

РЕПНИКОВА ВАЛЕНТИНА ИВАНОВНА

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И
КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
МЯГКОЙ (*Triticum aestivum* L.) В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА
ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ**

**Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)**

Автореферат
диссертации на соискателя ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Работа выполнена на кафедре агрономии, селекции и семеноводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет» в 2022- 2024 гг.

Научный руководитель: **Мельникова Ольга Владимировна** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Официальные оппоненты: **Романова Ираида Николаевна** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрономии, садоводства, селекции, семеноводства и землеустройства ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»

Долгополова Наталья Валерьевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

Защита состоится «28» ноября 2025 года в 10 часов на заседании диссертационного совета 35.2.006.02 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, ул. Советская 2а, корпус 4, конференц-зал. E-mail: uchsovet@bgsha.com. Тел. факс: +7(48341) 24-721

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>, на сайте ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <http://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2025 г.

Просим направлять письменный отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, учёному секретарю диссертационного совета.

Учёный секретарь диссертационного совета, кандидат с.-х. наук,
доцент

Никифоров Владимир Михайлович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Озимая пшеница является одной из основных зерновых культур, возделываемых в России. Центральный регион России характеризуется специфическими климатическими условиями, которые могут влиять на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Изучение этих особенностей позволит разработать рекомендации по оптимизации агротехнических приёмов и повышению эффективности производства (Марченко, Иванисов и др., 2019; Некрасова, Демина, 2022; Ашаева, Камнева, Пожидаева, 2023). Различные сорта озимой пшеницы могут иметь разные характеристики урожайности и качества зерна. Изучение этих различий позволяет выбрать наиболее подходящие сорта для конкретных условий возделывания. Изменение климатических условий может влиять на рост и развитие растений, а также на формирование урожайности и качества зерна. Результаты исследования могут помочь адаптировать агротехнические приёмы к изменяющимся условиям. Повышение урожайности и улучшение качества зерна озимой пшеницы может привести к увеличению экономической эффективности сельскохозяйственного производства (Гесть, 2016; Резвякова, 2019, Ничипуренко, Федорова, 2022). Таким образом, исследование особенностей формирования урожайности и качества зерна сортов озимой пшеницы мягкой в Центральном регионе России представляет собой актуальную задачу.

Степень разработанности темы исследований. В трудах отечественных и зарубежных ученых (Малкандуев и др., 2017; Богомолова и др., 2018; Воронин, Котьяк, 2023; Гузенко, Солонкин, 2023; Ivanisov, Gaze, 2023; Sallam, 2019) рассмотрены общие закономерности роста, развития и формирования урожая озимой пшеницы, изучено влияние основных факторов (сроков сева, норм высева, удобрений, обработки почвы) на урожайность и качество зерна озимой пшеницы мягкой. Однако не имеется достаточной научной информации об особенностях формирования продуктивного потенциала новых сортов озимой пшеницы на юго-западе Центрального региона России, данных об оценке кислотоустойчивости пшеницы на начальных этапах онтогенеза и засухоустойчивости сортов по показателям интенсивности транспирации листьев, что особенно актуально в условиях изменяющегося климата в сторону глобального потепления.

Цель исследований - изучить особенности формирования биологической урожайности и качества зерна сортов озимой пшеницы мягкой, оценить сортовую кислотоустойчивость проростков озимой пшеницы, выявить засухоустойчивые сорта по показателям интенсивности транспирации листьев и установить уровень адаптивного потенциала современных сортов озимой пшеницы, возделываемых на серой лесной почве в условиях юго-запада Центрального региона.

Задачи исследований:

- изучить влияние уровня кислотности водной среды на энергию прорастания, всхожесть, длину зародышевого ростка и центрального корешка, сырую биомассу ростков и корешков озимой пшеницы разных сортов; провести ранжирование и выделить наиболее кислотоустойчивые сорта;
- оценить особенности интенсивности транспирации листьев различных сортов озимой пшеницы и установить наиболее засухоустойчивые сорта; оценить корреляционную взаимосвязь интенсивности транспирации листьев растений с биологической урожайностью зерна;
- изучить отличительные морфо-биологические характеристики сортов озимой пшеницы и дать общую фитосанитарную оценку посевов за период исследований;

- провести учет биологической урожайности и определить качество зерна изучаемых сортов озимой пшеницы мягкой;
- оценить адаптивность, пластичность и стабильность сортов пшеницы озимой мягкой по показателю «урожайность» в условиях юго-запада Центрального региона России;
- провести анализ экономической эффективности возделывания сортов озимой пшеницы.

Научная новизна. Впервые для условий юго-западной части Центрального региона России по показателю интенсивности транспирации листьев установлены наиболее засухоустойчивые сорта озимой пшеницы мягкой - Липецкая звезда, Мила, Элегия, Амелия, Ангелина, Немчиновская 85; выделены кислотоустойчивые сорта озимой пшеницы мягкой на начальном этапе онтогенеза (в микрофазу 10) - Ангелина, Рубежная, Мера, ЭН Цефей, ЭН Фотон, СТГ 806015; установлена обратная корреляционная взаимосвязь интенсивности транспирации листьев растений озимой пшеницы с биологической урожайностью зерна ($r = -0,652$), интенсивность транспирации листьев в полдень на 42,5% влияла на уровень будущей биологической урожайности зерна ($F_{\text{факт.}} > F_{05}$); рассчитан уровень адаптивного потенциала современных сортов озимой пшеницы, возделываемых на серой лесной среднесуглинистой почве в условиях юго-запада Центрального региона России; установлено, что сорта озимой пшеницы мягкой Мила, Памяти Федина и СТГ 806015 одновременно сочетают высокую экологическую пластичность и высокую стабильность по показателю «урожайность».

Теоретическая и практическая значимость работы. Научная работа имеет теоретическую и практическую значимость. Результаты полученных исследований могут быть полезны для теоретического растениеводства и применены в сельскохозяйственных предприятиях Центрального региона России, возделывающих озимую пшеницу мягкую.

Методология и методы диссертационного исследования. Методологической основой полевого эксперимента явились принципы оценки продуктивного и адаптивного потенциала современных сортов пшеницы озимой мягкой, оценки кислотоустойчивости проростков пшеницы на начальных этапах онтогенеза и полевой засухоустойчивости по показателю транспирации листьев. Постановку и проведение полевого эксперимента осуществляли согласно методике опытного дела Б.А. Доспехова (2013).

В диссертационном исследовании использовали современные методы полевых, лабораторных, лабораторно-полевых и агрохимических исследований, а также методы математической статистики при интерпретации полученных экспериментальных данных.

Положения, выносимые на защиту:

1. Влияние уровня кислотности водной среды на энергию прорастания, всхожесть, длину и сырую биомассу зародышевых ростков и корешков озимой пшеницы мягкой, ранжирование сортов по кислотоустойчивости.
2. Особенности интенсивности транспирации листьев озимой пшеницы, выделение засухоустойчивых сортов.
3. Формирование биологической урожайности зерна и его качества у сортов озимой пшеницы мягкой на серых лесных почвах юго-запада Центрального региона России.
4. Влияние азотного питания озимой пшеницы на урожайность и качество зерна в условиях юго-запада Центрального региона России.
5. Адаптивность, стабильность и пластичность современных сортов озимой пшеницы мягкой по показателю «урожайность».

Степень достоверности результатов исследований подтверждается статистической обработкой полученных результатов исследований с помощью методов многофакторного дисперсионного анализа, корреляционно-регрессионного анализа, вариационной изменчивости количественных признаков, определением величины наименьшей существенной разницы между опытными и контрольными вариантами, установлением достоверности влияния изучаемых факторов в опыте по Б.А. Доспехову (2013).

Апробация результатов исследований. Основные результаты исследований по теме диссертационной работы докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Ученого совета Агрономического института ФГБОУ ВО Брянский ГАУ в 2022–2025 гг., на Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития аграрной науки» (Брянск, 2022), Международных научно-практических конференциях молодых ученых «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск, 2022, 2023, 2024, 2025), Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию агро-технологического факультета Белорусской ГСХА «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (Горки, 2025).

Производственное внедрение результатов исследований. Полученные результаты исследования внедрены в 2023 и 2024 гг. на серой лесной почве в СПК «Союз» Севского района Брянской области на площади 30 га. Установлено, что на фоне питания N90P90K90 + N30 сорт озимой пшеницы Мера обеспечил среднюю урожайность зерна на уровне 7,2 т/га; сорт Немчиновская 85 – 9,0 т/га и Мила – 9,2 т/га с натурой зерна на уровне базисных кондиций, с содержанием сырой клейковины 28,3–31,0 % ценной по качеству, с массой 1000 семян 52–54 г и числом падения свыше 200 с. Рентабельность производства зерна сортов озимой пшеницы составила 87,0–95,0 %.

Публикации по теме диссертационного исследования. Основные результаты исследований по теме диссертационной работы опубликованы в 14 научных работах, из них 4 – в изданиях из перечня ВАК РФ, 1 работа – в журнале международной базы цитирования *Scopus*. Общий объем опубликованных научных работ по теме диссертации – 7,05 п.л., в том числе долевое участие автора – 5,38 п.л. или 76,3 %.

Личный вклад автора в диссертационное исследование составляет 90% и заключается в определении актуальности темы диссертации, постановке цели и задач исследования, выборе методик исследования, постановке и проведении полевых и лабораторных опытов, анализе и обработке полученных результатов, статистической обработке полученных экспериментальных данных, написании диссертации, формулировании выводов и рекомендаций производству, внедрении полученных результатов в сельскохозяйственное производство.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 197 страницах компьютерного текста, включает в себя: введение, основную часть (состоящую из 3 глав), заключение (выводы и рекомендации производству, перспективы дальнейшей разработки темы), список литературы и приложения. Работа включает 56 таблиц, 22 рисунка и 39 приложений. Список литературных источников состоит из 165 источников, из них - 13 иностранных авторов.

Благодарности. Автор диссертационной работы выражает благодарность за методическую и консультативную помощь научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянского ГАУ Мельниковой О.В.; за ценные научные консультации - докторам сельскохозяйственных наук, профессорам кафедры агрономии, селекции и семеноводства Торикову В.Е. и Дронову А.В., за техническую помощь - работникам учхоза университета, за помощь в проведении лабораторных исследований - сотрудникам Центра коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧАЕМОЙ ПРОБЛЕМЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ)

На основе изученных источников отечественной и зарубежной литературы приводится обзор литературных источников по формированию продуктивного потенциала озимой пшеницы, описываются факторы, влияющие на формирование биологической урожайности и качества зерна озимой пшеницы мягкой, дана оценка влияния уровня кислотности среды на рост и развитие растений озимой пшеницы, описана засухоустойчивость озимой пшеницы и ее влияние на формирование урожайности зерна, интенсивность транспирации листьев озимой пшеницы и ее взаимосвязь с засухоустойчивостью растений, влияние минерального питания растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, адаптивный потенциал, пластичность и стабильность современных сортов озимой пшеницы.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Объекты и место проведения исследований, схемы опытов

Исследования по теме диссертации выполнены в течение 2022-2024 гг. в условиях многолетнего стационарного опыта Брянского государственного аграрного университета. Многолетний стационарный опыт Брянского ГАУ включен в реестр государственной сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами (аттестат длительного опыта № 030 от 17.12. 2004 г).

Объектами исследования являлись 20 сортов и 4 перспективные линии пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) отечественной и иностранной селекции. В качестве контрольного варианта был выбран сорт Мера (st), принятый в государственном сортоиспытании за стандарт.

В течение периода исследований 2022-2024 гг. были организованы и проведены следующие лабораторные и полевые опыты:

Опыт 1. Лабораторный опыт «Влияние кислотности водной среды на энергию прорастания, всхожесть и биометрические показатели всходов семян сортов озимой пшеницы мягкой».

В опыте оценивали сортовую отзывчивость проростков озимой пшеницы на различный уровень кислотности водной среды: pH=5, pH=7, pH=9 (табл. 1).

Таблица 1 - Схема лабораторного опыта №1

Вариант (сорт, линия*)	Кислотность водной среды	Вариант (сорт, линия*)	Кислотность водной среды
1. Мера (st)	pH=7 (нейтральная)	10. ЭН Тайгета	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		pH= 9 (щелочная)
2. Рубежная	pH=7 (нейтральная)	11. ЭН Цефей	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		pH= 9 (щелочная)
3. Памяти Федина	pH=7 (нейтральная)	12. ЭН Альбирео	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		pH= 9 (щелочная)
4. Инна	pH=7 (нейтральная)	13. ЭН Фотон	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		pH= 9 (щелочная)
5. Ангелина	pH=7 (нейтральная)	14. Эритроспе- рум 69/21*	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		pH= 9 (щелочная)

Продолжение таблицы 1

6. Августа	pH=7 (нейтральная)	15. Эритросперум 298/17*	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		pH= 9 (щелочная)
7. Элегия	pH=7 (нейтральная)	16. Эритросперум 74/21 *	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		pH= 9 (щелочная)
8. Липецкая звезда	pH=7 (нейтральная)	17. Эритросперум 223/21*	pH=7 (нейтральная)
	pH=5 (кислая)		pH=5 (кислая)
	pH= 9 (щелочная)		
9. СТРГ 806015	pH=7 (нейтральная)		pH= 9 (щелочная)
	pH=5 (кислая)		
	pH= 9 (щелочная)		

Опыт 2. Лабораторно-полевой опыт «Оценка интенсивности транспирации листьев различных сортов озимой пшеницы мягкой».

С целью оценки засухоустойчивости сортов озимой пшеницы был организован лабораторно-полевой опыт по изучению интенсивности транспирации листьев у изучаемых сортов (табл. 2).

Таблица 2 - Схема лабораторно-полевого опыта №2

Вариант	Интенсивность транспирации листьев, мг/(г*час)	Вариант	Интенсивность транспирации листьев, мг/(г*час)
1. Мера - st	утро (8:00), t=+20 °C	8. Липецкая звезда	утро (8:00), t=+20 °C
	полдень (12:00), t=+27 °C		полдень (12:00), t=+27 °C
	вечер (19:00), t=+25 °C		вечер (19:00), t=+25 °C
2. Инна	утро (8:00), t=+20 °C	9. Немчиновская 85	утро (8:00), t=+20 °C
	полдень (12:00), t=+27 °C		полдень (12:00), t=+27 °C
	вечер (19:00), t=+25 °C		вечер (19:00), t=+25 °C
3. Памяти Федина	утро (8:00), t=+20 °C	10. Мила	утро (8:00), t=+20 °C
	полдень (12:00), t=+27 °C		полдень (12:00), t=+27 °C
	вечер (19:00), t=+25 °C		вечер (19:00), t=+25 °C
4. Ангелина	утро (8:00), t=+20 °C	11. Августа	утро (8:00), t=+20 °C
	полдень (12:00), t=+27 °C		полдень (12:00), t=+27 °C
	вечер (19:00), t=+25 °C		вечер (19:00), t=+25 °C
5. Московская 56	утро (8:00), t=+20 °C	12. Элегия	утро (8:00), t=+20 °C
	полдень (12:00), t=+27 °C		полдень (12:00), t=+27 °C
	вечер (19:00), t=+25 °C		вечер (19:00), t=+25 °C
6. Немчиновская 57	утро (8:00), t=+20 °C	13. Амелия	утро (8:00), t=+20 °C
	полдень (12:00), t=+27 °C		полдень (12:00), t=+27 °C
	вечер (19:00), t=+25 °C		вечер (19:00), t=+25 °C
7. Рубежная	утро (8:00), t=+20 °C	14. Московская 31	утро (8:00), t=+20 °C
	полдень (12:00), t=+27 °C		полдень (12:00), t=+27 °C
	вечер (19:00), t=+25 °C		вечер (19:00), t=+25 °C

Опыт 3. Полевой опыт «Оценка биологической урожайности зерна и его качества у сортов пшеницы мягкой озимой, возделываемых на серой лесной почве в условиях юго-запада Центрального региона России».

Схема полевого опыта представлена в табл. 3.

Таблица 3 - Схема полевого опыта №3

Вариант (сорт)	Вариант (сорт)
1. Мера - st	13. ЭН Тайгета
2. Инна	14. ЭН Альбирео
3. Памяти Федина	15. ЭН Фотон
4. Ангелина	16. ЭН Марс
5. Московская 56	17. Августина
6. Немчиновская 57	18. Элегия
7. Рубежная	19. Амелия
8. Липецкая звезда	20. Московская 31
9. СТРГ 806015	21. Эритроспермум 69/21
10. Немчиновская 85	22. Эритроспермум 74/21
11. Мила	23. Эритроспермум 223/21
12. ЭН Цефей	24. Эритроспермум 298/17

Фон питания и система защиты растений в опыте: N90P90K90 + N30; протравители семян Оплот Трио, ВСК + Табу, ВСК (0,6 + 0,6 л/т); фунгицид Фоликур, КЭ 0,5 л/га (осен. куш), ретардант Стабилан, ВР 460 г/л 2,0 л/га (весен. куш), гербицид Пума, КЭ 1,5 л/га+Балерина Супер, СЭ 0,5 л/га (весен. куш), фунгицид ТитулДуо, ККР (0,3 л/га), инсектицид Эсперо, КС (0,1 л/га).

Опыт 4. Полевой опыт «Влияние уровня азотного питания растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях юго-запада Центрального региона России».

Изучали влияние однократных и двукратных азотных подкормок N30 (аммиачной селитрой 34,5% д.в.) на фоне внесения N90P90K90 (азофоска 16:16:16) на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сортов Московская 56 и Московская 39 (табл. 4). Система защиты посевов, как в опыте 3.

Таблица 4 - Схема полевого опыта №4

Вариант (сорт)	Фон питания
1. Московская 56	1. N90P90K90+N30+N30
	2. N90P90K90+N30
	3. N90P90K90-контроль
2. Московская 39	1. N90P90K90+N30+N30
	2. N90P90K90+N30
	3. N90P90K90-контроль

2.2. Почвенно-климатические условия проведения исследований

Полевые исследования проведены в 2022-2024 гг на многолетнем стационарном опытном поле Брянского ГАУ. Почва опытного участка серая лесная среднесуглинистая, сформированная на лессовидном карбонатном суглинке, хорошо окультуренная. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляло 3,62-3,68 % (по Тюрину); подвижного фосфора – 280-302 и обменного калия 260-268 мг/кг (по Кирсанову), реакция почвенного раствора pH_{KCl} 5,5-5,6 (табл. 5).

Таблица 5 - Агрохимические показатели серой лесной среднесуглинистой почвы под посевами озимой пшеницы на многолетнем стационаре

Годы исследований	Гумус, %	рН _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг почвы	
2022	3,62	5,5	280	260
2023	3,68	5,7	302	268
2024	3,67	5,6	301	264

В годы проведения научных исследований отмечены заметные различия по температурному режиму и влагообеспеченности региона, что дало возможность объективно оценить степень влияния погодных условий на урожайность возделываемых сортов озимой пшеницы (табл. 6).

Таблица 6 - Характер увлажнения вегетационных периодов 2022-2024 гг.

Показатели	Годы		
	2022	2023	2024
Колич. осадков за период с t> +10 °С, мм	635,6	386,0	401,9
Сумма темп. за период с t> +10 °С	2624	2949	3226
ГТК вегетационного периода	2,42	1,31	1,24
Характер увлажнения	избыточно влажный	влажный	слабо засушливый

Анализируя метеорологические условия места проведения исследований (табл. 6), следует отметить, что в период с 2022 по 2024 гг. практически во все месяцы отмечалось увеличение среднесуточных температур воздуха, по сравнению со средне многолетними нормами. Это подтверждает тенденцию «потепления климата» на планете, отметившуюся в последние десятилетия.

2.3. Методика проведения исследований и наблюдений в опытах

При проведении исследований пользовались методикой полевого опыта (Доспехов, 2013). Основные агрохимические анализы почвы, а также анализы по определению показателей качества зерна выполнены по общепринятым методикам в Центре коллективного пользования научным и приборным оборудованием Брянского ГАУ. Определение рН_{KCl} проводили ионометрически (ГОСТ 24483-85), гумус - по Тюрину (ГОСТ 26213-74), подвижный фосфор и обменный калий определяли из одной вытяжки по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-84). Фитосанитарную оценку состояния посевов проводили со специалистами Брянского филиала «Россельхозцентра» по общепринятым методикам. Качественные показатели зерна оценивали на анализаторе инфракрасном «ИнфралЮМ ФТ-12» с программным обеспечением «СпектралЮМ/Про». При определении товарного качества зерна учитывали следующие показатели: натуру зерна – определяли по ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры», массу 1000 зерен – ГОСТ 10842-89 «Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен», для подсчёта количества

семян и определения их веса использовали автоматический счетчик «Automatic Seed Counter». Содержание общего азота в зерне определяли индофенольным методом, содержание сырого белка по формуле: азот общий $\times 5,7$, определение количества и качества клейковины в пшенице - проводили по ГОСТ Р 54478-2011, число падения – с помощью ПЧП -3.

Посевные качества семян в опыте при оценке влияния уровня кислотности среды на проростки пшеницы оценивали согласно ГОСТ 12038-84 и ГОСТ Р 52325-2005. Проращивание семян пшеницы проводили при постоянной температуре $+20^{\circ}\text{C}$ в чашках Петри на ложе из фильтровальной бумаги в водной среде с разными параметрами pH. В каждую чашку закладывали по 50 семян пшеницы в 3-х кратной повторности. Изменение уровня кислотности воды осуществляли методом электролиза питьевой артезианской воды в течение 30 мин. с помощью ионизатора воды марки «IVA-II» (ООО «Научно-производственная фирма «ИНКОМК», Москва), снабженного катодом и анодом. Полученная щелочная вода (католит) имела pH=9, кислая вода (анолит) имела pH=5. Интенсивность транспирации листьев озимой пшеницы определяли по Иванову с помощью торсионных весов. Для оценки продуктивного и адаптивного потенциала сортов пшеницы по показателю «урожайность» использовали методику Л.А. Животкова, З.А. Морозовой, Л.И. Секутаевой (1994). Оценку параметров экологической пластичности и стабильности сортов проводили по методике Пакудина, представленной в работе Н.П. Скларовой, В.А. Жаровой (1998).

Математическую обработку полученных данных осуществляли статистическими методами дисперсионного, корреляционно-регрессионного анализов по Б.А. Доспехову. Экономическую эффективность производства зерна сортов озимой пшеницы рассчитывали на основе разработанным нами технологических карт возделывания и складывающихся цен на производственные ресурсы в период 2022-2024 гг. Учет биологической урожайности осуществляли в трехкратной повторности методом снопового образца с пересчетом влажности зерна на 14%. Хозяйственную урожайность зерна сортов определяли методом обмола учетной части опытных делянок лабораторным комбайном «TERRION 2010» с дальнейшим взвешиванием обмолоченного зерна и пересчетом его влажности на стандартную 14%.

2.4. Агротехника в полевых опытах

Озимая пшеница возделывалась в плодосменном севообороте: вико-овсяная смесь на зеленый корм, озимая пшеница, картофель, яровой ячмень. Общая площадь опытной делянки составляла 64 м^2 (4 м \times 16 м), учетная часть – 50 м^2 , повторность 4-х кратная, метод размещения вариантов – рендомизированный по годам, число лет испытаний - 3 года.

Агротехника опытов с сортами озимой пшеницы включала обработку почвы после уборки предшественника (однолетних трав) - дискование на глубину 8-10 см ЛДГ-1,0. По мере появления сорняков осуществляли вспашку с боронованием плугом ПЛН-6-35 на глубину пахотного слоя (22-25 см), далее была проведена культивация 2 КПС-4 на 10-12 см. Предпосевная обработка почвы проводилась комбинированным агрегатом РВК-5,6 на 5-6 см.

Посев сортов озимой пшеницы проводили в рекомендуемые сроки (10 сентября) сеялкой СН-16 рядовым способом, глубина заделки семян – 4–5 см. Норма высева семян – 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Агротехника возделывания обще-

принятая для региона. Под предпосевную культивацию вносили азофоску (16:16:16) в норме N90P90K90. Азотную подкормку посевов проводили весной аммиачной селитрой в дозе N30 в фазу кущения.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Энергия прорастания, всхожесть и биометрические показатели проростков семян озимой пшеницы мягкой в условиях различной кислотности среды

Исследованиями установлено, что на начальных этапах онтогенеза пшеницы *Triticum aestivum* L. (в микрофазы 03–07) кислотность среды не влияла негативно на набухание зерновок и появление зародышевого корешка у всех сортов (V не более 20,9%). В микрофазу 10 наиболее устойчивыми к кислотности среды оказались сорта Августина, ЭН Тайгета, ЭН Фотон, ЭН Альбиро, ЭН Цефей, Элегия, а также линии Эритросперум 74/21, Эритросперум 223/21 и Эритросперум 298/17 (V=0,0–1,3%) (табл. 7).

Таблица 7 - Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян озимой пшеницы в зависимости от уровня кислотности среды проращивания

Сорта и линий*	Энергия прорастания, % (3-е сутки) микрофазы 03-07				Лабораторная всхожесть, % (7-е сутки) микрофаза 10			
	(конт. pH=7)	(pH=5)	(pH=9)	коэфф., V%	(конт. pH=7)	(pH=5)	(pH=9)	коэфф., V%
Ангелина	68	88	92	18,5	92	88	96	4,3
Рубежная	68	88	80	13,2	96	92	96	2,2
Памяти Федина	62	80	68	12,5	98	88	92	5,6
Инна	64	96	76	19,8	86	84	92	5,2
Мера	88	96	92	4,3	100	96	100	2,1
Августина	80	92	88	7,5	96	96	96	0,0
Элегия	96	100	96	2,2	98	100	100	1,3
Липецкая звезда	96	88	96	4,5	100	92	96	4,2
СТРГ 806015	80	88	76	7,1	96	88	96	4,5
ЭН Тайгета	92	100	92	4,5	100	100	100	0,0
ЭН Цефей	68	100	92	20,9	98	100	100	1,3
ЭН Фотон	92	100	100	5,5	100	100	100	0,0
ЭН Альбиро	68	84	76	10,5	88	86	86	1,5
Эритросперум 69/21*	100	96	80	13,7	100	96	96	2,7
Эритросперум 298/17*	76	92	96	14,4	100	98	100	1,1
Эритросперум 74/21*	100	100	92	5,5	100	100	100	0,0
Эритросперум 223/21*	98	95	98	1,6	100	100	100	0,0
Среднесортная, \bar{x}	82,1	93,1	87,6	-	96,9	94,4	96,8	-
Дисперсия, S^2	192,7	39,2	92,1	-	19,06	32,62	15,53	-
Относит. ошибка, $S \bar{x} \%$	4,10	1,63	2,66	-	1,09	1,47	0,99	-
Коэфф. вариации, V%	16,90	6,73	10,96	-	4,50	6,05	4,07	-
Довер. инт. $\bar{x} \pm t_{05} S \bar{x}$	82,1± 7,14	93,1± 3,22	87,6± 4,94	-	96,9± 2,25	94,4± 2,95	96,8± 2,04	-

В лабораторном опыте установлено, что в микрофазу 10 сортовая реакция растений вида *Triticum aestivum* L. на изменение кислотности среды в наибольшей степени проявлялась на длине и массе зародышевых ростков и корешков. Наибольшей вариацией длины ростка ($V=11,6-24,2\%$) на изменение кислотности среды отличались сорта: Инна, Памяти Федина, ЭН Тайгета и линия Эритросперум 298/17, они сильнее реагировали на изменение pH-среды водного раствора. Наибольшая среднесортовая длина ростков и корешков на 7-е сутки - $11,39 \pm 0,66$ см и $9,48 \pm 0,99$ см отмечалась в вариантах с нейтральной кислотностью (pH=7). В то время как наименьшие показатели $10,55 \pm 0,64$ и $7,70 \pm 0,53$ см были установлены в вариантах опыта с кислой средой (pH=5).

Таблица 8 - Сырая масса зародышевых ростков и корешков семян озимой пшеницы в зависимости от уровня кислотности среды проращивания

Варианты (сорта и линии*)	Средняя масса ростков на 7-е сутки, г/100 всходов				Средняя масса корешков на 7-е сутки, г/100 всходов			
	(конт. pH=7)	(pH=5)	(pH=9)	коэфф., V%	(конт. pH=7)	(pH=5)	(pH=9)	коэфф., V%
Ангелина	10,05	8,50	9,16	8,6	8,10	4,23	5,84	33,0
Рубежная	10,22	8,84	10,52	8,4	9,83	4,04	7,74	39,0
Памяти Федина	7,18	7,88	9,13	14,9	6,00	3,16	8,43	44,4
Инна	8,04	6,32	6,84	13,3	7,28	3,48	6,16	32,6
Мера	6,12	6,37	5,45	8,6	4,20	2,21	3,82	28,6
Августина	9,00	7,96	10,54	14,6	9,53	3,22	8,50	44,0
Элегия	8,60	7,20	7,48	10,5	5,84	3,44	5,13	24,2
Липецкая звезда	6,35	5,82	7,4	13,0	5,65	2,09	8,45	57,9
СТРГ 806015	7,83	7,45	7,88	2,8	5,96	3,00	4,83	31,3
ЭН Тайгета	7,94	8,83	6,95	12,0	6,63	4,04	5,05	25,9
ЭН Цефей	7,59	7,83	8,17	4,5	8,77	5,54	7,57	21,5
ЭН Фотон	8,00	7,65	7,73	2,6	7,05	4,39	5,68	23,4
ЭН Альбирео	7,88	7,64	9,54	13,9	5,67	4,08	9,67	47,8
Эритросперум 69/21*	9,59	8,67	9,84	6,1	9,71	4,38	7,95	35,1
Эритросперум 298/17*	12,88	9,91	9,09	22,5	10,35	5,14	6,26	41,5
Эритросперум 74/21*	9,18	7,59	10,4	15,2	6,59	3,23	3,65	45,8
Среднесортовая, \bar{x}	8,67	7,81	8,47	-	7,26	3,73	6,47	-
Дисперсия, S^2	2,88	1,05	2,13	-	3,25	0,83	3,20	-
Относит. ошибка, $S_{\bar{x}}\%$	4,75	3,19	4,19	-	6,03	5,91	6,71	-
Коэфф. вариации, $V\%$	19,60	13,12	17,25	-	24,80	24,35	27,64	-
Довер. инт. $\bar{x} \pm t_{05} S_{\bar{x}}$	$8,67 \pm 0,87$	$7,81 \pm 0,53$	$8,47 \pm 0,74$	-	$7,26 \pm 0,93$	$3,73 \pm 0,47$	$6,47 \pm 0,91$	-

Аналогичная тенденция прослеживалась на показателях сырой биомассы ростков и корешков на 7-ые сутки онтогенеза пшеницы (микрофаза 10). В кислой среде отмечался наименьший среднесортовой показатель сырой массы ростков - $7,81 \pm 0,53$ г/100 всходов и сырой массы корешков - $3,73 \pm 0,47$ г/100 всходов. Среднесортовые биометрические показатели в вариантах с

pH=7 и pH=9 были выше на 11,0 и 8,5 % (для ростков) и 48,6 и 42,3 % (для корешков) (табл. 8).

Отмечалась высокая вариационная изменчивость ($V=24,35-27,64$ %) среднесортовой величины сырой массы корешков, в то время как сырая масса ростков имела среднюю вариацию ($V=13,12-19,60$ %) на изменение кислотности среды. Следовательно, зародышевые корешки озимой пшеницы более чувствительны к изменению кислотности среды, чем зародышевые ростки.

Наибольшую кислотоустойчивость ($V=2,6-8,6$ %) по показателю сырой массы ростков обеспечили сорта: Ангелина, Рубежная, Мера, СТГ 806015, ЭН Цефей, ЭН Фотон и линия Эритросперум 69/21.

Все изучаемые сорта и линии пшеницы показали очень высокие коэффициенты вариации ($V=21,5-57,9$ %) изменения сырой массы корешков под влиянием кислотности среды, по сравнению с ростками. Зародышевые корешки наиболее сильно реагировали на изменение уровня pH среды, снижая в кислой среде сырую биомассу на 42,3 – 48,6 %.

3.2. Особенности интенсивности транспирации листьев различных сортов озимой пшеницы мягкой, оценка засухоустойчивости сортов

Анализируя средние показатели интенсивности транспирации листьев, можно отметить, что многие сорта озимой пшеницы реагировали на повышение температуры внешней среды усиленным испарением (потерей) воды. Так у сортов Мера, Августина, Инна, Рубежная, Памяти Федина, Немчиновская 57, Московская 31, Московская 56 была четко выражена тенденция усиления интенсивности транспирации листьев при повышении температуры воздуха в полдень до $+27$ °C и дальнейшее снижение транспирации при снижении температуры до оптимальной для растений $+25$ °C. Таким образом листья «охлаждались» в жару, а растения, несомненно, теряли ценную воду.

В тоже время, многие сорта озимой пшеницы при повышении температуры воздуха до «стрессовых» значений, способны были сохранять влагу (не обезвоживаться), уменьшив при этом интенсивность транспирации через устьица листовых пластинок. Эти сорта являются засухоустойчивыми.

В опыте установлено, что к таким сортам можно отнести сорта: Ангелина, Липецкая звезда, Элегия, Амелия, Мила, Немчиновская 85. Интенсивность транспирации листьев этих сортов в период жаркого полудня ($+27$ °C) составила 76,974 – 97,871 мг/г·час, в то время как в утренние и вечерние часы растения для естественного водообмена транспирировали воды 89,449 - 138,553 мг/г·час и 80,680 – 114,920 мг/г·час.

Таблица 9 - Интенсивность транспирации листьев различных сортов озимой пшеницы в фазу начала колошения (микрофаза 51) в зависимости от времени суток, в среднем за 2022-2023 гг.

Варианты (сорта)	Интенсивность транспирации, мг/г·час		
	утро (8:00) t=+20 °С	полдень (12:00) t=+27 °С	вечер (19:00) t=+25 °С
Мера - st	84,342	113,131	95,81
Августина	97,561	103,864	76,26
Инна	106,579	112,302	105,45
Ангелина	89,449	76,974	80,68
Липецкая звезда	138,553	85,685	90,72
Элегия	108,747	92,065	114,92
Рубежная	106,427	108,914	95,05
Памяти Федина	71,760	92,484	84,79
Амелия	104,204	86,803	95,15
Мила	85,447	72,356	82,91
Немчиновская 85	107,984	97,871	99,13
Немчиновская 57	98,835	101,275	99,21
Московская 31	100,147	109,969	84,04
Московская 56	95,042	106,512	102,08
<i>Среднее по сортам, \bar{x}</i>	94,715	93,843	96,235
<i>Дисперсия, S^2</i>	4513,79	2625,21	4399,86
<i>Кoeff. вар., $V\%$</i>	67,18	51,24	66,33

3.3. Отличительные морфо-биологические характеристики сортов озимой пшеницы и общая фитосанитарная оценка посевов

Оценка морфо-биологических характеристик изучаемых сортов озимой пшеницы в фазу колошения показала, что большинство из них были сформированы по короткостебельному типу (высотой до 53,7 см) и обладали высокой устойчивостью к полеганию: Ангелина, Немчиновская 57, Мера, Рубежная, Памяти Федина, Липецкая звезда, Амелия, Элегия, Августина, Мила. Наибольшей короткостебельностью (до 50 см) отличались сорта: Памяти Федина, Рубежная, Августина, Мила. Более высокорослые (от 56,7 до 60 см) сорта Инна, Московская 39, Московская 56, Немчиновская 85 обеспечили среднюю устойчивость к полеганию в фазу восковой спелости зерновки. У всех изучаемых сортов озимой пшеницы отмечалось хорошее состояние флагового листа в фазу восковой спелости зерна, он имел насыщенную зеленую окраску, без признаков заболевания. Применение в технологиях возделывания сортов озимой пшеницы интегрированной системы защиты растений обусловило хорошее состояние посевов к уборке и высокую их устойчивость к полеганию.

3.4. Биологическая урожайность зерна сортов озимой пшеницы мягкой в условиях юго-запада Центрального региона России

В среднем за три года исследований контрольный сорт Мера сформировал биологическую урожайность зерна на уровне 9,76 т/га. Статистически значимое увеличение урожайности зерна, по сравнению с контролем, обеспечили только сорта Амелия – 13,01 т/га, Липецкая звезда – 12,86 т/га, Ангелина -

12,41 т/га и Мила – 12,35 т/га. Все остальные сорта, изучаемые в опыте, в среднем за период с 2022 по 2024 годы не обеспечили существенной разницы с контролем по показателям биологической урожайности (разницы средних значений опытных и контрольного вариантов не выходили за пределы наименьшей существенной разности - $HCP_{05}=2,56$ и $HCP_{05}=2,86$ т/га).

Таблица 10 -Биологическая урожайность зерна (т/га) сортов озимой пшеницы

Сорт (линия)	2022	2023	2024	Средняя
Мера - st	11,40	9,83	8,04	9,76
Августина	8,22	12,46	10,12	10,27
Инна	9,50	7,92	9,57	9,00
Ангелина	13,94	11,57	11,71	12,41**
Липецкая звезда	11,98	14,77	11,84	12,86**
Элегия	13,83	11,88	10,54	12,08
Рубежная	11,80	11,45	9,14	10,80
Памяти Федины	9,69	8,97	7,72	8,79
Амелия	10,81	14,75	13,46	13,01**
Немчиновская 85	12,49	12,46	10,06	11,67
Мила	14,11	11,88	11,05	12,35**
Немчиновская 57	12,65	10,44	7,84	10,31
Московская 31	10,79	11,94	10,42	11,05
Московская 56	11,94	10,81	10,73	11,16
СТРГ 806015	11,94	13,15	10,85	11,98
ЭН Тайгета	-	11,45	9,94	10,70
ЭН Цефей	-	9,95	8,56	9,26
ЭН Фотон	-	8,86	7,94	8,40
ЭН Марс	-	7,44	7,15	7,30
ЭН Альбирео	-	12,22	8,78	10,50
Эритроспермум 69/21	-	6,98	9,04	8,01
Эритроспермум 74/21	-	7,21	9,81	8,51
Эритроспермум 223/21	-	10,42	7,80	9,11
Эритроспермум 298/17	-	11,83	8,43	10,13
<i>HCP_{05}(для сравн. сред. с $n=3$)*=2,56; HCP_{05}(для сравн. сред. с $n=2$ и $n=3$)=2,86</i>				
<i>Анализ вариационных рядов количественной изменчивости</i>				
Среднесортная, \bar{x}	11,67	10,86	9,61	10,39
Дисперсия, S^2	2,84	4,63	2,44	2,60
Стандартное отклонение, S	1,69	2,15	1,56	1,61
Коэффиц. вариации, $V\%$	14,48	19,80	16,24	15,50
Ошибка средней, $S_{\bar{x}}$	0,34	0,44	0,32	0,33
Относит. ошибка сред., $S_{\bar{x}}\%$	2,91	4,05	3,33	3,18

Примечание: *- HCP для двухлетних и трехлетних испытаний

** - сорта, имеющие достоверные различия с контролем.

Во все годы исследований отмечался средний уровень ($V=14,48-19,80\%$) вариабельности урожайности, обусловленный сортовыми особенностями.

Таблица 11 - Элементы структуры биологической урожайности зерна сортов озимой пшеницы (средние за 2022-2024 гг.)

Сорт (линия)	Количество зерен в колосе, шт	Количество продуктивных стеблей, шт	Масса 1000 Зерен, Г	Продуктив. 1-го колоса г	Биологическая урожайность т/га	Хозяйственная урожайность т/га
Мера - st	37	585	45,2	1,67	9,76	8,70
Августина	41	600	41,2	1,71	10,27	9,14
Инна	35	577	44,4	1,56	9,00	8,01
Ангелина	46	583	46,5	2,13	12,41	11,17
Липецкая звезда	46	598	46,4	2,15	12,86	11,57
Элегия	46	581	45,3	2,08	12,08	10,75
Рубежная	42	591	43,6	1,84	10,80	9,60
Памяти Федина	35	594	42,8	1,48	8,79	7,82
Амелия	43	570	52,4	2,28	13,01	11,70
Немчиновская 85	45	575	44,9	2,03	11,67	10,47
Мила	47	597	45,0	2,07	12,35	11,11
Немчиновская 57	41	582	44,0	1,77	10,31	9,18
Московская 31	44	573	44,0	1,93	11,05	9,83
Московская 56	43	572	45,0	1,95	11,16	9,93
СТРГ 806015	43	599	46,7	2,00	11,98	10,67
ЭН Тайета	37	628	47,5	1,71	10,70	9,57
ЭН Цефей	36	579	44,8	1,60	9,26	8,24
ЭН Фотон	33	607	42,3	1,39	8,40	7,48
ЭН Марс	31	597	40,6	1,22	7,30	6,49
ЭН Альбирио	38	620	45,4	1,70	10,50	9,35
Эритроспермум 69/21	31	550	46,6	1,46	8,01	7,13
Эритроспермум 74/21	28	580	52,3	1,47	8,51	7,58
Эритроспермум 223/21	33	588	47,0	1,55	9,11	8,11
Эритроспермум 298/17	39	589	44,7	1,72	10,13	9,02

В полевом опыте в течение 2022-2024 гг. установлено, что в условиях юго-западной части Центрального региона России на серых лесных почвах для формирования биологической урожайности зерна озимой пшеницы сортов Амелия, Липецкая звезда, Ангелина и Мила на уровне 12,35-13,01 т/га необходимо, чтобы к уборке сохранился продуктивный стеблестой не менее 570-598 шт/м², в колосе сформировалось 43-47 зерновок при массе 1000 зерен не менее 45,0-52,4 г. (табл. 11).

Оценка уровня биологической урожайности зерна изучаемых сортов озимой пшеницы позволило разделить их на группы:

1. Сорта с продуктивностью выше уровня стандарта Мера (9,76 т/га: Амелия, Липецкая звезда, Ангелина, Мила с уровнем биологической урожайности зерна от 12,35 до 13,01 т/га.

2. Сорта с продуктивностью на уровне стандарта Мера, с диапазоном продуктивности зерна от 7,30 до 12,08 т/га (Августина, Инна, Элегия, Рубежная, Памяти Федина, Немчиновская 85, Немчиновская 57, Московская 31, Московская 56,

СТРГ 806015, ЭН Тайгета, ЭН Цефей, ЭН Фотон, ЭН Марс, ЭН Альбирио и перспективные линии Эритроспермум 69/21, Эритроспермум 74/21, Эритроспермум 223/21 и Эритроспермум 298/17).

3.5. Оценка адаптивности, пластичности и стабильности сортов пшеницы озимой мягкой по показателю «урожайность»

Исследования показали, что в период с 2022 по 2024 гг среднесортсовая урожайность зерна пшеницы варьировала от 9,61 до 11,67 т/га. Наиболее урожайным был вегетационный период 2022 года, менее благоприятные условия складывались в 2024 году (средневидовая урожайность снижалась на 17,7% к 2022 году). Рассчитанные коэффициенты адаптивности сортов изменялись в диапазоне от 0,71 до 1,23. Выделены сорта с высокой адаптивной реакцией к условиям среды возделывания ($K_a=1,12-1,23$): Амелия, Липецкая звезда, Ангелина, Мила, СТРГ 806015, Элегия; сорта со средней адаптивностью ($K_a=0,9-1,09$): Немчиновская 85, Московская 31, Московская 56, ЭН Тайгета, ЭН Альбирио, Рубежная, Августина, Немчиновская 57, Мера, ЭН Цефей, линия Эритроспермум 298/17. Установлено, что большинство сортов пшеницы имело сильную корреляционную взаимосвязь урожайности зерна с количеством выпавших осадков за вегетацию: Мила ($r=0,982$), Элегия ($r=0,946$), Ангелина ($r=0,878$), Немчиновская 57 ($r=0,873$), Мера ($r=0,860$), Московская 56 ($r=0,832$), Памяти Федина ($r=0,823$).

Таблица 12 - Расчетные коэффициенты стабильности сортов озимой пшеницы по показателю «урожайность» за период 2022-2024 гг.

Сорт	Урожайность средняя по сорту, \bar{y}_i	Коэффициент пластичности, b_i	Коэффициент стабильности, S^2
Мера - st	9,76	1,76	1,10
Августина	10,27	0,00	9,02
Инна	9,00	-0,64	1,30
Ангелина	12,41	0,68	2,73
Липецкая звезда	12,86	0,93	4,05
Элегия	12,08	1,56	1,76
Рубежная	10,80	1,66	0,04
Памяти Федина	8,79	1,07	0,23
Амелия	13,01	-0,64	7,67
Немчиновская 85	11,67	1,60	0,01
Мила	12,35	1,31	2,35
Немчиновская 57	10,31	2,55	2,17
Московская 31	11,05	0,56	0,71
Московская 56	11,16	0,39	0,62
СТРГ 806015	11,98	1,07	0,81

В полевом опыте установлены сорта с высокой экологической пластичностью по показателю «урожайности» ($b_i = 0,93-1,07$): Липецкая звезда, Мила, Памяти Федина, СТГ 806015; сорта интенсивного типа ($b_i = 1,56-2,55$): Немчиновская 57, Мера, Рубежная, Немчиновская 85, Элегия и сорта нейтрального типа ($b_i = 0,39-0,68$): Московская 56, Московская 31, Амелия, Инна, Ангелина (табл. 12). Высокой стабильностью урожайности ($S^2=0,01-2,73$) отличались сорта: Немчиновская 85, Рубежная, Памяти Федина, Московская 56, Московская 31, СТГ 806015, Мера, Инна, Элегия, Мила, Немчиновская 57, Ангелина. Сорта Мила, Памяти Федина и СТГ 806015 одновременно сочетали в себе высокую пластичность и стабильность урожайности.

Отмечено, что большинство сортов пшеницы имели прямую сильную корреляционную связь между урожайностью зерна и суммой атмосферных осадков, выпавших за период вегетации: Мила ($r=0,982$), Элегия ($r=0,946$), Ангелина ($r=0,878$), Немчиновская 57 ($r=0,873$).

3.6. Показатели качества зерна сортов озимой пшеницы мягкой, возделываемой в условиях юго-запада Центрального региона России

Основным показателем качества зерна мягкой пшеницы является содержание сырой клейковины. Согласно требованиям ГОСТ 9353-2016 Межгосударственный стандарт «Пшеница. Технические условия», содержание сырой клейковины в зерне пшеницы 1-го класса должно быть не менее – 32,0 %, 2-го класса – 28,0 %, 3-го класса – 23,0 % и 4 класса – 18,0 %.

Оценка содержания сырой клейковины в зерне сортов озимой пшеницы мягкой, показала, что в среднем за годы исследований на фоне питания $N90P90K90+N30$ наибольшим содержанием сырой клейковины в зерне 26,6 % отличался сорт Немчиновская 85 и перспективные линии Эритроспермум 223/21 и Эритроспермум 298/17(25,10 и 25,55 %). В зерне сортов Немчиновская 57, Московская 56 и Московская 31 среднее содержание клейковины в зерне находилось на уровне 24,03, 24,27 и 24,33 %. Сорта пшеницы ЭН Цефей, ЭН Марс, ЭН Тайгета, ЭН Фотон, а также сорт Амелия и Мила показали содержание клейковины в зерне на уровне 23,0 – 23,85 %. Сорта сформировали продовольственное зерно 3-го класса.

Наиболее высоким содержанием общего азота в зерне 2,72 – 2,85 % (на сухое вещество) отличались сорта Московская 31, Московская 56 и Немчиновская 85, что позволило сформировать сырого протеина 15,52 – 16,23 % (на сухое вещество). Содержание сырого жира в зерне изучаемых сортов составило 0,64-1,01 % (на сухое вещество), наибольшим содержанием отличались сорта Амелия, Элегия, Мила и Московская 31; содержание сырой клетчатки в зерне пшеницы - 1,85-3,17 % (на сухое вещество), общего фосфора и калия - 0,43 – 0,63 % и 0,35 – 0,47 % (на сухое вещество). Выявлена средняя корреляция ($r=0,323$) между содержанием общего фосфора и накоплением сырого протеина в зерне сортов озимой пшеницы.

Изучаемые сорта озимой пшеницы формировали массу зерна свыше 750 г/л. Наибольшую массу зерна 788-790 г/л формировали: Немчиновская 57, Московская 31, Московская 56. Зерно всех изучаемых сортов обеспечило число падения не менее 200 с, наибольшим числом падения 206-209 с характеризовались сорта:

Немчиновская 57, Московская 31, Августина, Мила, Немчиновская 85, Инна. Зерно изучаемых сортов имело стекловидность на уровне 63-75 %; стекловидностью 71-75 % отличались сорта: Немчиновская 85, Липецкая звезда, Немчиновская 57 и Московская 31.

3.7. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания растений

Оценка урожайности зерна озимой пшеницы в полевом опыте 4 показала, что наибольшая биологическая урожайность зерна 7,27 т/га у сорта Московская 56 и 7,07 т/га у сорта Московская 39 отмечалась на вариантах с применением двукратной азотной подкормки N30 (в фазу весеннего кушения) и N30 (в фазу трубкования) на фоне основного удобрения N90P90K90. На этих вариантах сформирована наибольшая натур зерна - 759 г/л и 755 г/л. На контрольных вариантах (фон N90P90K90) сорта сформировали биологическую урожайность зерна 6,23 и 5,98 т/га соответственно (табл. 13).

Таблица 13 - Биологическая урожайность зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от доз азотного питания (среднее за 2 года)

Вариант опыта	Продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
Московская 56					
1.N90P90K90+N30+N30	621	25,7	1,17	45,53	7,27
2. N90P90K90+N30	617	25,9	1,12	43,43	6,91
3.N90P90K90-контроль	611	24,6	1,02	41,32	6,23
НСР ₀₅					0,37
Московская 39					
1.N90P90K90+N30+N30	626	25,5	1,13	44,36	7,07
2. N90P90K90+N30	622	25,7	1,09	42,58	6,78
3.N90P90K90-контроль	617	24,3	0,97	40,03	5,98
НСР ₀₅					0,41

Таблица 14 - Содержание сырой клейковины в зерне сортов озимой пшеницы (% на естественную влажность)

Вариант	Количество сырой клейковины, %	Деформация клейковины, ед. пр. ИДК-4	Число падения, с	Товарный класс зерна ГОСТ 9353-2016)
Московская 56				
1.N90P90K90+N30+N30	28,76	74,2	203	2 класс
2. N90P90K90+N30	25,08	78,4	196	3 класс
3.N90P90K90-контроль	23,56	85,6	192	3 класс
Московская 39				
1.N90P90K90+N30+N30	28,08	71,9	201	2 класс
2. N90P90K90+N30	24,50	84,5	187	3 класс
3.N90P90K90-контроль	23,20	81,3	182	3 класс

На вариантах с внесением N90P90K90+N30+N30 отмечено наибольшее содержание сырой клейковины в зерне сортов Московская 56 и Московская 39 – от 28,08 до 28,76 % и сырого протеина 13,01-13,90 % (на сухое вещество). Эти сорта формировали ценное продовольственное зерно 2 класса с показателем числа падения - свыше 200 секунд (табл. 14).

3.8. Оценка накопленной солнечной энергии с урожаем различных сортов озимой пшеницы мягкой

В среднем за 2022-2024 годы наибольшую суммарную солнечную энергию в посевах аккумулировали сорта Амелия (474,68 кДж/га), Липецкая звезда (462,60 кДж/га), Ангелина (450,11 кДж/га), Мила (449,79 кДж/га), Элегия (438,12 кДж/га), СТРГ 806015 (435,39 кДж/га) и Немчиновская 85 (425,76 кДж/га). Сорта Московская 31 и Московская 56 в посевах накапливали энергию солнца на уровне 402,36-406,31 кДж/га. Меньшей аккумуляцией солнечной энергии в посевах (321,84-373,73 кДж/га) характеризовались сорта Мера, Августина, Инна, Рубежная, Памяти Федина и Немчиновская 57. Затраты солнечной энергии на формирование зерна сортов озимой пшеницы составили в среднем 35,82-36,54 кДж/т. Между показателями урожайности и накопленной солнечной энергии имелась тесная корреляционная связь, коэффициент детерминации составил 0,996.

3.9. Экономическая эффективность возделывания сортов озимой пшеницы мягкой

Таблица 15 - Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы

Показатели	Сорта					
	Мера - st	Ангелина	Липецкая звезда	Мила	Амелия	Немчиновская 85
Биологическая урожайность зерна, т/га	9,76	12,41	12,86	12,35	13,01	11,67
Хозяйственная (уборочная) урожайность зерна, т/га	8,70	11,17	11,57	11,11	11,70	10,47
Цена реализации продовольственного зерна, тыс. руб./т	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Стоимость валовой продукции с 1 га, тыс. руб.	95,70	122,87	127,3	122,2	128,7	115,2
Производств. затраты на 1га, тыс руб.	60,85	63,61	64,08	63,48	64,71	62,98
Условно чистый доход с 1га, тыс.руб.	34,85	59,26	63,22	58,72	63,99	52,22
Рентабельность производства зерна, %	57,27	93,16	98,66	92,50	98,89	82,92

Экономическая оценка показала, что возделывание озимой пшеницы мягкой в условиях юго-запада Центрального региона России является экономически эффективным, чистая прибыль при возделывании сортов Мера, Ангелина, Липецкая звезда, Мила, Амелия и Немчиновская 85 составила 63,22-63,99 тыс.руб./га, рентабельность производства достигала 98,89 %. (табл. 15).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Видовая реакция *Triticum aestivum* L. на изменение кислотности водной среды статистически значимо проявилась в микрофазу 10 на длине ростков и центральных зародышевых корешков. Кислая среда ($pH=5,0$) вызывала замедление интенсивности роста и уменьшение массы зародышевых корешков и ростков у сортов пшеницы. Зародышевые корешки, по сравнению с ростками, сильнее реагировали на изменение уровня pH среды, снижая в кислой среде сырую биомассу на 42,3 – 48,6 %. Наиболее благоприятными для роста, развития ростков и корешков являются среды с $pH=7,0$ и $pH=9,0$. Наибольшую кислотоустойчивость ($V=2,6-8,6\%$) по показателю массы ростков показали сорта: Ангелина, Рубежная, Мера, ЭН Цефей, ЭН Фотон, СТГ 806015 и линия Эритросперм 69/21.

2. Доказано, что в полевых условиях сорта озимой пшеницы Липецкая звезда, Мила, Элегия, Амелия, Ангелина и Немчиновская 85 отличались наибольшей засухоустойчивостью, поскольку снижали интенсивность транспирации листьев во время температурного стресса в полдень на 9,4 - 17,1 % по сравнению с утренней транспирацией. Эти сорта обеспечили наибольшую биологическую урожайность зерна (12,48 – 13,38 т/га). Интенсивность транспирации листьев пшеницы в полдень находилась в сильной обратной корреляционной зависимости ($r = -0,652$) с биологической урожайностью зерна, а в утренние и вечерние часы отмечена слабая ($r=0,431$) и очень слабая ($r=0,0199$) связь. Интенсивность транспирации листьев в полдень на 42,5% влияла на уровень биологической урожайности зерна ($F_{факт.} > F_{05}, d=0,425$).

3. Установлено, что в условиях юго-запада Центрального региона России на серой лесной почве контрольный сорт Мера формировал биологическую урожайность зерна в среднем 9,76 т/га. Статистически значимое увеличение урожайности зерна, по сравнению с контролем, обеспечили сорта Амелия – 13,01 т/га, Липецкая звезда – 12,86, Ангелина - 12,41 и Мила – 12,35 т/га. Для формирования данного уровня биологической урожайности зерна этих сортов необходимо, чтобы к уборке сохранился продуктивный стеблестой не менее 570-598 шт./м², в колосе сформировалось 43-47 зерновок при массе 1000 зерен не менее 45,0-52,4 г.

4. Сорта пшеницы Мера, Августина, Инна, Элегия, Рубежная, Памяти Федина, Немчиновская 85, Немчиновская 57, Московская 31, Московская 56, СТГ 806015, ЭН Тайгета, ЭН Цефей, ЭН Фотон, ЭН Марс, ЭН Альбиро, линии Эритросперм 69/21, Эритросперм 74/21, Эритросперм 223/21, Эритросперм 298/17 в условиях региона могут формировать биологическую урожайность зерна 7,30-12,08 т/га ($V=14,48-19,80\%$, $S_{\bar{x}}\% - 3,18\%$).

5. Выделены сорта с высокой адаптивной реакцией к условиям среды возделывания ($K_a=1,12-1,23$): Амелия, Липецкая звезда, Ангелина, Мила, СТГ 806015, Элегия и сорта со средней адаптивностью ($K_a=0,9-1,09$): Немчиновская 85, Московская 31, Московская 56, ЭН Тайгета, ЭН Альбиро, Рубежная, Августина, Немчиновская 57, Мера, ЭН Цефей, линия Эритросперм 298/17. Установлено, что большинство сортов пшеницы имело сильную корреляционную взаимосвязь урожайности зерна с количеством выпавших осадков за вегетацию: Мила ($r=0,982$), Элегия ($r=0,946$), Ангелина ($r=0,878$), Немчиновская 57 ($r=0,873$), Мера ($r=0,860$), Московская 56 ($r=0,832$), Памяти Федина ($r=0,823$).

6. Отмечены сорта с высокой экологической пластичностью по показателю «урожайности» ($bi = 0,93-1,07$): Липецкая звезда, Мила, Памяти Федина, СТГ 806015; сорта интенсивного типа ($bi = 1,56-2,55$): Немчиновская 57, Мера, Рубежная, Немчиновская 85, Элегия и сорта нейтрального типа ($bi = 0,39-0,68$): Московская 56, Московская 31, Амелия, Инна, Ангелина. Высокой стабильно-

стью урожайности ($S^2=0,01-2,73$) отличались сорта: Немчиновская 85, Рубежная, Памяти Федина, Московская 56, Московская 31, СТГ 806015, Мера, Инна, Элегия, Мила, Немчиновская 57, Ангелина. Сорта озимой пшеницы Мила, Памяти Федина и СТГ 806015 одновременно сочетали в себе высокую пластичность и стабильность урожайности.

7. Установлено, что на фоне питания N90P90K90+N30 наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в зерне сорта Немчиновская 85 – в среднем 26,6 %, линий Эритроспермум 223/21, Эритроспермум 298/17 - 25,10 и 25,55 %. У сортов Немчиновская 57, Московская 56, Московская 31 содержание клейковины в зерне составило 24,03 - 24,33 %, ЭН Цефей, ЭН Марс, ЭН Тайгета, ЭН Фотон, Амелия и Мила 23,0 – 23,85 %. Затраты солнечной энергии на формирование зерна сортов озимой пшеницы составили в среднем 35,82-36,54 кДж/т. Между показателями урожайности и накопленной солнечной энергии имелась тесная корреляционная связь, коэффициент детерминации составил 0,996.

8. Отмечено, что наиболее высоким содержанием общего азота в зерне 2,72 – 2,85 % (на сухое вещество) отличались сорта Московская 31, Московская 56 и Немчиновская 85, что позволило сформировать сырого протеина 15,52 – 16,23 %. Содержание сырого жира в зерне изучаемых сортов составило 0,64-1,01 % (на сухое вещество), наибольшим содержанием отличались сорта Амелия, Элегия, Мила и Московская 31; содержание сырой клетчатки в зерне пшеницы - 1,85-3,17 % (на сух. вещество), общего фосфора и калия - 0,43 – 0,63 % и 0,35 – 0,47 % (на сух. вещество). Выявлена средняя корреляция ($r=0,323$) между содержанием общего фосфора и накоплением сырого протеина в зерне сортов озимой пшеницы.

9. Установлено, что все изучаемые сорта озимой пшеницы формировали массу зерна выше 750 г/л; наибольшую массу 788-790 г/л формировали: Немчиновская 57, Московская 31, Московская 56. Зерно всех изучаемых сортов обеспечило число падения не менее 200 с, наибольшим числом падения 206-209 с характеризовались сорта: Немчиновская 57, Московская 31, Августина, Мила, Немчиновская 85, Инна. Зерно изучаемых сортов имело стекловидность на уровне 63-75 %; стекловидностью 71-75 % отличались сорта: Немчиновская 85, Липецкая звезда, Немчиновская 57 и Московская 31.

10. Применение двукратных азотных подкормок аммиачной селитрой по N30 (34,5% д.в.) в фазу весеннего кущения и фазу начала трубкования на фоне N90P90K90 в опыте с сортами Московская 56 и Московская 39 приводило к достоверному увеличению биологической урожайности зерна на 1,04 и 1,09 т/га, по сравнению с контролем (N90P90K90). На этих вариантах отмечалась наибольшая биологическая урожайность зерна – у сорта Московская 56 - 7,27 т/га и Московская 39 - 7,07 т/га с массой зерна - 759 г/л и 755 г/л соответственно. На этих вариантах отмечено наибольшее количество сырой клейковины в зерне сортов Московская 56 и Московская 39 – от 28,08 до 28,76 % и сырого протеина 13,01-13,90 %. Эти сорта формировали ценное продовольственное зерно 2 класса с показателем числа падения - выше 200 секунд.

11. Экономическая оценка показала, что возделывание озимой пшеницы мягкой в условиях юго-запада Центрального региона России является экономически эффективным, чистая прибыль при возделывании сортов Мера, Ангелина, Липецкая звезда, Мила, Амелия и Немчиновская 85 составила 63,22-63,99 тыс.руб./га, рентабельность производства достигала 98,89 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

Сельскохозяйственным предприятиям юго-запада Центрального региона России рекомендовать для возделывания на серых лесных почвах наиболее засухоустойчивые сорта: Липецкая звезда, Мила, Элегия, Амелия, Ангелина и Немчиновская 85, способные обеспечить биологическую урожайность зерна на уровне 12,48 – 13,38 т/га на фоне минерального питания N90P90K90 + N30. Возделывать наиболее устойчивые к кислотности водной среды (рН=5) сорта озимой пшеницы: Ангелина, Рубежная, Мера, ЭН Цефей, ЭН Фотон, СТГ 806015.

Для получения продовольственного зерна озимой пшеницы Московская 56 и Московская 39, пригодного для хлебопечения, рекомендовать в технологии возделывания применять две азотные подкормки (N30 - в фазу весеннего кущения и N30 - в фазу начала выхода в трубку) на фоне основного удобрения N90P90K90 с использованием средств защиты растений: протравитель семян Оплот Трио, ВСК + Табу, ВСК (0,6 + 0,6 л/т); фунгицид Фоликур, КЭ 0,5 л/га (с осени), ретардант Стабилан, ВР 460 г/л 2,0 л/га, гербицид Пума, КЭ 1,5 л/га, фунгицид ТитулДуо, ККР (0,3 л/га), инсектицид Эсперо, КС (0,1 л/га).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью дальнейшего изучения вопроса особенностей формирования биологической урожайности сортами озимой пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) в условиях юго-запада Центрального региона России, провести оценку засухоустойчивости пшеницы по реакции проростков семян на изменение осмотического давления раствора проращивания, используя различные растворы сахарозы, имитирующие недостаток влаги при давлении от 12 до 22 атм. (контроль - дистиллированная вода 0 атм.). Чем выше процент прорастания в растворе сахарозы, тем более засухоустойчив образец. У более засухоустойчивых образцов накопление проростками биомассы тормозится в меньшей степени. Провести дополнительную оценку фотосинтетического потенциала посевов (ФПП) изучаемых сортов озимой пшеницы мягкой и оценить накопление хлорофилла а и b в листьях пшеницы, установить между ними взаимосвязь.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Мельникова О.В., Репникова В.И. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания растений в условиях Юго-Запада Центрального региона России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 13-19. (0,43 п.л./0,35 п.л.).
2. Репникова В.И., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Осипов А.А., Шаков В.В. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от условий произрастания // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 6(106). – С. 10-17. (0,50 п.л./0,38 п.л.).
3. Мельникова О.В., Ториков В.Е., Репникова В.И. Влияние условий возделывания на интенсивность транспирации листьев и биологическую урожайность зерна озимых зерновых культур // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2(66). – С. 19-26. (0,50 п.л./0,38 п.л.).
4. Мельникова О.В., Репникова В.И., Ториков В.Е. Энергия прорастания, всхожесть и биометрические показатели проростков семян озимой пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) в условиях различной кислотности водной // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2025. – Т. 17, № 1. – С. 144-163. (1,19 п.л./0,89 п.л.).

Публикации в других изданиях:

5. Мельникова О.В., Ториков В.Е., **Репникова В.И.**, Мельников Д.М. Принципы ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в условиях Юго-Запада Центрального региона России / О. В. Мельникова, В. Е. Ториков, В. И. Репникова, Д. М. Мельников // Вестник Брянской ГСХА. – 2022. – № 2(90). – С. 3-8. (0,31 п.л./0,23 п.л.).
6. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Никифоров В.М., Дорных Г.Е., Вершило Е.Н., **Репникова В.И.** Влияние приемов основной обработки почвы, норм высева семян на засоренность посевов и урожайность зерна озимой пшеницы // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 2(96). – С. 9-15. (0,43 п.л./0,35 п.л.).
7. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Дорных Г.Е., Вершило Е.Н., **Репникова В.И.** Действие агрохимикатов на засоренность, фитосанитарное состояние посевов и урожайность озимой пшеницы // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 2(96). – С. 29-35. (0,38 п.л./0,29 п.л.).
8. **Репникова В.И.**, Мельникова О. В. Сортовые отличия озимой пшеницы по интенсивности транспирации листьев в зависимости от времени суток // Современные тенденции развития аграрной науки: Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Том Часть 1. – Брянск, 2022. – С. 111-117. (0,44 п.л./0,33 п.л.).
9. **Репникова В.И.**, Мельникова О.В. Отличительные морфо-биологические характеристики сортов озимой пшеницы // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XX международной научной конференции. – Брянск, 2023. – С. 39-52. (0,81 п.л./0,61 п.л.).
10. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Вершило Е.Н., **Репникова В.И.** Влияние применения средств химизации на фитосанитарное состояние и урожайность зерна яровой пшеницы // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XX международной научной конференции. – Брянск, 2023. – С. 225-233. (0,50 п.л./0,38 п.л.).
11. **Репникова В.И.**, Мельникова О.В., Ториков В.Е. и др. Анализ вариационных рядов количественной изменчивости урожайности зерна сортов озимой пшеницы // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XXI международной научной конференции. – Брянск, 2024. – С. 268-274. (0,38 п.л./0,28 п.л.).
12. **Репникова В.И.** Экономическая эффективность возделывания сортов озимой пшеницы в условиях юго-запада Центрального региона России // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XXII международной научно-практической конференции. – Брянск, 2025. – С. 122-127. (0,31 п.л./0,23 п.л.).
13. **Репникова В.И.**, Мельникова О.В., Ториков В.Е., Вершило Е.Н. Фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерна сортов озимой пшеницы // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XXII международной научно-практической конференции. – Брянск, 2025. – С. 127-134. (0,44 п.л./0,33 п.л.).
14. **Репникова В.И.**, Мельникова О.В. Особенности аккумуляции солнечной энергии посевами озимой пшеницы мягкой различных сортов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XXII международной научно-практической конференции. – Брянск, 2025. – С. 134-141. (0,43 п.л./0,35 п.л.).

Подписано к печати 26.09.2025 г. Формат 60х84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 1,0. Тираж 100 экз. Изд. №7899.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Коккино, Брянский ГАУ