

На правах рукописи

ЮСОВ ВАДИМ СТАНИСЛАВОВИЧ

**СОЗДАНИЕ И СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
доктора сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Омский аграрный научный центр»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник
Евдокимов Михаил Григорьевич

Официальные оппоненты:

Гончаров Николай Петрович,

доктор биологических наук, старший научный сотрудник, академик РАН, главный научный сотрудник сектора генетики пшеницы Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики сибирского отделения Российской академии наук»

Боме Нина Анатольевна,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет», зав. кафедрой ботаники, биотехнологии растений и ландшафтной архитектуры

Потоцкая Инна Владимировна,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»

Защита состоится «30» мая 2024 г. в 10⁰⁰ 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 « ____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Халипский
Анатолий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Твердая пшеница – незаменимое сырье для изготовления макаронных изделий, а в странах Северной Африки и на Ближнем Востоке это важный ингредиент для кускуса и булгура. Западная Сибирь является зоной эффективного производства высококачественного продовольственного зерна яровой твердой пшеницы. В тоже время, значительные колебания условий среды, почти ежегодное действие стрессовых факторов увеличивают коммерческий риск при её возделывании. В частности, эпифитотии стеблевой ржавчины, засуха и высокие температуры в критические периоды роста и развития твердой пшеницы, довольно частое в регионе полегание посевов, значительно снижают продуктивность зерна. Увеличиваются амплитуды колебаний погодных условий по годам. Задачи, стоящие перед селекционерами, невозможно решить без увеличения генетического разнообразия привлекаемого в селекцию исходного материала. Актуально изучение и включение в скрещивания наиболее ценных образцов твердой пшеницы из мировых центров генетических ресурсов (ВИР), мировых селекционных центров, прежде всего СИММУТ, селекционных центров России и Казахстана, продуцирующих наиболее близкий по адаптивности к условиям Сибири селекционный материал (программа КАСИБ); современные сорта из других стран, прежде всего Италии, Канады, Австралии и т.д.; других видов пшеницы, в том числе синтетической гексаплоидной, с добавленным геном A^b A^b . Информативность процесса изучения образцов увеличивается, если он сопровождается характеристикой их донорских свойств по идентифицированным фенотипическим признакам, особенно ценной является информация по количественным признакам. Все это позволит противостоять изменениям климата и стабилизировать урожайность сортов твердой пшеницы.

Степень разработанности темы исследований. История селекции твердой пшеницы в Сибири начинается с 1918 года, когда в г. Омске была организована Западно-Сибирская селекционная станция. Первыми районированными сортами были Гордеиформе 10 и Черноколоска 1 (Вараксин А.В., Высокос Г.П., 1957). В 1959 – 1989 гг. целенаправленную селекционную работу проводила В.А. Савицкая, районированы сорта: Алмаз, Омский рубин, Ангел. В Алтайском НИИСХ (ныне ФАНЦА) под руководством В.И. Янченко, а позже М.А. Розовой, также создана группа сортов для условий Западной Сибири. В последние годы в 10 регионе достигнут определенный прогресс в селекции яровой твердой пшеницы. В Государственный реестр селекционных достижений включены 7 сортов ФГБНУ «Омский АНЦ», 7 сортов ФГБНУ «ФАНЦА» (Государственный реестр..., 2022). Однако, не все современные сорта, соответствуют требованиям с.х. товаропроизводителей и переработчиков. С 2009 года возрастает усиление вредоносности стеблевой ржавчины, вызванное изменением популяционного состава патогена и формированием новых высоковирулентных биотипов (Gulyaeva E., et al., 2020; Юсов и др., 2021). Не решена проблема устойчивости твердой пшеницы к полеганию. В последние годы качество зерна твердой пшеницы не всегда соответствует предъявляемым переработчиками требованиям.

(Евдокимов, М.Г. и др., 2021; Улучшение качества..., 2022). Все это обуславливает необходимость селекционного совершенствования по комплексу биологических, технологических показателей, улучшение адаптивных реакций на лимитирующие факторы среды, устойчивости к болезням и полеганию.

Цель исследования: усовершенствовать теоретические основы селекции твердой яровой пшеницы и создать адаптивные, высококачественные, устойчивые к болезням и полеганию сорта для условий Западной Сибири.

Для реализации цели были определены следующие **задачи**:

1. Изучить коллекционные образцы генофонда яровой твердой пшеницы ВИР, СИММИТ, КАСИБ по комплексу хозяйственно-ценных признаков и выявить наиболее ценные из них для дальнейшего использования в качестве исходного материала в селекционных программах;

2. Оценить синтетические линии для создания исходного материала в селекции яровой твердой пшеницы;

3. Провести изучение комбинационной способности, выявить доноры по основным признакам яровой твердой пшеницы;

4. Определить характер наследования основных хозяйственно-ценных признаков;

5. Создать и изучить селекционный материал; выделить генотипы с высоким потенциалом продуктивности, хорошей адаптивностью к условиям степной и лесостепной зон Западной Сибири;

6. Оценить сортообразующую способность исходного материала, усовершенствовать стратегию отбора генотипов в гибридных популяциях; создать сорта, показать прогресс в селекции по яровой твердой пшенице и определить ее современные направления.

Научная новизна исследований. Проведено изучение нового исходного материала по твердой яровой пшенице за период с 2000 по 2022 г. Выделены новые источники по комплексу хозяйственно-ценных признаков, в том числе полевой устойчивости к полеганию. У целого ряда генотипов определена комбинационная способность, установлен генетический контроль основных признаков и дана их донорская характеристика. Получен и использован в гибридизации новый исходный материал. Разработана стратегия отбора генотипов в ходе селекционного процесса. Выявлена селекционная ценность синтетических линий. В питомниках КАСИБ выделены источники продуктивности, адаптивности, качества зерна, устойчивости к грибным болезням и полеганию. В процессе исследования созданы новые гибридные популяции, линии и сорта.

Теоретическая и практическая значимость работы. В целях расширения генетической дивергенции представлена эффективность программ СИММУТ и КАСИБ. Изучение сортов яровой твердой пшеницы в разных эколого-географических пунктах позволило оценить хозяйственную ценность и адаптивный потенциал (с использованием статистических методов: РСА, АММИ (для характеристики генотип-средовых взаимодействий) новых сортов и рекомендовать наиболее перспективные для дальнейшей селекции. Доказано,

что привлечение в гибридизацию синтетических линий с геномом *T. urartu*, *T. boeoticum*, *T. monococcum*, позволяет создать перспективный исходный материал для селекции в условиях Западной Сибири, устойчивый к грибным болезням, с хорошим качеством зерна. Проведено комплексное исследование причин полегания растений, оценены морфологические и анатомические элементы этой устойчивости. Результаты исследований внедрены в селекционный процесс лаборатории селекции твердой пшеницы Омского АНЦ и опубликованы в научных статьях. Создано 9 сортов твердой пшеницы: Омский корунд, Омская степная, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Оазис, Омский коралл, Омский лазурит и включены в Государственный реестр селекционных достижений. Они возделываются на территории Российской Федерации в Омской, Челябинской, Курганской, Новосибирской областях, Алтайском крае. Получены патенты Республики Казахстан на сорта: Омская степная, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Омский коралл; 3 сорта рекомендованы для использования. В государственное сортоиспытание РФ переданы сорта Омский малахит и Омский топаз.

Методология и методы исследования. Методология научных исследований сформирована на основании анализа изданий научной направленности: отечественных и зарубежных статей, монографий, информационных изданий, патентов на селекционные достижения; участия в республиканских и международных совещаниях. В диссертационной работе использованы теоретические методы; методы системного анализа; эмпирические – полевые и лабораторные опыты.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Генетические источники коллекции ВИР, СИММУТ, программы КАСИБ, ценность синтетической пшеницы.
2. Доноры твердой пшеницы по различным направлениям селекции, сочетающие в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков и свойств, являющиеся основой для создания ценного селекционного материала.
3. Стратегия отбора генотипов в гибридных популяциях, селекционное улучшение и результативность использования исходного материала в селекции яровой твердой пшеницы для Западной Сибири.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Достоверность результатов исследований обоснована многолетними (2000 – 2022 гг.) экспериментами, необходимым объемом полевых и лабораторных опытов, статистической обработкой данных математическими методами с применением современных прикладных компьютерных программ, достигнутыми практическими результатами. Результаты исследований были представлены на 31 конференции различного уровня, а также симпозиумах и совещаниях, заседаниях научного Совета ФГБНУ «Омский АНЦ» (СибНИИСХ).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 439 страницах печатного текста, содержит 187 таблиц, 51 рисунок. Она состоит из введения, 6-ти глав, заключения (выводов), предложений селекционной прак-

тике и производству, списка литературы из 468 источников, в том числе 188 иностранных, и приложений, включающих 58 таблиц и 27 рисунков.

Публикации. Основное содержание диссертационной работы полностью отражено в 178 научных работах автора, в том числе 35 в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых изданий, рекомендованных для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций, 14 в изданиях, входящих в международные базы данных, индексирующие научные публикации, 109 – в других научных изданиях и сборниках научных трудов, 1 монографии, 1 методическом указании, 5 рекомендациях, 13 патентах на селекционные достижения.

Личный вклад автора заключается Диссертация является результатом исследований автора, проведенных в 2000-2022 гг. на базе лаборатории селекции яровой твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ». Автором лично: определены цель и задачи исследований, проведен анализ литературных источников; выполнена статистическая обработка и интерпретация результатов исследований; самостоятельно проведены анализы экспериментальных данных, по селекционно-генетической оценке, образцов генофонда яровой твердой пшеницы ВИР, СИММУТ, КАСИБ, синтетических линий. Автор лично участвовал в изучении популяций яровой твердой пшеницы и анализе структуры урожайности, провел анализ и обобщение полученных результатов, подготовил текст диссертации, сформулировал выводы и защищаемые положения, подготовил статьи для публикации в журналах и сборниках трудов. Результаты урожайности сортов питомников КАСИБ получены в рамках программы КАСИБ в научных учреждениях Российской Федерации и Республики Казахстан: Актюбинская СХОС (Актюбинская область), Карабалыкская СХОС (Костанайская область), НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева (Акмолинская область), ТОО КАЗНИИЗР (Алматинская область), НИИ ПББ (Жамбылская область), ФАНЦА (г. Барнаул), Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова филиал СамНЦ РАН (г. Самара), ФАНЦ Юго-Востока (г. Саратов), Омский АНЦ (г. Омск), Оренбургский НИИСХ (г. Оренбург), Курганский НИИСХ (г. Курган). Результаты по изучению основных биологических и хозяйственно-ценных признаков, проведение отборов в гибридных популяции во всех питомниках селекционного процесса, основные полевые, лабораторные оценки и учеты получены в соавторстве с коллективом лаборатории селекции яровой твердой пшеницы Омский АНЦ. Результаты изучения устойчивости сортов и линий яровой пшеницы к болезням, а также качества зерна и макарон получены в соавторстве с Л.В. Мешковой, Ю.В. Колмаковым, И.В. Пахотиной. Сорты: Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский изумруд, Омский циркон, Омская бирюза, Омский коралл, Омский лазурит, Омский малахит, Омский топаз получены в соавторстве с М.Г. Евдокимовым, В.В. Андреевой, Т.Ю. Сенкевич, М.Н. Кирьяковой, Д.А. Глушаковым, Б.М. Татиной, Т.С. Зверовской, В.А. Савицкой Г.М. Летовой, Ю.В. Колмаковым, И.В. Пахотиной, П.В. Поползухиным, Ю.Ю. Паршуткиным, Л.В. Мешковой, В.М. Россеевым, В.С. Амельченко. Сорт Оазис получен совместно с ФГБНУ ФАНЦА (Алтайский НИИСХ),

соавторы: М.А. Розова, Е.Е. Егиазарян, А.И. Зиборов, В.М. Мельник, М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева.

В рамках реализации международной программы КАСИБ получены результаты по устойчивости твердой пшеницы 18-19 КАСИБ к грибным заболеваниям совместно с Гульяевой Е.И., Розовой М.А., Мальчиковым П.Н, Шайданюк Е.Л, Wanyera R., Моргуновым А.И., Рсалиевым А.; по оценке агрономических показателей и адаптивности яровой твердой пшеницы основного питомника КАСИБ в 2020-2022 гг. России и Р. Казахстан совместно с Таджибаевым Д., Чудиновым В.А., Мальчиковым П.Н, Розовой М.А., Шаманиным В.П., Шепелевым С.С., Цыганковым В.И., Sharma R., Моргуновым А.И.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность за помощь в написании данной работы научному консультанту – доктору с.-х. наук М.Г. Евдокимову, коллективу лаборатории селекции яровой твердой пшеницы; заведующим и коллективам лабораторий селекционно-семеноводческого центра Омского АНЦ: качества зерна, иммунитета растений, физиологии и биохимии растений и лаборатории агрохимии. Благодарит за ценные советы доктора с.-х. наук Л.В. Омельянюк. Благодарит за оказанное содействие в проведении исследований Международный центр СИММУТ в лице А.И. Моргунова – координатора программы КАСИБ, и всех коллег – участников программы КАСИБ, за оказанное содействие в проведении исследований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Значение, состояние, основные направления селекции твердой пшеницы (обзор литературы)

Проанализировано состояние изученности исследуемой проблемы по источникам из научной литературы. Показаны объемы производства зерна и продуктов переработки твердой пшеницы в России и мире, исторический и современный уровень развития и направления селекции.

2. Условия, материал и методика проведения исследований

Научные исследования проводились в 2000 – 2022 гг. на полях лаборатории селекции яровой твердой пшеницы, расположенных в южной лесостепи Западной Сибири, и в аналитических лабораториях ФГБНУ «Омский АНЦ». Континентальность климата Западной Сибири, неустойчивость его в течение вегетационного периода проявляется в: контрастном температурном режиме (как по дням, так и в течение суток); неравномерном распределении осадков с расходом влаги на её физическое испарение часто превышающем сумму выпавших осадков. В годы исследований погодные условия очень сильно различались. На рис.1 показано их деление на благоприятные (1-й кластер) и неблагоприятные (2-й кластер) в сравнении со среднемноголетними данными.

Почва опытного поля – чернозем слабо выщелоченный, среднегумусный, тяжелосуглинистый. Грунтовые воды расположены на глубине 4-6 м, горизонтальное движение их несущественно. Содержание N-NO₃ в почве среднее или высокое. Обеспеченность подвижными формами фосфора и калия – высокая.

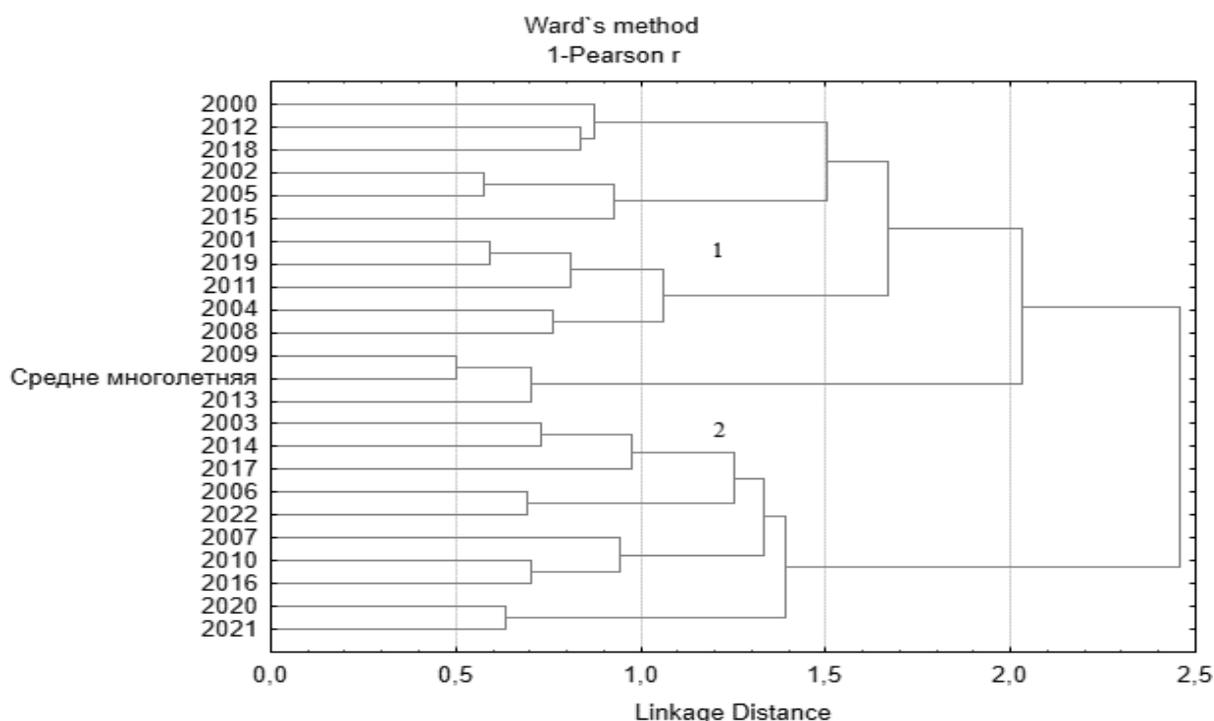


Рисунок 1 – Дендрограмма комплекса метеоданных в период исследований

Объектом исследований служили: сорта и перспективный материал пшеницы твердой яровой, созданный с непосредственным участием диссертанта в лаборатории селекции яровой твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ»; генофонд по программам: CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center) – 2476, КАСИБ (Казахстанско-Сибирская сеть улучшения яровой пшеницы) – 217 и из коллекции ВИР (Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова) – 186; 26 линий синтетической гексаплоидной пшеницы (ААААВВ) селекции CIMMYT на основе диких сородичей *T. Boeotium*, *T. Monococcum*, *T. Urartu*. Также – новый селекционный материал, созданный с непосредственным участием диссертанта, – от 4,5 до 5,5 тыс. образцов ежегодно, в том числе сорта и линии из конкурсного сортоиспытания (КСИ) – от 35 до 40 шт. Стандарты: Алтайская Нива – с 1997 по 2000 гг.; Омская янтарная – с 2001 по 2008 гг.; Жемчужина Сибири – с 2009 гг.; Омский изумруд – дополнительный стандарт с 2020 г.

Схема и методика закладки опытов, проведения учетов и наблюдений. Экспериментальная часть работы выполнена в специализированном селекционном севообороте в ФГБНУ «Омский АНЦ» в соответствии с методикой, описанной в Программе работ (Программа..., 1990; Программа..., 2011). Твердая пшеница изучалась в 3-х польном севообороте, предшественник чистый пар. Основная обработка почвы – безотвальная зябь. Полевые опыты, фенологические наблюдения, оценка устойчивости к заболеваниям проводились на опытных полях ФГБНУ «Омский АНЦ», в полном соответствии с требованиями и рекомендациями (Мережко А.Ф. и др., 1997; Методика..., 2019; Koishybaev M., 2018, Stackman E.C. et al., 1962; Roelfs A.P. et al., 1992). Устойчивость селекционного материала к расе Ug99 (ТТКСК) оценивалась на естественном инфекционном

фоне Института фитопатологии в Кении (Kenya Agricultural and Livestock Research Organization).

Для создания гибридов использовались лучшие сорта и линии, различающиеся по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Изучение комбинационной способности сделано на основе данных четырех полевых опытов: 1 – в 2000 и 2001 гг. по полной диаллельной схеме F_1 – P – F_2 изучались 9 сортов; 2 – 2004 и 2005 гг., в системе нерегулярных скрещиваний (несбалансированных матриц). В эксперимент включено 5 материнских и 5 отцовских форм. В 2004 г. изучались гибриды F_1 и родительские формы (P), в 2005 г. – F_1 , F_2 и P ; 3 – 2006-2008 гг., в системе топкроссных скрещиваний, изучалось 6 материнских и 3 отцовских формы по схеме F_1 – P – F_2 ; 4 – 2017-2019 гг., система нерегулярных скрещиваний, в эксперимент включено 5 материнских и 6 отцовских форм. в 2017 г. изучались гибриды F_1 и P ; в 2018 г. – F_1 , F_2 и P ; в 2019 г. – F_1 , F_2 , F_3 и P , (в 3-х кратной повторности) – в каждой повторности закладывалось: по 20 зерен F_1 , по 60 зерен F_2 и F_3 , по 40 зерен P с площадью питания 20 x 10 см. Уборка растений вручную.

Агротехнический опыт проводился по схеме: фактор 1 – сроки посева: 15-16, 22-23 и 27-28 мая; фактор 2 – нормы высева: 3,5; 4,5; 5,5 млн. всхожих семян/га; фактор 3 – сорта твердой пшеницы. При морфологическом исследовании стебля были определены его длина от основания до колоса, длина и диаметр двух нижних междоузлий, толщина узлов.

Оценка линий и сортов твердой пшеницы по качеству (натура, стекловидность, масса 1000 зерен, содержание сырого белка и клейковины в зерне, цвет, IG, SDS, прочность и варочные свойства макарон) была сделана в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский АНЦ», по общепринятым методикам (Оценка..., 1987; Сеницын С.С. и др., 1972, 1974; Гост Р 54478 – 2011; Пахотина И.В., 2011) на основе имеющегося оборудования и поверенных приборов. На ранних этапах селекционного процесса и для оценки коллекции, использовались микрометодики.

Методы математической обработки полученных данных. Статистическая обработка (дисперсионный, корреляционный анализ) проведена по Б.А. Доспехову (2012) с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel. Параметры экологической пластичности определены по S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966), индекс засухоустойчивости – по R.A. Fischer, R. Maurer (1978). С помощью пакета R version 4.2.2. сделан анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA) и определены эффекты аддитивных и мультипликативных взаимодействий (АММИ анализ) по R.W. Zobel (1988) и J.M. Mondo (2019). Кластерный анализ выполнен методом иерархической кластеризации на основе коэффициента корреляции Пирсона (Дюран Б., 2012) с помощью пакета STATISTICA 10.

Оценка исходного материала твердой пшеницы по общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) проведена по методикам: Гриффинга (1 модель) в изложении Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной (1979); В.Г. Вольф и др. (1980); Г.К. Дремлюк, В.Ф. Герасименко (1992).

Генетический анализ сделан по Акселю и Джонсу в модификации Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной (1979).

3. Исходный материал в селекции твердой яровой пшеницы для условий Западной Сибири

3.1 Оценка генофонда сортов и линий ВИР

Богатым источником исходного материала является мировая коллекция ВИР. Эта уникальная коллекция культурных растений и их диких сородичей широко используется в селекционной работе и теоретических исследованиях. Изучаемый генофонд был представлен образцами из России, стран СНГ: Казахстана, Азербайджана, Украины; Европейской части – Италии, Испании, Франции; Ближнего Востока – Турции, Израиля; Центральной, Восточной и Южной Азии – Ирана, Китая, Индии; Северной Африки – Алжира, Марокко, Туниса, Эфиопии; Северной Америки – Мексики, США, Канады. Изучено 186 генотипов. Почти все иностранные образцы в условиях Западной Сибири оказались малопродуктивны. Различия между группами сортов представлены на биплоте (рис.2).

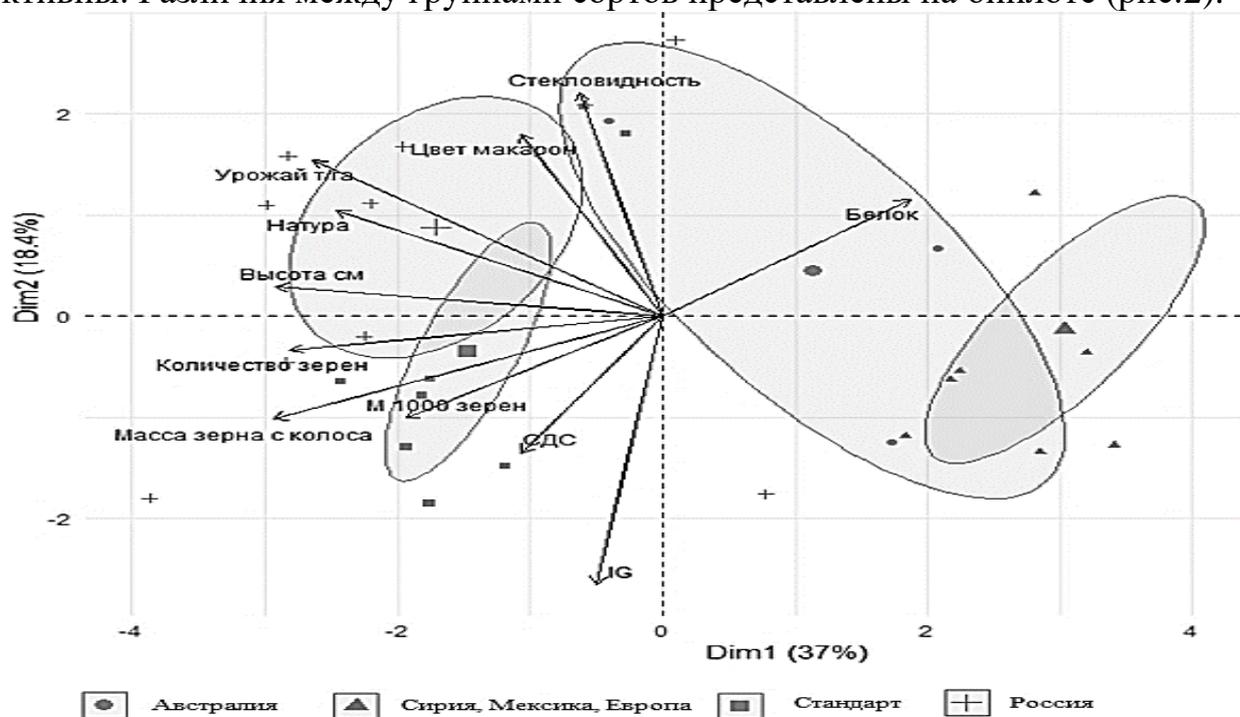


Рисунок 2 – Распределение коллекционных образцов твердой пшеницы по оригинаторам и хозяйственно-ценным признакам в плоскости главных компонент в полевых условиях (2019–2021 гг.)

В результате оценки образцов твёрдой пшеницы коллекции ВИР различного происхождения выделены источники по хозяйственно-ценным показателям. Из всего многообразия лишь незначительная часть (10%) представляет селекционный интерес и может быть использована в гибридизации. Источники высокой продуктивности: к-59881, к-59888, к-60388, к-60364, к-60366, к-60413, к-61303, к-62657, к-62658, к-63126, к-63160, к-64353, к-64355, к-6386, к-64953, к-61619, к-63821, Сладуница, к-66887, к-66886, к-66293, к-66294, к-66519, к-66675, к-64488; улучшение качества зерна и макарон: к-59881, к-59889, к-60388, к-60364, к-61117, к-61650, к-62657, к-64353, к-64354, к-64355, к-6386, к-17985, к-

63821, Сладуница, Iride, к-60410; источники устойчивости к стеблевой ржавчине: к-6386, к-6662, к-46983, к- 60410, Iride, к-65353, к-65733, к-65734; устойчивость к полеганию: к-5988, к-60366, к-60413, к-61645, к-61095, к-61303, к-63160, к-16307, к-14558, к-29374, к-65733, к-65734, к-66276, к-66278, к-66293, к-66508, к-66509, к-66519, к-66675, к-66887. По комплексу признаков (высокая продуктивность, качество зерна и устойчивость к болезням) представляют селекционную ценность: к-59881, к-6386, к-65734, Сладуница и Iride.

3.2 Селекционная ценность коллекции твердой пшеницы из СИММУТ (Мексика)

Одна из больших коллекций твердой пшеницы создана и активно используется в международном центре СИММУТ в Мексике. Уникальная селекционная программа челночной селекции включает в себя вовлечение в селекционный процесс генетического разнообразия из различных стран с последующей оценкой и отбором лучших линий по устойчивости к болезням, засухо- и солеустойчивости, качеству зерна в различных экологических условиях (Rajaram S.M. et al., 1994; Karim Ammar, 2009; Сюков В.В. и др., 2017). В период с 2000 по 2008 гг. изучались международные питомники: EDUYT (унифицированный питомник испытания на урожайность элитного материала), IDYN (международный питомник на урожайность), IDSN (международный питомник для отбора).

Каждый год нами в питомниках EDUYT и IDYN выделялись образцы на уровне стандарта или превышающие его по урожайности, но в среднем за несколько лет изучения они оказывались менее продуктивны. Наглядным примером служат результаты изучения стандартов: Mexicali 75 (СИММУТ) и местных – Омская янтарная и Жемчужина Сибири (рис.3). В среднем урожайность Mexicali 75 была на 1,0-1,5 т/га ниже омских сортов.

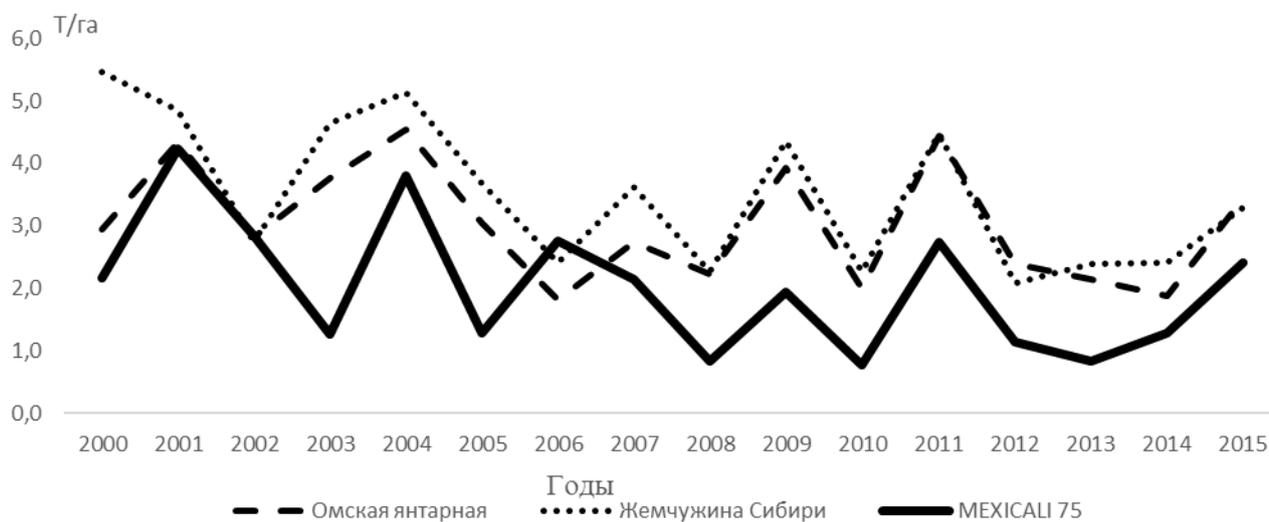


Рисунок 3 - Сравнительная урожайность стандартов в питомнике ЭСИ (2000-2015 гг.)

В плане устойчивости к полеганию, изученный материал из питомников СИММИТ однотипен, все образцы короткостебельные – высота растения от 40 до 60 см. Если по длине первого надземного междоузлия особых различий со

стандартом не наблюдается, то длина второго междоузлия почти в два раза короче. Еще одним преимуществом этих образцов является большая утолщенность стеблевых узлов, по сравнению с местными формами (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика наиболее устойчивых к полеганию образцов из коллекции СИММИТ (2000-2008 гг.)

Сорт, образец	Длина стебля, см	1 междоузлие			2 междоузлие		
		длина, см	диаметр, мм	толщина узла, мм	длина, см	диаметр, мм	толщина узла, мм
Жемчужина Сибири, st	89,9	2,72	2,18	2,54	7,15	2,23	3,06
Mexicali75	46,9	2,85	1,95	2,56	4,41	2,10	2,84
Yavaro79	43,1	2,40	2,06	2,44	3,70	2,23	2,70
Kucuk	44,7	2,39	2,05	2,63	4,47	2,28	2,83
Shake_3/Green_18	49,7	2,45	2,05	2,72	4,25	2,20	2,93
Silver_26/Toska_26	57,2	3,00	2,04	2,88	5,90	2,30	3,14
Sn Turk Mi83-84.....	54,1	2,33	2,20	3,12	4,02	2,23	3,42
Sooty_15/Kapude_1	60,9	3,49	2,09	2,81	5,99	2,11	3,15
HCP ₀₅	10,8	0,10	0,06	0,08	0,86	0,03	0,07

В дополнение к вышеизложенному, различия между образцами местной селекции и линиями СИММУТ оценено с помощью анализа главных компонент в двухмерном пространстве (рис. 4), где четко видны различия. Длина вектора

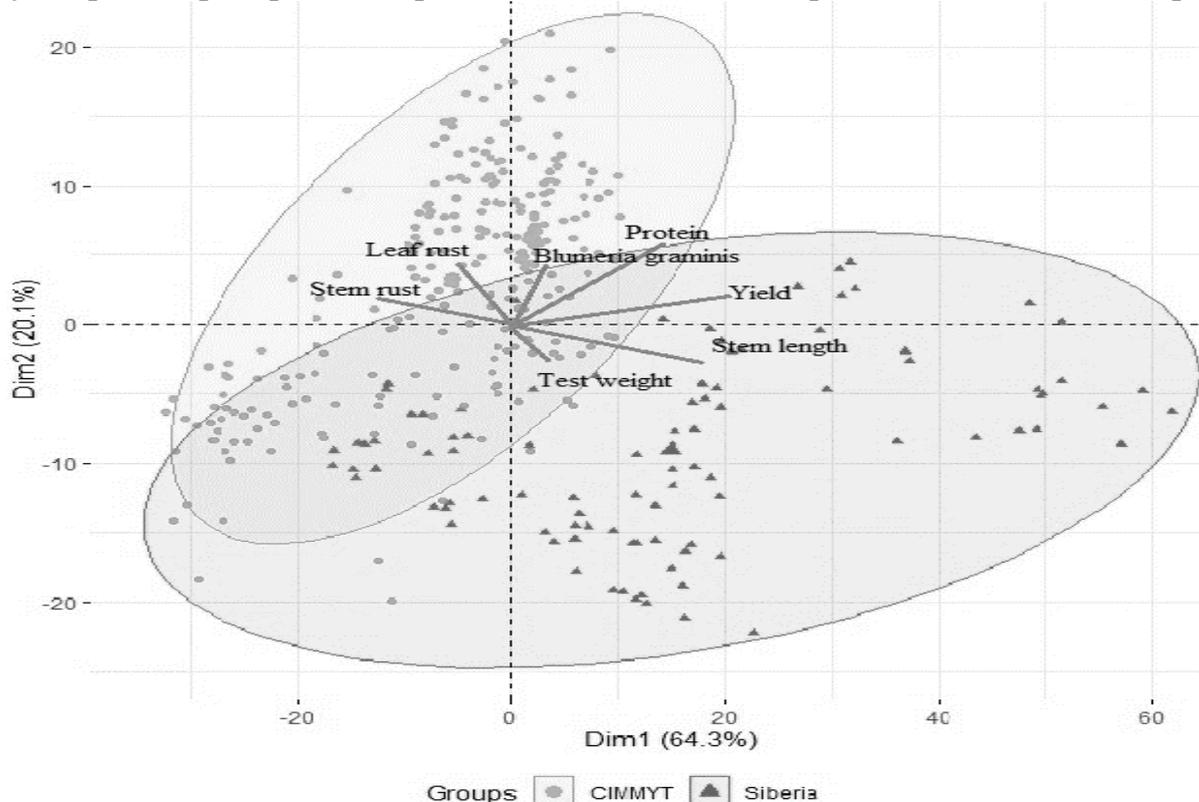


Рисунок 4 – Анализ главных компонент основных хозяйственно-ценных признаков линий твердой пшеницы селекции СИММУТ и Омского АНЦ (2000-2004 гг.)

представляет групповую корреляцию признака, а направленность вектора вдоль главных компонент свидетельствует о вкладе признака в изучаемую группу. Из генофонда СИММУТ по урожайности на уровне стандарта Омская янтарная было выделено 50 генотипов, по натуре зерна – 276, по цвету макарон – 131 образец, по устойчивости к твердой головне – 131, к мучнистой росе – 112. Почти все образцы не поражались бурой ржавчиной. По результатам оценки была сформирована коллекция из 150 линий, которые были использованы в селекции яровой твердой пшеницы.

В результате оценки образцов селекции СИММУТ установлено, что изученный материал отличается от местных сортов и линий, в первую очередь по устойчивости к болезням (бурой ржавчине, стеблевой ржавчине, твердой головне, мучнистой росе), натуре зерна, устойчивости к полеганию.

Также в этом материале были выявлены и негативные для селекции факторы:

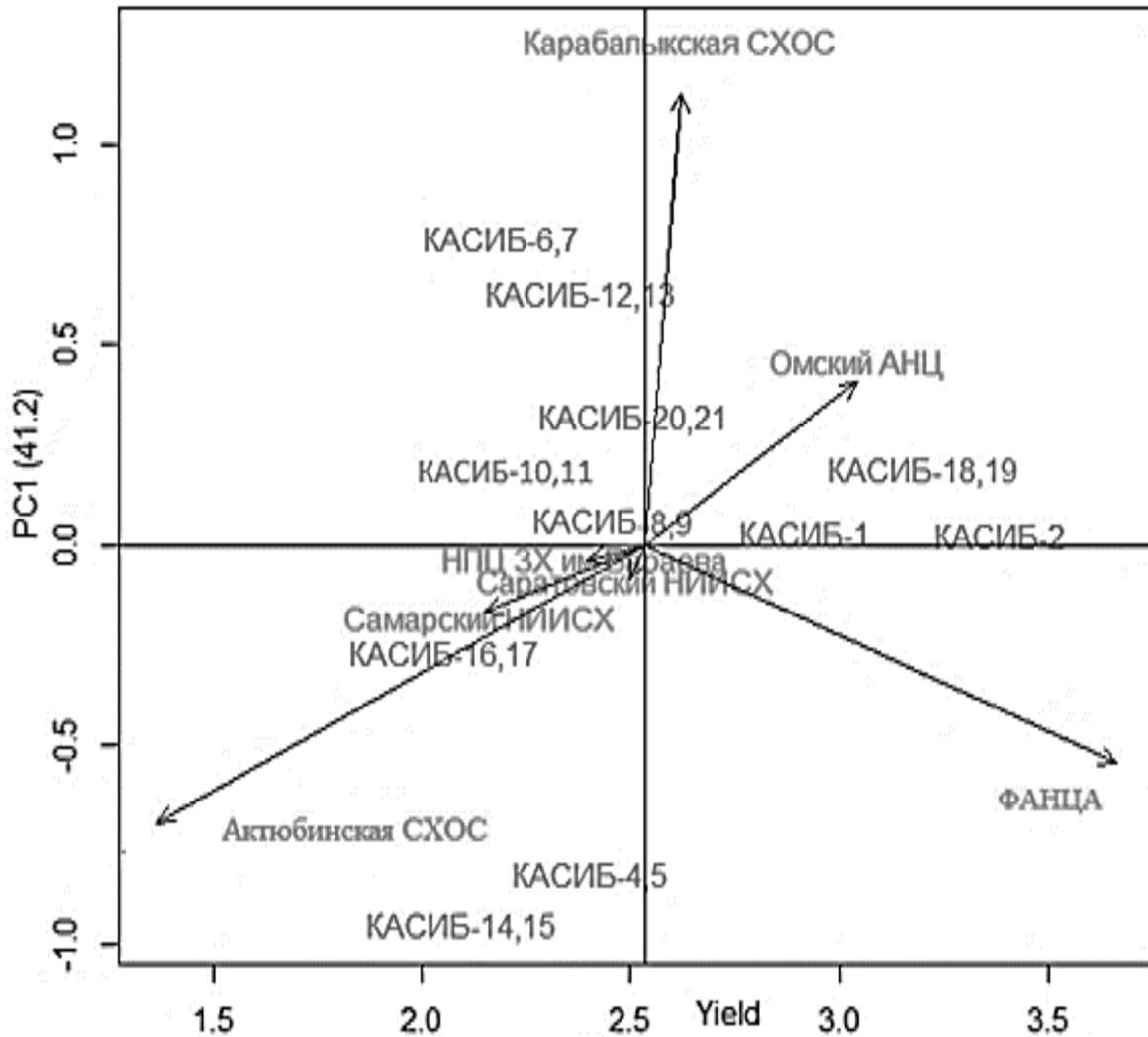
- основная часть исходного материала из СИММУТ в условиях Западной Сибири значительно уступает по адаптивности местным сортам и линиям, сильно страдает от засухи, особенно в период налива зерна. Это также подтверждается оценкой аналогичного набора сортов на Алтае (Янченко В.И. и др., 2003);
- наличие высокоэкспрессивных генов короткостебельности. В аридных условиях резко континентального климата Западной Сибири короткостебельные сорта могут иметь в настоящее время только локальное значение для выращивания по интенсивным технологиям, поскольку значительное сокращение высоты приводит к понижению продуктивности и ее основных элементов (продуктивной кустиности, числа колосков и зерен в колосе, крупности зерна), так же формируется более короткое колеоптиле и уменьшается площадь листовой поверхности (Цыганков И.Г. и др., 2003; Евдокимов М.Г., 2006; Юсов В.С., 2021);
- разнообразный состав линий СИММУТ представлен белоколосыми формами – (*var. leucurum*, *var. leucomelan* и *var. melanopus*). Ранее нами было установлено, что в условиях Западной Сибири преимущество имеют генотипы с красной окраской колоса, поскольку они эффективнее используют солнечные тепловые лучи, что благоприятно сказывается на режиме биохимических процессов, происходящих в зерновке в период ее формирования. В связи с этим в условиях Западной Сибири предпочтительнее отбирать формы с красной окраской колоса и остей (*var. hordeiforme*) (Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2001).

3.3 Генофонд программы КАСИБ в селекции твердой пшеницы

Сеть КАСИБ, основанная СИММИТОм в 2000 г., в настоящее время объединяет 21 селекционное учреждение Республики Казахстан и России (Западной Сибири, Урала, Алтая, Поволжья), из них по твердой пшенице – 11 (Моргунов А.И., 2003; Карабаев М. и др., 2007; Браун Х.И. и др., 2016).

Нами установлено, что наибольшее влияние на урожайность оказали экологические пункты (30-40%) и годы изучения (45-50%). Фенотипическое варьирование составило 41,2% (рис. 5). Наиболее жесткие условия для возделывания твердой пшеницы складывались в Актюбинской СХОС (РК), где средняя урожайность была самой низкой – 1,33 т/га. Следующим экстремальным пунктом

изучения является Самара – средняя урожайность 2,06 т/га с колебаниями от 1,25 до 2,62 т/га.



Yield – урожайность

Рисунок 5 – Средняя урожайность твердой яровой пшеницы по питомникам КАСИБ в экологических пунктах

Наиболее благоприятные условия складываются в Барнауле и Омске – 3,14 - 3,36 т/га. В остальных экологических точках урожайность составила – 2,55-2,62 т/га. По средней урожайности набора сортов из учреждений оригинаторов в КАСИБ-1 преимущество имели сорта селекции Омского АНЦ; КАСИБ-2 – Карабалыкской СХОС; в КАСИБ-4-5 – НПЦ ЗХ им. Бараева; в 6-7 – Омского АНЦ; в 8-9 – Карабалыкской СХОС; в 10-11 – Омского АНЦ; в 12-13 – ФАНЦА, Самарский НИИСХ и Омского АНЦ; в 14-15 – Омского АНЦ; в 16-17 – Самарского НИИСХ; в 18-19 – Самарского НИИСХ и Омского АНЦ; в 20-21 – ФАНЦА, Самарского НИИСХ, Омского АНЦ. При этом, средняя по всем питомникам урожайность была выше у сортов Самарского НИИСХ и Омского АНЦ.

Сортоиспытание сети КАСИБ в течение 20-ти лет позволило выделить экологические пункты с неблагоприятными климатическими условиями в большинстве изученных лет – Актюбинск, Самара, Саратов; и пункты с благоприятными

условиями среды – Барнаул и Омск; промежуточное положение занимает Карабалыкская СХОС. Наибольшая дифференциация генотипов по урожайности происходит в Актюбинске и Барнауле, несколько ниже она на Карабалыкской СХОС и в Омске. Проведенный молекулярно-генетический анализ 151 образца из всех питомников КАСИБ выявил высокий уровень генетического разнообразия изученных образцов, а также показал различия между селекционными программами России и Казахстана (Tajibayev D. et. al., 2023).

От каждого оригинатора нами были выделены сорта, представляющие практический интерес по адаптивности: пластичные сорта, характеризующиеся высокой урожайностью и меньшим взаимодействием $G \times E$ – Карабалыкская СХОС (4 сорта), Актюбинская СХОС (8), НПЦ ЗХ им. Бараева (2), Омский АНЦ (10), ФАНЦА (4), Самарский НИИСХ (4), ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» (1); высокостабильные сорта, увеличивающие урожайность пропорционально улучшающимся условиям среды – Карабалыкская СХОС (2), КАЗНИИЗР (4), Актюбинская СХОС (1), Омский АНЦ (5), ТОО Казахский НПЦ ЗиР (3), ФАНЦА (3), Самарский НИИСХ (2), НПЦ ЗХ им. Бараева (2).

3.3.1 Генофонд программы КАСИБ, идентифицированный по комплексу признаков для селекции яровой твердой пшеницы в южной лесостепи Омской области

Проанализировав частоту возникновения засух и полегания стеблестоя по всем экологическим пунктам, мы сделали вывод, что для сортов, возделываемых в Республике Казахстан, Самарской области и Саратове, более актуальным признаком является засухоустойчивость, а для Западной Сибири необходимо совмещать в генотипе как засухоустойчивость, так и устойчивость к полеганию.

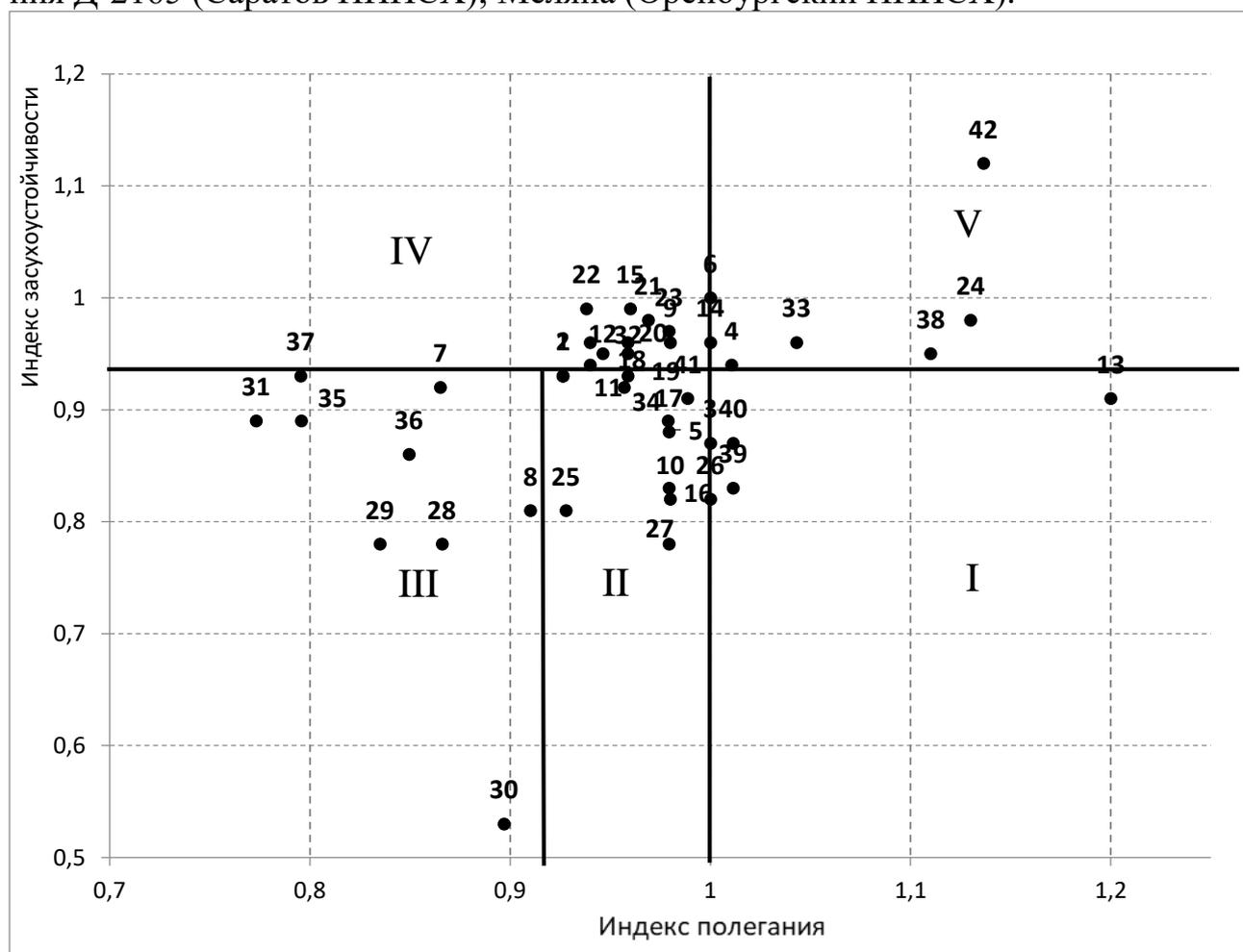
По комплексу признаков более детально были изучены питомники КАСИБ-8-9 – КАСИБ-20-21. На рисунке 6 представлены лучшие генотипы из всех питомников КАСИБ, обладающие устойчивостью к полеганию, и их индекс засухоустойчивости. Все образцы по селекционной ценности можно разделить на несколько групп. Первая (I) – наиболее ценная, совмещающая в себе устойчивость к полеганию и засухоустойчивость, включает образцы – Омский изумруд, Каргала 1412, Лин. 2021д-1. Вторая группа сортов (II), отличающаяся меньшей устойчивостью к полеганию, и имеющая высокую засухоустойчивость – Лан, Горд. 95-139-4, Жемчужина Сибири, Корона, Горд. 616, Каргала 1408, Каргала 1411, Каргала 66, Леук. 1429-10. Третья группа (III) – образцы, обладающие высокой засухоустойчивостью: Каргала 69, Леук. 1307д-54, Леук. 1469д-21, Леук. 1594д-3, Безенчукская 139, Аннушка, Луч 25, Горд. 924. Четвертая группа (IV) – это сорта, неустойчивые к полеганию и засухе. Пятая группа (V) – сорта с высокой устойчивостью к полеганию и слабой засухоустойчивостью – Гордеиформе 462, Горд. 04-85-4, Горд. 05-42-12, Горд. 08-107-5, Горд. 1591-21.

Таким образом для практической селекции мы рекомендуем:

- на засухоустойчивость и устойчивость к полеганию: Омский изумруд, Горд. 95-139-4, Жемчужина Сибири (Омский АНЦ); Каргала 1412, Каргала 1408, Каргала 1411, Каргала 66 (Актюбинская СХОС); Лин. 2021д-1, Леук. 1429-10

(Самарский НИИСХ); Лан, Корона (ТОО Казахский НПЦ ЗиР); Горд. 616 (ФАНЦА). Образцы Горд. 95-139-4, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Каргала 1408 еще и меньше реагируют на взаимодействие G x E;

- на продуктивность и качество зерна: Горд. 94-24-12, Горд. 96-160-8, Горд. 98-42-1, Омский изумруд, Горд. 98-42-5, Горд. 00-96-8, Горд. Г 04-85-4, Горд. 00-178-4, Горд. 05-42-12, Горд. 08-25-2, Горд. 08-67-1 (Омский АНЦ); Каргала 1538 (Актюбинская СХОС); Алтын дала, Шарифа, (Карабалыкская СХОС); Лан (ТОО Казахский НПЦ ЗиР); Дурум 49, Горд. 178-05-2, Лин. 250-06-14 (НПЦ ЗХ им. Бараева); Горд. 677, Горд. 829, Горд. 864 (ФАНЦА); Лин.653д – 44, Леук. 1469д-21, Горд. 1591-21, Лин. 1970д-5, Лин. 2021д-1 (Самарский НИИСХ); Луч 25, Линия Д-2165 (Саратов НИИСХ); Меляна (Оренбургский НИИСХ).



1-Каргала 1515/06; 2-Алтын шыгыс; 3-Лан; 4-Горд. 462; 5-Горд. 95-139-4; 6-Жемчужина Сибири; 7-Каргала 69; 8-Каргала 1540; 9-Каргала 1538; 10-Корона; 11- Горд. 616; 12- Горд. 677; 13-Омский изумруд; 14-Горд. 98-42-5; 15-Горд. 00-96-8; 16-Каргала 1408; 17-Каргала 1411; 18- Лин. 54-02-2л; 19-Горд. 627; 20-Леук. 1307D-51; 21- Леук. 1355D-1; 22- Горд. 01-121-3; 23-Горд. 02-156-1; 24-Горд. 04-85-4; 25-Каргала 66; 26- Каргала 1412; 27-Каргала 1514; 28-Леук. 1307д-54; 29- Леук. 1469д-21; 30- Леук. 1594д-3; 31- Безенчукская 139; 32- Лин. 19029; 33- Горд. 05-42-12; 34- Леук. 1429-10; 35- Аннушка; 36- Луч 25; 37- Горд. 924; 38- Горд. 08-107-5; 39- Лин.1970д-5; 40- Лин. 2021д-1; 41- Лин. Д-2165; 42- Горд. 1591-21

Рисунок 6 – Индексы полегания и засухоустойчивости лучших сортов твердой яровой пшеницы в питомниках КАСИБ-8-9 – КАСИБ-20-21

3.4 Синтетическая твердая пшеница как исходный материал для селекции твердой пшеницы в условиях Западной Сибири

В основном все исследования по изучению генетического разнообразия синтетической пшеницы и создаваемых на их основе сортов направлены на получение и изучение мягкой пшеницы (Dreisigacker S., 2008; Шаманин В.П. и др., 2018; Хакимова А.Г. и др., 2019; Потоцкая И.В., 2020). Изучение 194 синтетиков твердой пшеницы в Пакистане показало их высокую устойчивость к стеблевой ржавчине, мучнистой росе, преимущество по мощности корневой системы и массе 1000 зерен по сравнению со стандартом (Raque K. et al., 2009; Kazi A.G. et al., 2010).

На рисунке 7 показаны различия синтетических линий и стандартных сортов сибирского экотипа. Синтетические линии CIMMYT из-за слабой адаптивности к местным почвенно-климатическим условиям имели низкую продуктивность от 37,6 до 145,5 г/м² (стандарты 410,0-490,0 г/м²); характеризовались позднеспелостью (98 -104 сут.), имели удлиненный период всходы-колошение (45-52 сут.), укороченным периодом (45 сут.) выделялась линия SH-3.

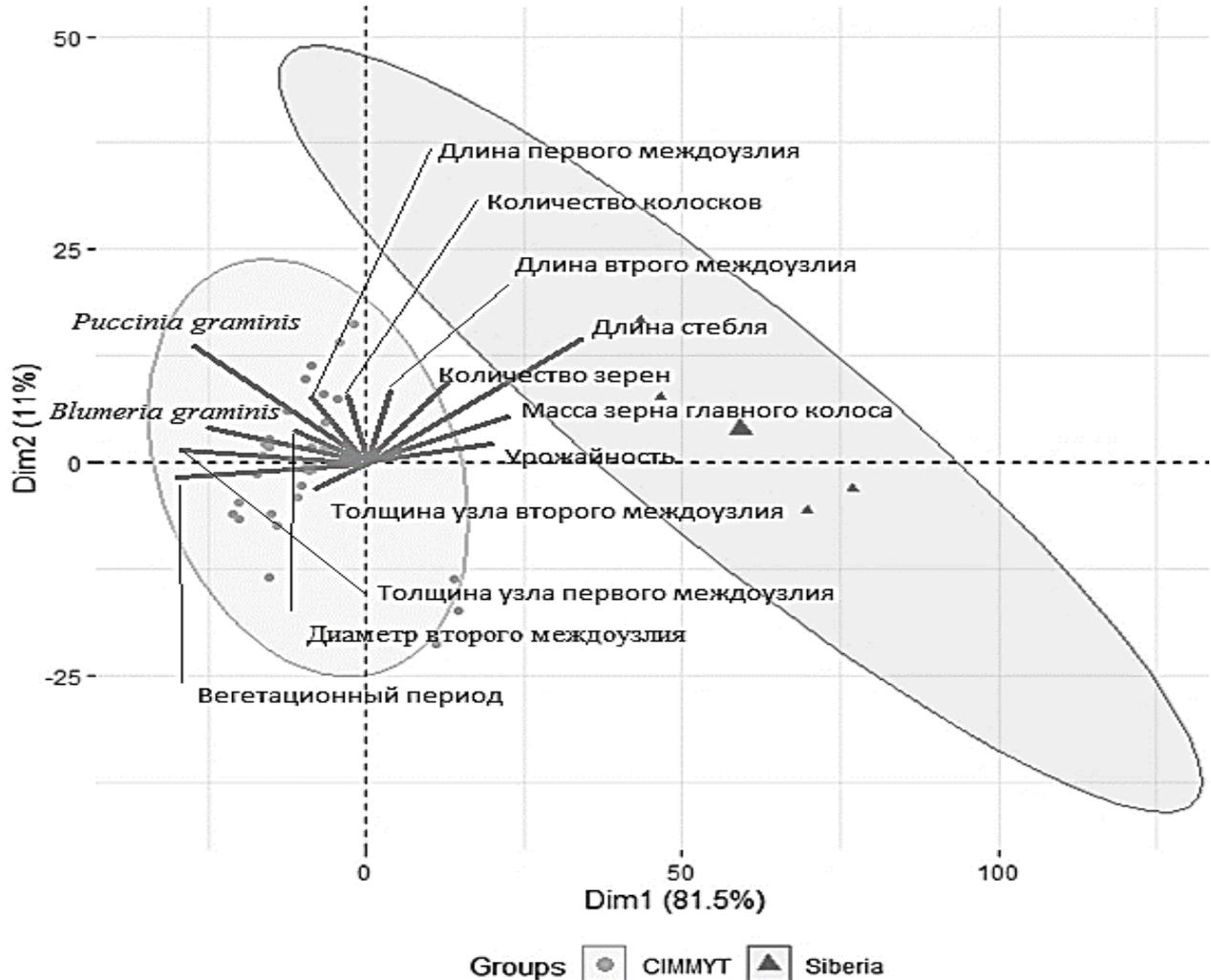


Рисунок 7 – Анализ главных компонент основных хозяйственно-ценных признаков синтетических линий твердой пшеницы селекции CIMMYT и сортов Омского АНЦ (2018-2020 гг.)

Длина колоса варьировала от 4,8 до 8,4 см. По количеству зерен в колосе имела преимущество линия SH-62 – 30,3 зерен (у стандартов – 26,0-29,8 зерен). Масса зерна с колоса составила от 0,29 до 1,11 г., выделяются линии SH-62 (1,11 г) и SH-64 (0,91 г).

Из всех синтетиков только три линии: SH-30, SH-68 и SH-69, поразились стеблевой ржавчиной на 35% при значении стандартов 30-65%. Все линии были устойчивы к мучнистой росе (7-8 баллов) и к полеганию. Длина стебля – от 49,8 до 79,9 см (стандарты – 92-98-73 см). Несмотря на более длинные междоузлия, они отличаются большим диаметром междоузлий и толщиной узлов, выделяются линии – SH-8, SH-9, SH-27, SH-42, SH-62, SH-68, SH-71.

Считается, что синтетические пшеницы хорошо скрещиваются с мягкой пшеницей, гибриды фертильны. Это является основой для рекомбинации признаков и отбора генотипов с нужными свойствами (Адхам Аль Лаббан Ахмед, 2012; Потоцкая И.В., 2020).

В 2018 и 2019 гг. нами проведена гибридизация с использованием лучших по ряду признаков синтетических линий в качестве материнских и отцовских форм в паре с образцами омской селекции. В прямых скрещиваниях было получено от 3 до 38 зерен в комбинации, а в обратных – от 3 до 42 зерен. Средняя завязываемость составила 27,9% по прямым и 30,4% – по обратным скрещиваниям.

При выращивании гибридов F_1 и F_2 , созданных в прямых скрещиваниях, у большей части гибридных комбинаций проявилась нежизнеспособность семян и гибридный некроз. Фертильные растения были получены: в прямых скрещиваниях в двух комбинациях (SH-62 / Жемчужина Сибири) и (SH-71 / Горд. 12-75-3); в обратных – в трех комбинациях (Жемчужина Сибири / SH-27), (Омская янтарная / SH-27), (Горд. 04-85-4 / SH-62). В остальных вариантах проявлялась стерильность колоса.

Низкий процент всхожести (28%) гибридных семян твердой пшеницы и пырея сизого отмечается в работе В.Ф. Любимовой (Проблемы..., 1979). В подобных комбинациях, но с мягкой пшеницей, всхожесть достигает 68%. Возможно, одной из причин низкой жизнеспособности семян является «геномный шок», приводящий к быстрым генетическим и эпигенетическим изменениям во вновь сформированном геноме у гибридов и их потомков (Ainouche M.L. et al., 2004; Wang H. et al., 2014; Першина Л.А., Трубочеева Н.В., 2016).

Гибриды, размноженные в зимний период в теплице, изучались в 2021 г. в полевых условиях. Гибриды F_4 по хозяйственно-значимым признакам занимают промежуточное положение между Р формами, а по признакам: длина колоса, число колосков в колосе, продуктивная кустистость, диаметр и толщина узла первого и второго междоузлий, превосходят как синтетические формы, так и сорта Омского АНЦ (рис. 8).

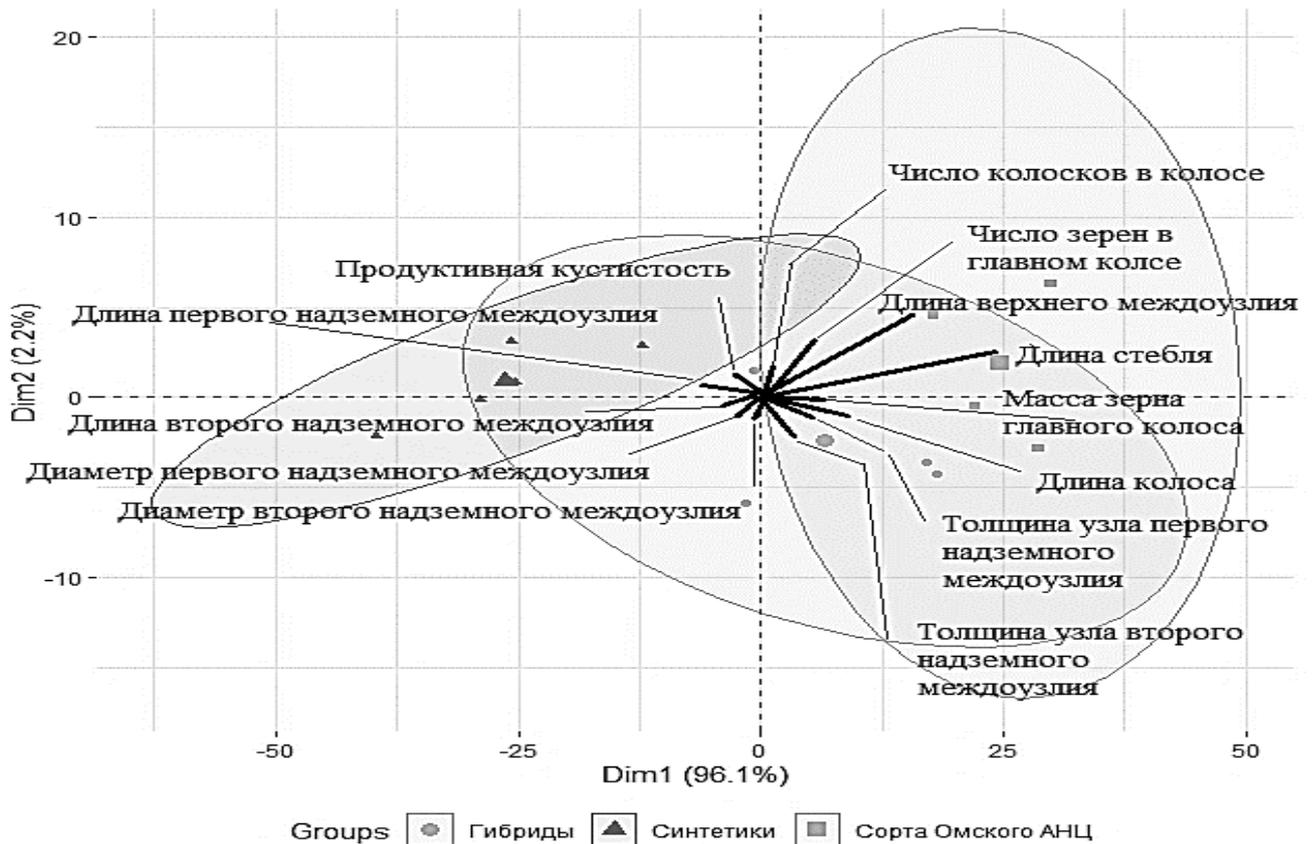


Рисунок 8 – Анализ главных компонент основных хозяйственно-ценных признаков гибридов F_4 , полученных с использованием синтетических линий и образцов твердой пшеницы (2021 г.)

4. Генетические параметры и комбинационная способность сортов яровой твердой пшеницы по хозяйственно-ценным признакам

Эффективность селекции во многом зависит от ценности родительских форм, включаемых в скрещивания. Поэтому возникает необходимость изучения интересующих нас признаков в конкретных агроклиматических зонах. Для сокращения трудозатрат при оценке большого количества материала можно использовать неполные матрицы с удалением до 50% генотипов, что позволяет получать ту же генетическую информацию, как по методике полного топкросса (Юсов В.С., Евдокимов М.Г., 2006). Значения ОКС и СКС подвержены экологической изменчивости в процессе роста и развития растений. Информацию о норме реакции генотипов можно получить только путем закладки серии опытов, рассредоточенных во времени или в пространстве при разных грациях внешней среды (Вольф В.Г. и др., 1980). Изучение генетики признаков устойчивости к полеганию в системе диаллельных скрещиваний показало, что в генетическом контроле большинства из них, за исключением толщины узла первого и второго междоузлий, основную роль играет аддитивно-доминантная система с подключением комплементарного рецессивного эпистаза (табл. 2 и 3). Роль последнего неоднозначна по длине стебля, в засушливые годы доля неаллельного взаимодействия выше. Высока доля неаллельного взаимодействия во все годы по длине первого междоузлия, а по толщине узла первого и второго междоузлий она практически

отсутствует. Вклад генов с аддитивным действием и аллельным взаимодействием меняется в зависимости от условий года.

Таблица 2 - Генетические параметры устойчивости к полеганию (длина стебля и первых междоузлий), F_1

Параметр		Длина					
		стебля		1 междоузлия		междоузлия	
		2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
P1	$[r^*(Wr + Vr)Xp]$	0,766*	-0,160	0,04*	0,75*	0,33*	0,79*
P2	$F_1 - P$	0,17	0,99	0,01*	0,01*	0,34*	0,01*
P3	D^{\wedge}	11,1*	76,83*	2,95*	0,47*	5,49*	1,50*
P4	H	5,63*	24,53*	2,97*	0,21*	28,23*	0,54*
P5	$\sqrt{H/D}$	0,72	0,57	0,29*	0,67*	2,27*	0,60*
P6	H	3,86*	10,70*	2,17	0,19	22,00	0,50
P7	$1 / 4 \times H2 / H1$	0,17	0,11	0,18*	0,23*	0,19*	0,23*
P8	F^{\wedge}	-6,36*	-19,68*	-1,11*	-0,31*	-9,95*	-0,11*
P9	$\sqrt{4DH} + F / \sqrt{4DH} - F$	1,09	0,77	3,20	21,67	1,15*	14,79*
P10	h^2	3,25	1,89	-0,30	0,01	-1,26*	-0,03*
P11	$\frac{1}{2} \times \frac{F}{\sqrt{D} \cdot (H1 - H2)}$	0,43	0,63	0,29*	0,35*	0,43*	0,89*
P12	$h^2/H2$	0,85	0,14	-0,14	0,02	-0,06	-0,05
H ²	Коэффициент наследуемости (широкий)	0,79	0,82	0,66	0,85	0,71	0,86
hp	Коэффициент наследуемости (узкий)	0,78	0,78	0,44	0,75	0,47	0,75

*достоверно при P= 0,05

Роль цитоплазмы высокая по длине второго междоузлия, толщине узла обоих междоузлий и несущественна – по диаметру первого междоузлия.

Таблица 3 – Генетические параметры устойчивости к полеганию (диаметр первых междоузлий и узлов), F_1

Параметр	Диаметр							
	1 междоузлия		междоузлия		узла 1 междоузлия		узла 2 междоузлия	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
P1	-0,354*	0,414	-0,522*	-0,907*	-0,831*	-0,719*	-0,78*	-0,74*
P2	0,001	0,001	0,004*	0,021*	0,005*	0,001*	0,01*	0,02*
P3	0,005*	0,007*	0,151*	0,084*	0,014*	0,162*	0,02*	0,02*
P4	0,091*	0,024*	0,142*	0,023*	0,142*	0,073*	0,04*	0,03*
P5	4,266	1,851	0,970*	0,525*	3,207*	0,671*	1,63*	1,07*
P6	0,064*	0,022*	0,104*	0,017*	0,096*	0,016*	0,03*	0,02*
P7	0,176	0,231	0,327*	0,181*	0,173*	0,156*	0,14*	0,12*
P8	0,035*	0,011*	0,035*	0,026*	0,067*	0,025*	0,02*	0,01*
P9	-0,003	-0,001	0,001*	0,080*	0,010*	0,004*	0,02*	0,08*
P10	1,567	1,469	0,230*	0,570*	1,320	0,130*	1,05	0,41
P11	10,135	2,476	1,271*	1,817*	7,069*	1,260*	2,44*	1,73*
P12	-0,051	-0,045	0,003*	4,623	0,101*	0,257*	0,62	5,19
H ²	0,65	0,33	0,66	0,30	0,60	0,74	0,75	0,84
hp	0,39	0,33	0,43	0,27	0,29	0,81	0,52	0,45

*достоверно при P= 0,05

Внутрилокусное взаимодействие обусловлено неполным доминированием по длине стебля, диаметру второго междоузлия; у остальных признаков изменятся в зависимости от условий среды: от неполного доминирования до сверхдоминирования по длине первого и второго междоузлий, диаметру первого междоузлия, толщине узлов обоих междоузлий. Выявлено многообразие различных сочетаний: стабильное направленное и ненаправленное доминирование, смена направленного доминирования на ненаправленное и, наоборот; в изученном наборе сортов, в зависимости от признаков и условий, выявлено различное сочетание доминантных и рецессивных генов. Почти по всем признакам меняется знак коэффициента корреляции между степенью доминантности и средним значением родителей, т.е. наблюдается переопределение генетической формулы. Стабильно средняя и высокая наследуемость – по длине колоса, количеству колосков в колосе, длине стебля, первого нижнего междоузлия, толщине узлов нижних междоузлий, натуре цвету макарон и низкая – количеству зерен в колосе, массе зерна в колосе, длине второго нижнего междоузлия, диаметру первого и второго междоузлий.

В результате генетических исследований и изучения комбинационной способности определены доноры хозяйственно-ценных признаков твердой пшеницы по основным направлениям селекции.

5. Зависимость анатомо-морфологических признаков стебля от агротехнических элементов у яровой твердой пшеницы в условиях Западной Сибири

В главе представлены результаты изучения влияния агротехнических приемов на анатомо-морфологические признаки стебля. Установлено, что у твердой пшеницы наблюдается сортовая специфика устойчивости к полеганию, обусловленная различными вкладами морфологических признаков. Снижение норм высева не всегда приводит к большей устойчивости твердой пшеницы к полеганию, но более поздние сроки посева однозначно ведут к полеганию, т.к. происходит удлинение первого и второго междоузлия, и в целом – длины стебля; изменение остальных показателей зависит от особенностей сорта. Интенсивное формирование толщины первого и второго междоузлий происходит до фазы колошения. Сорта, устойчивые к полеганию, начиная с фазы колошения, прекращают формировать механическую ткань и происходит ее одревеснение. Слабоустойчивые к полеганию сорта продолжают формирование механических тканей до фазы восковой спелости. Так же на толщину первого и второго междоузлия в сильной степени оказывают влияние погодные условия.

6. Селекционное улучшение и результативность использования исходного материала яровой твердой пшеницы для Западной Сибири

За годы исследований нами проведена гибридизация в объеме 2747 гибридных комбинаций. В скрещиваниях было использовано 839 родительских компонентов. Из них, число образцов мировой коллекции ВИР и ЭСИ составило 169 – (19,8%), СИММУТ – 81 (9,5%), КАСИБ – 56 (6,6%). По каждому направлению работ использовали специфические источники и доноры признаков, в том числе – выявленные в процессе наших исследований. По результатам селекции выявлено, что высокую сортообразующую способность проявили лишь немно-

гие родительские формы. Лидером является линия Горд. ЗЛ35-2, которая участвовала в родословной сортов: Омская янтарная, Омский циркон, Омский кристалл и, через Омскую янтарную, в родословных Омского изумруда, Омской степной и Омского коралла, а также – через линии Горд. 99-200-4 и Горд. 94-94-3 в родословных Омского лазурита и Омского малахита. Некоторые сорта, такие как: Саратовская золотистая, Безенчукский янтарь, Безенчукская степная, Омский корунд в наших опытах не обладали сортообразующей способностью, т.к. линии, полученные с их участием, исключались, с СП-2, и полностью отбраковывались после КСИ. В 3 главе были показаны преимущества и недостатки исходного материала из СИММУТ. С 2007 по 2011 гг. в общей схеме селекционного процесса почти во всех селекционных питомниках, за исключением КСИ, изучались образцы, полученные с участием мексиканских форм: в СП-1 – 1650 шт., в СП-2 – 115 шт., в СП-3 – 19 образцов и 2 номера в ПСИ. Более 98% образцов, браковались в СП-1 и СП-2. Выделенные генотипы в СП-3 и ПСИ, представляли интерес по продуктивности, устойчивости к болезням, качеству зерна и макарон, но отличались слабой адаптивностью к условиям Западной Сибири (слабая засухоустойчивость, короткостебельность, пониженная сохранность к уборке).

КСИ прошел только один сорт Омский коралл (селекционная линия Горд. 04-85-4), полученный от скрещивания сорта Омская янтарная и линии Pod 11/Yazi 1, и включенный в Госреестр селекционных достижений РФ по 10 региону с 2021 г. (Юсов В.С. и др., 2022). Вовлечение во второй этап скрещиваний лучших линий, полученных с образцами из СИММУТ и наиболее адаптивных, с высоким качеством зерна и макарон образцов омской селекции, позволило улучшить адаптивность яровой твердой пшеницы к условиям Западной Сибири, сохранить качество зерна, устойчивость к стеблевой и бурой ржавчине (табл.4).

Таблица 4 – Характеристика лучших линий твердой пшеницы СП-3, ПСИ, КСИ, полученных с участием образцов из СИММУТ, (2019 и 2020 гг.)

Линия	Урожайность, т/га	Высота, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна главного колоса, г	Натура, г/л	Цвет сухих макарон, балл	Поражение стеблевой рж., %	Белок, %
Горд. 12-30-4	4,72	107,0	31,5	1,38	816	3,20	30	12,50
Горд. 12-31-1	5,12	109,0	32,4	1,30	807	3,00	30	13,10
Горд. 12-30-3	5,36	100,7	25,1	1,23	796	3,20	10	14,67
Горд. 12-39-7	4,94	98,5	27,3	1,28	809	3,00	5	13,90
Горд. 13-59-3	5,05	95,5	28,1	1,02	794	3,00	5	14,70
Горд. 13-55-5	4,65	100,5	27,5	1,30	804	3,10	8	14,50
Горд. 13-60-3	5,02	100,2	28,0	1,02	803	3,20	13	14,85
Горд. 13-60-5	5,12	95,5	29,5	1,28	817	3,40	7,5	14,20
Горд. 14-41-2	5,27	110,1	23,9	1,00	784	3,00	20	14,30
Горд. 14-90-5	4,88	107,4	28,1	1,12	785	2,90	5,5	14,70
Жемчужина Сибири, st	4,18	101,2	26,2	1,02	773	3,13	45,5	13,51
Омский коралл, st	4,62	95,0	31,8	1,12	770	3,15	13,0	13,79
Среднее	4,99	102,4	28,1	1,19	796	3,10	14,4	14,14
НСР	0,06	1,11	2,13	0,11	18,2	0,01	–	0,09

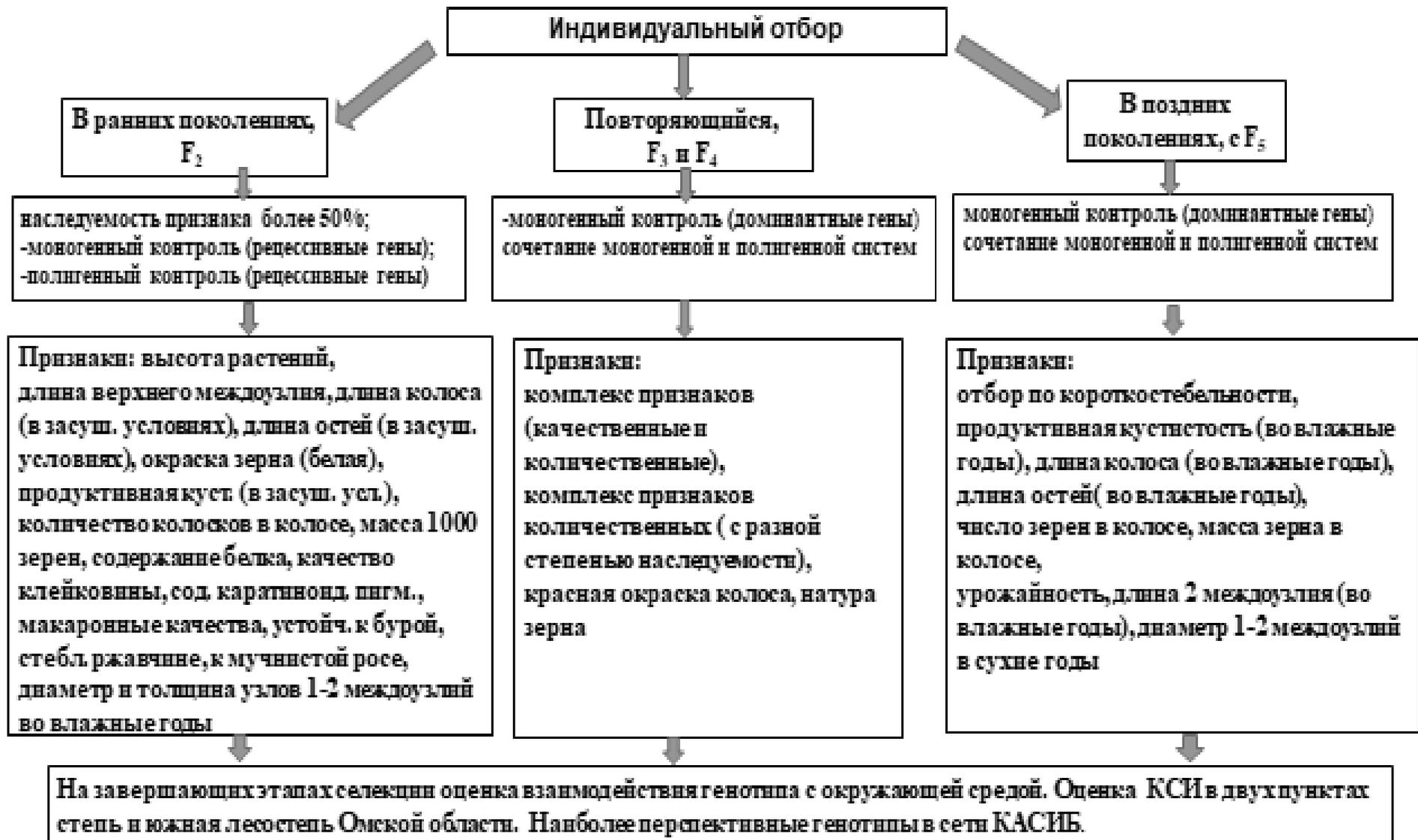
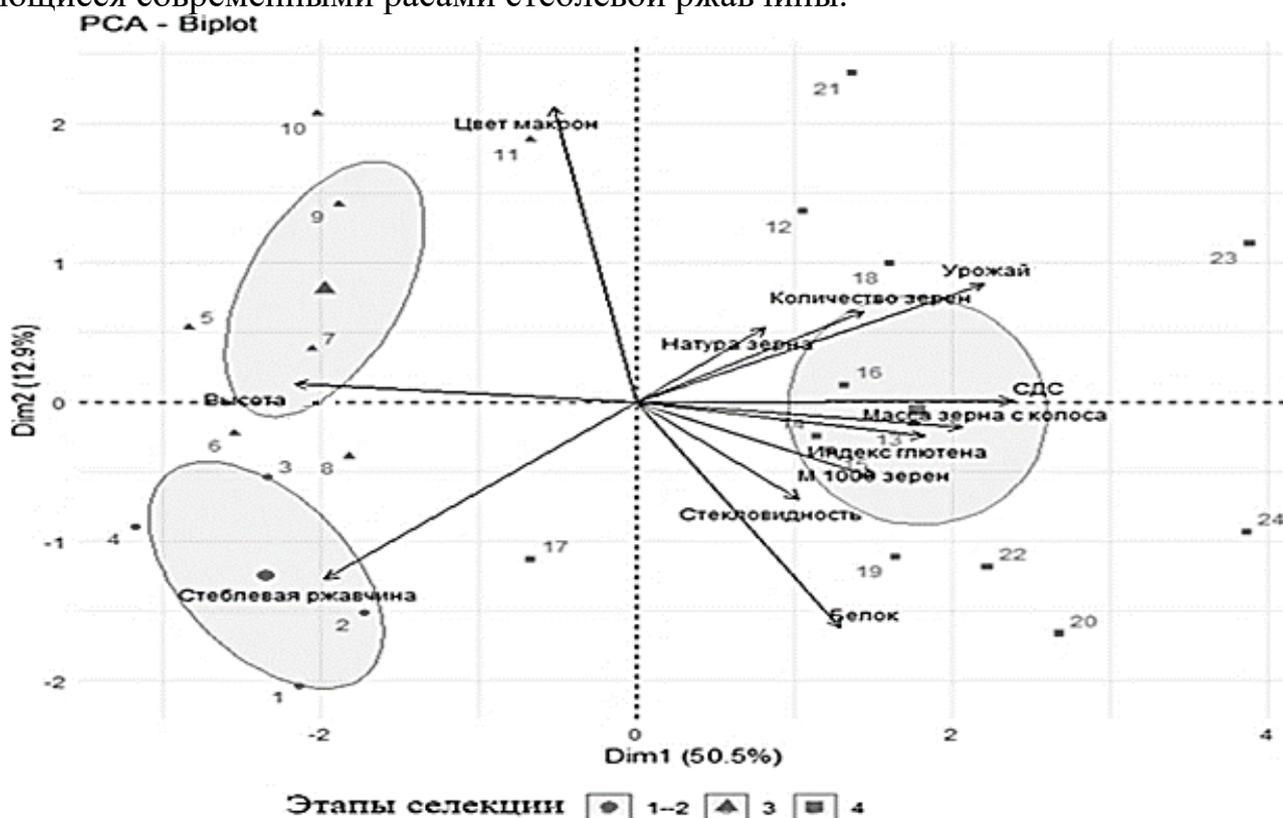


Рисунок 9 – Стратегия отбора генотипов в гибридных комбинациях яровой твёрдой пшеницы

На основании проведенных нами генетических исследований (Евдокимов М.Г., 2006; Юсов В.С., 2008; Юсов В.С., Евдокимов М.Г., 2008; Юсов В.С. и др., 2012; Юсов В.С. и др., 2022), и выявленных доноров, предложена стратегия отбора генотипов в гибридных комбинациях яровой твердой пшеницы по отдельным признакам (рис.9)

На рисунке 10 показано сравнение сортов различных этапов селекции и новых перспективных линии яровой твердой пшеницы, полученных от скрещиваний с созданной биоресурсной коллекцией пшеницы. Сорта первого и второго этапа селекции, созданные в период 1929-1997 гг., – экстенсивные с невысокой, но стабильной урожайностью, отличающиеся средним качеством зерна, поражающиеся современными расами стеблевой ржавчины.



1 – Гордеиформе 10; 2 – Алмаз; 3 – Омский рубин; 4 – Ангел; 5 – Омская янтарная; 4 – Омский корунд; 5 – Жемчужина Сибири; 6 – Омская степная; 7 – Омский изумруд; 8 – Омский коралл; 9 – Омский лазурит; 10 – Омский малахит; 11 – Г.12-11-5; 12 – Г.12-30-3; 13 – Г.13-60-5; 14 – Г.12-75-3; 15 – Г.12-54-3; 16 – Г.13-61-3; 17 – Г.13-37-2; 18 – Г.14-41-2; 19 – Г.15-27-1; 20 – Г.15-42-1; 21 – Г.15-56-1; 22 – Г.16-22-1; 23 – Г.15-56-1; 24 – Г.16-22-1

Рисунок 10 – Распределение сортов и линий твердой пшеницы в плоскости главных компонент в полевых условиях (2019–2022 гг.)

Сорта третьего этапа селекции (1999-2017 гг.) представлены как интенсивными, так и экстенсивными, в разной степени поражающиеся стеблевой ржавчиной, отличающиеся хорошими показателями качества, и в первую очередь – цветом макарон. Сорта четвертого этапа селекции (с 2018 г.) – более интенсивные,

продуктивные, отличающиеся качеством зерна и макарон, соответствующие современным требованиям макаронных фабрик. Наибольшее средовое взаимодействие показали сорта первого и второго этапа селекции, меньшее взаимодействие в этих условиях показали: Омская янтарная, Омский корунд, Омская степная, Омский лазурит, Г. 13-37-2. Наиболее отзывчивыми на благоприятные условия были сорта: Г.12-11-5 (Омский топаз); Г.12-30-3; Г.12-54-3; Г.15-27-1; Г.15-56-1; Г.16-22-1.

Таким образом, при изучении сортов и линий яровой твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ», созданных на разных этапах селекции, выделены образцы экстенсивного и интенсивного типа с высоким потенциалом формирования урожайности, качества зерна и с различными эффектами взаимодействия генотип x среда. Показано, что на каждом этапе селекции происходило улучшение качества твердой пшеницы, соответствующее требованиям переработчиков и производителей зерна.

В результате многолетней селекционной работы, испытания в местных условиях мирового генофонда; изучения: характера наследования признаков, формообразовательного процесса, экологической пластичности; селекционно-генетической оценки сортов и гибридов по основным хозяйственно-ценным признакам и испытания сортов в различных точках КАСИБ, в ФГБНУ «Омский АНЦ» созданы сорта: Омский корунд, Омская степная, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Омский циркон, Омская бирюза, Оазис, Омский коралл, Омский лазурит. В государственное сортоиспытание РФ переданы сорта Омский малахит, Омский топаз. Во всех селекционных питомниках находятся перспективные линии, созданные с участием биоресурсной коллекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате изучения нового исходного материала образцов твердой пшеницы коллекции ВИР различного происхождения, выделены источники по хозяйственно-ценным показателям и установлено, что лишь незначительная их часть представляет селекционный интерес и может быть использована в гибридизации.
2. По итогам многолетней оценки (2000-2007 гг.) 2476 образцов из СИММУТ показано преимущество этого материала по устойчивости к полеганию, болезням (бурой ржавчине, стеблевой ржавчине, твердой головне, мучнистой росе), натуре зерна, цвету макарон. Недостатком является то, что в условиях Западной Сибири линии СИММУТ значительно уступают по адаптивности местным генотипам, сильно страдают от засухи, особенно в период налива зерна; отрицательными факторами являются: наличие высокоэкспрессивных генов короткостебельности и разновидностный состав линий, представленный белоколосыми формами – *var. leucurum*, *var. leucomelan* и *var. melanopus*. Из генофонда СИММУТ по урожайности на уровне стандарта Омская янтарная было выделено 50 генотипов, по натуре зерна – 276, по цвету макарон – 131 образец, по устойчивости к твердой головне – 131, мучнистой росе – 112. Почти все образцы не поражались бурой ржавчиной.
3. Сортоиспытание сети КАСИБ позволило достичь более эффективной оценки

исходного материала в различных эколого-географических пунктах для отбора наиболее адаптивных сортов с целью их включения в дальнейший селекционный процесс. Высокое влияние на урожайность оказывали экологические пункты (30-40%) и годы изучения (45-50%). Наибольшая дифференциация генотипов по урожайности происходит в Актюбинске и Барнауле, промежуточное положение занимают Карабалыкская СХОС и Омск. Выявлен ценный исходный материал по адаптивности, продуктивности, качеству зерна, устойчивости к болезням.

4. Синтетическая твёрдая пшеница представляет генетический резерв для создания ценного исходного материала в селекции на устойчивость к грибным болезням, полеганию, а также увеличению продуктивной кустистости в экстремальных условиях Западной Сибири.

5. В результате многолетнего (2000-2021 гг.) изучения генофонда сортов и линий ВИР, СИММУТ, КАСИБ была сформирована биоресурсная коллекция твердой пшеницы по различным направлениям селекции, сочетающая в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков и свойств для использования в селекции в качестве генетических источников и доноров при создании нового селекционного материала, пригодного для возделывания в Сибири.

6. У твердой пшеницы наблюдается сортовая специфика устойчивости к полеганию, обусловленная различными вкладами анатомо-морфологических признаков. На рост междоузлий оказывает влияние наличие влаги и температурный режим. Формирование толщины первого и второго междоузлий происходит до фазы колошения. Сорта, устойчивые к полеганию, начиная с фазы колошения, прекращают формировать механическую ткань, и происходит ее одревеснение. Слабоустойчивые к полеганию сорта продолжают формирование механических тканей до фазы восковой спелости.

7. В генетическом контроле изученных признаков, за исключением, толщины узла первого и второго междоузлий, основную роль играет аддитивно-доминантная система с подключением комплементарного рецессивного эпистаза. Роль последнего неоднозначна по длине стебля, в засушливые годы доля вклада неаллельного взаимодействия выше. Высока доля неаллельного взаимодействия во все годы по длине первого междоузлия, а по толщине узла первого и второго междоузлий она практически отсутствует.

8. В аддитивно-доминантной системе вклад генов с аддитивным действием и аллельным взаимодействием меняется в зависимости от условий года. Роль цитоплазмы высокая по длине второго междоузлия, толщине узла обоих междоузлий и не существенна – по диаметру первого междоузлия.

9. Внутрислокусное взаимодействие обусловлено неполным доминированием по длине стебля, диаметру второго междоузлия. У остальных признаков изменяется в зависимости от условий среды: от неполного до сверхдоминирования по длине первого и второго междоузлий, диаметру первого междоузлия, толщине узлов обоих междоузлий.

10. Почти по всем признакам меняется знак коэффициента корреляции между

степенью доминантности и средним значением родителей, т.е. наблюдается переопределение генетической формулы. Выявлено многообразие различных сочетаний: стабильное направленное и ненаправленное доминирование, смена направленного доминирования на ненаправленное и, наоборот.

11. В изученном наборе сортов, в зависимости от признаков и условий, выявлено различное сочетание доминантных и рецессивных генов.

12. Стабильно средняя и высокая наследуемость – по длине колоса, количеству колосков в колосе, длине стебля, первого нижнего междоузлия, толщине узлов нижних междоузлий, натуре цветку макарон и низкая – количеству зерен в колосе, массе зерна в колосе, длине второго нижнего междоузлия, диаметру первого и второго междоузлий.

13. Дана донорская характеристика изученных генотипов, разработана стратегия и тактика отбора генотипов в ходе селекционного процесса.

14. Получен и использован в гибридизации новый исходный материал, проведено его изучение на всех этапах селекционного процесса, созданы сорта с высоким потенциалом продуктивности, хорошей адаптивностью к условиям степной и лесостепной зон Западной Сибири.

15. Показано, что в ФГБНУ «Омский АНЦ» на каждом этапе селекции происходило изменение потенциала урожайности, улучшение качества яровой твердой пшеницы, соответствующее требованиям переработчиков и производителей зерна. Выделены образцы экстенсивного и интенсивного типа с высоким потенциалом качества зерна и различными эффектами взаимодействия генотип x среда.

16. Получены патенты и авторские свидетельства на сорта: Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский изумруд, Оазис, Омский циркон, Омская бирюза, Омский коралл, Омский лазурит. Переданы в ГСИ сорта Омский малахит, Омский топаз для испытания в Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском и Уральском регионах.

Предложения селекционной практике и производству

1. Рекомендуется использовать в качестве источников хозяйственно-ценных признаков для селекции яровой твердой пшеницы в условиях Западно-Сибирского региона РФ:

1.1. образцы из коллекции ВИР: источники высокой продуктивности: к-59881, к-59888, к-60388, к-60364, к-60366, к-60413, к-61303, к-62657, к-62658, к-63126, к-63160, к-64353, к-64355, к-6386, к-64953, к-61619, к-63821, Сладуница, к-66887, к-66886, к-66293, к-66294, к-66519, к-66675, к-64488; по показателям качества зерна и макарон представляют интерес: к-59881, к-59889, к-60388, к-60364, к-61117, к-61650, к-62657, к-64353, к-64354, к-64355, к-6386, к-17985, к-63821, Сладуница, Iride, к-60410; устойчивости к стеблевой ржавчине: к-6386, к-6662, к-46983, к-60410, Iride, к-65353, к-65733, к-65734; устойчивости к полеганию: к-5988, к-60366, к-60413, к-61645, к-61095, к-61303, к-63160, к-16307, к-14558, к-29374, к-65733, к-65734, к-66276, к-66278, к-66293, к-66508, к-66509,

к-66519, к-66675, к-66887; по комплексу признаков (высокая продуктивность, качество зерна и устойчивость к болезням) представляют селекционную ценность: к-59881, к-6386, к-65734, Сладуница, и Iride.

1.2 сорта питомников КАСИБ яровой твердой пшеницы: пластичные, характеризующиеся высокой урожайностью и меньшим взаимодействием G x E – Кустанайская 52, Горд. 59-92, Алтын шыгыс, Алтын дала, Линия Г1612, (Карабалыкская СХОС); Каргала 16, Каргала 18, Каргала 30, Каргала 303, Каргала 1514/06, Каргала 1540, Каргала 228, Каргала 238 (Актюбинская СХОС); Дамсинская янтарная, Лин. 173/93-1 (НПЦ ЗХ им Бараева); Ангел, Аметист, Жемчужина Сибири, Горд.94-9-1, Горд. 98-42-1, Горд.01-121-3, Горд. 02-156-1, Горд. 04-85-4 (Омский коралл), Горд. 03-20-18, Горд.08-107-5, (Омский АНЦ); Горд. 415, Алтайская нива, Горд. 553, Горд. 677 (ФАНЦА); Леук. 1469д-21, Леук. 1594д-3, Лин. 1693д-71, Лин. 1970д-5 (Самарский НИИСХ); Аннушка (ФГБНУ "ФАНЦ Юго-Востока"). Высокостабильные сорта, увеличивающие урожайность пропорционально улучшающимся условиям среды - 430.88, 362.91, Горд. 430-88, Горд. 94-71 (Карабалыкская СХОС); Лин. 654-1-2-3-4, 17950, 17394 (КАЗНИИЗР); Каргала 28 (Актюбинская СХОС); Горд.94-9-1, Горд. 94-24-12, Горд.97-49-1, Горд. 00-178-4 (Омская бирюза), Горд.05-12-7 (Омский АНЦ); Наурыз 7, Сеймур Лан (ТОО Казахский НПЦ ЗиР); Горд. 462, Горд.748, Горд.829 (ФАНЦА); Леук. 1355D-1, Леук. 1506-36 (Самарский НИИСХ); Дамсинская юбилейная, Линия 250-06-14 (НПЦ ЗХ им Бараева).

На засухоустойчивость и устойчивость к полеганию в условиях Сибири рекомендуются: Омский изумруд, Горд. 95-139-4, Жемчужина Сибири (Омский АНЦ); Каргала 1412, Каргала 1408, Каргала 1411, Каргала 66, (Актюбинская СХОС); Лин. 2021д-1, Леук. 1429-10 (Самарский НИИСХ); Лан, Корона (ТОО Казахский НПЦ ЗиР); Горд. 616 (ФАНЦА); а образцы Горд. 95-139-4, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Каргала 1408 еще и меньше реагируют на взаимодействие G x E; на продуктивность и качество зерна – Каргала 1538 (Актюбинская СХОС); Алтын дала, Шарифа, (Карабалыкская СХОС); Лан (ТОО Казахский НПЦ ЗиР); Дурум 49, Горд.178-05-2, Лин. 250-06-14 (НПЦ ЗХ им. Бараева); Горд. 94-24-12, Горд. 96-160-8 (Омская степная), Горд. 98-42-1, Омский изумруд, Горд. 98-42-5 (Омский циркон), Горд. 00-96-8, Горд. Г 04-85-4 (Омский коралл), Горд. 00-178-4 (Омская бирюза), Горд.05-42-12, Горд.08-25-2, Горд.08-67-1 (Омский АНЦ); Горд. 677, Горд.829, Горд.864 (ФАНЦА); Лин. 653д – 44 (Безенчукская золотистая), Леук. 1469д-21, Горд.1591-21 (Триада), Лин. 1970д-5, Лин. 2021д-1 (Самарский НИИСХ); Луч 25, Линия Д-2165 (ФГБНУ "ФАНЦ Юго-Востока), Меляна (Оренбургский НИИСХ).

1.3. Адаптивные линии из генофонда СИММУТ, устойчивые к болезням с высоким качеством зерна. Особую ценность представляет селекционный материал, ранее полученный от гибридизации с мексиканскими формами, который рекомендуется для использования в дальнейшей селекции.

1.4. Доноры хозяйственно-ценных признаков твердой пшеницы, выявленные в результате генетических исследований:

для повышения основных компонентов продуктивности: Жемчужина Сибири, Горд.98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл (длина колоса), Жемчужина Сибири, Горд. 441, Casoar, Shake3/Green18, Гор.98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл (колосков в колосе), Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Casoar, Silver26/Toska26, Sooty15/Karude1, Гор.95-139-3, Омский рубин, Омский кристалл, Безенчукская степная, Омская степная, Омский изумруд, Омская бирюза (зерен в колосе), Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15/Karude1, Горд.95-139-3, Горд.98-96-3, Омский кристалл, Безенчукская степная, Омская степная, Омский изумруд, Горд.01-115-5, Горд.08-55-5 (продуктивность колоса), Горд.95-139-3, Горд.98-96-3, Омский рубин, Безенчукская степная (флаговый лист);

улучшения качества зерна: Горд. 94-9-1, Горд. 441, Casoar, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Омская янтарная, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Омский кристалл (натура зерна), Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Омская янтарная, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Омский корунд, Омский кристалл, Безенчукская степная (цвет макарон);

повышения устойчивости к полеганию: Омская янтарная, Светлана, Саратовская золотистая, Горд.95-139-3, Омский рубин, Безенчукская степная, Горд. 441, Омский корунд, Shake3/Green18, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15/Karude1, Горд.1591д21 и Горд.1560д18 (сокращение длины стебля); Дамсинская 90, Светлана, Оренбургская 10, Безенчукский янтарь, Shake3/Green18, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15/Karude1, Омская янтарная, Омская степная, Жемчужина Сибири, Горд.1591д21, Горд.1560д18, Аметист, Гордеиформе 98-96-3, Горд. 441 (сокращение длины нижних междоузлий); Аметист, Ангел, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Безенчукская степная, Casoar, Silver26/Toska26, Горд.1560д18, Омский корунд, Горд.1591д21 (диаметр первого и второго нижних междоузлий); Аметист, Ангел, Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Casoar, Silver26/Toska26, Омский рубин, Безенчукская степная, Омский изумруд, Горд.1591д21, Горд.1560д18, Shake3/Green18 (толщина узлов нижних междоузлий).

2. Стратегия отбора генотипов в гибридных комбинациях яровой твердой пшеницы:

2.1. Необходимо улучшить отдельный количественный признак. Ранний отбор (начиная с F_2) по устойчивости к бурой, стеблевой ржавчине, пыльной и твердой головне, мучнистой росе в комбинациях с источниками и донорами устойчивости; по признакам, имеющим простое наследование (окраска колоса, остистость, окраска зерна), отбор проводится с учетом особенностей характера наследования: доминантного признака в F_1 или более поздних поколениях, рецессивного – в F_2 . Ранний отбор (F_2) по количественным признакам: высота растений (в случае отбора высокорослых растений), длина верхнего междоузлия, длина колоса, длина остей, продуктивная кустистость (в засушливых условиях), количество колосков в колосе, масса 1000 зерен, содержание белка, качество клейковины, содержание каротиноидных пигментов, макаронные качества; в сухие годы

в (F₄-F₅) отбор на снижение длины первого и второго междоузлия, увеличение диаметра междоузлий и узлов, а во влажные годы отбор в более ранних (F₂-F₃) поколениях; отбор низкорослых растений следует начинать не ранее (F₄-F₅).

2.2. Отбор по совокупности признаков: повторяющийся отбор (F₃-F₄) (по качественным и количественным признакам), а также, если отбор идет по признакам с разной степенью наследуемости (красная окраска колоса, натура зерна). В позднем поколении (F₅) отбор по признакам: короткостебельность, продуктивная кустистость (во влажные годы), длина колоса (во влажные годы), длина остей (во влажные годы), число зерен в колосе, масса зерна в колосе, урожайность. в селекционных питомниках проводится негативный отбор по урожайности, болезням. В ранних питомниках этот отбор более жесткий. На завершающих этапах селекции проводится оценка взаимодействия генотипа с окружающей средой. Для этого используется оценка конкурсного сортоиспытания в двух пунктах (степь и южная лесостепь) Омской области, а наиболее перспективные генотипы проходят изучение в сети КАСИБ.

3. Для расширения производства зерна твердой пшеницы рекомендуются сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ: Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский изумруд, Оазис, Омский коралл, Омский лазурит и перспективные сорта Омский малахит, Омский топаз.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ

1. Евдокимов, М. Г. Селекция яровой твердой пшеницы на адаптивность в условиях степи и лесостепи Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов** // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2004. – № 2 (152). – С. 17-19
2. Евдокимов, М. Г. Сравнительный анализ методов оценки яровой твердой пшеницы на адаптивность / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов** // Селекция и семеноводство. – 2004. – № 2. – С. 31
3. Евдокимов, М. Г. Диаллельный анализ продолжительности периода всходы-колошение у яровой твердой пшеницы / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов** // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2004. – № 2. – С. 3-4
4. Евдокимов, М. Г. Зависимость урожайности яровой твердой пшеницы и ее компонентов от метеофакторов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов** // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 1. – С. 10-12
5. Жоров, А. А. Результаты изучения исходного материала яровой твердой пшеницы в условиях Западной Сибири / А. А. Жоров, М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, Л. В. Мешкова, Ю. В. Колмаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 3 (41). – С. 14-18
6. **Юсов, В.С.** Генетический контроль диаметра первого надземного междоузлия у яровой твердой пшеницы в условиях Западной Сибири / Юсов В.С., Евдокимов М.Г. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 2 (182). – С. 34-40
7. **Юсов, В. С.** Комбинационная способность сортов яровой твердой пшеницы по прорастанию семян на растворах с повышенным осмотическим давлением / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 11 (191). – С. 18-21
8. Евдокимов, М. Г. Сравнительная характеристика новых сортов яровой твердой пшеницы / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, Ю. В. Колмаков, Л. В. Мешкова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 12. – С. 10-13
9. **Юсов, В. С.** Исходный материал для селекции яровой твердой пшеницы на устойчивость к полеганию в южной лесостепи Западной Сибири / В. С. Юсов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6 (68). – С. 5-10
10. **Юсов, В. С.** Влияние площади флагового листа и длины остей на формирование массы зерна главного колоса твердой пшеницы / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. № 11 (85). – С. 71-74

11. **Юсов, В. С.** Яровая твердая пшеница Омский изумруд / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Ю. В. Колмаков, Л. В. Мешкова // *Зерновое хозяйство России*. – 2011. – № 4. – С. 30-32
12. **Юсов, В. С.** Изменчивость комбинационной способности твердой пшеницы в зависимости от условий выращивания / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Б. М. Татина // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2012. – Т. 16, № 2. – С. 451-454
13. **Юсов, В. С.** Итоги изучения генофонда яровой твердой пшеницы на устойчивость к полеганию по программе КАСИБ / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2013. – № 3 (101). – С. 5-8
14. **Юсов, В. С.** Итоги изучения генофонда яровой твердой пшеницы на устойчивость к полеганию / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // *Достижения науки и техники АПК*. – 2013. – № 12. – С. 21-24
15. Евдокимов, М. Г. Влияние метеорологических факторов на формирование и налив зерна яровой твердой пшеницы / М. Г. Евдокимов, Б. М. Татина, **В. С. Юсов** // *Омский научный вестник*. – 2015. – № 1 (138). – С. 83-87
16. Евдокимов, М. Г. Уборочный индекс и соотношение зерновой и незерновой части колоса у сортов твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов** // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 2 (56). – С. 29-34
17. Евдокимов, М. Г. Адаптивный потенциал сортов твердой яровой пшеницы Омской селекции / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов** // *АгроЭкоИнфо*. – 2018 – № 4 (34) – С. 45
18. **Юсов, В. С.** Характеристика устойчивости образцов твердой пшеницы из питомников КАСИБ к возбудителю стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Л. В. Мешкова, М. Н. Кирьякова, Д. А. Глушаков // *АгроЭкоИнфо*. – 2018 – № 2 (32). – С. 30
19. Евдокимов, М. Г. Стекловидность зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, И. В. Пахотина, М. Н. Кирьякова // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – № 5 (65). – С. 24-28
20. Кирьякова, М. Н. Сравнительное изучение сортов твёрдой пшеницы по элементам продуктивности и пластичности / М. Н. Кирьякова, М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, Д. А. Глушаков // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2019. – № 3 (52). – С. 33-39
21. Шайдаюк, Е. Л. Популяционные исследования возбудителя бурой ржавчины на твердой пшенице в Омской области / Е. Л. Шайдаюк, **В. С. Юсов**, Е. И. Гультаева // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 54. – С. 64-69
22. Евдокимов, М. Г. Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, И. В. Пахотина // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 5 (71). – С. 26-31
23. Кирьякова, М. Н. Оценка адаптивной способности перспективных линий яровой твёрдой пшеницы в условиях Омской области / М. Н. Кирьякова, **В. С. Юсов**, М. Г. Евдокимов, Д. А. Глушаков // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2020. – № 2 (55). – С. 18-26
24. Евдокимов, М. Г. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра / М. Г. Евдокимов, И. А. Белан, **В. С. Юсов** и др. // *Достижения науки и техники АПК*. – 2020. – Т. 34, № 10. – С. 9–15
25. Глушаков, Д. А. Оценка сортов твердой пшеницы к стеблевой ржавчине в Западной Сибири / Д. А. Глушаков, **В. С. Юсов**, М. Г. Евдокимов, М. Н. Кирьякова, А. Л. Шпигель // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 3 (197). – С. 5-11
26. **Юсов, В. С.** Сравнительная оценка коротко- и длинностебельных генотипов яровой твердой пшеницы в Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, М. Н. Кирьякова, Д. А. Глушаков // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2021 № 4 (198). – С. 5-10
27. Евдокимов, М. Г. Основные тенденции урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, И. В. Пахотина // *Вестник КрасГАУ*. – 2021. – № 4 (169). – С. 33-41
28. **Юсов, В. С.** Исходный материал в селекции яровой твердой пшеницы для условий Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Н. Кирьякова, М. Г. Евдокимов // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2021. – № 2 (59). – С. 82-90
29. Евдокимов, М. Г. Новый сорт твердой яровой пшеницы Омский коралл / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, Л. В. Мешкова, М. Н. Кирьякова, Д. А. Глушаков // *Зерновое хозяйство России*. – 2022. – № 1 (79). – С. 58-64
30. Кирьякова, М. Н. Оценка адаптивной способности и взаимодействий генотипа и среды перспективных линий яровой твердой пшеницы в условиях Омской области / М. Н. Кирьякова, **В. С. Юсов**, М. Г. Евдокимов // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный*

университет). – 2022. – № 2 (63). – С. 19-25.

31. **Юсов, В. С.** Комбинационная способность сортов и линий яровой твердой пшеницы по элементам продуктивности и качеству клейковины / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, А. Л. Шпигель // *Аграрный вестник Урала*. – 2022. – № 9 (224). – С. 59-70

32. **Юсов, В. С.** Улучшение качества клейковины сортов яровой твердой пшеницы в Омском АНЦ / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, И. В. Пахотина, М. Н. Кирьякова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2022. – № 9 (36). – С. 55-59

33. Плотникова, Л. Я. Результаты изучения засухоустойчивости твердой пшеницы и ее компонентов в Западной Сибири / Л. Я. Плотникова, Д. А. Глушаков, **В. С. Юсов** // *Вестник Омского ГАУ*. – 2022. № 4 (48). – С. 56-70

34. Евдокимов, М. Г. Омский лазурит – новый сорт твердой яровой пшеницы / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, М. П. Кирьякова, И. В. Пахотина, Л. В. Мешкова, Д. А. Глушаков // *Вестник КрасГАУ*. – 2023. – № 7. – С. 38-46.

35. Кирьякова, М. Н. Стекловидность зерна и оценка адаптивной способности перспективных линий яровой твердой пшеницы в условиях Омской области М. Н. Кирьякова, **В. С. Юсов**, М. Г. Евдокимов // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2023. – № 2(67). – С. 44-50

Публикации в изданиях, входящих в международные цитатно-аналитические базы данных

36. **Yusov, V. S.** Combining ability of durum wheat varieties for lodging resistance traits under West Siberian conditions / V. S. Yusov, M. G. Evdokimov // *Russian Agricultural Sciences*. – 2008. – Vol. 34. – P. 215-218

37. **Yusov, V. S.** Formation of the length and diameter of the first and second aboveground internodes of hard wheat varieties under West Siberian conditions / V. S. Yusov, M. G. Evdokimov // *Russian Agricultural Sciences*. – 2009. – Vol. 35, № 5. – P. 298-300

38. **Юсов, В. С.** Влияние норм высева и сроков посева на изменение морфологических признаков стебля и устойчивость к полеганию сортов твердой пшеницы / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2010. – № 9 (213). – С. 11-16

39. **Юсов, В. С.** Наследуемость морфологических признаков устойчивости к полеганию у твердой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 7 (129). – С. 24-28

40. Евдокимов, М. Г. Формирование и налив зерна яровой твердой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири. / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, Б. М. Татина, В. В. Андреева // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 11 (133). – С. 5-9

41. Евдокимов, М. Г. Новый сорт твердой яровой пшеницы омская степная / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, Ю. В. Колмаков, Л. В. Мешкова, П. В. Поползухин // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 17-20

42. **Юсов, В. С.** Влияние норм высева и сроков посева на изменение анатомических признаков стебля и устойчивость к полеганию сортов твердой пшеницы / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2017. – № 1 (37). – С. 72-76

43. Evdokimov, M. G. Drought tolerance gene pool in developing adaptive varieties of durum wheat identified in study nurseries under the Kazakhstan-Siberian program / M. G. Evdokimov, **V. S. Yusov**, A.I. Morgounov, Yu.I. Zelensky // *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii* – 2017. – Vol. 21(5). – P. 515-522

44. Gulyaeva, E. Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens / E. Gulyaeva, **V. Yusov**, M. Rosova, et al. // *Cereal Research Communications* – 2020. – Vol. 48(1). – P. 71-79

45. Tajibayev, D. Genotype by environment interactions for spring durum wheat in Kazakhstan and Russia / D. Tajibayev, **V. S. Yusov**, et al. // *Ecological Genetics and Genomics* – 2021. – Vol. 21. – P. 100099

46. **Yusov, V.S.** Development of spring durum wheat cultivars resistant to stem rust in Western Siberia | Создание сортов яровой твердой пшеницы, устойчивых к стеблевой ржавчине в Западной Сибири / V.S. Yusov, M.G. Evdokimov, L.V. Meshkova, D.A. Glushakov // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. – 2021. – № 182(2). P. 131–138

47. Evdokimov, M. G. Promising genetic sources for the creation of varieties of durum spring wheat in Western Siberia / M. G. Evdokimov, **V. S. Yusov**, M. N. Kiryakova, L. V. Meshkova, I. V. Pakhotina, D. A. Glushakov // *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics*

and Breeding. – 2022. – Vol. 26(7). – P. 609-621

48. **Yusov, V.S.** Using the gene pool of CIMMYT cultivars and lines in spring durum wheat breeding in Western Siberia | Использование генофонда сортов и линий CIMMYT в селекции яровой твердой пшеницы в Западной Сибири // V.S. Yusov, M.G. Evdokimov, M.N. Kiriakova, D.A. Glushakov // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding – 2022 – № 183(1). – P. 95–103

49. Tajibayev, D. Exploring the agronomic performance and molecular characterization of diverse spring durum wheat germplasm in Kazakhstan / D. Tajibayev, K. Mukin, A. Babkenov V. Chudinov, A.A. Dababat, K. Jiyenbayeva, S. Kenenbayev, T. Savin, V. Shamanin, K. Tagayev, A. Rsymbetov, M. Yessimbekova, **V. Yusov**, et al. // Agronomy – 2023. – Vol. 13(7) – P. 1955

Публикации в других научных изданиях

50. Евдокимов, М. Г. Роль остей в формировании продуктивности яровой твердой пшеницы в условиях Прииртышья / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов** // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2006. № 5 (165). – С. 12-19

51. **Юсов, В. С.** Характеристика устойчивости образцов пшеницы твердой из питомников КАСИБ к возбудителю бурой ржавчины в условиях Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Л. В. Мешкова, М. Н. Кирьякова, Д. А. Глушаков // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №3(72) – С. 386–390 (личный вклад – 50 %).

52. Юсова, О. А. Изменение хозяйственно ценных признаков яровых зерновых культур в зависимости от условий возделывания / О. А. Юсова, П. Н. Николаев, Ю. Ю. Паршуткин, **В. С. Юсов** // Агрофизика. – 2021. – №1 – С. 26-32

53. Parshutkin, Y. Y. Yield and quality of spring cereals depending on cultivation conditions / Y. Y. Parshutkin, P. N. Nikolaev, O. A. Yusova, **V. S. Yusov** // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science – 2021. – Vol. 624 – P. 012172

54. Евдокимов, М. Г. Влияние продолжительности периода вегетации на формирование хозяйственно ценных признаков твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**, И. В. Пахотина // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 11 (188). – С. 19–26

Рекомендации, монографии, методические указания

55. Евдокимов, М. Г. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье : монография / М. Г. Евдокимов, **В. С. Юсов**. – Омск : ООО «Издательско-полиграфический центр «Сфера», 2008. – 160 с.

56. Зыкин, В. А. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений : научно-практические рекомендации / В. А. Зыкин, И. А. Белан, **В. С. Юсов**, Д. Р. Исламгулов: Башкирский государственный аграрный университет, Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2011. – 99 с.

Патенты на селекционные достижения

57. Патент на селекционное достижение № 2051 РФ Пшеница твердая яровая Омский корунд / М.Г. Евдокимов., В.В. Андреева, В.А. Савицкая, Ю.В. Колмаков, Г.М. Летова, Т.Ю. Сенкевич П.В. Поползухин, Т.С. Зверовская, В.С. Юсов; заявитель и патентообладатель ГНУ «Сибирский НИИСХ»; заявка № 9905707 с датой приоритета 19.12.1999; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 26.12.2003.

58. Патент на селекционное достижение № 3087 РФ Пшеница твердая яровая Жемчужина Сибири / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Ю.В. Колмаков, П.В. Поползухин, В.А. Савицкая, Г.М. Летова, Л.В. Мешкова, Т.Ю. Сенкевич; заявитель и патентообладатель ГНУ «Сибирский НИИСХ»; заявка № 9705597 с датой приоритета 15.12.2002; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 10.4.2006.

59. Патент на селекционное достижение № 763 РК Пшеница твердая яровая Жемчужина Сибири / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Ю.В. Колмаков, П.В. Поползухин, В.А. Савицкая, Г.М. Летова, Л.В. Мешкова, Т.Ю. Сенкевич; заявитель и патентообладатель ГНУ «Сибирский НИИСХ»; заявка № 2014/025.4 с датой приоритета 14.04.14; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений РК 17.04.2017.

60. Патент на селекционное достижение № 5355 РФ Пшеница твердая яровая Омская степная / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, В.М. Россеев, В.С. Амельченко; заявитель и патентообладатель ГНУ «Сибирский НИИСХ»; заявка № 9253550 с датой приоритета 10.12.2007; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 07.4.2010.

61. Патент на селекционное достижение № 837 РК Пшеница твердая яровая Омская степная / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, В.М. Россеев, В.С. Амельченко; заявитель и патентообладатель ФГБНУ

«Омский АНЦ»; заявка № 2014/038.4 с датой приоритета 28.07.2014; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений РК 6.06.2018.

62. Патент на селекционное достижение № 6952 РФ Пшеница твердая яровая Омский изумруд / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, Б.М. Татина; заявитель и патентообладатель ГНУ «Сибирский НИИСХ»; заявка № 8954315 с датой приоритета 03.12.2010; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 07.07.2013.

63. Патент на селекционное достижение № 838 РК Пшеница твердая яровая Омский изумруд / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, Б.М. Татина; заявитель и патентообладатель ГНУ «Сибирский НИИСХ»; заявка № 2014/039.4 с датой приоритета 28.07.2014; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений РК 6.06.2018.

64. Патент на селекционное достижение № 8068 РФ Пшеница твердая яровая Омский циркон / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Б.М. Татина, Г.М. Летова, Ю.В. Колмаков, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин; Заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Сибирский НИИСХ»; заявка № 8654639 с датой приоритета 29.11.2013; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 02.12.2015.

65. Патент на селекционное достижение № 8768 РФ Пшеница твердая яровая Оазис / М.А. Розова, Е.Е. Егиазарян, А.И. Зиборов, В.М. Мельник, М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Алтайский Научно-Исследовательский Институт Сельского Хозяйства»; заявка № 8558711 с датой приоритета 27.11.2014; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 20.12.2016.

66. Патент на селекционное достижение № 9735 РФ Пшеница твердая яровая Омская бирюза / М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Т.С. Зверовская, П.В. Поползухин; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Омский АНЦ»; заявка № 8457771 с датой приоритета 30.11.2015; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 11.07.2018.

67. Патент на селекционное достижение № 11525 РФ Пшеница твердая яровая Омский коралл / М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева, Т.Ю. Сенкевич, Л.В. Мешкова, И.В. Пахотина, Ю.Ю. Паршуткин. Заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Омский АНЦ»; заявка № 8154088 с датой приоритета 12.11.2018; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 25.03.2021.

68. Патент на селекционное достижение № 12915 Пшеница твердая яровая Омский лазурит / М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева, Л.В. Мешкова, И.В. Пахотина, Ю.Ю. Паршуткин, М.Н. Кирьякова, Т.Ю. Сенкевич, Д.А. Глушаков; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Омский АНЦ»; заявка № 81863 с датой приоритета 05.10.2020; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 27.06.2023.

69. Патент на селекционное достижение № 1076 РК Пшеница твердая яровая Омский коралл / М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева, Т.Ю. Сенкевич, Л.В. Мешкова, И.В. Пахотина, Ю.Ю. Паршуткин. Заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Омский АНЦ»; заявка № 2020/016.4 с датой приоритета 27.10.2020; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 25.08.2023.