

На правах рукописи

Земцова Елена Сергеевна

**ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ
ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С
ПРОДУКТИВНОСТЬЮ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский государственный университет»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Боме Нина Анатольевна**

Официальные оппоненты: **Поползухина Нина Алексеевна**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Омский государственный аграрный
университет имени П.А. Столыпина», профессор
кафедры экологии, природопользования и
биологии

Конькова Эльмира Александровна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный аграрный
научный центр Юго-Востока», ведущий научный
сотрудник лаборатории иммунитета растений

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Саратовский государственный
университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова»

Защита состоится «18» июня 2025 г. в 11³⁰ на заседании диссертационного
совета 35.2.018.02 на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Красноярский
государственный аграрный университет» по адресу: 660049, г. Красноярск,
проспект Мира, 90, тел.: +7(391)227-36-09, e-mail: dissovet@kgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ <http://www.kgau.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Халипский
Анатолий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Земледелие в Тюменской области сталкивается с экстремальными климатическими условиями: резкие колебания температуры воздуха и непредсказуемость осадков по годам и в течение вегетационного периода создают серьёзные препятствия для стабильного получения высоких урожаев качественного зерна. Средняя областная урожайность яровой мягкой пшеницы варьирует по годам в диапазоне от 16 до 27 ц/га (2000–2024 гг.). Ситуация усугубляется обострением фитосанитарной обстановки. Широкое распространение получил фузариоз колоса; фиксируются случаи обнаружения опасных концентраций фузариотоксинов в партиях продовольственного зерна из Тюменской области (Торопова Е. Ю. и др., 2019). Характеристика генетического разнообразия зерновых культур по устойчивости к болезням – крайне востребованная селекционерами и мировым научным сообществом информация. Вместе с тем, в литературных источниках данные об устойчивости районированных по области и перспективных сортов пшеницы к фузариозу колоса отсутствуют, недостаточно сведений о поражаемости генотипов листостебельными болезнями и адаптации сортов к резким колебаниям гидротермических факторов, что затрудняет селекционную работу. Данное исследование нацелено на изучение этих вопросов.

Степень разработанности темы исследования. Теоретической и методологической базой при написании работы послужили труды отечественных и зарубежных исследователей, посвящённые особенностям формирования урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы в почвенно-климатических условиях Тюменской области (Логинов Ю. П., Новохатин В. В., Боме Н. А., Казак А. А., Белкина Р. И. и др.), современным проблемам фитосанитарного состояния агроценозов яровой пшеницы (Санин С. С., Гагкаева Т. Ю., Торопова Е. Ю., Левитин М. М. и др.), созданию искусственных инфекционных фонов и оценки фузариозоустойчивости пшеницы (Аблова И. Б., Mesterházy Á. и др.).

Цель исследования – оценка сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к фузариозу колоса и листостебельным болезням во взаимосвязи с продуктивностью в агроклиматических условиях Тюменской области.

Задачи исследования:

1. Изучить изменчивость элементов структуры урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от генотипа и метеорологических факторов таёжной агроклиматической зоны Тюменской области.
2. Оценить сорта яровой пшеницы по степени поражения растений листовыми болезнями (бурая ржавчина, мучнистая роса, пятнистости листьев) в естественных полевых условиях.
3. Исследовать устойчивость сортов яровой пшеницы к фузариозу колоса на искусственном инфекционном фоне. Выявить взаимосвязи фузариовосприимчивости с морфологическими признаками, показателями качества зерна и продолжительностью вегетационного периода.

4. Провести анализ микрофлоры семян пшеницы, выращенной в разных агроэкологических условиях Тюменской области, определить зональные и сортовые различия по заражённости болезнями.

5. По результатам иммунологической оценки выявить сорта, сочетающие устойчивость к болезням с высокой продуктивностью и качеством зерна.

Научная новизна работы. Впервые проведено испытание районированных и перспективных в Тюменской области сортов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса в условиях искусственного инфекционного фона; выявлена тесная прямая связь фузариовосприимчивости с продолжительностью вегетационного периода. Получены качественно новые данные по устойчивости изученного материала к листостебельным болезням при естественном заражении. Представлены новые сведения об особенностях формирования патогенной микрофлоры семян пшеницы в разных агроэкологических зонах Тюменской области (на примере государственных сортоиспытательных участков).

Теоретическая и практическая значимость. Представленные экспериментальные данные по изученным сортам яровой мягкой пшеницы используются в селекционном процессе при обосновании подбора исходных форм для создания адаптированных к местным условиям генотипов в НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья ТюмНЦ СО РАН (г. Тюмень) и ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева» (Казахстан). Моноспоровые изоляты микромицетов р. *Fusarium*, выявленных в агроэкосистемах Тюменской области, дополнили коллекцию чистых культур фитопатогенных грибов на базе лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР, являющуюся частью Государственной коллекции микроорганизмов, патогенных для растений и их вредителей. На основе результатов диссертационной работы и авторских фотографий опубликовано учебное пособие «Атлас грибных болезней культурных злаков в Тюменской области», научно-методические материалы которого используются в учебном процессе Тюменского государственного университета, служат руководством при диагностике болезней зерновых культур в крестьянско-фермерском хозяйстве Армизонского района Тюменской области (ИП Глава К(Ф)Х Прокопьев А. А.).

Методология и методы исследования. Отражены в главе 2 «Материалы и методы исследования. Почвенно-климатические условия».

Положения, выносимые на защиту.

1. Вариативность признаков продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы по реакции на абиотические факторы окружающей среды в таёжной агроклиматической зоне Тюменской области.

2. Сортовые различия *Triticum aestivum* L. по восприимчивости к фузариозу колоса и листостебельным болезням.

3. Состав и структура патогенного комплекса микрофлоры семян яровой мягкой пшеницы в разных агроклиматических зонах Тюменской области (подтайга, северная лесостепь и южная лесостепь).

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты исследования апробированы на международных и всероссийских конференциях: «Тобольск научный – 2015» (Тобольск, 2015 г.), «Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС» (Москва; Сколково, 2016 г.), «Роль молодых учёных в инновационном развитии сельского хозяйства» (Москва, 2017 г.), Четвёртом съезде микологов России (Москва, 2017 г.), «Селекция и технологии производства экологически безопасной продукции растениеводства в условиях меняющегося климата» (Тюмень, 2022 г.), «Рядом с Н. И. Вавиловым – научные школы России по обеспечению продовольственной и экологической безопасности страны» (Москва, 2024 г.), «Status and development prospects of fundamental and applied microbiology: the viewpoint of young scientists» (Ташкент, 2024 г.), «Природное и историко-культурное наследие Сибири: прошлое, настоящее, будущее» (Тобольск, 2024 г.).

Публикации по результатам исследований. Основные положения диссертации опубликованы в 15 научных изданиях, в том числе 7 статей представлены в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы (содержит 295 источников), 3 приложений; изложена на 192 страницах.

Личный вклад соискателя. Автором лично выполнены полевые и лабораторные опыты, статистический анализ данных, обобщение и интерпретация полученных результатов. Долевое участие автора составляет 90 %.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю д.с.-х.н., профессору Н. А. Боме, заслуженному агроному РФ, к.с.-х.н. В. В. Новохатину, сотрудицам ГСУ Тюменской области.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ИССЛЕДУЕМЫХ ВОПРОСОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Изложены исторические аспекты выращивания пшеницы в Тюменской области и современное состояние вопроса, описаны агроклиматические условия региона, их влияние на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы, отражены сведения о количественных признаках, рассмотрена роль сорта в повышении урожая и качества продукции, дана информация об экономически значимых болезнях пшеницы, представлены сведения о фитосанитарном состоянии посевов в Тюменской области, сортовой устойчивости к грибным заболеваниям, приведены данные фитопатологических исследований семян.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Для проведения иммунологических работ выбран участок в Тобольском районе (таёжная агроэкологическая зона) с подходящими для создания инфекционного фона условиями (нахождение рядом с водоёмом, окружение

лесным массивом, удалённость от посевов зерновых культур). Изучены генотипы яровой мягкой пшеницы – Лютесценс 70, Икар, АВИАДа, Омская 36, Рикс, Тюменская 25, Тюменская 29, Казахстанская 10, СКЭНТ-3, Тюменская 27, Тюменская 30, Тюменская 31, Тюменская 32, Тюменская 33, Тюмонец 2, Аделина, Терция, Лютесценс 585, Серебряна, CN 06600, Laban, Krabat. Сорты предоставлены селекционно-семеноводческим центром НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья. Посевы проводили вручную на трёхрядковых делянках (длина рядка – 1 м, ширина междурядья – 15 см) по 100 семян в рядок в четырёхкратной повторности. Для инокуляции растений применяли смесь штаммов преобладающего в данной местности гриба *Fusarium avenaceum*. Во время цветения колосья обрабатывали суспензией спор концентрацией 4×10^6 конидий на 1 мл (норма расхода – 150 мл на 1 м²). После уборки растений с каждой делянки в случайном порядке отбирали 50 побегов и проводили оценку распространённости фузариоза колоса (доля колосьев с симптомами фузариоза в виде оранжевого налёта макроконидий на колосковых чешуях в общей выборке) и развития болезни на колосе (доля поражённых фузариозом колосков в колосе в среднем по выборке). Спустя три месяца хранения оценивали заражённость зерна фузариозом (использовали метод влажной камеры) и содержание фузариозных зёрен (ГОСТ 31646–2012).

Степень поражения растений листостебельными болезнями определяли на естественном инфекционном фоне одновременным осмотром всей делянки в период от появления первых симптомов на растениях до полного усыхания листьев. Основным являлся учёт в период максимального проявления болезни. Уровень развития инфекции определяли по шкалам Петерсона, Джеймса, Саари и Прескотта; балльную шкалу переводили в процентную. В фазе колошения растений определяли линейные размеры и рассчитывали площадь флагового и предфлагового листьев (Miralles D., Slafer G., 1991). После уборки на 30 растениях с каждой делянки анализировали количественные признаки: число растений и побегов на 1 м², общую и продуктивную кустистость, длину стебля и колоса, число колосков и зёрен в колосе, массу зерна с колоса, массу 1000 зёрен (ГОСТ 10842–89); рассчитывали плотность колоса; определяли количество и качество клейковины (ГОСТ 13586.1–68).

Проводили фитопатологическую экспертизу семян яровой мягкой пшеницы с государственных сортоиспытательных участков Тюменской области: Нижнетавдинского, Аромашевского (подтайга), Ялуторовского, Омутинского, Ишимского (северная лесостепь) и Бердюжского (южная лесостепь). Всего проанализировано 78 образцов урожая 2015 г. и 66 образцов 2016 г. Анализ микрофлоры семян проводили методом влажной камеры через 9 месяцев после уборки растений. Оценивали лабораторную всхожесть, заражённость семян патогенами и степень поражения проростков по шкале: 1 – здоровый проросток, 2 – точечные некрозы ткани, 3 – сильный некроз, значительное отставание в росте, 4 – полная гибель.

Химический анализ почвы выполняли в химико-экологической лаборатории Тобольской комплексной научной станции УрО РАН (аттестат

аккредитации № РОСС RU.0001.516420). Для описания метеорологических условий использовали архивные данные сайта gr5.ru (лицензия Росгидромета № 1691595 P/2013/2331/100/Л).

Статистическую обработку данных проводили при использовании пакета Statistica Stat Soft. Применяли методы: Kolmogorov-Smirnov test, Pearson Correlation, Spearman Correlation, Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis ANOVA. Критический уровень статистической значимости (p) принимали равным 0,05. Рассчитывали коэффициент вариации (CV), показатели пластичности (b_i) и стабильности (S^2d_i) (Eberhart S. A., Russell W. A., 1966).

Почва опытного участка (Тобольский район) характеризовалась средними запасами гумуса – 4,5 %, высокой обеспеченностью нитратным азотом ($N-NO_3^-$) – 17,2 мг/кг, нейтральной реакцией (pH 7,1), по гранулометрическому составу классифицировалась как тяжёлый суглинок.

Анализ метеорологических данных за период с 1 июня по 31 августа в течение последних двух десятилетий (с фокусом на годы исследования) показал, что самые высокие температуры за рассматриваемый период были зафиксированы в 2016 г. (19,0 °C), аномально низкие – в 2014 г. (16,0 °C), рекордное количество осадков выпало в 2015 г. (362 мм) (рис. 1). В 2014 г. в конце августа регистрировались отрицательные температуры (до минус 1 °C). В июле 2015 и 2016 гг. отмечались ливни (до 39 и 47 мм в сутки соответственно). В начале лета выпадало существенно меньше осадков. Таким образом, пшеница в период исследования подвергалась различным абиотическим стрессам.

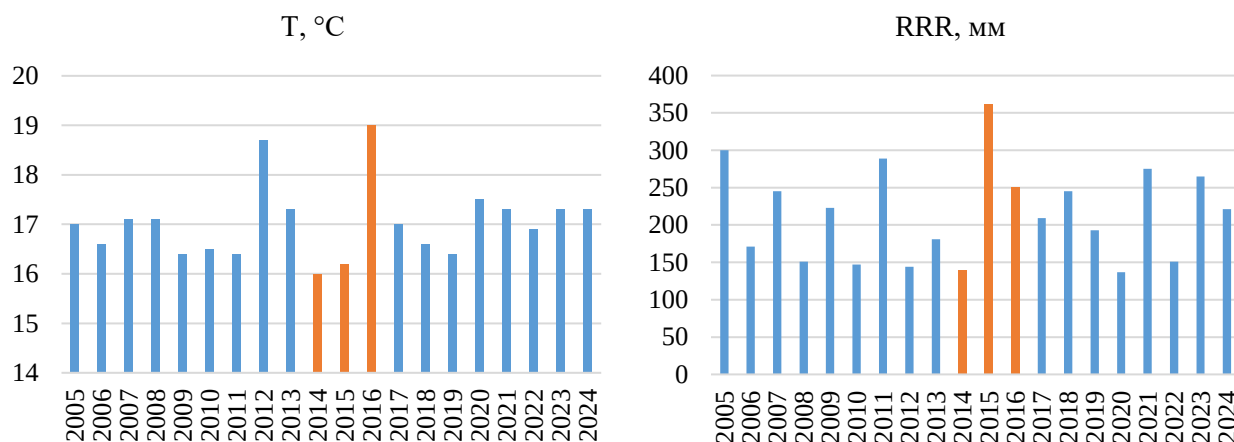


Рисунок 1 – Многолетняя динамика средней температуры воздуха (T) и суммы осадков (RRR) за летний период в Тобольском районе

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Анализ структуры урожая и качества зерна яровой пшеницы в условиях таёжной агроэкологической зоны Тюменской области

Выявлена существенная разница в продолжительности вегетационного периода между годами – до 27 суток. Максимальная протяжённость периода «всходы–полная спелость» зафиксирована в прохладном 2014 г. (до 110 суток), минимальная – в жарком 2016 г. (до 83 суток). Сорта распределены на пять подгрупп в зависимости от сроков созревания (табл. 1).

Таблица 1 – Дифференциация сортов яровой пшеницы по срокам созревания

Среднеранние		Среднеспелые	Среднепоздние	
79–102 сут.*	80–104 сут.	81–106 сут.	82–108 сут.	83–110 сут.
Тюменская 31	Тюменская 25 Тюменская 27 Тюменская 29 Тюменская 30 Тюменская 32 Тюменская 33 Лютесценс 70 Аделина	Омская 36 Тюменец 2 СКЭНТ-3 Икар Лютесценс 585 АВИАДа Laban CN 06600	Kraba Серебряна Терция	Рикс Казахстанская 10

Примечание: *Пределы протяжённости периода «всходы–полная спелость» (2014–2016 гг.)

Наибольшие показатели общей кустистости определены в 2014 г. – 2,95 (в среднем по сортам), наименьшие в 2016 г. – 2,29, когда высокие температуры воздуха сократили фазу кущения и привели к формированию меньшего числа побегов. Данный недостаток был компенсирован увеличением доли продуктивных побегов. В первый год исследования сформировалось максимальное количество продуктивных побегов – 846 шт./м², при этом масса зерна с колоса оказалась самой низкой – 0,82 г. Причинами формирования щуплого зерна стали загущенность стеблестоя, поражение растений листовыми болезнями и нехватка тепла. Во второй год регистрировалось наименьшее количество продуктивных побегов – 624 шт./м², относительный дефицит которых восполнился повышенной массой зерна с колоса – 1,27 г. Растения различались по годам по длине стебля, площади листьев, числу колосков в колосе, массе 1000 зёрен и не имели статистически значимых отличий по длине колоса и числу зёрен в колосе (табл. 2). Максимальная урожайность определена в 2015 г. (787 г/м²), в прохладный 2014 г. и жаркий 2016 г. её уровень был ниже на 12 и 11 % соответственно.

Таблица 2 – Показатели количественных признаков растений яровой мягкой пшеницы в разные годы исследования (среднее по сортам)

Год	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Общее число побегов на 1 м ²	Число продуктивных побегов на 1 м ²	Длина стебля, см	Площадь флагового листа, см ²	Длина колоса, см	Число колосков в колосе	Число зёрен в колосе	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, г/м ²
2014 (1)	2,95	2,40	1047	846	101,4	26,1	8,6	15,8	31,3	26,3	0,82	689
2015 (2)	2,77	1,76	988	624	75,3	32,8	9,0	15,1	32,7	39,1	1,27	787
2016 (3)	2,29	2,10	705	646	111,7	24,6	8,7	18,0	30,6	35,4	1,09	700
Среднее	2,67	2,09	913	705	96,1	27,8	8,8	16,3	31,5	33,6	1,06	725
CV, %	13	15	20	17	20	16	2	9	3	20	22	7
p < 0,05*	3-1 3-2	3-1 3-2 1-2	3-1 3-2	1-2 1-3	3-1 3-2 1-2	2-1 2-3	-	3-1 3-2	-	1-2 1-3	3-1 3-2 1-2	2-1 2-3

Примечание: значения каждого признака проранжированы и выделены цветом, где:

минимальное значение/min

максимальное значение/max

*различия в уровне признака между годами исследования достоверны

Для каждого генотипа яровой пшеницы определены усреднённые за три года исследования показатели количественных признаков (табл. 3). В группе среднеранних сортов по сравнению со среднепоздними выявлены более высокие значения продуктивной кустистости, числа продуктивных побегов и урожайности и более низкие показатели длины колоса и числа колосков в колосе.

Таблица 3 – Сортные показатели количественных признаков растений яровой мягкой пшеницы (среднее 2014–2016 гг.)

Сорт	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Общее число побегов на 1 м ²	Число продуктивных побегов на 1 м ²	Длина стебля, см	Площадь флагового листа, см ²	Длина колоса, см	Число колосков в колосе	Число зёрен в колосе	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, г/м ²
Среднеранние (Р)												
Тюменская 25 ST	2,77	2,30	938	762	90,0	25,5	8,2	15,2	29,3	35,1	1,03	770
Тюменская 27	2,87	2,27	1001	794	99,0	26,7	8,4	15,9	31,4	31,9	1,00	777
Тюменская 29	2,60	2,10	924	728	93,7	27,1	8,4	16,2	30,5	35,4	1,07	769
Тюменская 32	2,63	2,10	931	747	98,3	25,6	9,0	15,4	28,8	36,7	1,04	765
Тюменская 33	2,73	2,20	989	792	98,6	25,8	8,1	15,8	30,2	32,3	0,98	758
Тюменская 30	2,97	2,37	872	683	94,3	28,1	8,8	16,0	33,5	33,6	1,12	746
Лютесценс 70	2,83	2,20	906	708	96,6	31,1	8,6	16,2	33,2	32,2	1,07	745
Тюменская 31	2,73	2,30	908	762	89,5	21,4	8,0	14,3	28,8	33,1	0,95	706
Среднее	2,77	2,23	934	747	95,0	26,4	8,5	15,6	30,7	33,8	1,03	754
Среднеспелые (С)												
Омская 36 ST	2,70	2,20	958	762	109,2	24,1	8,9	14,9	29,1	37,3	1,08	807
СКЭНТ-3	2,60	2,03	854	667	95,0	24,4	8,5	15,7	32,6	35,4	1,15	755
Лютесценс 585	2,73	2,13	945	736	98,6	27,4	8,4	15,9	30,9	33,2	1,03	748
Laban	2,77	2,17	922	723	89,2	29,6	8,9	16,6	36,0	29,1	1,07	746
Аделина	2,70	2,07	922	701	100,3	27,3	8,9	15,8	31,6	34,1	1,07	729
Икар	2,57	1,93	864	633	91,8	29,9	8,4	15,7	33,3	35,2	1,17	722
АВИАДа	2,50	1,80	838	597	99,8	33,2	9,9	17,3	34,4	36,0	1,23	713
Тюменец 2	2,47	1,93	799	622	103,2	27,0	8,3	16,8	30,7	34,2	1,05	632
CN 06600	2,63	2,17	919	741	94,6	25,3	8,0	15,3	27,2	35,3	0,98	705
Среднее	2,63	2,05	891	687	98,0	27,6	8,7	16,0	31,8	34,4	1,09	729
Среднепоздние (П)												
Рикс ST	2,67	2,03	909	682	101,8	33,8	10,4	18,9	28,0	36,6	1,01	679
Серебряна	2,70	1,87	877	613	103,4	31,9	9,8	17,6	35,2	33,3	1,20	706
Казахстанская 10	2,87	2,07	1063	733	97,4	32,7	9,6	19,2	27,1	36,3	0,97	692
Терция	2,63	1,83	1014	702	100,3	24,8	8,5	16,8	30,6	29,2	0,93	646
Krabbat	2,20	1,87	741	632	70,8	29,7	8,9	17,4	41,2	24,7	1,07	646
Среднее	2,61	1,93	921	672	94,7	30,6	9,4	18,0	32,4	32,0	1,04	674
p < 0,05*	-	Р-С Р-П	-	Р-П	-	-	Р-П	П-Р П-С	-	-	-	Р-П

Примечание: значения каждого признака проранжированы и выделены цветом, где:

min												max
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

*различия в уровне признака между группами спелости достоверны

С продолжительностью вегетационного периода положительно коррелировали площадь флагового ($r = 0,61$) и предфлагового ($r = 0,66$) листьев,

длина колоса ($r = 0,65$), число колосков в колосе ($r = 0,85$), число незернённых колосков в колосе ($r = 0,60$) и отрицательно – продуктивная кустистость ($r = -0,62$), урожайность ($r = -0,55$) и количество клейковины ($r = -0,54$) (рис. 2).

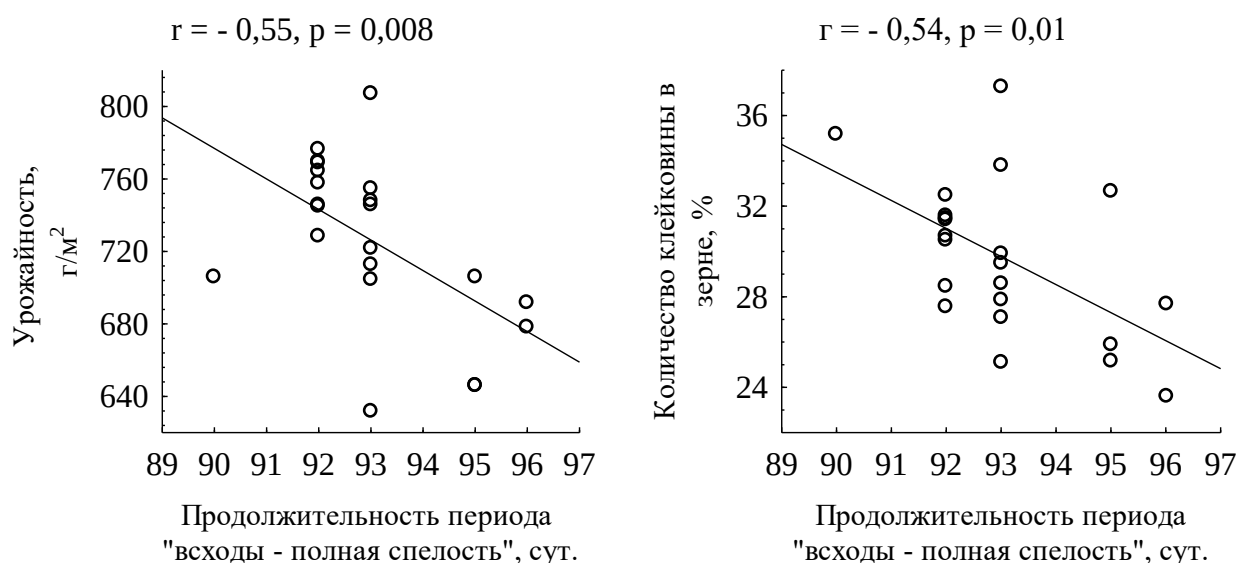


Рисунок 2 – Зависимость урожайности и количества клейковины в зерне от продолжительности вегетационного периода (среднее 2014–2016 гг.) у сортов яровой мягкой пшеницы ($n = 22$)

В резко контрастных погодных условиях наибольшая вариативность урожайности по годам исследования ($CV = 20\%$) была у сортов Krabat и СКЭНТ-3, наименьшая ($CV \leq 5\%$) – у сортов Тюменская 31, Тюменская 27 и Омская 36. Значения CV и b_i тесно коррелировали ($r = 0,80$). В зависимости от показателей b_i и S^2d_i генотипы распределены на группы: 1) нестабильные, имеют лучшие результаты в благоприятных условиях ($b_i > 1$; $S^2d_i > 0$): Тюменская 25, Лютесценс 70, СКЭНТ-3, Лютесценс 585, Laban, Икар, Терция, Krabat; 2) нестабильные, имеют лучшие результаты в неблагоприятных условиях ($b_i < 1$; $S^2d_i > 0$): Тюменская 27, Тюменская 32, Тюменская 30, Тюменская 31, Тюменец 2, Рикс, Серебряна, Казахстанская 10; 3) стабильные, слабо реагируют на улучшение условий ($b_i < 1$; $S^2d_i = 0$): Омская 36; 4) стабильные, хорошо отзываются на улучшение условий ($b_i \geq 1$; $S^2d_i = 0$): Тюменская 29, Тюменская 33, Аделина, АВИАДа, CN 06600.

У сортов яровой пшеницы наблюдалась компенсация недостаточного развития одних элементов структуры урожая за счёт усиленного формирования других. Недостаток растений на 1 м^2 компенсировался более высокой продуктивной кустистостью; дефицит продуктивных побегов – увеличением массы зерна с колоса, числа колосков и зёрен в колосе; низкая озёрнённость колоса – увеличением массы зерновки (табл. 4). Урожайность сортов в разные годы имела прямую зависимость от продуктивной кустистости, числа продуктивных побегов на 1 м^2 , массы зерна с колоса и массы 1000 зёрен, и обратную – от числа колосков в колосе.

Таблица 4 – Взаимосвязь количественных признаков у сортов яровой пшеницы

Признаки	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Число растений на 1 м ² & Продуктивная кустистость	-0,44	-0,23	-0,34
Число продукт. побегов на 1 м ² & Число колосков в колосе	-0,29	-0,42	-0,45
Число продукт. побегов на 1 м ² & Число зёрен в колосе	-0,44	-0,53	-0,57
Число продукт. побегов на 1 м ² & Масса зерна с колоса	-0,24	-0,60	-0,62
Число зёрен в колосе & Масса 1000 зёрен	-0,67	-0,62	-0,39
Урожайность & Продуктивная кустистость	0,46	0,39	0,64
Урожайность & Число продукт. побегов на 1 м ²	0,55	0,42	0,61
Урожайность & Масса зерна с колоса	0,68	0,47	0,23
Урожайность & Масса 1000 зёрен	0,71	0,09	0,37
Урожайность & Число колосков в колосе	0,21	-0,45	-0,44

Примечание: статистически значимые значения коэффициента корреляции ($p < 0,05$) выделены цветом ($n = 22$)

3.2. Иммунологическая оценка генотипов яровой мягкой пшеницы на естественном (листолюбительные болезни) и искусственном (фузариоз колоса) инфекционных фонах

В первый и второй годы исследования большинство сортов сильно поражались бурой ржавчиной (возбудитель – *Puccinia triticina* Erikss.) (табл. 5). В пик развития болезни плотность покрытия флагового листа уредопустулами достигала 90 %. Сорта Тюменская 27, Тюменская 30 и Лютесценс 70 демонстрировали максимальную чувствительность к бурой ржавчине, Серебряна, Рикс и Терция – минимальную.

В 2014 г. проведён учёт развития мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC.) Speer.); в последующие годы исследования признаки болезни на растениях пшеницы отсутствовали. Сорта СКЭНТ-3 и Икар выделились особенно сильным поражением мучнистой росой, причём у сорта СКЭНТ-3 грибница обильно развивалась на листьях, у сорта Икар – на колосе. Морфологической особенностью первого сорта является сильное опушение листьев, второго – колоса. Между интенсивностью опушения листовой пластинки и степенью её поражения мучнистой росой установлена прямая связь ($r = 0,59$, $p < 0,05$). Сорт Омская 36 также показал относительно высокую восприимчивость к болезни, с поражением листьев нижнего и среднего яруса. Устойчивость к мучнистой росе проявили генотипы: Krabat (симптомы отсутствовали), Тюменская 27, Тюменская 29, Тюменец 2, Лютесценс 70, Laban, Тюменская 25 (развитие болезни < 5 %) (табл. 5).

В период наблюдений получили распространение пятнистости листьев. При микроскопировании обнаруживались споры возбудителей тёмно-бурой пятнистости (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker) и септориоза (*Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvlieg, Verkley & Crous, *Parastagonospora avenae* (A. B. Frank) Quaedvlieg, Verkley & Crous). Определение разновидностей пятнистости в полевых условиях оказалось затруднительным из-за схожести симптомов гельминтоспориоза и септориоза, частого отсутствия спороношения гриба, а также наличия на одних и тех же листьях пятен, вызванных разными патогенами.

Сорт	Бурая ржавчина, развитие, %	Мучнистая роса, развитие, %	Фузариоз колоса					
			2014 г.			2015 г.		
			распространённость, %	развитие, %	заражённость зерна, %	распространённость, %	развитие, %	содержание фузариозных зёрен, %
Среднеранние (Р)								
Тюменская 25 ST	47,5	3,8	9	0,7	23	35	12,6	43
Тюменская 27	88,8	0,3	15	1,4	30	64	14,6	39
Тюменская 29	47,5	1,5	6	0,4	22	43	10,8	55
Тюменская 32	77,5	20,0	15	1,4	17	47	15,2	51
Тюменская 33	82,5	6,3	9	0,7	30	55	19,5	66
Тюменская 30	88,8	13,8	15	1,0	48	53	15,9	45
Лютесценс 70	87,5	3,5	10	0,8	34	69	17,0	40
Тюменская 31	71,3	27,5	8	0,6	23	22	14,7	50
Среднее	73,9	9,6	10,9	0,9	28,4	48,5	15,0	48,6
Среднеспелые (С)								
Омская 36 ST	82,5	47,5	23	1,8	45	57	15,7	52
СКЭНТ-3	77,5	92,5	24	1,5	39	74	23,8	53
Лютесценс 585	76,3	20,0	23	2,1	30	55	15,1	47
Laban	78,8	3,8	23	2,0	45	72	16,0	55
Аделина	57,5	10,0	17	1,3	60	61	16,5	56
Икар	37,5	62,5	50	4,5	68	67	20,3	62
АВИАДа	71,3	18,8	30	2,6	69	80	17,4	66
Тюменец 2	52,5	2,5	7	0,5	33	45	9,8	41
CN 06600	37,5	5,3	14	1,1	46	41	12,4	47
Среднее	63,5	29,2	23,4	1,9	48,3	61,3	16,3	53,2
Среднепоздние (П)								
Рикс ST	11,3	17,5	82	13,0	61	92	36,9	75
Серебряна	6,3	30,0	35	3,3	53	80	27,4	53
Казахстанская 10	53,8	21,3	85	16,9	66	95	52,0	84
Терция	13,8	13,8	45	5,4	50	74	23,2	55
Krabat	78,8	0,0	28	2,0	49	77	15,7	74
Среднее	32,8	16,5	55,0	8,1	55,8	83,6	31,0	68,2
p < 0,05*	-	-	-	Р-П	Р-П	Р-П Р-С	Р-П	Р-П

Исследование устойчивости сортов к фузариозу колоса в условиях искусственного заражения выявило значительную вариабельность их реакции на инфекцию (табл. 5). Погодные условия второго года эксперимента – ливневые дожди с порывами ветра, привели к полеганию растений и, как следствие, усилению болезни. Отмечена высокая сопряжённость результатов, полученных

в повторностях опыта ($r = 0,86-0,88$ – в 2014 г.; $r = 0,76-0,77$ – в 2015 г.) и в разные годы исследования ($r = 0,61-0,94$), что свидетельствует о надёжности полученных результатов и устойчивости реакции сортов на патоген в разных условиях. Показатели распространённости болезни, развития симптомов на колосе, заражённости зерна фузариозом и содержания фузариозных зёрен коррелировали между собой ($r = 0,58-0,96$). На основании ранжирования по совокупности признаков устойчивости сорта были разделены на три группы: высоковосприимчивые – Казахстанская 10, Рикс; восприимчивые – Икар, Терция, Krabat, Laban, Аделина, Серебрина, СКЭНТ-3, Омская 36, АВИАДа, Лютесценс 585; относительно устойчивые – Тюменская 25, Тюменец 2, Тюменская 27, Тюменская 31, Тюменская 29, Тюменская 33, Тюменская 30, Лютесценс 70, Тюменская 32, CN 06600. Восприимчивость сорта к фузариозу имела прямую связь с продолжительностью вегетационного периода ($r = 0,79$), длиной колоса ($r = 0,64$), числом колосков в колосе ($r = 0,65$), площадью флагового листа ($r = 0,57$) и обратную – с продуктивной кустистостью ($r = -0,48$) и количеством клейковины ($r = -0,65$).

У большинства сортов развитие болезни на колосе положительно коррелировало с длиной колоса и отрицательно – с его плотностью (табл. 6); с числом колосков в колосе связь имела разную направленность. Длинные и рыхлые колосья, вероятно, обеспечивают лучший доступ воздуха и влаги, что способствует развитию болезни.

Таблица 6 – Корреляции между развитием фузариоза на колосе и морфологическими признаками яровой мягкой пшеницы (2015 г.)

Сорт	Длина колоса	Число колосков	Плотность колоса
Казахстанская 10	0,39	-0,06	-0,37
Рикс	0,16	-0,06	-0,26
Икар	0,32	0,27	-0,00
Терция	-0,08	-0,27	-0,20
Krabat	0,02	-0,32	-0,43
Laban	0,11	-0,02	-0,15
Аделина	0,28	0,24	0,06
Серебрина	0,41	-0,02	-0,37
СКЭНТ-3	0,43	0,29	-0,02
Омская 36	0,20	0,09	-0,02
АВИАДа	0,47	0,30	-0,21
Лютесценс 585	0,15	-0,25	-0,32
CN 06600	0,37	0,19	-0,10
Тюменская 32	0,06	0,17	-0,05
Лютесценс 70	0,37	0,05	-0,25
Тюменская 30	0,39	0,17	-0,11
Тюменская 33	0,22	-0,25	-0,34
Тюменская 29	0,06	0,18	0,11
Тюменская 31	0,41	0,46	0,31
Тюменская 27	0,35	-0,07	-0,39
Тюменец 2	0,29	0,30	0,02
Тюменская 25	0,25	0,21	0,03

Примечание: статистически значимые значения коэффициента корреляции ($p < 0,05$) выделены цветом ($n = 60$)

3.3. Анализ микрофлоры семян пшеницы, выращенной в разных агроэкологических зонах Тюменской области

Заражённость семян пшеницы, выращенной на ГСУ Тюменской области составила 62,9 % в 2015 г. и 64,3 % в 2016 г. Превалирующей болезнью являлся альтернариоз: заселение семенного материала грибами *Alternaria* spp. в среднем по ГСУ в первый год исследования составило 51,4 %, во второй – 47,6 % (табл. 7); показатели не имели статистически значимых отличий. Частота встречаемости других представителей микробиоты была значительно ниже. В 2015 г. по сравнению с 2016 г. отмечена более высокая заражённость семян фузариозом – 4,8 против 1,6 % и бактериозом – 5,7 против 0,7 % при более низкой инфицированности гельминтоспориозом – 7,1 против 2,6 % и сапрофитными плесневыми грибами – 2,3 против 0,2 %.

Таблица 7 – Заражённость болезнями семян пшеницы, выращенной на ГСУ Тюменской области, % (среднее по образцам)

ГСУ	Болезнь				
	А**	Ф	Г	Б	П
2015 г.					
Нижнетавдинский (Н)	48,3	9,6	2,0	5,1	0,0
Аромашевский (А)	46,7	3,9	1,0	5,3	0,3
Ялуторовский (Я)	45,3	4,4	1,3	2,2	0,2
Омутинский (О)	53,2	2,8	1,3	3,3	0,3
Ишимский (И)	63,6	2,7	5,3	7,1	0,0
Бердюжский (Б)	51,4	5,3	4,8	11,5	0,4
Среднее	51,4	4,8	2,6	5,7	0,2
p < 0,05*	И-Н И-А И-Я	Н-И Н-О	И-А И-Я И-О Б-А Б-Я Б-О	Б-Н Б-Я Б-О	-
2016 г.					
Нижнетавдинский (Н)	44,8	1,6	2,3	0,6	0,5
Аромашевский (А)	41,4	1,1	4,9	0,2	5,4
Ялуторовский (Я)	47,3	3,4	15,7	0,3	0,3
Омутинский (О)	32,9	1,8	8,1	1,2	0,5
Ишимский (И)	62,6	1,1	7,5	0,3	1,9
Бердюжский (Б)	56,6	0,9	3,6	1,4	5,3
Среднее	47,6	1,6	7,1	0,7	2,3
p < 0,05*	И-Н И-А И-О Б-О	-	Я-Н Я-А Я-Б О-Н И-Н	-	А-Н А-Я А-О Б-Н Б-Я Б-О

Примечание: значения каждого признака проранжированы и выделены цветом, где:

min										max
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

*различия в уровне признака между образцами семян с разных ГСУ достоверны

**А – альтернариоз, Ф – фузариоз, Г – гельминтоспориоз, Б – бактериоз, П – плесень

Альтернариоз обнаружен во всех образцах, процент заражённых семян варьировал в диапазоне от 15,3 до 79,6 %. Наибольшая инфицированность семян альтернариевыми грибами зафиксирована на Ишимском ГСУ (северная лесостепь) как в первый, так и во второй годы опыта (табл. 7). Фузариоз выявлен в 80 % образцов, уровень заражённости достигал 29,6 % (табл. 8). Наибольшая заселённость семян *Fusarium* spp. зарегистрирована в 2015 г. на Нижнетавдинском ГСУ (подтайга), сильнее всего поражались сорта Икар и Рикс.

Гельминтоспориозом было заражено 86 % образцов, предельное значение инфицированности составило 26,5 %. Чаще гельминтоспориевые грибы встречались в образцах 2015 г. на Ишимском (северная лесостепь) и Бердюжском (южная лесостепь) ГСУ, 2016 г. – на Ялуторовском, Ишимском и Омутинском ГСУ (северная лесостепь). Бактериальная инфекция зафиксирована в 67 % образцов при максимальной заражённости 22,4 %. Более сильное заражение семян бактериями отмечено в 2015 г. на Бердюжском ГСУ (южная лесостепь). Плесневение семян зарегистрировано у 38 % образцов, самый высокий уровень инфицированности составил 23,5 %. Возбудителями заболевания чаще всего выступали грибы р. *Penicillium* (64 %), реже – р. *Aspergillus* (36 %), в единичных случаях наблюдалось распространение по всей влажной камере грибов р. *Mucor*. Наибольшая распространённость плесени хранения отмечена в 2016 г. на Бердюжском (южная лесостепь) и Аромашевском (подтайга) ГСУ.

Сорт	Болезнь				
	А*	Ф	Г	Б	П
Тюменская 25	69,4	5,1	17,3	16,5	3,1
Тюменская 29	79,6	6,1	26,5	22,4	5,1
Тюменская 33	75,6	9,2	8,3	10,2	1,0
Лютесценс 70	69,4	11,2	20,6	10,2	4,1
Новосибирская 15	64,3	9,2	10,2	2,0	4,1
Новосибирская 31	72,4	3,1	17,3	12,2	7,3
Омская 36	68,4	7,1	12,2	8,2	6,2
СКЭНТ-3	69,1	8,2	26,5	14,3	6,1
Икар	64,3	29,6	9,2	10,2	6,1
АВИАДа	61,2	8,2	12,2	11,2	23,5
Чернява 13	28,6	6,1	12,2	22,4	6,1
Тобольская	76,5	7,1	7,1	15,3	0,0
Рикс	62,2	24,5	13,6	13,3	6,2
Казахстанская 10	49,0	9,2	9,3	18,4	0,0

Семена с альтернариозной инфекцией имели в среднем высокую всхожесть (95,4 % – 2015 г. и 92,8 % – 2016 г.) и меньшее поражение проростков (1,3 и 1,4 балла соответственно). В 76 % случаев ростки и корни были без некротических изменений, по длине и массе не отличались от проростков здоровых семян (1 балл); доля загнивших семян (4 балла) составила 7 %. У фузариозных, гельминтоспориозных, плесневелых и бактериозных семян поражение проростков в среднем было существенно выше (2,3–2,6 баллов – 2015 г.; 2,0–2,8 баллов – 2016 г.), а всхожесть значительно ниже (55,2–65,4 % – 2015 г. и 51,2–69,3 % – 2016 г.). При заражении грибами родов *Fusarium*, *Bipolaris*, *Penicillium* загнивало более трети семян, при бактериозе – более половины. Из-за высокой распространённости альтернариоза абсолютное число

загнивших семян, заражённых *Alternaria* spp., превысило показатели, характерные для других семенных инфекций.

Проведён анализ содержания фузариозных зёрен в образцах яровой пшеницы урожая 2015 г., основываясь на внешних отличительных признаках (ГОСТ 31646–2012). В связи с потенциальной угрозой для здоровья, государственным стандартом (ГОСТ 9353–90) установлена предельная норма для пшеницы, предназначенной для переработки в муку, крупу и корма, по показателю «фузариозные зёрна» – не более 1 %. Почти в половине образцов процент фузариозных зёрен превысил допустимый уровень; максимальное содержание (5,6 %) зарегистрировано в образце сорта Икар с Нижнетавдинского ГСУ. Опушённый колос этого сорта может способствовать удержанию болезнетворных спор и влаги, способствующей их прорастанию.

Содержание фузариозных зёрен в образцах яровой мягкой пшеницы было тесно связано с показателями заражённости семян *Fusarium* spp., определёнными с помощью метода влажной камеры, а также с рангом фузариозоустойчивости, установленным при испытании генотипов в условиях искусственного заражения (рис. 3). Сорта Казахстанская 10, Рикс и Икар проявили наибольшую восприимчивость, а сорта Тюменская 25, Тюменская 29 и Тюменская 33 – относительную устойчивость как в естественных полевых условиях, так и при искусственном заражении.

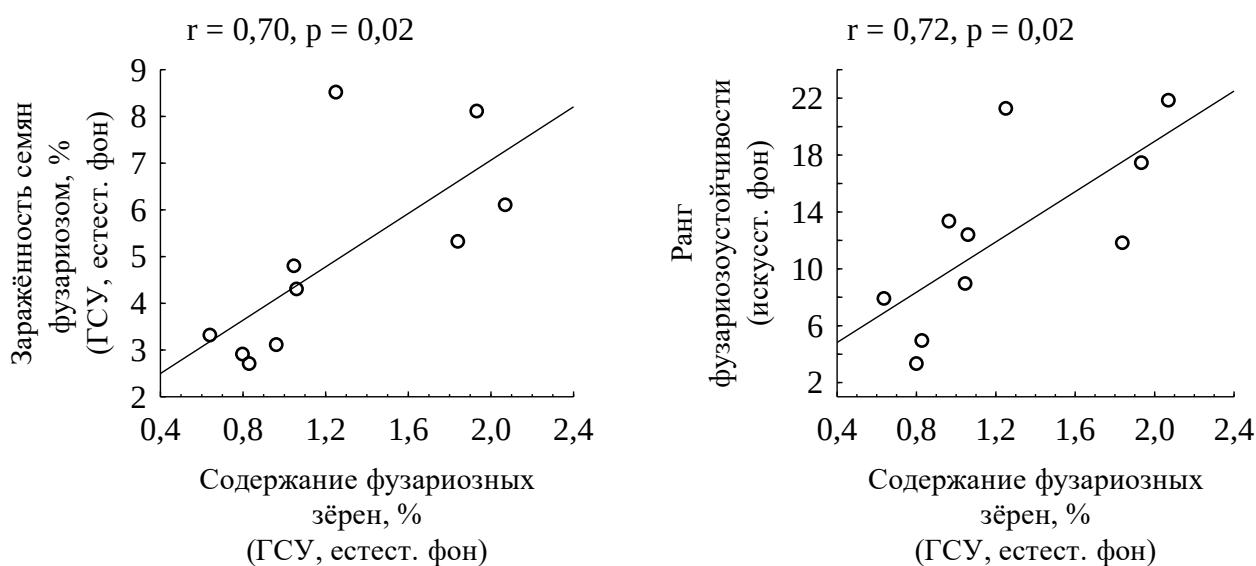


Рисунок 3 – Взаимосвязь между показателями устойчивости сортов к фузариозу колоса, полученными на естественном и искусственном инфекционных фонах (n = 10)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Погода в годы исследования по тепло- и влагообеспеченности была резко контрастной, что позволило дать объективную оценку изученным генотипам яровой мягкой пшеницы. Разница среднесуточной температуры воздуха вегетационного периода прохладного года (2014) и года с повышенным тепловым режимом (2016) составила 4,8 °С, по количеству осадков влажный

(2015) и засушливый (2014) годы отличались в 2,5 раза. Наиболее чувствительными к колебаниям температуры и осадков оказались признаки: число побегов на 1 м², масса зерна с колоса, масса 1000 зёрен и длина стебля (CV = 20–22 %), стабильность проявили: длина колоса и число зёрен в колосе (CV = 2–3 %). Урожайность по годам варьировала незначительно (CV = 7 %).

2. В условиях таёжной агроклиматической зоны среднеранние сорта яровой мягкой пшеницы по сравнению со среднепоздними характеризовались более высокими показателями продуктивной кустистости, урожайности и количества клейковины в зерне. Среднепоздние сорта имели преимущество по признакам – длина колоса и число колосков в колосе, но при этом отличались большим числом неозернённых колосков относительно сортов с более коротким вегетационным периодом.

3. По результатам комплексной оценки хозяйственно-ценных признаков наиболее продуктивными и стабильными по урожайности зерна были сорта Тюменская 27 и Омская 36. По количеству продуктивных побегов выделились сорта Тюменская 27, Тюменская 33, Тюменская 31, Омская 36, Тюменская 25, по массе зерна с колоса – АВИАДа, Серебряна, Икар, СКЭНТ-3, Тюменская 30.

4. Выявлены обратные связи между признаками: число растений на 1 м² и продуктивная кустистость; число продуктивных побегов на 1 м² и озернённость колоса; число зёрен в колосе и масса 1000 зёрен; число продуктивных побегов на 1 м² и масса зерна с колоса. Урожайность в разные годы исследования имела прямые связи с продуктивной кустистостью, числом продуктивных побегов, массой зерна с колоса и массой 1000 зёрен, и обратные – с числом колосков в колосе.

5. Испытание устойчивости генотипов яровой мягкой пшеницы к фузариозу колоса в условиях искусственного заражения растений позволило дифференцировать их на высоковосприимчивые – Казахстанская 10, Рикс, восприимчивые – Икар, Терция, Krabat, Laban, Аделина, Серебряна, СКЭНТ-3, Омская 36, АВИАДа, Лютесценс 585 и относительно устойчивые – Тюменская 25, Тюменец 2, Тюменская 27, Тюменская 31, Тюменская 29, Тюменская 33, Тюменская 30, Лютесценс 70, Тюменская 32, CN 06600. Выявлена тесная прямая связь восприимчивости сорта к фузариозу колосу с продолжительностью вегетационного периода.

6. При анализе растений каждого сорта в большинстве случаев симптомы фузариоза в виде оранжевого налёта на колосковых чешуях сильнее проявлялись на более длинных и рыхлых колосьях.

7. В естественных полевых условиях максимальную чувствительность к бурой ржавчине показали сорта Тюменская 27, Тюменская 30 и Лютесценс 70, минимальную – Серебряна, Рикс, Терция. Высокую восприимчивость к мучнистой росе демонстрировали сорта СКЭНТ-3 и Икар, Омская 36; у сортов Тюменская 27, Тюменская 29 признаки поражения были выражены в минимальной степени, на растениях сорта Krabat – отсутствовали.

8. В результате фитопатологической экспертизы семенного материала яровой мягкой пшеницы, выращенной в различных агроэкологических зонах

Тюменской области установлено, что заражённость альтернариозом в разные годы составляла 48–51 %, гельминтоспориозом – 2,6–7,1 %, фузариозом – 1,6–4,8 %, сапрофитными плесневыми грибами – 0,2–2,3 %. У семян, инфицированных грибами *Alternaria* spp., по сравнению с семенами, заселёнными *Fusarium* spp. и *Bipolaris sorokiniana*, средний балл поражения проростков был значительно ниже – 1,4 против 2,5–2,6, а всхожесть семян выше – 94,1 % против 63,5–64,0 %.

9. Соотношение различных фитопатогенов в микобиоте семян пшеницы зависело от погодных условий. В прохладных и сильно увлажнённых условиях вегетационного периода 2015 г. была выше представленность в семенном материале грибов р. *Fusarium* по сравнению с *B. sorokiniana* (4,8 против 2,6 %). В жарких условиях 2016 г. преимущество получил *B. sorokiniana* перед *Fusarium* spp. (7,1 против 1,6 %). Различий в распространённости *Alternaria* spp. по годам исследования не выявлено, что указывает на их меньшую зависимость от гидротермического режима по сравнению с *Fusarium* spp. и *B. sorokiniana*.

10. В годы исследования наибольшая заражённость семян альтернариозом наблюдалась в образцах пшеницы, выращенной на Ишимском ГСУ в северной лесостепи. Максимальная инфицированность семян фузариозом зафиксирована в образцах с Нижнетавдинского ГСУ (2015 г.), расположенного в подтаёжной зоне с более прохладными и влажными условиями. Наиболее сильно фузариозом поражались сорта Икар и Рикс. Заражённость семенного материала гельминтоспориозом была выше в образцах с Ялutorовского, Омутинского и Ишимского ГСУ (2016 г.), находящихся в северной лесостепи.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При подборе исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Тюменской области рекомендуем источники селекционно-ценных признаков: устойчивость к бурой ржавчине – Серебрина, Рикс, Терция; устойчивость к мучнистой росе – Krbat, Тюменская 27, Тюменская 29, Тюменец 2; слабовосприимчивые к фузариозу колоса (искусственный инфекционный фон) – Тюменская 25, Тюменец 2, Тюменская 27, Тюменская 31, Тюменская 29, Тюменская 33, Тюменская 30, Лютесценс 70, Тюменская 32, CN 06600; число зёрен в колосе – Krbat, Laban; масса зерна с колоса – АВИАДа, Серебрина, Икар, СКЭНТ-3, Тюменская 30; число продуктивных побегов – Тюменская 27, Тюменская 33; масса 1000 зёрен – Омская 36, Тюменская 32, Рикс, Казахстанская 10, АВИАДа.

2. Издание «Атлас грибных болезней культурных злаков в Тюменской области» (Земцова Е. С. с соавт., 2023 г.) рекомендуем селекционерам (методы оценки и отбор генотипов, устойчивых к воздействию фитопатогенных грибов), сотрудникам Государственных сортоиспытательных участков (принятие решения о районировании сортов), специалистам хозяйствующих субъектов АПК (определение болезней в агроценозах зерновых культур и идентификация возбудителей, контроль и управление болезнями), студентам и аспирантам

биологических и сельскохозяйственных специальностей, всем заинтересованным в получении знаний в области фитопатологии.

3. Для получения высокой урожайности зерна и полноценных семян, проведения защитных мероприятий на посевах яровой пшеницы необходимо на основании результатов фитопатологической экспертизы учитывать состав, распространённость и вредоносность патогенов в микробиоте семенного материала, полученного в разных агроэкологических условиях Тюменской области.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Земцова, Е. С. Оценка устойчивости сортов яровой мягкой пшеницы к листовым болезням в естественных полевых условиях / Е. С. Земцова, Н. А. Боме // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 685.

2. Земцова, Е. С. Влияние густоты стояния растений на структуру урожая яровой мягкой пшеницы / Е. С. Земцова, Н. А. Боме // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 824.

3. Земцова, Е. С. Фенотипическое проявление селекционно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы в зависимости от генотипа и метеорологических условий / Е. С. Земцова, Н. А. Боме // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 123-126.

4. Земцова, Е. С. Анализ структуры урожая яровой пшеницы в различных погодных условиях Тюменской области / Е. С. Земцова, Н. А. Боме // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16, № 2 (62). – С. 23-28.

5. Земцова, Е. С. Сравнительная характеристика генотипов *Triticum aestivum* L. по устойчивости к фузариозу колоса в условиях искусственного заражения / Е. С. Земцова, Н. А. Боме // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 96. – С. 100-106.

6. Земцова, Е. С. Дифференциация сортов яровой пшеницы, районированных в Тюменской области, по устойчивости к фузариозу колоса / Е. С. Земцова, Н. А. Боме, Н. Н. Колоколова // Пермский аграрный вестник. – 2023. – № 2 (42). – С. 20-26.

7. Земцова, Е. С. Микробиота семян яровой пшеницы, выращенной в контрастных агроклиматических условиях Тюменской области / Е. С. Земцова, Н. А. Боме, В. В. Новохатин // Аграрная наука. – 2024. – № 10 (387). – С. 104-110.

Учебное пособие

8. Земцова, Е. С. Атлас грибных болезней культурных злаков в Тюменской области: Учебное пособие / Е. С. Земцова, Н. А. Боме, Н. Н. Колоколова. – Тюмень: ТюмГУ-Press. – 2023. – 160 с.