптивных системах земледелия Среднего Поволжья / Самарский НИИСХ; Поволжская МИС. – Самара, 2002. – С.28-39.
282. Корчагин, В. А. Основные тенденции изменения агрометеорологических показателей погодных условий в Среднем Заволжье за последние 100 лет (1904-2004) / В. А. Корчагин, О. И. Горянин. – Безенчук, 2005. – 76 с.
283. Корчагин, В. А. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области: учебное пособие / В. А. Корчагин, С. Н. Шевченко, С. Н. Зудилин, О. И. Горянин. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. – 192 с.
284. Корчагин, В. И. Методы диагностического контроля минерального питания сельскохозяйственных культур / В. И. Корчагин, Н. А. Сумина. – М.: Изд-во «Истоки», 2012 – 26 с.
285. Косинский, В. С. Агротехнические основы севооборотов / В. С. Косинский. – М.: Колос, 1970. – 104 с.
286. Косинский, В. С. Внедрение правильных севооборотов – решающее условие повышения культурного земледелия РСФСР / В. С. Косинский. – М., 1978. – 38 с.
287. Косолапова, А. И. Влияние изменения климатических показателей в Пермском крае на урожайность зерновых культур / А. И. Косолапова, М. Т. Васбиева // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 11. – С. 9-11.
288. Костылев, П. И. Структура урожая селекционных образцов риса и ее влияние на продуктивность / П. И. Костылев, Е. В. Краснова, А. А. Редькин и др. // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 1. – С.13-18.
289. Кочегарова, Н. Ф. Формы азота в обыкновенном черноземе в зависимости от предшественников: сб. науч. тр. / Сиб. НИИСХОЗ. – Новосибирск, 1974. – Т. 22. – С. 45-47.
290. Кочетов, А. Н. Влияние агроприемов на формирование урожая озимых зерновых культур: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Кочетов А.Н. – Мичуринск, 2006. – 158 с.

291. Краснова, Л. И. Реализация зерновой продуктивности озимой пшеницы в условиях Южного Урала / Л. И. Краснова, Е. Д. Ковешников // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 11-13.
292. Крашенников, Н. Н. Кущение яровой пшеницы / Н. Н. Крашенников // Тр. плодовоощ. ин-та им. И.В. Мичурина. – М., 1955. – Т. 8. – С. 355-390.
293. Крицкий, А. Н. Экологическое изучение и интродукция сортов озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи Воронежской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Крицкий А. Н. – Воронеж, 2000. – 18 с.
294. Крищенко, В. П. Озимая пшеница, рекомендации по получению высококачественного зерна при интенсивном возделывании / В. П. Крищенко, О. И. Лукашина, А. Ф. Ченкин и др. – М.: ЦИНАО, 1986. – 90 с
295. Кружилин, И. П. Оценка сортов озимой пшеницы в условиях орошения / И. П. Кружилин, В. В. Балашов, А. А. Айтпаева // Земледелие. – 2001. – № 4. – С. 44.
296. Крючков, А. Г. Твердая пшеница. Современные технологии возделывания / А. Г. Крючков, П. П. Тейхриб, А. Н. Попов. – Оренбург, 2008. – 704 с.
297. Ксензова, Е. А. Агротехнические приемы возделывания озимой ржи в Белоруссии / Е. А. Ксензова // Пути повышения урожайности с.-х. культур. – Минск, 1988. – С. 35-41.
298. Кувшинова, Е. К. Продуктивность тургидной озимой пшеницы Донской янтарь в зависимости от предшественников и удобрений в южной зоне Ростовской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Кувшинова Елена Константиновна. – п. Персиановский, 2002. – 22 с.
299. Кувшинова, Е. К. Продуктивность тургидной озимой пшеницы Донской янтарь в зависимости от предшественников и удобрений в южной зоне Ростовской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Кувшинова Елена Константиновна. – п. Персиановский, 2002. – 173 с.
300. Кузнецов, А. И. Влияние севооборотов на биологическую активность почвы и засорённость посевов полевых культур / А. И. Кузнецов [др.] // Севообороты и обработка почвы в интенсивном земледелии: сб. науч. тр. – Горький, 1986. – С. 20-24.

301. Кузнецов, В. Перспективная пшеница в народной селекции / В. Кузнецов // Вестник агропромышленного комплекса. – 2012. – № 1 (4). – С.73.
302. Кузнецов, Ю. И. Методы сбережения влаги при возделывании зерновых культур / Ю. И. Кузнецов, А. Ю. Кузнецов // Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях: науч. тр. / ВИМ. – М.: ВИМ, 2000. – Т. 135. – С. 120-125.
303. Кузьмина, Н. В. Изменение содержания гумуса в пашне и сохранение плодородия почв Липецкой области / Н. В. Кузьмина // Матер. 41-й междунауч. конфер. «Агрохимические приёмы рационального применения средств химизации как основа повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур» / ВНИИА. – М.: ВНИИА, 2007. – 296 с.
304. Кук, Д. У. Системы удобрения для получения максимальных урожаев / Д. У. Кук. – М.: Колос, 1975. – 416 с.
305. Кукса, И. Н. Влияние минерального питания на зимостойкость озимой пшеницы / И. Н. Кукса // Агротехника: сб. дис. работ по агротехнике пшеницы, конопли и люпина. – М.-Л.: Изд-во ВАСХНИЛ. – 1937. – 245 с.
306. Кулешов, Н. Н. Формирование, налив и созревание зерна яровой пшеницы в зависимости от условий произрастания / Н. Н. Кулешов // Сб. науч. тр. / Харьковский СХИ. – Харьков: ХСХИ, 1961. – С. 51-139.
307. Куликова, Е. Г. Пример поучительный и не единственный / Е. Г. Куликова // Зерновое хозяйство. – 1978. – № 2. – С. 25-27.
308. Куперман, Ф. М. Биологические основы культуры пшеницы / Ф. М. Куперман. – М.: Изд-во МГУ, 1950. – Кн.1. – 198 с.
309. Куперман, Ф. М. Биология развития растений: учебное пособие для ун-тов / Ф. М. Куперман, Е. И. Ржанова. – М.: Высшая школа, 1963. – 424 с.
310. Куперман, Ф. М. Физиология развития, роста и органогенеза пшеницы / Ф. М. Куперман // Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – Т. 4. – С. 203.

311. Курабатов, А. П. Изменение агрохимических показателей чернозема при длительном применении удобрений и обработок / А. П. Курабатов, Г. И. Уваров // Достижение науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 25-28.
312. Курдюков, Ю. Ф. Оптимальные и предельные сроки посева озимых культур в Поволжье / Ю. Ф. Курдюков, Н. Г. Левицкая, Л. П. Лощина // АГРО XXI. – 2008. – № 7 (9). – С. 34-36.
313. Курзина, М. Н. Производство, качество и рынок зерна России / М. Н. Курзина // Пищевая промышленность. – 2006. – № 10. – С. 90.
314. Курчатов, П. А. Мобилизация фосфорной кислоты на черноземе в связи с процессом нитрификации и внесением удобрений / П. А. Курчатов. – Краснодар: тип. Адыгпромторга, 1928. – 15 с.
315. Ламан, Н. Л. Биологический потенциал ячменя / Н. Л. Ламан, Н. Н. Стасенко, С. А. Каллер. – Минск: Наука и техника, 1984. – 216 с.
316. Левкин, В. Н. Озимая пшеница в колхозе «Заветы Ленина» Октябрьского района – ведущая культура / В. Н. Левкин // Матер. межд. науч.-практ. конфер «Актуальные проблемы развития АПК». – Волгоград, 2005. – С. 72-74.
317. 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: матер. науч.-практ. конфер. агроном. фак.-та / Пензенская ГСХА. – Пенза, 2005. – С. 111-113.
318. Левкин, В. Н. Теоретические и технологические аспекты формирования высокопродуктивных посевов озимой пшеницы для условий Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Левкин Виктор Николаевич. – Волгоград, 2007. – 40 с.
319. Левкина, К. В. Формирование урожая озимой твёрдой пшеницы в зависимости от удобрений и норм высева в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области / К. В. Левкина, В. В. Балашов, А. В. Балашов // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО: матер. междун. науч.-практ. конфер., 28-30 января 2014 г. / Волгоградский ГАУ. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2014. – Т. 1. – С. 107-109.

320. Левкина, К. В. Влияние сроков, норм высева и удобрений на урожайность и качество зерна озимой твердой пшеницы в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Левкина К. В. – Волгоград, 2015. – 24 с.
321. Липкович, Э. И. Механизированные технологии возделывания зерновых культур в условиях засушливого земледелия / Э. И. Липкович, В. Б. Рыков // Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях: науч. тр. / ВИМ.– М.: ВИМ, 2000. – Т. 135. – С. 31-40.
322. Литвак, Ш. И. Фосфор на службе урожая / Ш. И. Литвак. – М.: «Просвещение», 1979. – 136 с.
323. Литовченко, А. Г. Значение крупности зерна озимой пшеницы в образовании резервного узла кущения и перезимовки растений /А. Г. Литовченко // Докл. АН СССР. – 1947. – № 2. – Т. 55. – С. 165-168.
324. Лобачев, Ю. В. Генетическое изучение генов низкорослости у пшеницы / Ю. В. Лобачева // Тез. докл. V съезд ВОГиС (Москва, 24-28 ноября 1987 г.). – М.: АН СССР. – 1987. – Т. 4. – С. 41.
325. Лобков, В. Т. Использование соломы в качестве органического удобрения: рекомендации / В. Т. Лобков, В. В. Наполов, Н. К. Кружков и др. – Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2001. – 16 с.
326. Лоза, А. К. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы / А. К. Лоза, В. И. Казанкова. – Краснодар: Кн. изд-во, 1990. – 112 с.
327. Ломан, Н. А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур / Н. А. Ломан. – Минск: Наука и техника, 1985. – 68 с.
328. Лопатин, В. Н. Глобальное изменение климата, проблемы и перспективы реализации Киотского протокола в Российской Федерации: комплект учебных материалов по программе курса «Государственное управление природопользованием» / В. Н. Лопатин, А. И. Муравых, И. Г. Грицевич. – М.: РАГС, ЮНЕП, WWF*Россия, 2005. – 40 с.

329. Лопатин, В. Н. Глобальное изменение климата / В. Н. Лопатин, А. И. Муравых, И. Г. Грицевич. – Л.: Гидрометеиздат, 2005. – 453 с.
330. Лосев, С. Ещё о предшественниках озимых / С. Лосев, Л. Ерёмин // Земледелие. – 1974. – № 12. – С. 34-35.
331. Лукьяненко, П. П. Возделывание озимой пшеницы на Кубани / П. П. Лукьяненко. – Краснодар: Кн. изд-во, 1957. – 190 с.
332. Лукьяненко, П. П. Перспективы роста производства зерна озимой пшеницы на Кубани / П. П. Лукьяненко // Озимая пшеница. – Краснодар, 1964. – С. 43.
333. Лукьяненко, П. П. Выведение новых сортов озимой пшеницы интенсивного типа / П. П. Лукьяненко // Вестник с.-х. науки. – 1970. – № 4. – С. 12-18
334. Лукьяненко, П. П. Избранные труды / П. П. Лукьяненко. – М.: Колос, 1973. – 448 с.
335. Лукьяненко, П. П. Избранные труды / П. П. Лукьяненко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 428 с.
336. Лукьяненко, П. П. Селекция твердой озимой пшеницы методом межвидового скрещивания: избранные труды / П. П. Лукьяненко – М.: Колос, 1990. – С.118-125.
337. Лукьянова, И. В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей злаковых культур к полеганию с учетом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции: автор. дис. ... д-ра. биол. наук: 06.01.05 / Лукьянова Ирина Владимировна. – Краснодар, 2008. – 51с.
338. Лысенко, С. И. Основная обработка, органические удобрения и урожайность озимой пшеницы / С. И. Лысенко, С. К. Гиббанов // Агрехимические приёмы рационального применения средств химизации как основа повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур: матер. 41 междун. науч. конф. / ВНИИА. – М.: ВНИИА, 2007. – 296 с.
339. Магомедов, Н. Р. Эффективность выращивания озимой твердой пшеницы на лугово - каштановых почвах юга России / Н. Р. Магомедов, Н. Н. Магомедов, Г. Я. Халидова / Горное сельское хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 72-75.

340. Максютлов, Н. А. Зональные особенности обработки почвы в Оренбургской области / Н. А. Максютлов, Г. А. Кремер, В. М. Жданов // Земледелие. – 2001. – № 1. – С. 17-18.
341. Малкандуев, Х. А. Влияние нормы высева на урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях вертикальной зональности / Х. А. Малкандуев, Д. А. Тутикова // Достижение науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 44-46.
342. Мальцев, Т. С. Новая система обработки почвы и посева / Т. С. Мальцев. – Свердловск, 1954. – 64 с.
343. Мальцев, Т. С. Система безотвального земледелия / Т. С. Мальцев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 128 с.
344. Малюга, Н. Г. Озимая сильная пшеница на Кубани / Н. Г. Малюга. – Краснодар: Кн. изд-во. – 1992. – 240 с.
345. Малюга, Н. Г. Влияние технологии возделывания на продуктивность озимой пшеницы [Электронный ресурс] / Н. Г. Малюга, Т. В. Логойда, А. В. Курепин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2014. – № 99. – С. 786–802. Режим доступа: <http://sm.kubsau.ru/2014/05/55.pdf>, 0.125 у.п.л.
346. Малюта, Д. И. Выведение сортов озимой твердой пшеницы / Д. И. Малюта // Селекция и семеноводство. – 1963. – № 1. – С. 45-48.
347. Манжосов, В. П. Долевое влияние обработки почвы и удобрения на урожайность полевых культур / В. П. Манжосов, М. И. Певнев, В. Н. Маймусов // Земледелие. – 1994. – № 1. – С. 9-10.
348. Марушев, А. И. Качество зерна пшениц на юго-востоке и улучшение его в процессе селекции и выращивания: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Марушев А. И. – Саратов: Сельскохозяйственный институт, 1964. – 32 с.
349. Марушев, А. И. Значение количества и качества белка в зерне пшениц при оценке их технологических свойств / А. И. Марушев // Приемы и методы повышения качества зерна колосовых культур. – М.: Колос, 1967. – С. 225-236.

350. Марушев, А. И. Качество зерна пшениц Поволжья / А. И. Марушев. – Саратов: Прив. кн. изд-во, 1968. – 210 с.
351. Марченко, Д. М. Взаимосвязи между урожайностью и элементами ее структуры у сортов мягкой озимой пшеницы [Электронный ресурс] / Д. М. Марченко // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2011. – № 68 (04). – Режим допуска: <http://ej.kubagro.ru/2011/04/pdf/27.pdf>
352. Марченко, Д. М. Сорты озимой мягкой и твердой пшеницы: каталог / Д. М. Марченко, О. В. Скрипка, Н. Е. Самофалова и др. – Ростов-на-Дону, 2018. – 56 с.
353. Марчик, Т. П. Почвоведение с основами растениеводства / Т. П. Марчик, А. Л. Ефремов. – Гродно, 2006 – 248 с.
354. Масляев, С. Л. Влияние минеральных удобрений на продуктивность озимой твердой пшеницы на черноземах Центрального Предкавказья / С. Л. Масляев, Е. В. Богатырева // Бюллетень ВИУА.– 2002. – № 116. – С. 294-297.
355. Масницкий, С. П. Диагностика питания растений / С. П. Масницкий. – М.: Московский рабочий, 1972. – 372 с.
356. Матвеев, В. В. Энергосберегающая обработка почвы / В. В. Матвеев, А. М. Головной, С. Н. Северьянов // Земледелие. – 2003. – № 2. – 18 с.
357. Медведев, С. С. Физиология растений / С. С. Медведев. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.
358. Мединец, В. Д. Экологический эффект времени возобновления весенней вегетации / В. Д. Мединец // Земледелие. – 1979. – № 1. – С. 33-37.
359. Мединец, В. Д. Весеннее развитие и продуктивность озимых хлебов / В. Д. Мединец. – М.: Колос, 1982. – 173 с.
360. Мединец, В. Д. Предисловие к урожаю / В. Д. Мединец // Сельская жизнь. – 1986. – 22 марта.
361. Мерзлая, Г. Е. Эффективность органических и минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы на обыкновенном черноземе Северного Кавказа / Г. Е. Мерзлая, Ш. Г. Нимбуев // Бюллетень ВИУА. – 2001.–№ 114. – С. 129-130.
362. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: выпуск 2. – М.: Колос, 1989. – 194 с.

363. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. С. О. Скокбаева. – Алматы, 2002. – 378 с.
364. Милащенко, Н. З. Особенности мобилизационных процессов и пищевого режима при сокращении механических обработок выщелоченного чернозема / Н. З. Милащенко, Л. Д. Тихомирова, В. М. Зерфус // Вопросы оптимизации почвенных условий для растений: науч. тр./ СибНИИСХ. – Новосибирск, 1979. – Т.29. – С. 3-10.
365. Мингалёв, С. К. Оценка энергетической эффективности обработки почвы в севообороте / С. К. Мингалев // Матер. координ. совета по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия, 18 марта 2005 г. – Екатеринбург, 2005. – 100 с.
366. Минеев, В. Г. Агрохимия и экологические функции калия / В. Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 332 с.
367. Михайлова, Л. А. Особенности питания и удобрение основных сельскохозяйственных культур на почвах Предуралья: учебное пособие / Л. А. Михайлова, Т. А. Кротких. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. – 223 с.
368. Мишустин, Е.Н. Аппликационные методы в почвенной микробиологии / Е.Н. Мишустин, И.С. Востров // Микробиологические и биохимические исследования почв: сб. науч. статей. – Киев, 1971 – С.3-12
369. Моисеев, А. Н. Формирование урожайности яровой пшеницы в полевых севооборотах северной лесостепи тюменской области / А. Н. Моисеев, М. А. Коноплин, В. В. Рзаева // Инновации в науке: сб. ст. по матер. XX междунар. науч.-практ. конф. / СибАК – Новосибирск: СибАК, 2013. – С. 26-32.
370. Моисеева, К. В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09/ Моисеева К. В. – Тюмень, 2004. – 189 с.
371. Моисейченко, В. Ф. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова, А. Х. Заверюха, В. Е. Ещенко. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

372. Мокриевич, Г. Л. Как учитывать биологические формы азота и фосфора / Г. Л. Мокриевич // Сб. науч. тр. / Донской ГАУ. – п. Персиановский, 2002.– С. 10-17.
373. Молосов, В. П. Агроклиматические основы севооборотов / В. П. Молосов. – М.: Сельхозиздат, 1953. – Т. 3. – С. 171-350.
374. Мониторинг цен на пшеницу [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://agro-bursa.ru/prices/wheat/>
375. Морозов, В. И. Севообороты, плодородие чернозема и устойчивость агроэкосистем лесостепи Поволжья / В. И. Морозов, М. И. Подсевалов, Е. А. Петухов // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – С. 65-69.
376. Мосолов, В. П. Краткое руководство по полеводству Татарии / В. П. Мосолов – Казань: Татиздат, 1961. – 64 с.
377. Мосолов, И. В. Физиологические основы применения минеральных удобрений / И. В. Мосолов. – М.: Колос, 1968. – 175 с.
378. Мотренко, Т. Г. Обзор агрометеорологических условий в динамике по зоне зерноградской государственной селекционной станции (1930-1963 гг.) / Т. Г. Мотренко. – М.: Россельхозиздат, 1966. – Т. 3.: Селекция и семеноводство. – С. 3-11.
379. Мотренко, Т. Г. Исторический обзор засух в Ростовской области за 73 года и приспособляемости растений пшеницы к ним / Т. Г. Мотренко. – Зерноград, 1971. – 64 с.
380. Мотренко, Т. Г. Деятельность зерноградской государственной селекционной станции за 60 лет (1910-1970 гг.): исторический очерк / Т. Г. Мотренко. – Зерноград, 1971. – 102 с.
381. Мощенко, Ю. Б. Новое в основной обработке почвы в степной зоне Западной Сибири / Ю. Б. Мощенко // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 8-9.
382. Мудрова, А. А. Селекция озимой твердой пшеницы на адаптивность и изменение сортов в результате селекционной работы / А. А. Мудрова, В. В. Костин // Пшеница и тритикале. – Краснодар, 2001. – С. 118-134.

383. Мудрова, А. А. Селекция озимой твердой пшеницы на Кубани: монография / А. А. Мудрова. – Краснодар: Агропромиздат, 2004. – 190 с.
384. Музыкантов, П. Д. О сроках внесения азотных удобрений // Химия в сельском хозяйстве. – 1970. – № 2. – С. 24.
385. Музычкин, Е. Т. Удобрения сельскохозяйственных культур при орошении на предкавказских черноземах Ростовской области / Е. Т. Музычкин // Тр. почвенного ин-та. – М., 1960. – Т. 55. – С. 33-35.
386. Мухин, Н. Д. Пути повышения урожайности зерновых культур в РСФСР / Н. Д. Мухин. – М., 1966. – С. 189-190.
387. Назаренко, О. Г. Оперативная информация о запасах влаги и азота в почве под посевами озимой пшеницы урожая 2015 года на тестовых полях / О. Г. Назаренко, В. И. Продан. – п. Рассвет: типография Донского НИИСХ, 2015. – 50 с.
388. Назаренко, О. Г. Оперативная информация о запасах влаги и азота на тестовых полях под посевами озимой пшеницы урожая 2019 года / О. Г. Назаренко. – п. Рассвет: ГЦАС «Ростовский» 2019. – 24 с.
389. Найдёнов, А. С. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы / А. С. Найдёнов, Н. М. Мащенко // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко: в 4-х т. – Краснодар, 2004. – Т. 4.: Механизация. Земледелие. Защита растений. Экономика. – 390 с.
390. Найдин, П. Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур / П. Г. Найдин. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 263 с.
391. Наймарк, Л. Б. Продуктивность озимой пшеницы Мироновская 808 и ППГ 186 при различных нормах высева и фонах питания в совхозе имени Чкалова Горьковского района: сб. науч. тр. Белорусской СХА / Л.Б. Наймарк, С.Ф. Бранцевич. – Горки, 1973. – Т. 103. – С. 63-70.
392. Нарциссов, В. Яровые колосовые как предшественники озимых культур / В. Нарциссов, А. Савин // Земледелие. – 1973. – № 4. – С.31-33.

393. Негативное воздействие соломы [Электронный ресурс] Режим доступа: https://studbooks.net/76211/agropromyshlennost/negativnoe_vozdeystvie_solomy
394. Немцев, Н.С. Основные направления совершенствования систем земледелия в современных условиях / Н.С. Немцев // Агроэкологические проблемы биогенного загрязнения в современных условиях: сб. науч. тр. – Ульяновск, 1996. – Т.13. – С. 14-23.
395. Николаев, М. Е. Формирование высоких урожаев озимой ржи в зависимости от норм высева и фонов питания в условиях северо-восточной части БССР / М. Е. Николаев. – Горки, 1969. – 24 с.
396. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и вопросы повышения урожайности растений / А. А. Ничипорович // Вестник с.-х. науки. – 1966. – № 2. – С. 1-12.
397. Новиков, В. М. Эффективность систем основной обработки почвы в севообороте / В. М. Новиков // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 24-25.
398. Новоселов, В. П. Продуктивность севооборотов и бессменной пшеницы в северо-западной зоне Курганской области / В. П. Новоселов // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения: сб. науч. тр. – г. Миасское: 2008. – С. 103-107.
399. Носатовский, А. И. Пшеница. Биология / А. И. Носатовский. – М.: Колос, 1965. – 568 с.
400. Носко, Б. С. Закономерность действия азотных, фосфорных и калийных удобрений на обыкновенном и типичном черноземе с разным уровнем содержания фосфора / Б. С. Носко, Н. А. Кучир, А. А. Егоршин // Агрохимия. – 1980. – № 10. – С. 26-32.
401. О качестве зерна 2010-2016 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/o-kachestve-zerna-2010-2016.html>
402. Объемная масса зерна [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://agrarnyisector.ru/rastenevodstvo/obemnaya-massa-zerna.html>
403. Общие показатели качества зерна [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://infopedia.su/15x62b6.html>,

404. Овсянникова, Г. В. Зависимость продуктивности новых сортов озимой пшеницы от уровня минерального питания на обыкновенном черноземе: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Овсянникова Галина Владимировна. – п. Персиановский, 2002. – 147 с.
405. Овсянникова, Г. В. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы в зависимости от обеспеченности почвы влагой и основными элементами питания / Г. В. Овсянникова, Е. Д. Кривошеева // Научное обеспечение стабильности производства зерновых культур. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2008. – С. 332-337.
406. Овсянникова, Г.В. Состояние температурного режима в южной зоне Ростовской области 2003-2015 гг. / Г. В. Овсянникова, Н. Г. Янковский, А. С. Попов, А. А. Сухарев // Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК: сб. науч. тр. междун. науч.-практ. конфер. / СКНИИМЭСХ. – зерноград, 2016. – С. 168-175.
407. Орлова, Л. В. Быть или не быть ресурсосберегающим технологиям в России? / Л. В. Орлова // Земледелие. – 2007. – № 2. – 18 с.
408. Осин, А. Е. Нормы высева, сроки сева и урожай озимых культур / А. Е. Осин // Селекция и сортовая агротехника зерновых культу: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1980. – С. 135-142.
409. Павлов, А. Н. Качество клейковины и факторы его определяющие / А. Н. Павлов // Сельскохозяйственная биология. – 1992. – № 1. – С. 3-16.
410. Павлов, Д. П. Что необходимо знать о качестве экспортного зерна / Д. П. Павлов. – М.: Внешторгиздат, – 1957. – 87 с.
411. Пазюк Ю. Твердая наука [Электронный ресурс] / Ю. Пазюк. //Агро инвестор. 31.10.2013 Режим доступа: <http://www.agroinvestor.ru/technologies/article/14739-tverdaya-nauka>
412. Панников, В. Д. Эффективность удобрений в различных почвенно-климатических условиях / В. Д. Панников // Эффективность удобрений при различных погодных и климатических условиях: тр. ВИУА. – М., 1985. – С. 3-7.

413. Пакудин, В. З. Рекомендации по технологии возделывания кукурузы на Дону / В. З. Пакудин, Е. Ф. Носков, А. Н. Землянов и др. – Зерноград, 1994. – 31 с.
414. Переведенцев, Ю. П. Современные глобальные и региональные изменения окружающей среды и климата / Ю. П. Переведенцев, М. А. Верещагин, К. М. Шанталинский [и др.]. – Казань, 1999. – 96 с.
415. Передериева, В. М. Эффективность различных способов основной обработки чистого пара в засушливых условиях / В. М. Передериева, О. И. Власова, Ю. В. Козлов // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – Т. 2. – 344 с.
416. Перекальский, М.Ф. Яровая пшеница / М.Ф. Перекальский. – М., Сельхозгиз, 1961. – 279 с.
417. Перфильев, Н. В. Ресурсосбережение при основной обработке тёмно-серой лесной почвы в Тюменской области / Н. В. Перфильев // Матер. координ. совета по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия, 18 марта 2005 г. – Екатеринбург, 2005. – 100 с.
418. Пестряков, А. М. На принципах разноглубинности и многовариантности / А. М. Пестряков // Земледелие. – 2007. – № 2. – 18 с.
419. Петербургский, А. В. Агрохимия и физиология питания растений / А. В. Петербургский. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 334 с.
420. Петербургский, А. В. Рост мирового производства, применение минеральных удобрений и урожай / А. В. Петербургский, А. В. Постников // Агрохимия. – 1981. – № 5. – С.136.
421. Петров, Г. И. Твердые пшеницы в степи Ставрополя / Г. И. Петров, П. И. Безгин. – Буденновск: ОНО ПОСС, 1993. – 24 с.
422. Петрова, Л. Н. Эффективность основных факторов интенсивного возделывания озимой пшеницы при различных погодных условиях / Л. Н. Петрова // Земельные ресурсы Ставропольского края и приёмы повышения производительности почв. – Ставрополь, 1985. – С. 3-24.
423. Петрова Л. Н. Роль зернобобовых культур в экологизации земледелия аридных территорий / Л. Н. Петрова, И. Б. Колесников // Рациональное

природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. – М.: Изд-во «Современные тетради», 2003. – 584 с.

424. Погребная, О. В. Экологические проблемы тёмно-каштановых почв Ростовской области / О. В. Погребная // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. – М.: Изд-во «Современные тетради», 2003. – 584 с.

425. Подколзин, А. И. Плодородие почвы и эффективность удобрений в земледелии юга России / А. И. Подколзин. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 182 с.

426. Подлесных, В. Н. Зернообразование и структура урожайности озимой твердой, тургидной и мягкой пшеницы в лесостепи ЦЧР / В. Н. Подлесных // Матер. междунауч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов: «Инновационные технологии и технические средства для АПК» / Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. – Воронеж: Изд-во Воронежского ГАУ, 2015 – С. 46-53.

427. Подлесных, Н. В. Урожай и качество зерна сортов озимой твердой пшеницы в лесостепи ЦЧР / Н. В. Подлесных, Л. М. Власова // Совершенствование технологий производства зерновых, кормовых и технических культур в ЦЧР: сб. науч. тр., посвященный 75-летию проф. В. А. Федотова. – Воронеж, 2011. – С. 49-56.

428. Подлесных, Н. В. Особенности прохождения этапов органогенеза, фаз роста и развития, урожайность и качество озимой твердой и мягкой пшеницы в условиях лесостепи Воронежской области / Н. В. Подлесных // Вестник Воронежского ГАУ. – 2015. – № 3 (46). – С. 12-22.

429. Подлесных, Н. В. Чистая продуктивность фотосинтеза и прирост биомассы посевов разных видов озимой пшеницы в условиях ЦЧР / Н. В. Подлесных // Коняевские чтения; V юбилейная междунауч.-практ. конф.; посвящается 100-летию со дня рождения выдающегося ученого и педагога, д-ра с.-х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки РСФСР Коняева Николая Федоровича: сб. науч. тр. – Екатеринбург: «Альфа Принт», 2016. – С. 353-355.

430. Подлесных, Н. В. Влияние обработки растений рострегулирующими препаратами на урожайность озимой твердой пшеницы в условиях Воронежской области / Н. В. Подлесных, Е. А. Купряжкин // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2016. – № 1 (9). – Т. 9. – С. 93-96.
431. Подлесных, Н. В. Урожайность и фотосинтетическая деятельность посевов озимой твердой, тургидной и мягкой пшеницы в условиях ЦЧР / Н. В. Подлесных // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: электрон. сб. науч. тр. I междунаучно-практич. интернет-конфер., посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». – с. Солёное Займище, 2016. – С. 2361-2376.
432. Подлесных, Н. В. Фотосинтетическая деятельность посевов разных видов озимой пшеницы в условиях лесостепи центрального Черноземья / Н. В. Подлесных // Вестник Воронежского ГАУ. – 2016. – № 2 (49). – С. 19-30.
433. Поликарпов, Л. А. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / Л. А. Поликарпов // «Вклад молодых учёных в развитие аграрной науки XXI века»: матер. междунар. науч. -практ. конфер. молодых учёных и специалистов, 2-3 марта, 2004. – Рязань, 2004. – С. 29-31.
434. Полякова, Г. Д. Приемы использования минеральных удобрений с целью улучшения качества зерна на выщелоченном и карбонатном черноземах Кубани / Г. Д. Полякова // Итоги работы географической сети опытов с удобрениями: книга. – Белгород, 1977. – С. 142.
435. Пономарева, А. Г. Содержание подвижного фосфора в почве в зависимости от удобрений и коррелятивная связь с урожайностью // Агрохимия. –1973. – № 6. С. 17-23.
436. Понятия «качество зерна» и «состояние зерновой массы» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.activestudy.info/ponyatiya-kachestvo-zerna-i-sostoyanie-zernovoj-massy/>
437. Попов, А. С. Срок посева твердой озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области / А. С. Попов, Н. Г. Янковский // Всероссийская школа молодых учёных и

специалистов «Перспективные технологии для современного сельского хозяйства», 27-28 июня 2012 г.: сб. науч. тр. / НИИСХ им. В.В. Докучаева. – Каменная степь: НИИСХ им. В.В. Докучаева, 2012. – С. 159-163.

438. Попов, А. С. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области / А. С. Попов, Н. Г. Янковский, Г. В. Овсянникова и др. // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 3 (21). – С. 56-59.

439. Попов, А. С. Влияние гидротермических условий на урожайность твёрдой озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области / А. С. Попов, Г. В. Овсянникова, Н. Г. Янковский, Н. Е. Самофалова // Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК: сб. науч. тр.. 9-й междунар. научно-практ. конфер. «Инновационные разработки для АПК» / СКНИИМЭСХ. – зерноград, 2014. – С. 67-72.

440. Попов, А. С. Влияние гидротермических условий вегетации на урожайность твёрдой озимой пшеницы. / А. С. Попов, Г. В. Овсянникова, Н. Е. Самофалова // Инновационные разработки молодых ученых для агропромышленного комплекса России и стран СНГ: сб. науч. тр. II междунар. научно-практ. конфер. молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов / ГНУ ВНИИ риса. – Краснодар, 2014. – С. 147-148.

441. Попов, А. С. Сорт курант и технология его возделывания / А. С. Попов, Н. Е. Самофалова // Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий: сб. научн. тр. междунар. научно-практ. конфер. / ФГБНУ Прикаспийский НИИ аридного земледелия. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. – С.168-170.

442. Попов, А. С. Роль предшественников и погодных условий во влагообеспеченности твердой озимой пшеницы / А. С. Попов, Г. В. Овсянникова, Н. Е. Самофалова, Е. Д. Кривошеева // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 5 (41). – С. 46-50.

443. Попов, А. С. Влияние глубины посева семян на многоузловость, глубину залегания узлов кущения, урожайность и качество твердой озимой пшеницы / А.

- С. Попов, Н. Е. Самофалова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 4. – Т. 29. – С. 28-30.
444. Попова, Е. П. Микроструктура зерна и семян / Е. П. Попова. – М.: Колос, 1979. – 224 с.
445. Посыпанов, Г. С. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Г. В. Коренев. – М.: Колос, 1997. – 448 с.
446. Протасова, Н. А. Химические элементы в жизни растений / Н. А. Протасова, А. Б. Беляев // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – № 3. – С. 25-32.
447. Пруцков, Ф. М. Повышение урожайности озимых культур / Ф. М. Пруцков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 204 с.
448. Пруцкова, М. Г. Руководство по апробации сельскохозяйственных культур (зерновые, крупяные и зернобобовые культуры): монография / М. Г. Пруцкова. – М.: Колос, 1976. – 376 с.
449. Пряженникова, О.Е., Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды / О. Е. Пряженникова // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2011. – №3 (47). – С. 9-13.
450. Прянишников, Д. Н. Агрехимия / Д. Н. Прянишников. – М.: Сельхозгиз, 1940. – 644 с.
451. Прянишников, Д. Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР / Д. Н. Прянишников. – М.: Издательство АН СССР, 1945. – 348 с.
452. Прянишников, Д. Н. Избранные произведения: в 3-х томах / Д. Н. Прянишников. – М., 1952. – Т. 1. – 212 с.
453. Прянишников, Д. Н. Частное земледелие: Растение полевой культуры. Избр. соч. / Д. Н. Прянишников. – М., 1954. – Т. 2. – 710 с.
454. Прянишников, Д. Н. Об удобрении полей и севооборотах: Избранные произведения / Д. Н. Прянишников. – М.: МСХ СССР, 1962. – 255 с.
455. Пухальский, В. А. К проблеме использования мировых растительных ресурсов в селекции пшеницы: в книге «Вопросы первичного семеноводства и апробации сортовых посевов»; доклад-обобщение на соискание учен. степ. д-ра

с.-х. наук по совокупности опубликованных и выполненных работ / В. А. Пухальский. – Л.: ВИР, 1971. – 116 с.

456. Пучков, Ю. М. Особенности селекции полукарликовых сортов озимой пшеницы / Ю. М. Пучков, Л. А. Беспалова, А. Я. Волков, Е. Н. Ли // Сб. науч. тр. КНИИСХ. – Краснодар, 1982. – С.20-28.

457. Пшеницы мира: под ред. Д. Д. Брежнева. – М.: Колос, 1976. – 487 с.

458. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут – М.: Колос, 1972. – 308 с.

459. Рекомендации по применению удобрений в ТАССР на 1984 год. – Казань, 1984. – 73 с.

460. Рекомендации по внесению удобрений. [Электронный ресурс] – 2017. Режим доступа: <http://agrotest.com/ru/article/rekomendatsii-po-vneseniyu-udobrenij>

461. Рекомендации по использованию соломы на удобрение в Ставропольском крае. [Электронный ресурс] – 2017. Режим доступа: <https://www.stavagroland.ru/wp-content/uploads/2017/08/recom-using-straw-for-fertilizer-in-stavropol.pdf>

462. Ремесло, В. Н. Мироновские пшеницы / В. Н. Ремесло. – М.: Колос, 1976. – 336 с.

463. Ремесло, В. Н. Урожай и качество озимой пшеницы в зависимости от сорта, нормы высева и доз удобрений / В. Н. Ремесло и др. // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – № 10. – С. 63-69.

464. Ремесло, В. Н. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника пшеницы / В. Н. Ремесло // Избр. труды В. Н. Ремесло. – М.: Колос, 1981 г. – 301 с.

465. Ремесло, В. Н. Сортовая агротехника пшеницы / В. Н. Ремесло, В. Ф. Сайко. – Киев: Урожай, 1981. – С. 82-85.

466. Ремесло, В. Н. Селекция и сортовая агротехника пшеницы интенсивного типа. / В. Н. Ремесло. – М.: Колос, 1982. – 303 с.

467. Рихтер, Г. Д. Роль снежного покрова в земледелии / Г. Д. Рихтер. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 111 с.

468. Рихтер, Г. Д. Вопросы изучения снега и использования его в народном хозяйстве / Г. Д. Рихтер. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 175 с.

469. Роде, А. А. Почвенная влага / А. А. Роде. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 456 с.
470. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде – Л.: Гидрометиздат, 1969. – Т. 1. – 661 с.
471. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде – Л.: Гидрометиздат, 1969. – Т. 2. – 287 с.
472. Роль фосфора в жизни растений и применении фосфорных удобрений в рисоводстве / А. Х. Шеуджен и др. – Краснодар, 1995. – 38 с.
473. Романенко, А. А. Технология возделывания озимой твердой пшеницы в Краснодарском крае / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, А. А. Мудрова и др. – Краснодар, 2005. – 62 с.
474. Романенко, А. А. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, И. Н. Кудряшов, И. Б. Аблова. – Краснодар, 2005. – 224 с.
475. Романенко, А. А. Ресурсосберегающая технология производства озимой твердой пшеницы: рекомендации / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, А. А. Мудрова, И. Н. Кудряшов и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 52 с.
476. Романенко, Г. А. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата: резюме коллективной монографии / Г. А. Романенко, А. Л. Иванов, А. А. Завалин и др. – Спб., 2009. – 96 с.
477. Рузанов, А. Ю. Опыт возделывания озимой пшеницы в ООО «Гелио-Пакс-Агро-4» Михайловского района Волгоградской области / А. Ю. Рузанов // Матер. VII-VIII регион. конф. молодых исследователей Волгоградской обл. / Волгоградская ГСХА. – Волгоград, 2004. – С. 29-31.
478. Рымарь, С. В. Длительное применение различных способов основной обработки и плодородие чернозёма обыкновенного / С. В. Рымарь // Земледелие. – 2007. – № 3. – 21 с.
479. Савицкий, М. С. Биологические и агротехнические факторы высоких урожаев зерновых культур / М. С. Савицкий. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 172 с.

480. Савицкий, М. С. Определение нормы высева зерновых культур по оптимальному стеблестою / М. С. Савицкий. – М.: Сельхозиздат, 1956. – 52 с.
481. Самойлов, В. Д. Хлеборобам Кубани помогают рекомендации учёных / В. Д. Самойлов, А. И. Кузьменко, А. И. Трубилин // Земледелие. – 2000. – № 5. – С.11.
482. Самофалова, Н. Е. Итоги селекции озимой тургидной пшеницы на Дону / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, Л. Н. Ковтун // Селекция озимой пшеницы: сб. науч. тр. / ВНИИСЗК. – зерноград, 2001. – С. 186-191.
483. Самофалова, Н. Е. Селекция тургидной и твердой пшеницы на зимостойкость / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, Л. Н. Ковтун // Селекция озимой пшеницы: сб. науч. тр. / ВНИИСЗК. – зерноград, 2001. – С. 198-207.
484. Самофалова, Н. Е. Твердая озимая пшеница: достижения, проблемы, перспективы / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, Л. Н. Ковтун и др. // Зерновое хозяйство России. – 2009. – № 1. – С. 7-14.
485. Самофалова, Н. Е. Амазонка – новый экологически устойчивый сорт озимой твердой пшеницы / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, Е. В. Ионова, О. А. Дубинина // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 3 (9). – С. 5-9.
486. Самофалова, Н. Е. Роль селекции в повышении урожайности и улучшении хозяйственно-биологических признаков и свойств у пшеницы твердой озимой / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, О. А. Дубинина, Е. В. Ионова // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 6 (18). – С. 19-25.
487. Самофалова, Н. Е. Твердая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство): научно-практ. рекомендации / Н. Е. Самофалова, А. С. Попов, Н. П. Иличкина и др. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2012. – 80 с.
488. Самофалова, Н. Е. Урожайность и качество современных сортов твердой озимой пшеницы селекции ГНУ ВНИИСЗК им. И.Г. Калининко / Н. Е. Самофалова, О. А. Дубинина, Н. П. Иличкина, Н. Е. Васюшкина // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 1 (25). – С. 51-55.

489. Самофалова, Н. Е. Сорт озимой пшеницы Агат донской / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, О. А. Дубинина и др. // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10 (128) – С. 28-33.
490. Самофалова, Н. Е. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна: науч.-практ. рекомендации / Н. Е. Самофалова, М. М. Копусь, О. В. Скрипка и др. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2014. – 32 с.
491. Самофалова, Н. Е. Кристелла – новый высококачественный сорт твердой озимой пшеницы / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, М. М. Копусь и др. // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 3 (22). – С. 23-27.
492. Самофалова, Н. Е. Использование метода SDS – седиментации в оценке исходного материала твердой озимой пшеницы на качество / Н. Е. Самофалова, М. А. Лещенко, А. П. Самофалов, М. М. Копусь // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 4 (34). – С. 25-31.
493. Самофалова, Н. Е. Достижения и проблемы селекции твердой озимой пшеницы / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, М. А. Лещенко и др. // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 6 (36) – С. 15-2.
494. Самофалова, Н. Е. Сорт Аксинит и технология его возделывания / Н. Е. Самофалова, А. С. Попов, Н. П. Иличкина и др. // Вклад аграрной науки в развитие земледелия юга Российской Федерации: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию института, и школы молодых ученых и специалистов «Инновационное развитие АПК», 16-19 июля 2015 г. / Нижне-Волжский НИИСХ. – Волгоград: ООО «СФЕРА», 2015. – С. 283-286.
495. Самофалова, Н. Е. Лазурит – новый высокопродуктивный сорт озимой твердой пшеницы / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, О. А. Дубинина и др. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 6. – С. 54-57.
496. Самофалова, Н. Е. Сорта и гибриды зерновых и кормовых культур / Н. Е. Самофалова, О. В. Скрипка, Д. М. Марченко и др. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Медиа-Полис», 2015. – 128 с.

497. Самофалова, Н. Е. Мечта и явь академика И. Г. Калининко в создании озимой твердой пшеницы / Н. Е. Самофалова // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 1. – С. 3-9.
498. Самофалова, Н. Е. Сорта и гибриды: каталог / Н. Е. Самофалова, О. В. Скрипка, Д. М. Марченко и др. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2016. – 128 с.
499. Самофалова, Н. Е. Сорта и гибриды ФГБНУ «АНЦ «Донской»: каталог / Н. Е. Самофалова, О. В. Скрипка, Д. М. Марченко и др. – Воронеж, 2017. – 128 с.
500. Самофалова, Н.Е. Сорта и гибриды ФГБНУ «АНЦ «Донской»: каталог / Н. Е. Самофалова, О. В. Скрипка, Д. М. Марченко и др. – Ростов-на-Дону, 2018. – 128 с.
501. Самсонов, М. М. Сильные и твердые пшеницы СССР / М. М. Самсонов. – М.: Колос, 1967. – 168 с.
502. Самсонова, Н. Е. Использование соломы в качестве органического удобрения: учебно-методическое пособие / Н. Е. Самсонова. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014.– 16 с.
503. Самсонова, Н. Е. Комплексная диагностика питания растений: справочное издание / Н. Е. Самсонова. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. – 40 с.
504. Сандухадзе, Б. И. Влияние азотной подкормки сортов озимой пшеницы нового поколения на урожай, качество, рентабельность / Б. И. Сандухадзе, Е. В. Журавлев // Агрехимический вестник. – 2011. – № 5. – С. 6-8.
505. Сандухадзе, Б. И. Озимая пшеница Нечерноземья в решении продовольственной безопасности Российской Федерации / Б. И. Сандухадзе, Е. В. Журавлёва, Г. В. Кочетыгов. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2011. – 156 с.
506. Сапега, В. А. Эффективность яровой пшеницы и климатическая составляющая ее изменчивости в условиях Северного Казахстана / В. А. Сапега, Г. Ш. Турсумбекова // Зерновое хозяйство. – 1995. – № 1. – С.16-19.
507. Свисюк, И. В. Погода и урожайность озимой пшеницы на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье / И. В. Свисюк. – Л.: Гидрометеиздат. – 1980. – 208 с.

508. Свисюк, И. В. Погода и урожайность озимой пшеницы на Северном Кавказе и Нижнем Поволжье / И. В. Свисюк. – Ростов-на-Дону: Акра, 2005 – 312 с.
509. Сдобников, С. С. В расчёте на засушливый год / С. С. Сдобников // Земледелие. – 2000. – № 2. – С. 10–11.
510. Сдобников, С. С. Защита почв от ветровой эрозии в хозяйствах Западной Сибири / С. С. Сдобников // Земледелие. – 2000. – № 2. – С. 11-12.
511. Сдобников, С. С. Новое в теории и практике обработки почвы / С. С. Сдобников // Земледелие. – 2000. – № 2. – С. 4-8.
512. Сдобников, С. С. Плотность почвы как показатель её плодородия / С. С. Сдобников // Земледелие. – 2000. – № 2. – С. 12-13.
513. Сдобников, С. С. Проблемы степного земледелия / С. С. Сдобников // Земледелие. – 2000. – № 2. – 9 с.
514. Серебрякова, Т. И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков / Т. И. Серебрякова. – М.: Наука, 1971. – 358 с.
515. Сизова, Е. С. Влияние фона минерального питания, сроков внесения азотных удобрений, норм высева на продуктивность, фитоценотические свойства посева и качество зерна озимой ржи сорта Дымка: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Сизова Е. С. – Тверь, 2003. – 198 с.
516. Синещенов, В. Е. Вынос азота и фосфора соломой яровой пшеницы при минимализации основной обработки почвы на разных уровнях химизации / В. Е. Синещенов, Г. И. Ткаченко // Вестник Алтайского ГАУ. – 2019. – № 5 (175). – С. 12-18.
517. Синягин, И. И. Площади питания растений / П. И. Синягин. – М.: Россельхозиздат, 1966. – 144 с.
518. Синягин, И. И. Площади питания растений / И. И. Синягин. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 383 с.
519. Синягин, И. И. Эффективность минеральных удобрений в условиях недостаточного увлажнения: обзор / И. И. Синягин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1976. – № 2. – С. 5-13.

520. Сиротин, Ю. П. Осенняя подкормка озимых / Ю. П. Сиротин // Земледелие. – 1963. – № 9. – С. 16-20.
521. Скляр, Ю. А. Проблемы глобального и регионального изменения климата / Ю. А. Скляр, Г. Ф. Иванова // Известия Саратовского университета: новая серия: выпуск 2. – 2002. – Т. 2. – С. 44-48.
522. Скорняков, С. М. Зеленая родословная / С. М. Скорняков – М.: Агропромиздат, 1989. – 171 с.
523. Слейчер, Р. О. Водный режим растений / Р. О. Слейчер. – М.: Мир, 1970. – 365 с.
524. Слесарев, В. Н. Энергосберегающие приёмы обработки сибирских чернозёмов / В. Н. Слесарев, Н. И. Буянкин, М. М. Шмидт // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 19.
525. Смирнов, А. А. Влияние комплексного применения микроудобрений и системы основной обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур / А. А. Смирнов, З. А. Кирасиров, Н. В. Криушин, Д. Н. Белов // Развитие агропромышленного комплекса: перспективы, проблемы и пути решения: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 450-летию г. Астрахань, 4–11 августа 2008 г. – Астрахань: дом «Астраханский университет», 2008. – 235 с.
526. Смирнов, Н. Д. Минеральные удобрения и их применение / Н. Д. Смирнов. – М., 1960. – 144 с.
527. Созинов, А. А. Озимая твердая пшеница – ценное сырье для пищевой промышленности / А. А. Созинов, И. Г. Павлович, О. Л. Шкуратова // Селекция и семеноводство. – 1962. – № 6. – С. 38-40.
528. Созинов, А. А. Определение макаронных качеств зерна озимых твердых пшениц / А. А. Созинов, О. Л. Шкуратова // Селекция и семеноводство. – 1963. – № 3. – С. 37-40.
529. Созинов, А. А. Технологические свойства зерна озимой твердой пшеницы и пути их улучшения / А. А. Созинов, Л. Ф. Жукова, О. Л. Шкуратова // Вопросы генетики, селекции и семеноводства: сб. науч. тр.: выпуск 8. – Одесса, 1968. — С. 154-168.

530. Созинов, А. А. Урожай и качество зерна / А. А. Созинов. – М.: Знание, 1976. – 64 с.
531. Соколов, А. В. Агрохимия фосфора / А. В. Соколов. – М.-Л.: АН СССР, 1950. – 152 с.
532. Соколов, А. В. Зафосфачивание почв и последствие фосфорных удобрений / А. В. Соколов // Агрохимия. – 1976. – № 2. – С. 3-11.
533. Сорока, Т. А. Сравнительная продуктивность сортов озимой пшеницы при разработке элементов адаптивной технологии ее возделывания на черноземе южном оренбургского Предуралья / Т. А. Сорока, В. Б. Щукин // Известия Оренбургского ГАУ. – 2012. – № 6 (38). – С. 56-59.
534. Старов, М. В. Удобрения и урожай сильных пшениц / М. В. Старов // Сельское хозяйство Северного Кавказа. – 1962. – № 12 – С. 12-18.
535. Степанов, А. Н. Пути повышения качества сильной пшеницы / А. Н. Степанов, М. Г. Пономарев. – М.: Россельхозиздат, 1977. – С. 40.
536. Стороженко, А. Ю. Влияние различных факторов на урожайность озимой пшеницы / А. Ю. Стороженко // Зерновые и кормовые культуры России: сб. науч. тр. / ВНИИСЗК – зерноград, 2002. – 348 с.
537. Страшная, А. И. Агрометеорологическая оценка состояния озимых зерновых культур в период прекращения вегетации с использованием наземных и спутниковых данных на примере Приволжского федерального округа [Электронный ресурс] / А. И. Страшная, С. А. Барталев, Т. А. Максименкова и др. // Гидрометеорологические прогнозы: труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации: выпуск 351 – Режим доступа: http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr345/strash_w.pdf
538. Строение, рост и развитие зерновых хлебов [Электронный ресурс] АНО ЦКОФР – Режим доступа: <http://www.ckofr.com/selhoznauki/62-stroenie-rost-?start=6>
539. Строна, И. Г. Общее семеноведение полевых культур/ И. Г. Строна// М.: Колос, 1996. - 464 с.

540. Сухарев, А. А. Различные виды основной обработки почвы и урожай озимой пшеницы / А. А. Сухарев, В. И. Таранин, Н. Г. Янковский // Междунар. науч.-техн. конфер. «Инновационные технологии для АПК России», 14–15 мая 2008 г.: сб. науч. тр. / ВНИПТИМЭСХ. – Волгоград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. – 343 с.
541. Суюндуков, Я. Т. Засорённость посевов при различных способах основной обработки почвы / Я. Т. Суюндуков, М. Б. Суюндукова, М. Г. Сираев // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 26-27.
542. Сысуев, В. А. Методические аспекты прецизионно-адаптивного растениеводства / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Современные сельскохозяйственные технологии в Республике Мордовия: сб. матер. регион. науч.-практ. конфер. – Саранск, 2004. – С. 238-246.
543. Сычев, В. Г. Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве: производственно-практ. издание / В. Г. Сычев, О. А. Шаповал, И. П. Можарова. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 220 с.
544. Тарасенко, Б. И. Обработка почвы: учебное пособие: 3-е перераб. и доп. изд. / Б. И. Тарасенко, А. С. Найденов, Н. И. Бардак [и др.]. – Краснодар: Кубанский ГАУ. – 2015. – 176 с.
545. Тверже – значит дороже / Сельхозпроизводители некоторых засушливых регионов увеличивают посевы твердой пшеницы [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ikar.ru/press/2304.html>
546. Телитченко, Н. И. Влияние предшественников, норм высева на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Телитченко Николай Иванович. – Волгоград, 2002. – 20 с.
547. Темнова, С. С. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сортов и сроков посева / С. С. Темнова // Матер. XI регион. конфер. молодых исследователей Волгоградской области, 8-10 ноября 2006 г. / Волгоградская ГСХА. – Волгоград, 2006. – С. 35-36.

548. Теоретические и практические Основы проведения азотной подкормки посевов озимой Пшеницы применительно к Условиям 2008 года. [Электронный ресурс] Агрохимический бюллетень №11 – 14 с. Режим доступа: http://www.eurochem.ru/wp-content/uploads/2010/10/20080411123213_9247.pdf
549. Тимирязев, К. А. Борьба растений с засухой: избранные сочинения в 4-х томах / К. А. Тимирязев. – М.: Сельхозгиз, 1957. – Т. 1.– С. 205-209.
550. Тимошенко, А. Твердая пшеница / А. Тимошенко, В. Козлов // «Город N». – 2005. – № 26 – С. 5-6.
551. Тихонов, В. Е. Влияние погодных факторов на формирование качества зерна твердой пшеницы в природных зонах оренбургского Приуралья / В. Е. Тихонов, М. П. Долгалёв, К. В. Митрофанов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – № 9. – С. 155-158.
552. Толочек, Н. Н. Инновационные резервы роста зернового производства / Н. Н. Толочек // Нива Поволжья. – 2013. – № 3. – С. 148-153.
553. Трушин, В. Ф. Интенсивное земледелие Среднего Урала: ч. 1 / В. Ф. Трушин. – Свердловск, 1990. – 245 с.
554. Трушин, В. Ф. Интенсивное земледелие Среднего Урала: ч. 2 / В. Ф. Трушин. – Свердловск, 1990. – 242 с.
555. Туманов, И. И. Физиологические основы зимостойкости растений культурных растений / И. И. Туманов – Л.: Сельхозгиз., 1940. – 357 с.
556. Тупицын, Н. В. Сроки сева озимой пшеницы / Н. В. Тупицын, С. В. Валяйкин, А. В. Жирнов // Земледелие. – 2004. – № 4. – С. 20.
557. Турчин, Ф. В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений / Ф. В. Турчин – М.: Колос, 1972. – 335 с.
558. Тюпаков, Э. Ф. Озимая пшеница на Северном Кавказе: монография / Э. Ф. Тюпаков, Т. Я. Бровкина. – Элиста: Кубанский гос. аграрный ун-т, 2008. – 325 с.
559. Уваров, Г. И. Роль сорта и предшественника в повышении урожая и качества зерна озимой пшеницы / Г. И. Уваров, В. В. Смирнова, С. И. Смуров // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 15-16.

560. Уланова, Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы / Е. С. Уланова. – М.: Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.
561. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата: резюме коллективной монографии / Г. А. Романенко, А. Л. Иванов, А. А. Завалин [и др.]; под ред. А. Л. Иванова, И. Б. Ускова. – СПб, 2009. – 96 с.
562. Урожайность [Электронный ресурс] Большая советская энциклопедия
Режим доступа: wikipedia.org/wiki/Урожай; <https://gufo.me/dict/bse/Урожайность>
563. Уханова, О. И. Высокоурожайные сорта сильной и твердой пшеницы / О. И. Уханова, Е. М. Белоусова, А. Н. Рыжкова. – М.: Колос, 1979. – 136 с.
564. Уханова, О. И. О сроках сева и нормах высева новых сортов озимой пшеницы / О. И. Уханова, Л. А. Савина // Земледелие. – 1983. – № 5.– С. 32-33.
565. Фазы роста зерновых культур и их характеристика [Электронный ресурс].
Режим доступа: http://studopedia.ru/15_40713_fazi-rosta-zernovih-kultur-i-ih-harakteristika.html
566. Фазы роста зерновых культур и их характеристика [Электронный ресурс]
Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/18434.html>
567. Фарниев, А. Т. Биоэкологические особенности новых сортов озимой твердой пшеницы для степной зоны РСО-Алания / А. Т. Фарниев, Л. М. Базаева, М. А. Плиев // Известия горского ГАУ. – 2010. – № 1 (47). – С. 14-16.
568. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]
Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516.
569. Фёдоров, Н. А. Сортовая реакция озимой пшеницы на нормы высева в связи с удобрениями в условиях полесья и лесостепи УССР / Н. А. Фёдоров, И. Ф. Бондарь // Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур: книга. – М.: Колос, 1971. – С. 28-33.
570. Федотов, А. А. Система обработки почвы в севооборотах сухой степи / А. А. Федотов // Сб. науч. тр. Прикумской опытно-селекционной станции. – Будённовск, 2002. – 178 с.

571. Федотов, В. А. Озимая твердая пшеница и возможность ее культуры в ЦЧР / В. А. Федотов, В. В. Козлобаев, А. Н. Крицкий // Особенности технологий возделывания зерновых и кормовых культур в ЦЧР: сб. науч. тр. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 1998. – С. 41-46.
572. Федотов, В. А. Озимая твердая пшеница в лесостепи Воронежской области / В. А. Федотов, В. В. Козлобаев, А. Н. Крицкий // Проблемы с.-х. производства на современном этапе и пути их решения: тез. докл. – Белгород, 1999. – С. 24.
573. Федотов, В. А. Результаты сортоизучения озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи ЦЧР / В. А. Федотов, В. В. Козлобаев, А. Н. Цыкалов // Приемы повышения величины и качества урожаев луговых и полевых культур в ЦЧР: сб. науч. тр. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2002. – С. 120-126.
574. Федотов, В. А. Выживаемость, урожайность и качество зерна озимой твердой и тургидной пшеницы / В. А. Федотов, В. В. Козлобаев, В. Б. Подлесный // Аграрная наука. – 2007. – № 10. – С. 24-25.
575. Федотов, В. А. Зимостойкость, урожай и качество зерна разных сортов озимой твердой пшеницы в условиях лесостепи Воронежской области / В. А. Федотов, В. В. Козлобаев, Л. М. Власова // Вестник Воронежского ГАУ. – 2012. – № 2 (33). – С. 22-26.
576. Федотов, В. А. Результаты изучения возделывания твердой и тургидной озимой пшеницы в условиях лесостепи Центрального Черноземья / В. А. Федотов, Л. М. Власова, Н. В. Подлесных и др. // Вестник Воронежского ГАУ. – 2015. – № 4-2 (47). – С. 11-18.
577. Фомин, В. Н. Научные основы и агротехнические приемы формирования высокопродуктивных посевов овса в лесостепи Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Фомин В. Н. – Казань, 1999. – 476 с.
578. Хайретдинов, С. И. Реакция сортов яровой пшеницы на условия возделывания и приемы повышения качества семян в Предуральной степи Башкирии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук 06.01.01 / Хайретдинов С. И. – Уфа, 1976. – 24 с

579. Халиуллин, К. З. Эффективность севооборотов и систем обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии в Башкортостане / К. З. Халиуллин, Т. И. Киекбаев, Р. К. Нафиков // Матер. координ. совета по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия, 18 марта 2005 г. – Екатеринбург, 2005. – 100 с.
580. Халиуллин, К. З. Минимизация обработки почвы в Республике Башкортостан / К. З. Халиуллин, М. М. Давлетшин, Т. И. Хаматшин // Земледелие. – 2007. – № 3. – 18 с.
581. Ходаницкий, В. Формирование продуктивности колоса у зерновых / В. Ходаницкий, О. Ходаницкая // Пропозиция. – 2017. – № 4. – С. 78-80.
582. Хорошилов, И. И. Причина гибели озимых, посеянных под урожай 1969 года и меры её предотвращения / И. И. Хорошилов // Зерновые и масличные культуры. – 1970. – № 7. – С. 32-38.
583. Церлинг, В. В. Как «кормить» растения (Диагностика питания растений) / В. В. Церлинг. – М.: Знание, 1965. – 47 с.
584. Цибулько, В. С. Деякі питання морфології кушціни пшениці / В. С. Цибулько // Украинский ботанический журнал. – 1958. – № 3. – Т.15. – С. 27-36.
585. Цивенко, И. А. Чистые и занятые пары под озимые культуры / И. А. Цивенко. – М.: Колос, 1969. – 136 с.
586. Цильке, Р. А. Генетические основы селекции мягкой яровой пшеницы на продуктивность в Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук 06.01.05 / Цильке Р. А. – ВИР. – Спб., 1993. – 17 с.
587. Цыкалов, А. Н. Влияние предшественников и сроков посева на урожайность и качество зерна озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Цыкалов А. Н. – Воронеж, 2002. – 20 с.
588. Цуркан, К. П. Современный подход к системе питания культур/ К. П. Цуркан / Практика использования КАС в крупных агрохолдингах. – Киев, 2010. – 63 с.

589. Чепец, А. Д. Оценка качества зерна и зернопродуктов / А. Д. Чепец, И. В. Петровская, Е. М. Фалынсков // Метод. указания и раб. тетрадь к лабор. занятиям / Донской ГАУ. – Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2002. – 39 с.
590. Чепурин, Г. Е. Техника для ресурсосберегающих технологий производства зерна в экстремальных условиях / Г. Е. Чепурин // Машинные технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях: науч. тр. / ВИМ. – М.: ВИМ, 2000. – Т. 135. – С. 75-83.
591. Чечулин, Ю. А. Прогнозирование технологических параметров дисковых почвообрабатывающих орудий на этапе их проектирования / Ю. А. Чечулин, К. А. Сохт // Междун. науч.-техн. конфер. «Инновационные технологии для АПК России», 14–15 мая 2008 г.: сб. науч. тр. / ВНИПТИМЭСХ – зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. – 343 с.
592. Чистота и масса 1000 семян. [Электронный ресурс] Земледелие и растениеводство – Режим доступа: <http://belagrobiznes.ru/agronomiya/zemledelie-i-rasteniievodstvo/448-chistota-i-massa-1000-semyan>
593. Чуб, М. П. Оптимизация систем удобрения в засушливом Поволжье / М. П. Чуб, С. В. Гюрова и др. // Агрехимия. – 2000.– № 6.– С.68-70.
594. Чуданов, И. А. Ресурсосберегающие системы обработки почв в Среднем Поволжье / И. А. Чуданов. – Самара, 2006. – 236 с.
595. Чудинов, А. Г. Нормы высева зерновых культур / А. Г. Чудинов. – Молотов, 1956. – 32 с.
596. Чулкина, В. А. Агротехнический метод защиты растений: учебное пособие / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Ю. И. Чулкин, Г. Я. Стецов; под ред. акад., первого вице-президента РАСХН А. Н. Каштанова. – М.: ИВЦ «Маркетинг», Новосибирск: ООО «Издательство ЮКОА», 2000. – С. 31-41.
597. Шабаев, А. И. Особенности обработки почвы в различных зонах и агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 13-15.
598. Шабаев, А. И. Совершенствование технологий и технических средства для обработки почвы в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев // Машинные

- технологии и техническое обеспечение устойчивого производства зерна в засушливых условиях: науч. тр. / ВИМ.– М.: ВИМ, 2000. – Т. 135. – С. 40-54.
599. Шабаев, А. И. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимой пшеницы: методические рекомендации / А. И. Шабаев, Н. В. Михайлин, А. И. Прянишников и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 68 с.
600. Шагаев, В. Я. Влияние азотных подкормок на урожайность и качество зерна озимой пшеницы по разным предшественникам / В. Я. Шагаев // Научные труды: выпуск 28. – Саратов, 1970. – С. 68-69.
601. Шапошникова, И. М. Удобрение озимой пшеницы на черноземах засушливой зоны Северного Кавказа: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Шапошникова Инна Митрофановна. – Ростов-на-Дону, 1974. – 353 с.
602. Шапошникова, И. М. Эффективность прикорневой подкормки озимой пшеницы / И. М. Шапошникова, Л. И. Макарова, И. К. Тихий, П. Л. Лебедева // Пути повышения плодородия почв и технология возделывания полевых культур в Ростовской области: сб. статей ДЗНИИСХ: выпуск X.– п. Рассвет, 1978. – С. 57-59.
603. Шапошникова, И. М. Фосфатный режим почвы при систематическом внесении удобрений в севооборотах / И. М. Шапошникова // Пути повышения урожайности зерновых культур на Дону. – Ростов-на Дону: Кн. изд-во, 1980. – С. 20-23.
604. Шапошникова, И. М. Эффективность фосфорных удобрений на мицеллярно-карбонатных черноземах / И. М. Шапошникова, А. И. Гармашев // Агрохимия. – 1981. – № 7. – С. 26-29.
605. Шевченко, С. Н. Производство высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье: науч.-практ. руководство / С. Н. Шевченко, В. А. Корчагин, О. И. Горянин и др. – Самара: Сам НЦ РАН, 2009. – 75 с.
606. Щекутьева, Н. А. Формирование элементов структуры урожая яровой тритикале при различных нормах высева / Н. А. Щекутьева // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 4 (28) – С. 123-132.

607. Шелепов, В. В. Влияние условий выращивания на тип цветения и качество зерна пшеницы / В. В. Шелепов // Селекция и семеноводство. – 1968. – № 3. – С. 77-78.
608. Щербин, А. Н. Определение и корректировка норм высева / А. Н. Щербин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – С. 24-29.
609. Щербина, П. А. Перспектива применения мульчирования почв в хозяйствах Краснодарского края / П. А. Щербина, Т. Р. Толорая, О. А. Жук // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко: в 4 т. – Краснодар, 2004. – Т. 4: Механизация. Земледелие. Защита растений. Экономика. – 390 с.
610. Щербина, П. А. Мульчирующая технология возделывания зерновых колосовых культур / П. А. Щербина, К. А. Сохт, А. К. Кириченко // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко: в 4 т. – Краснодар, 2004. – Т. 4: Механизация. Земледелие. Защита растений. Экономика. – 390 с.
611. Шестаков, П. А. Снижение затрат при возделывании яровой пшеницы в условиях среднего Урала / П. А. Шестаков, И. С. Бызов // Матер. координ. совета по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия, 18 марта 2005 г. – Екатеринбург, 2005. – 100 с.
612. Шиголев, А. А. Методика составления фенологических прогнозов: сб. методич. указаний по анализу и оценке агрометеорологических условий / А. А. Шиголев. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – С. 5-18.
613. Шикула, Н. К. Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия / Н. К. Шикула, Г. В. Назаренко. – М.: ВО, Агропромиздат, 1990. – 319 с.
614. Ширинян, М. Х. Альтернативные системы применения удобрений в энергосберегающих технологиях возделывания озимых колосовых культур / М. Х. Ширинян, В. К. Бугаевский // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко: в 4 т. – Краснодар, 2004. – Т. 4: Механизация. Земледелие. Защита растений. Экономика. – 390 с.

615. Шиятый, Е. И. Качество зерна яровых культур и адаптация агротехнологий к почвенно-климатическим условиям / Е. И. Шиятый, Л. А. Пуалаккайнан // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 1. – С. 3-15.
616. Шмук, А. А. Наблюдения над режимом нитратов в условиях полевых культур в черноземной почве Кубанской области: труды опытных учреждений Дона и Северного Кавказа / А. А. Шмук. – Ростов-на-Дону, 1924. – С. 25.
617. Юмашев, Н. П. Севообороты в повышении продуктивности пашни / Н. П. Юмашев, И. А. Трунов // Вопросы современной науки и практики: университет им. В.И. Вернадского. – 2006. – № 3 (5). – С. 33-38.
618. Юркин, С. Н. Повышение эффективности удобрений в интенсивном земледелии / С. Н. Юркин. – М.: Россельхозиздат, 1979 – С. 61.
619. Юрьев, В. Я. Селекция и семеноводство: избранные труды / В. Я. Юрьев. – Киев: Урожай, 1971. – 350 с.
620. Юсов, В. С. Проблемы производства макаронных изделий / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Тенденции и факторы развития агропромышленного комплекса Сибири: докл. науч.-практ. конфер. – Кемерово, 2005. – С. 224-226.
621. Юсов, В. С. Яровая твердая пшеница Омский изумруд / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Ю. В. Колмаков, Л. В. Мешкова // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 4. – С. 56-61.
622. Юсов, В. С. Генофонд программы Касиб в селекции яровой твердой пшеницы для условий западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: электрон. сб. науч. тр. I междун. науч.-практ. интернет-конфер., посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». – с. Солёное Займище, 2016. – С. 2361-2376.
623. Яковлев, Н. Н. Климат и зимостойкость озимой пшеницы / Н. Н. Яковлев. – Л., 1966. – 419 с.
624. Якушкина, Н. И. Физиология растений / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М.: Гуманитар. изд-во центр ВЛАДОС, 2005. – 463 с.

625. Янковский, Н. Г. Технология возделывания ячменя на Дону / Н. Г. Янковский. – Ростов-на-Дону: Терра, 2005. – 223 с.
626. Янковский, Н. Г. Возделывание зерновых колосовых культур в условиях юга России: монография / Н. Г. Янковский. – Ростов-на-Дону: Изд-во ВСЭИ, 2011. – 184 с.
627. Янковский, Н. Г. Влияние водного режима почвы на урожайность твердой озимой пшеницы в зависимости от предшественников / Н. Г. Янковский, А. С. Попов, Е. Д. Кривошеева, М. Е. Кравченко // Матер. юбилейной междунауч.-практ. конф., посвященной 80-летию заслуженного деятеля науки России, д-ра с.-х. наук, профессора В.А. Алабушева, 17-18 февраля 2011 г. / Донской ГАУ – п. Персиановский, 2011. – С. 140-143.
628. Янковский, Н. Г. Влияние сроков и норм посева на продуктивность твердой озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области / Н. Г. Янковский, А. С. Попов, Н. Е. Самофалова / 7-я междунауч.-практ. конф. «Агроинженерная наука в повышении энергоэффективности АПК», 11-12 апреля 2012 г.: сб. науч. тр. / СКНИИМЭСХ. – Зерноград, 2012. – С. 124-128.
629. Янковский, Н. Г. Влияние сроков посева и предшественников на урожайность и посевные качества семян твердой озимой пшеницы / Н. Г. Янковский, А. С. Попов, Н. А. Вахрушев, Е. Б. Кудашкина // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 1. – С. 46-50.
630. Alemu, A. Genetic diversity and population structure analysis based on the high-density SNP markers in Ethiopian durum wheat. / A. Alemu, T. Feyissa, T. Letta, B. Abeyo // BMC Genet – 2020. 21,(1) - P. 98-111.
631. Babulicová, M. The influence of winter wheat continuous cropping and fertilization on the crop yields and microbial soil diversity / M. Babulicová, N. Faragová // Cereal Research Communications. – 2014. – 42 (2). – P. 326-337.
632. Bencivelli A., Francia: una semina del grano ragionata per rege ad ettaro elevato / A. Bencivelli // L. informatore Agrario. – 1982. – V. 38. – № 38. – P. 22621-22625.
- Cormier, F. A multi-environmental study of recent breeding progress on nitrogen use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) / F.

633. Fawzia B., Abdelkader A. , Sana B , Safa B. Analysis of the main agronomic characters of some barley varieties and the genetic characterization of their descendency after a full diallel cross. *Acta Scientifica Naturalis.* / B. Fawzia, A. Abdelkader, B. Sana, B. Safa Type: Journal Article | Publisher: Sciendo | Publish. – 2020. – № 1. – P. 98–111.
634. Carles, J. La verse du ble consequence du desequilibre carbone-azote // J.Carles, *La Nature (Paris).* – 1962. – P. 321-328.
635. Cormier, F. A multi-environmental study of recent breeding progress on nitrogen use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) / F. Cormier, S. Faure, P. Dubreuil, S. Praud, J. Le Gouis // *Theoretical and Applied Genetics.* – 2013. – Volume 126 (12). – Pages 3035-3048.
636. Heide, A. Untersuchungen über der populationsdynamik wandernder wurzelnematoden in Fruchtfolgen mit hoher Getreidekonzentration / A. Heide // *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz.* – 1975. – B. 11. – H. 2. – S. 111-124.
637. Lacolla, G. Effects of mineral and organic fertilization with the use of wet olive pomace on durum wheat performance. / Lacolla, G., Fortunato, S., Nigro, D. // *Int J Recycl Org Waste Agricult.* – 2019. № 8 – P. 245-254.
638. Meier, B. Fahrqassen im Getreide / B. Meier. ~ Zohnunter - nehmen in Zand – und Forstwirtschaft. – 1982. – Bd. 37. – № 2. – S. 76-78.
639. Neumann, H. Probleme der weizenmonokultur aus – betriebswirtschaftlicher sicht/ H. Neumann // *Mitteilungen der DLG.* – 1974. – Bd. 89. – H. 9. – S. 244-246.
640. Johansson, J.O. Vetets hritisha aldrar / J.O. Johansson / *I Zantmannen.* – 1984. – V. 105. – № 19. – P. 56-59.
641. Petelkau, H. Bodenbearbeitungssteuerung / H. Petelkau, M. Dannowski // *Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Münchenberg, FZB-Report 1985.* – S. 24-33.
642. Pittman T. An observational association between inputs at planting and crop yield on a Saskatchewan farming operation /Pittman T. // *Canadian J. of Plant Science.* – 2020. - №100(4). – P.435-444.

643. Podlesnykh, N.V. Net photosynthesis rate and biomass buildup in winter wheat species in the conditions of central chernozem zone / N.V. Podlesnykh //Междун. заочной научно-практ. конфер. «Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования. Министерство сельского хозяйства РФ. Департамент научно-технологической политики и образования. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Кафедра иностранных языков и деловой международной коммуникации, Совет молодых ученых и специалистов Воронеж, 01-30 апреля 2016 г.: сб. науч. тр. – Воронеж, 2016. – С. 49-52.
644. Gotsova V., Gotsov K. Influence of lodging on the yield and quality of wheat // Rast. Nauri (Sofia). V. Gotsova, K. Gotsov– 1965. – Vol. 2. – P. 33-39.
645. Schonberqer, H., Barrels J. Anbautechnik Roggen: dunn drillen und dick dunqen / H. Schonberqer, J. Barrels // Top Agrar. – 1985. – № 10. – S. 40-46.
646. Sissons, M. Durum Wheat. Chemistry and Technology / M. Sissons, J. Abecassis, B. Marchylo, M. Carcea. St. Paul. Minnesota: AACCC International. Inc, 2012. – 300 с.
647. Soriano, M. A. Efficiency of water use of early plantings of sunflower / M. A. Soriano, F. Ordaz, F.J. Villalobos, E. Fererez // Eur. J. Agron. – 2004. – № 21. – P. 465- 476.
648. Schulz, J. Letreidebestellungentwedereder / J. Schulz. – Diz-Landtechn.- Z. 1979. – 30. – 8. – P.1098-103.
649. Stefani F, Similar Arbuscular Mycorrhizal Fungal Communities in 31 Durum Wheat Cultivars (*Triticum turgidum* L. var. durum) Under Field Conditions in Eastern Canada Front Plant Sci. [Электронный ресурс] / F. Stefani, S. Dupont, M. Laterrière, R. Knox, Y. Ruan, C. Hamel, M. Hijri // Frontiers in Plant Science. – 2020. – №11
Режим доступа: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01206>
650. Zeleny, L. Wheat sedimentation test / L. Zeleny //Cereal Sci. Tadoy. – 1962. – Vol. 7. – № 7. – P. 226-230
651. Wiebe, G. Der Pflanzenschutz als Produktionsfaktor im intensiven getreidebauf / G. Wiebe // Kali - Briefe. – 1975. – Bd. 12. – H. 7. – S.1-8.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы [387, 388]

Запасы влаги	Количество продуктивной влаги, мм
Отличные	> 160
Хорошие	140-160
Удовлетворительные	120-140
Недостаточные	80-120
Плохие	< 80

Приложение 2

Влагообеспеченность согласно классификации Е.К. Зоидзе, Т.В. Хомяковой [212]

ГТК	Влагообеспеченность
>1,5	Избыточная
1,50-1,41	Повышенная
1,40-1,11	Достаточная (оптимальная)
1,10-0,76	Недостаточная
0,75-0,61	Низкая (слабая засуха)
0,60-0,41	Очень низкая (средняя засуха)
0,40-0,21	Исключительно низкая
<0,20	Катастрофически низкая (очень сильная засуха)

Приложение 3

Оценка полегания зерновых культур [171, 371, 543]

Полегание, балл	Описание	Угол наклона стеблей по отношению к почве	Степень возможности машинной уборки
1	растения полегают сильно и задолго до уборки	0°	непригодны
2	сильное полегание	30-15°	Затруднена
3	среднее полегание	45-30°	Возможна
4	слабое полегание	70-45°	Возможна
5	растения совсем не полегают	-	Возможна

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное учреждение
 «Государственная комиссия Российской Федерации
 по испытанию и охране селекционных достижений»

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 66566

Пшеница твердая озимая

ЯХОНТ

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 16.04.2018

ПО ЗАЯВКЕ № 8559204 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 24.12.2014

Патентообладатель(и)
 ФГБНУ 'АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР 'ДОНСКОЙ'

Автор(ы) : **ПОПОВ АЛЕКСЕЙ СЕРГЕЕВИЧ**
 ГРИЧАНИКОВА Т.А., ДУБИНИНА О.А., ИЛИЧКИНА И.П., ИОНОВА Е.В., КОПУСЬ М.М.,
 ЛЕШЕНКО М.А., МАРЧЕНКО Д.М., ПОДГОРНЫЙ С.В., РОМАНОКИНА И.В.,
 САМОФАЛОВ А.П., САМОФАЛОВА Н.Е., САРЫЧЕВА И.И., САЧКО Т.П., СКРИПКА О.В.,
 ШИШКИН Н.В.

*Зарегистрировано в Государственном реестре
 охраняемых селекционных достижений*

Врио председателя



Д.И. Паспеков

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 63498

Пшеница твердая озимая

ТЕЙЯ

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 28.12.2016

ПО ЗАЯВКЕ № 8655027 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 23.12.2013

Патентообладатель(и)

ФГБНУ 'ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ИМ. И.Г. КАЛИНЕНКО'

Автор(ы) : **ПОПОВ АЛЕКСЕЙ СЕРГЕЕВИЧ**

ВАСЮШКИНА И.Е., ГРИЧАНИКОВА Т.А., ДУБИННИНА О.А., ИГНАТЬЕВА Н.Г.,
ИЛИЧКИНА Н.П., ЛЕЩЕНКО М.А., МАРЧЕНКО Д.М., ПОДГОРНЫЙ С.В.,
РОМАНИЮКИНА И.В., САМОФАЛОВ А.П., САМОФАЛОВА И.Е., САЧКО Т.П., СКРИПКА
О.В.

*Зарегистрировано в Государственном реестре
охраняемых селекционных достижений*



В.С. Волощенко

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

**АВТОРСКОЕ
СВИДЕТЕЛЬСТВО**
№ 61041

Пшеница твердая озимая

ДИОНА

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 20.11.2015

ПО ЗАЯВКЕ № 8653074 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 09.01.2013

Патентообладатель(и)

ФГБНУ 'ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ИМ. И.Г. КАЛИНЕНКО'

Автор(ы) : **ПОПОВ АЛЕКСЕЙ СЕРГЕЕВИЧ**

ВАСЮШКИНА Н.Е., ГРИЧАНИКОВА Т.А., ДУБИНИНА О.А., ИЛИЧКИНА Н.П., ИОНОВА
Е.В., КОПУСЬ М.М., ЛЕЩЕНКО М.А., МАРЧЕНКО Д.М., ПОДГОРНЫЙ С.В.,
РОМАШКОКИНА И.В., САМОФАЛОВ А.П., САМОФАЛОВА Н.Е., СКЛЯРОВА С.В.,
СКРИПКА О.В.

Зарегистрировано в Государственном реестре
охраняемых селекционных достижений

Председатель



В.С. Волощенко

Выписка из протокола № 9
Заседания Ученого совета ФГБНУ «АНЦ «Донской»
от 24 октября 2017 г.

СЛУШАЛИ:

о передаче на государственное сортоиспытание сорта твердой озимой пшеницы Услава (840/11) рекомендованного для изучения в 5, 6 и 8 регионах Российской Федерации.

ПОСТАНОВИЛИ:

4. Просить Государственную комиссию по испытанию и охране селекционных достижений принять сорт озимой твердой пшеницы **Услава** на испытание, с включением в посев осенью 2018 года на государственных сортоучастках, расположенных в зонах, рекомендуемых для внедрения.

5. Считать заявителем сорта Услава ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской».

6. Утвердить список авторов с долей участия:

1. Самофалова Н.Е.	23%
2. Иличкина Н.П.	22%
3. Дубинина О.А.	13%
4. Авраменко М.А.	5%
5. Марченко Д.М.	5%
6. Скрипка О.В.	5%
7. Шишкин Н.В.	5%
8. Копусь М.М.	5%
9. Гричаникова Т.А.	4%
10. Самофалов А.П.	4%
11. Романюкина И.В.	3%
12. Подгорный С.В.	3%
13. Попов А.С.	3%

Председатель

А.В. Алабушев

Секретарь

А.В. Гуреева



ФГБУ "ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ИСПЫТАНИЮ И ОХРАНЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ"

Орликов пер., 1/11, Москва, 107139
Тел. : (495) 607-86-26; Факс (495) 411-83-66

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ ЗАЯВКИ

Кому : ФГБНУ 'АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР 'ДОНСКОЙ'
Адрес : 347740, РОСТОВСКАЯ ОБЛ., Г. ЗЕРНОГРАД, НАУЧНЫЙ ГОРОДОК, Д.3

Культура Пшеница твердая озимая
Сорт / Гибрид УСЛАДА

Ваша заявка на выдачу патента прошла процедуру предварительной экспертизы.

Заявке присвоен № 74707 / 8262624 Дата регистрации 11.12.2017
Год начала испытаний 2018 Дата приоритета 11.12.2017

Решение по Вашей заявке будет принято после:

- оценки на ООС по результатам испытаний на ГСУ. Вы должны выслать в указанные ниже пункты испытаний с отметкой "идентификация" необходимое количество посадочного материала:

ИПАТОВСКИЙ	ул. Бакинская, 31, г. Ипатово, Ставропольский край, 356630	кг. семян	колосьев
		4	180

В установленные сроки Вам необходимо оплатить соответствующие госпошлины и выслать копии платежных поручений в отдел Регистрации Госкомиссии. Размер пошлин указан в рублях:

4	Экспертиза селекционного достижения на новизну	руб.	330
5	Испытание селекционного достижения на отличимость, однородность и стабильность		5280

Пошлины принимаются на прилагаемый счет.

Платеж производится отдельно по каждому заявленному селекционному достижению. В платежном поручении необходимо указать код госпошлины в соответствии с положением о патентных госпошлинах на селекционные достижения, культуру и название сорта (гибрида), за который производится платеж.

"18" 01.18

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА РЕГИСТРАЦИИ
И ГОСРЕЕСТРОВ

О.М. ПЕРЦУХОВА

Требования к качеству зерна твердой озимой пшеницы ГОСТ 9353-2016
[154]

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для твердой пшеницы класса				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Тип, подтип	II тип, 1-й и 2-й подтипы; VI тип				
					Допускается смесь типов
Зерна пшеницы других типов, %, не более	10,0	15,0			Не ограничивается
в том числе белозерной пшеницы	2	4	8	10	
Состояние	В здоровом, не греющемся состоянии				
Цвет	Свойственный здоровому зерну данного типа и подтипа				
	Допускается первая степень обесцвеченности	Допускается первая и вторая степени обесцвеченности		Допускается любая степень обесцвеченности	Допускается любая степень обесцвеченности и потемневшая
Запах	Свойственный здоровому зерну пшеницы, без плесневого, солодового, затхлого и других посторонних запахов				
Массовая доля белка, % на сухое вещество, не менее <*>	13,5	12,5	11,5	10,0	Не ограничивается
Количество клейковины, %, не менее	28,0	25,0	22,0	18,0	Не ограничивается
Качество клейковины не ниже II группы, ед. ИДК	18 - 102				Не ограничивается
Число падения, с, не менее	200	200	150	80	Не ограничивается
Стекловидность, %, не менее	85	85	70	Не ограничивается	

Продолжение приложения 8

Натура, г/л, не менее	770	745	710	Не ограничивается
Влажность, %, не более	14,0			
Сорная примесь, %, не более	2,0			5,0
в том числе: минеральная примесь,	0,3			1,0
в том числе:				
галька	0,1			
испорченные зерна	0,2			
Зерновая примесь, %, не более	5,0			15,0
Зерна ржи, ячменя (по совокупности), относимые к зерновой примеси, %, не более	2,0	4,0		В пределах ограничительной нормы общего содержания зерновой примеси
<p><*> Содержание белка определяют по требованию покупателя.</p> <p>Примечание – Твердую пшеницу, соответствующую требованиям 4-го и 5-го классов по всем показателям, кроме количества и качества клейковины, относят к 4-му и 5-му классам с добавлением слова "крупяная".</p>				

Приложение 9

Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от нормы высева и срока посева по предшественнику черный пар (2017-2019 гг.)

Сроки посева (фактор А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Содержание в зерне, %		Натура зерна, г/л
		белка	клейковины	
10 сентября	3	15,2	25,9	799,6
	4	15,2	25,8	798,3
	5	15,0	25,6	797,7
20 сентября	3	15,5	26,2	803,1
	4	15,3	26,0	800,1
	5	15,2	25,9	799,4
30 сентября	3	15,6	26,3	804,8
	4	15,4	26,1	802,4
	5	15,4	26,0	800,9
10 октября	3	15,8	27,1	798,6
	4	15,8	27,1	797,8
	5	15,7	27,0	796,2
НСР _{0,05} (А)		1,3	3,1	8,3
НСР _{0,05} (В)		1,5	2,7	8,5
НСР _{0,05} (АВ)		1,6	2,9	8,4

Приложение 10

Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от нормы высева и срока посева по предшественнику подсолнечнику (2017-2019 гг.)

Сроки посева (фактор А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Содержание в зерне, %		Натура зерна, г/л
		белка	клейковины	
10 сентября	5	11,7	23,5	776,0
	6	11,4	21,2	773,2
	7	11,2	20,3	772,2
20 сентября	5	12,3	23,6	776,3
	6	12,0	21,4	773,8
	7	11,5	20,4	771,2
30 сентября	5	12,0	21,8	776,0
	6	11,6	21,3	773,0
	7	11,3	20,1	770,8
10 октября	5	11,5	21,3	774,2
	6	11,3	21,1	773,4
	7	11,1	20,0	770,0
НСР _{0,05} (А)		1,3	3,7	6,3
НСР _{0,05} (В)		1,5	3,6	7,1
НСР _{0,05} (АВ)		1,4	3,6	6,5

Приложение 11

Уровень обеспеченности почвы основными элементами питания, мг/кг [64]

Обеспеченность	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Очень низкая	5-10	5-10	150-200
Низкая	11-15	11-15	201-250
Средняя	16-20	16-20	251-300
Повышенная	21-25	21-25	301-350
Высокая	26-30	26-30	351-400
Очень высокая	31-35	31-35	401-450

Приложение 12

Оптимальные уровни-параметры содержания азота, фосфора и калия в надземной части озимой пшеницы по фазам развития, % в сухом веществе [284]

Фаза развития	N	P	K
Кущение	5,0-5,4	0,4-0,55	3,5-4,2
Колошение	2,1-2,5	0,25-0,40	2,0-2,5

Приложение 13

Содержание элементов питания в листьях озимой пшеницы в фазу кущения, % на абсолютно сухую массу [294]

Обеспеченность	N	P	K
Очень низкая	<2,6	<0,26	<1,8
Низкая	2,6-3,1	0,26-0,31	1,8-2,3
Средняя	3,2-4,2	0,32-0,37	2,4-2,8
Ниже оптимальной	4,3-4,8	0,38-0,43	2,9-3,4
Оптимальная	4,9-5,5	0,44-0,49	3,5-4,2
Выше оптимальной	>5,5	>0,49	>4,2

Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от нормы высева и азотной подкормки по предшественнику черный пар (2017-2019 гг.)

Вариант внесения азотной подкормки (фактор А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Содержание в зерне, %		Натура зерна, г/л
		белка	клейковины	
Контроль	3	15,0	26,1	797,9
	4	14,9	25,9	790,3
	5	14,7	25,4	781,3
N ₃₀ , весной по таломерзлой почве	3	15,1	26,2	798,2
	4	15,0	26,0	790,6
	5	14,8	25,4	783,5
N ₃₀ , осенью +N ₃₀ , весной по таломерзлой почве	3	15,3	26,3	800,8
	4	15,1	26,0	792,1
	5	14,9	25,5	787,2
N ₃₀ , весной по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	3	15,5	26,5	804,8
	4	15,3	26,2	800,4
	5	15,1	25,8	799,6
НСР _{0,05} (А)		1,3	3,1	8,3
НСР _{0,05} (В)		1,5	2,7	8,5
НСР _{0,05} (АВ)		1,6	2,9	8,4

Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от нормы высева и доз азотных подкормок по предшественнику подсолнечник

(в среднем за 2017-2019 гг.)

Вариант внесения азотной подкормки (фактор А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор В)	Содержание в зерне, %		Натура зерна, г/л
		белка	клейковины	
Контроль	5	11,0	19,9	776,6
	6	10,9	19,6	770,9
	7	10,7	19,1	760,7
N ₃₀ , весной по таломерзлой почве	5	11,4	21,6	777,4
	6	11,2	20,4	772,6
	7	11,0	19,4	761,2
N ₃₀ , осенью +N ₃₀ , весной по таломерзлой почве	5	12,4	23,7	790,6
	6	12,0	21,8	783,3
	7	11,8	20,7	775,2
N ₃₀ , весной по таломерзлой почве + N ₃₀ , весеннее кушение	5	12,1	23,3	779,1
	6	11,8	21,6	775,4
	7	11,5	20,5	770,0
НСР _{0,05} (А)		1,3	3,7	6,3
НСР _{0,05} (В)		1,5	3,6	7,1
НСР _{0,05} (АВ)		1,4	3,6	6,5

Качественные показатели зерна твердой озимой пшеницы при внесении азотных подкормок по различным предшественникам

Вариант внесения азотной подкормки	Содержание, %		SDS-седиментация, мл
	белка	клейковины	
Предшественник озимая пшеница			
Контроль	13,7	21,2	32,7
N ₃₀ , осенняя подкормка	14,0	23,2	35,0
N ₃₀ , подкормка по таломерзлой почве весной	14,0	22,5	34,7
N ₃₀ , прикорневая подкормка в фазу весеннего кущения	14,0	22,3	34,3
N ₃₀ , внекорневая подкормка в фазу весеннего кущения	13,9	22,3	34,0
HCP _{0,05}	1,1	2,0	3,1
Предшественник кукуруза на зерно			
Контроль	13,7	21,6	32,7
N ₃₀ , осенняя подкормка	14,0	22,7	35,0
N ₃₀ , подкормка по таломерзлой почве весной	14,0	22,8	34,5
N ₃₀ , прикорневая подкормка в фазу весеннего кущения	13,9	22,4	34,0
N ₃₀ , внекорневая подкормка в фазу весеннего кущения	13,9	22,6	34,1
HCP _{0,05}	1,2	1,9	3,0
Предшественник горох			
Контроль	14,5	23,5	33,0
N ₃₀ , осенняя подкормка	14,6	23,7	33,7
N ₃₀ , подкормка по таломерзлой почве весной	14,7	23,8	34,0
N ₃₀ , прикорневая подкормка в фазу весеннего кущения	14,6	23,6	33,7
N ₃₀ , внекорневая подкормка в фазу весеннего кущения	14,6	23,6	33,6
HCP _{0,05}	1,0	1,5	2,8
Предшественник черный пар			
Контроль	14,8	23,7	34,7
N ₃₀ , осенняя подкормка	14,9	23,9	35,2
N ₃₀ , подкормка по таломерзлой почве весной	14,9	23,9	35,3
N ₃₀ , прикорневая подкормка в фазу весеннего кущения	14,9	24,1	35,3
N ₃₀ , внекорневая подкормка в фазу весеннего кущения	14,9	24,2	35,5
HCP _{0,05}	0,9	1,6	2,7

Влияние азотных подкормок осенью и по таломерзлой почве на качество
зерна твердой озимой пшеницы, т/га

Вариант	Предшественник											
	подсолнечник			черный пар								
	Агат донской						Амазонка			Курант		
	содержа- ние в зерне, %		натура, г/л									
	белка	клейкови- ны		белка	клейкови- ны		белка	клейкови- ны		белка	клейкови- ны	
Контроль	12,1	22,1	738	14,1	25,0	752	14,0	25,6	755	13,8	24,8	740
N ₃₀ , осенняя подкормка	12,2	22,5	743	14,2	25,2	754	14,3	25,7	758	14,0	25,0	743
N ₃₀ , подкормка по таломерзлой почве	12,2	22,2	746	14,3	25,3	756	14,4	25,8	760	14,1	25,2	745
НСР _{0,05}	0,9	1,2	8	1,0	2,1	9	1,1	2,1	9	0,9	1,7	8

Содержание NPK в растениях твердой озимой пшеницы по
предшественнику черный пар в зависимости от доз азотных удобрений, %

Вариант внесения азотных удобрений	Весеннее кущение			Колошение		
	N	P	K	N	P	K
Контроль	3,6	0,4	3,5	2,0	0,3	2,0
N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	4,4	0,5	3,9	2,4	0,3	2,1
N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кущения	4,6	0,5	4,0	2,6	0,3	2,1
N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	4,7	0,5	3,9	3,1	0,3	2,1
N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	4,8	0,5	3,9	3,2	0,3	2,1
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	5,0	0,5	4,2	3,4	0,4	2,0
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	5,1	0,5	4,1	3,5	0,4	2,0
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	4,8	0,5	4,0	3,7	0,4	2,2
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения) + мочевина (N ₃₀ , колошение)	4,7	0,5	3,9	3,6	0,4	2,1
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения) + мочевина (N ₃₀ , налив зерна)	4,7	0,5	3,9	3,1	0,4	2,1

Содержание NPK в растениях твердой озимой пшеницы по
предшественнику подсолнечник в зависимости от доз азотных удобрений, %

Вариант внесения азотных удобрений	Весеннее кущение			Колошение		
	N	P	K	N	P	K
Контроль	2,4	0,4	3,0	1,5	0,3	1,4
N ₃₀ – аммиачная селитра, по таломерзлой почве	2,9	0,4	3,1	1,7	0,3	1,5
N ₃₀ – аммиачная селитра, начало весеннего кущения	2,8	0,4	3,1	1,7	0,3	1,5
N ₆₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	3,0	0,4	3,1	1,9	0,3	1,5
N ₆₀ – КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	3,2	0,4	3,2	1,9	0,3	1,6
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + КАС-32 (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	3,3	0,4	3,2	2,1	0,3	1,7
N ₉₀ – сульфат аммония (N ₃₀ , под предпосевную культивацию) + аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	3,2	0,4	3,2	2,0	0,3	1,7
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , по таломерзлой почве + N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения)	3,3	0,4	3,2	2,2	0,3	1,7
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения) + мочевина (N ₃₀ , колошение)	3,2	0,4	3,1	2,2	0,3	1,5
N ₉₀ – аммиачная селитра (N ₃₀ , начало весеннего кущения + N ₃₀ , конец весеннего кущения) + мочевина (N ₃₀ , налив зерна)	3,2	0,4	3,1	2,0	0,3	1,5