

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ОМСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

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

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:
доктор сельскохозяйственных наук
Евдокимов М.Г.

Омск – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЗНАЧЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ, ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	15
1.1 Народно-хозяйственное значение твердой пшеницы	15
1.2 Состояние производства зерна и продуктов переработки твердой пшеницы в России и мире	18
1.3 Основные направления селекции яровой твердой пшеницы	24
в Западной Сибири.....	24
2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	38
2.1 Почвенно - климатические условия южной лесостепи Западной Сибири	38
2.2. Характеристика погодных условий в годы исследований и почвы опытного поля	40
2.3 Материал исследований	45
2.4 Схема и методика закладки опытов	48
2.5 Методика проведения учетов и наблюдений	51
3. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ В СЕЛЕКЦИИ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	54
3.1 Оценка генофонда сортов и линий ВИР	54
3.2 Селекционная ценность коллекции твердой пшеницы из СИММИТ (Мексика)	62
3.3 Генофонд программы КАСИБ в селекции яровой твердой пшеницы	85
3.3.1 Адаптивный потенциал сортов питомников КАСИБ	87
3.3.2 Генофонд программы КАСИБ, идентифицированный по комплексу признаков для селекции яровой твердой пшеницы в южной лесостепи Омской области	113
3.4 Синтетическая твердая пшеница как исходный материал для селекции твердой пшеницы в условиях Западной Сибири	118
4. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ	126
4.1 Морфологические признаки устойчивости к полеганию	129

4.1.1 Длина стебля.....	129
4.1.2 Длина первого надземного междуузлия	144
4.1.3 Длина второго надземного междуузлия	156
4.1.4 Диаметр первого надземного междуузлия	170
4.1.5. Диаметр второго надземного междуузлия	182
4.1.6. Диаметр узла первого надземного междуузлия.....	194
4.1.7. Диаметр узла второго надземного междуузлия.....	206
4.2 Элементы урожайности и показатели качества зерна яровой твердой пшеницы.....	218
4.2.1 Длина колоса	218
4.2.2 Количество колосков в колосе.....	223
4.2.3 Площадь флагового листа	227
4.2.4 Количество зерен в колосе.....	231
4.2.5 Масса зерна главного колоса	237
4.2.6 Натура зерна	243
4.2.7. Цвет макарон	247
4.2.8. Устойчивость к стеблевой ржавчине	252
5. ЗАВИСИМОСТЬ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СТЕБЛЯ ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ У ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	256
5.1 Влияние норм высеява, сроков посева и предшественников на изменение морфологических, анатомических признаков стебля и устойчивости к полеганию сортов твердой пшеницы.....	256
5.2. Динамика формирования основных морфологических элементов стебля, обуславливающих устойчивость к полеганию	264
6. СЕЛЕКЦИОННОЕ УЛУЧШЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	270
6.1 История, итоги и перспективы селекции	270
6.2 Методы создания, отбора и оценки селекционного материала	273
6.3 Хозяйственно-биологическая характеристика созданных с участием диссертанта сортов и перспективных линий яровой твердой пшеницы	286
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	296
ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ ...	299

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	304
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	306
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	355
Приложение А Метеорологические показатели	356
Приложение Б Оригинаторы и происхождение линий	361
Приложение В Показатели устойчивости к полеганию и качества питомников КАСИБ.....	364
Приложение Г Показатели урожайности, качества и устойчивости к болезням синтетических линий СИММУТ.....	378
Приложение Д Показатели dialлельного анализа и комбинационной способности	381
Приложение Е Показатели морфологических и анатомических признаков.	415
Приложение Ж Документы на объекты интеллектуальной собственности.....	421
Приложение И Акты производственных испытаний и внедрения	436

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Твердая пшеница возделывается на 13,5 млн га с мировым производством 33,8 млн тонн в 2020/21 г., что составляет 5-7% от общего объема пшеницы, производимой в мире (Martinez-Moreno et al., 2022). Дурум – незаменимое сырье для изготовления макаронных изделий, а в странах Северной Африки и на Ближнем Востоке это важный ингредиент для кускуса и булгура. Макаронные изделия являются одним из наиболее доступных продуктов питания для всех слоев населения. Достоинством данной продукции является то, что они сохраняются длительный срок без заметного ухудшения цвета, вкуса, питательных свойств. Основными свойствами и положительными качествами макаронных изделий являются: питательность – не менее 12% белковых веществ и 70-72% углеводов; калорийность – около 350 килокалорий на 100 грамм (Angelino D. et al., 2019; Dello Russo M. et al., 2021). В России традиционно основными регионами производства высококачественного зерна яровой твердой пшеницы являются: Алтайский Край, Южный Урал, Поволжье. Из стран СНГ - Украина и Республика Казахстан.

Западная Сибирь также 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. (Евдокимов М.Г. и др., 2017; Юсов В.С. и др., 2018; Gulyaeva E. et al., 2020; Юсов В.С., Евдокимов М.Г., 2022; Юсов В.С. и др., 2022).

В связи с изменениями климата, увеличением амплитуды колебаний погодных условий по годам, вредоносность экстремальных факторов будет возрастать. Селекция, наряду с совершенствованием технологий возделывания твердой пшеницы в регионе, является биологическим фактором стабилизации производственных процессов и качества получаемой конечной продукции – макаронных изделий и

круп. Эти задачи, стоящие перед селекционерами, невозможно решить без увеличения генетического разнообразия привлекаемого в селекцию исходного материала (Вавилов Н.И., 1935; Мережко А.Ф., 1984).

Актуально изучение и включение в скрещивания наиболее ценных образцов твердой пшеницы из мировых центров генетических ресурсов (ВИР); мировых селекционных центров, прежде всего CIMMYT; селекционных центров России и Казахстана, производящих наиболее близкий по адаптивности к условиям Сибири селекционный материал (программа КАСИБ); современные сорта из других стран, прежде всего Италии, Канады, Австралии и др.; других видов пшеницы, в том числе синтетической гексаплоидной с добавленным геномом 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, что определило цель и задачи настоящей работы. Использование новых генетических источников в селекции на устойчивость к абиотическим факторам и грибным болезням позволит противостоять изменениям климата и стабилизировать урожайность сортов твёрдой 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 Гордеiforme 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 (Шаманин В.П. и др., 2015; Rsaliyev A.S., Rsaliyev Sh.S., 2018; Характеристика устойчивости..., Gultyayeva 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; Юсов и др., 2022). Все это обуславливает необходимость селекционного совершенствования по комплексу биологических, технологических показателей, улучшение адаптивных реакций на лимитирующие факторы среды, устойчивости к болезням и полеганию.

Основным слагаемым успешного создания сортов для условий Западной Сибири является изучение исходного материала и его целенаправленное использование. Поэтому данному направлению всегда уделялось серьезное внимание (Савицкая В.А. и др., 1981; Семенова М.В., 1983; Широков А.И. и др., 1988; Розова М.А., 1997; Янченко В.И. и др., 2001; Евдокимов М.Г. и др., 2003).

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

Задачи исследований:

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. Впервые проведено изучение нового исходного материала твердой яровой пшеницы за период с 2000 по 2022 гг. Выделены источники по комплексу хозяйствственно-ценных признаков. У целого ряда генотипов определена комбинационная способность, установлен генетический контроль основных признаков и дана их донорская характеристика. Впервые на основании изучения полегания растений выявлены источники и доноры полевой устойчивости к полеганию. Получен и использован в гибридизации новый исходный материал. Разработана стратегия отбора генотипов в ходе селекционного процесса. Выявлена селекционная ценность синтетических линий. По комплексной международной программе Казахстанско-Сибирской сети (КАСИБ) было изучено 214 генотипов. В питомниках КАСИБ выделены источники продуктивности, адаптивности, качества зерна и устойчивости к грибным болезням. В процессе исследования созданы новые сорта и линии.

Теоретическая и практическая значимость работы. В целях расширения генетической дивергенции представлена эффективность программ CIMMYT и КАСИБ. Изучение сортов яровой твердой пшеницы в разных эколого-географических пунктах позволило оценить хозяйственную ценность и адаптивный потенциал (с использованием статистических методов: PCA, AMMI (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. monosaccum*, 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 (Приложение Ж рис.14,15).

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

Учеты, наблюдения, анализы осуществляли в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019) и методическими указаниями ВИР по изучению коллекции пшеницы (1999). Статистическая обработка полученных данных (дисперсионный, вариационный, корреляционный анализ) проведена по Б.А. Доспехову (2012); параметры экологической пластиности по S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966), индекс засухоустойчивости по R.A. Fischer, R. Maurer (1978). Анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA) был проведен с помощью пакета R version 4.1.2. Эффекты аддитивных и мультиплекативных взаимодействий (AMMI анализ) определены по (Zobel R.W., 1988 и Mondo J.M., 2019) с помощью пакета R version 4.1.2. Кластерный анализ выполнен

методом иерархической кластеризации на основе коэффициента корреляции Пирсона с помощью пакета STATISTICA 10 (Дюран Б., 2012).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Генетические источники коллекции ВИР, CIMMYT, 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 аprobация результатов. Достоверность результатов исследований обоснована многолетними экспериментами, необходимым объемом полевых и лабораторных опытов, статистической обработкой полученных данных математическими методами с применением современных прикладных компьютерных программ, достигнутыми практическими результатами. Сорта Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Оазис, Омский коралл, Омский лазурит возделываются на территории Российской Федерации в Омской, Челябинской, Курганской, Новосибирской областях, Алтайском крае и в Республике Казахстан. В результате проведенных исследований сделан ряд ценных выводов и предложений, которые использованы для селекции твердой пшеницы в ФГБНУ «Омский АНЦ и производстве (Приложение И).

Аprobация результатов: Результаты исследований были представлены на 31 конференции различного уровня, а также симпозиумах и совещаниях: на региональных совещаниях-семинарах Российской научно-производственной системы (РНПС) «Сибирские семена» (Омск, 2018-2022); на семинарах генетико-селекционной школы РАСХН Сибирское отделение (Новосибирск, 2001, 2004, 2005); школе молодых ученых «Агротехнологии современного земледелия» (Владимир, 2002), 1-й Центрально-Азиатской конференции «Increasing Wheat Production in Central Asia through Science and International Cooperation» (Алматы, Казахстан,

2003); Научно-практической конференции «Полвека целине» (Омск, 2004); Международной конференции молодых ученых, посвященной 180-летию Сибирской аграрной науки (Омск, 2008); Заседании Объединенного научного и проблемного совета по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству (Красноярск, 2009); Международной конференции «Селекция сельскохозяйственных растений в аридных территориях Сибири и Дальнего востока» (Барнаул, 2015), Международных совещаниях Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) (Павлодар, 2008; Челябинск, 2010; Костонай, 2012; Новосибирск, 2014; Карабалык, 2016; Омск, 2018; Омск, 2023); Международной научной конференции «Оптимизация селекционного процесса – фактор стабилизации и роста продукции растениеводства Сибири» ОСП-2019 (Красноярск, 2019); на Кузбасском агропромышленном форуме (Кемерово, 2019); Международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения – 2022» (Саратов, 2022); Онлайн конференциях и семинарах: Перспективное направление селекции на качество зерна и методы оценки технологических и пищевых свойств пшеницы (Омск, 2021), Современные тенденции развития хлебопекарной отрасли России: новые сорта зерновых культур с функциональными свойствами, органические технологии производства сырья, инновации в изготовлении хлебобулочной продукции (Омск, 2022), международной научно-практической конференции «Приоритеты агропромышленного комплекса: научная дискуссия» (Петропавловск, 2022), Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука-2023» (Петропавловск, 2023), Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов (Курск, 2023), IV Международной научной конференции «Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего», (Санкт-Петербург, 2023), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук Р.И. Белкиной (Тюмень, 2023).

Результаты исследований внедрены в ФГБНУ «Омский АНЦ» и сельскохозяйственное производство.

зяйственные предприятия Омской области, что подтверждается соответствующими справками об использовании результатов диссертационной работы соискателя.

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.

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

Личный вклад автора 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, CIMMYT, КАСИБ, синтетических линий. Автор лично участвовал в изучение 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 Ка-

захстан: 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 (СибНИИСХ). 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.

Сорта: 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. Приношу глубокую благодарность за помощь в написании данной работы научному консультанту – доктору с.-х. наук Евдокимову М.Г., 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.

Благодарю за оказанное содействие в проведении исследований Международный центр по улучшению кукурузы и пшеницы CIMMYT в лице руководителя представительства CIMMYT в Турции, координатора программы КАСИБ Алексея Ивановича Моргунова и всех коллег – участников программы Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой твердой пшеницы, за оказанное содействие в проведении исследований.

Финансирование программы КАСИБ по улучшению яровой пшеницы в 2013 году осуществлялось при финансовой поддержке правительства РФ под эгидой Евразийского центра по продовольственной безопасности (проект W0276 CIMMYT) по теме «Испытание сортов КАСИБ и проведение челночной селекции по твердой пшенице в России»

1. ЗНАЧЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ, ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Народно-хозяйственное значение твердой пшеницы

Твердая пшеница (*Triticum durum Desf*) – это единственный тетраплоидный вид пшеницы, который используется в основном для производства макарон и круп (кускус, булгур, манная) и является одним из пищевых злаков для одной трети населения мира. С одной стороны, твердая пшеница считается второстепенной культурой в мире, а с другой – это основная культура в средиземноморских странах, таких как Италия, Северная Америка, Азия, Турция и Южная Америка (Kabba J. H. et al., 2017). Первоначально твердая пшеница использовалась, также, как и мягкая, на мукоильно-хлебопекарные цели. В России ее стали использовать для изготовления макарон в конце XIX столетия (Евдокимов М.Г, 2006).

Ассортимент макаронных изделий очень разнообразен, в Италии их называют паста. На итальянском языке слово паста означает тесто, а слово макароны – разновидность пасты. Пасту готовят из семолины – крупки из зерна твердой пшеницы. Изделия шнурообразной формы в зависимости от их длины носят название спагетти или вермишель, что в переводе с итальянского – веревки или червяки. Макаронами в Италии называются только самые тонкие трубочки с дырочкой. Трубы потолще именуются меццацита, а самые толстые макароны – цита. Во всем мире существует около 600 видов пасты (Ляпунова О.А., 2022). В нашей стране производят несколько десятков макаронных изделий, которые подразделяются на 4 типа: трубчатые, нитеподобные (вермишель), лентообразные (лапша), фигурные (Колмаков Ю.В., 2001).

Во многих странах, таких как Италия, Франция и Греция, по закону макаронные изделия должны производиться исключительно из твердой пшеницы. Из муки твердой пшеницы в Италии, Канаде, Мексике, Австралии изготавливают специальный хлеб, имеющий более длительный срок хранения по сравнению с хлебом из мягкой пшеницы (Sissons M., 2008; Boggini G. et. al., 2012). Простота приготовления, хранения, высокая усвояемость и сбалансированный питательный состав де-

лает макаронные изделия очень подходящими для функционального питания человека. Зерно твердой пшеницы более богато питательными веществами, чем мягкая (табл. 1.1) и содержит 12–16% белка; 70% углеводов; 1,9% жира; 1,6% клетчатки и 1,6% минералов (Синицын С.С., 1987; Marcotuli I. et. al., 2020).

Таблица 1.1 – Питательные вещества в зерне твердой и мягкой пшенице

Показатель	Твердая пшеница	Мягкая пшеница
Углеводы (%)	70	72
Белок (%)	12–16	8–14
Жир (г)	2,5	1,7
Пищевые волокна	2,1	2,4
Натрий (мг)	3,8	2
Калий (мг)	431	141
Кальций (мг)	34	15
Магний (мг)	42	13

Макароны из твердой пшеницы относятся к продуктам, снижающим сердечно-сосудистые заболевания. Употребление макарон из твердой пшеницы в пищу исключает склонность тела к полноте. Это связано с тем, что, хотя содержание крахмала высокое, его зерна мелкие, находятся в связанном состоянии с белками, не разрушаются при тепловой обработке и поэтому крахмал твердой пшеницы имеет очень низкую биологическую доступность и не усваивается организмом человека. Медленная скорость переваривания сахаров из зерна твердой пшеницы приводит к снижению гликемического индекса (El-Nagar G. et. al., 2002).

Употребление цельного зерна вместо продуктов переработки увеличивает содержание микроэлементов в рационе (Saini P. et. al., 2022). В исследованиях, проведенных Cubadda F. et. al. (2012), потери минералов при размоле варыровали в зависимости от элементов: селен снижался на 14-16%; железо, магний и цинк на 64-66%; а марганец на 76%. При этом Se встречается преимущественно связанным с белком и более равномерно распределяется по всему эндосперму. Твердая пшеница содержит значительное количество витаминов, сосредоточенных в основном в околоплоднике, зародышевых и алейроновых слоях: витамины B1, B2, B6, витамин E. Она является важным источником магния, марганца, железа, цинка, меди и молибдена (Erdman and Moul, 1982; Cubadda F. et. al., 2012; Cynthia G. et. al., 2012).

По данным ученых (Truswell A., 2002; McKevith B., 2004), содержание многих витаминов в манной крупе и макаронной продукции ниже, чем в цельнозерновой продукции (табл.1.2).

Таблица 1.2 – Содержание витаминов в зерне твердой пшеницы и продуктах его переработки

Показатель	Зерно, мг/г	Семолина, %	Макароны, %
Тиамин В1	6,7	48	48
Рибофлавин В2	1,1	88	86
Ниацин РР	111	35	40
Витамин В6	4,3	28	25
Пироксидин	3,3	24	20
Токоферолы	58	43	5

Цельные зерна твердой пшеницы содержат ряд фенольных соединений, такие как: фенольная кислота, антоцианидины, хинин, флавонолы, халконы, флавоны, флаваноны и аминофенольные соединения, наиболее распространенными из которых являются фенольные кислоты и флавоноиды (Liu R., 2007). Связанные фенольные соединения пшеницы могут подвергаться перевариванию в толстой кишке кишечной микрофлорой и, таким образом, обеспечивают пользу для здоровья за счет связывания свободных радикалов и предотвращают окисление биологически важных молекул, что ведет к снижению риска некоторых хронических заболеваний (Adorn K., Liu R., 2002). Также в эндосперме твердой пшеницы находится большое количество каротиноидов: α - и β -каротин составляет почти около 7,7%, а наибольшее количество представлено лютеином (Borrelli G. et. al., 2008; Digesù A. et. al., 2009).

Все, ранее перечисленные, качества делают зерно и продукты переработки твердой пшеницы полезной для здоровья, рекомендуемой в диетическом и функциональном питании. Потребление макаронных изделий стабильно увеличивается. Этому способствуют рост населения, урбанизация, популяризация азиатской и средиземноморской кухни. В последние годы благодаря тренду на здоровый образ жизни появляются и растут новые сегменты рынка – например, макароны из цельнозерновой муки, органическая паста и макаронные изделия без глютена.

1.2 Состояние производства зерна и продуктов переработки твердой пшеницы в России и мире

Ежегодное мировое производство твердой пшеницы составляет 33,8-35,0 миллионов тонн на площади 13,5-16 млн. га. (Dahl C., 2017; Marthnez-Moreno F. et. al., 2022). В глобальном масштабе это составляет около 7,0% от общего объема пшеницы, производимой в мире. За последние двести лет площадь твердой пшеницы выросла от 8,4 млн. га. в 1800 г. до 18,5 млн. га. в 2021 г. Максимальная площадь 19,8 млн. га. была достигнута в период 1910–1930 гг. (Marthnez-Moreno F. et. al., 2022; FAOSTAT, 2023). В последние годы площади по твердой пшенице в мире находятся на уровне 13,2 -18,5 млн. га (рис. 1.1).

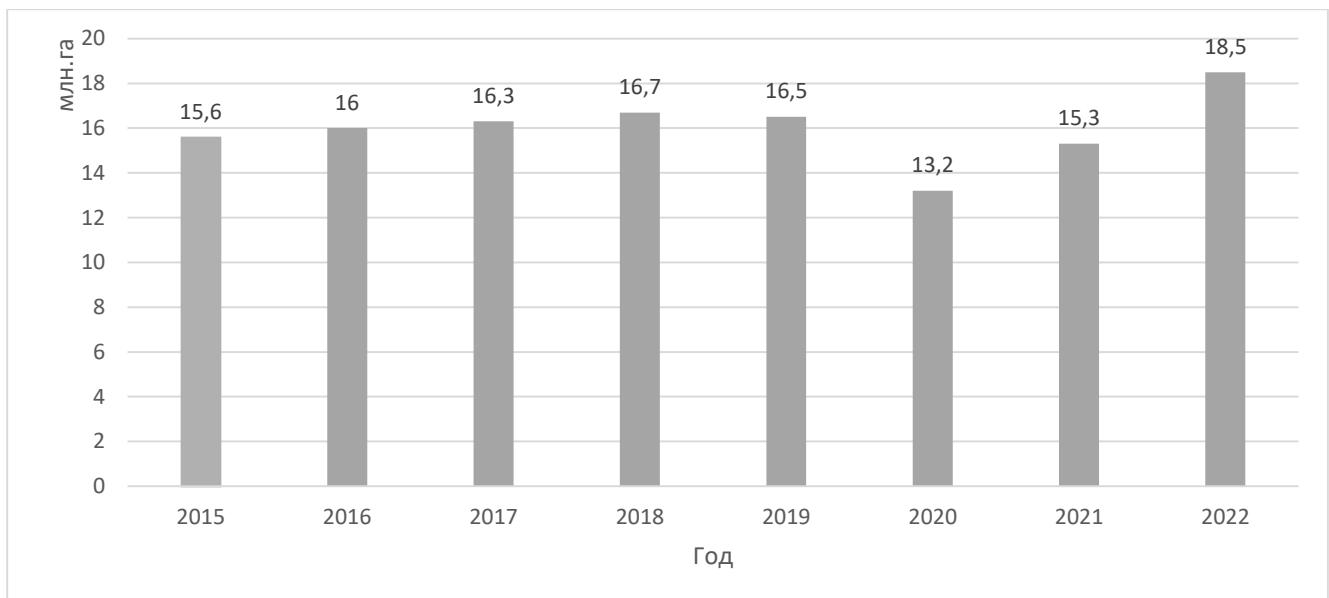


Рисунок 1.1 – Посевные площади твердой пшеницы в мире в 2015-2022 гг., млн. га. (по данным International Grain Council, CIMMYT)

Наибольшее распространение эта культура получила в странах Средиземноморского бассейна: Алжир, Турция, Италия, Марокко, Сирия, Тунис, Франция, Испания и Греция. За пределами Средиземноморского региона твердая пшеница выращивается в Канаде, Мексике, США, России, Казахстане, Индии и др. Крупнейшим производителем твердой пшеницы в мире является Канада – на ее долю приходится 14% произведенного зерна (рис. 1.2), она же и лидер экспорта товарной твердой пшеницы с долей 49% от всего экспорта.

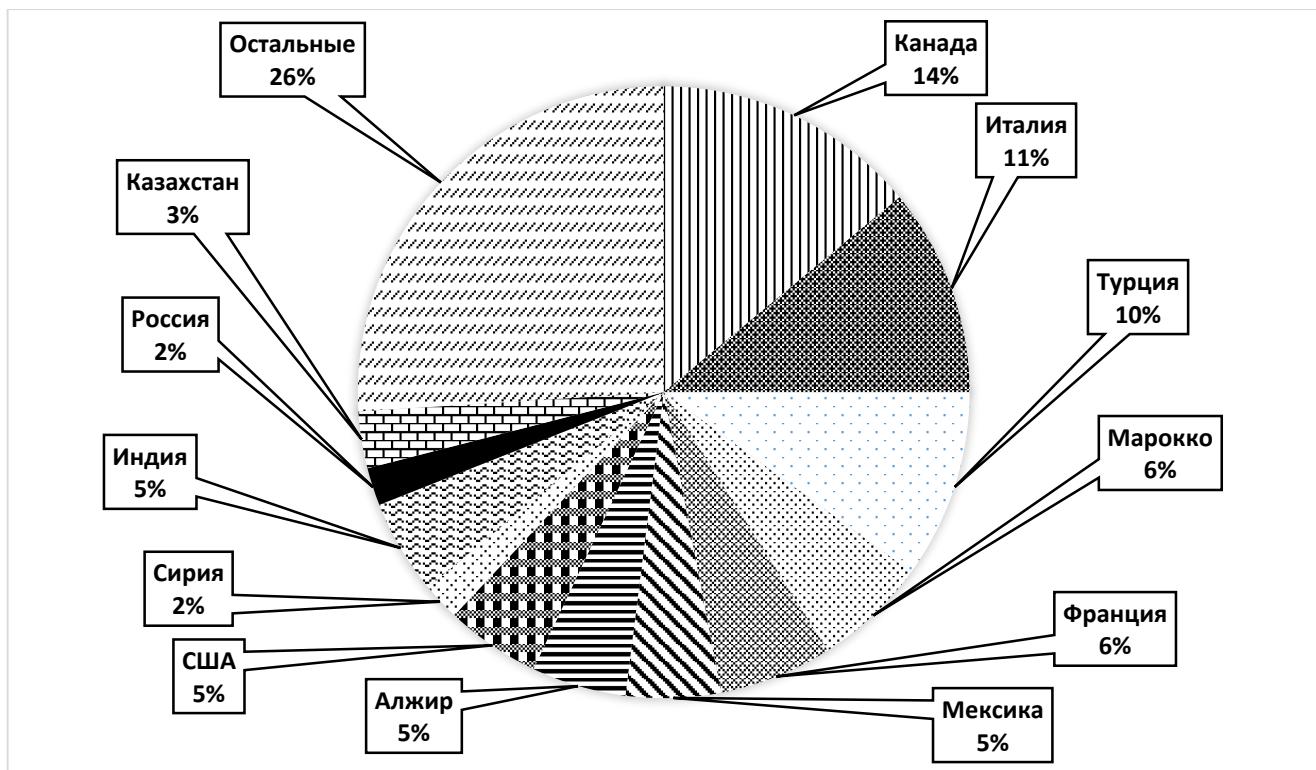


Рисунок 1.2 – Структура мирового производства твердой пшеницы 2015-2021 гг., среднее % (по данным International Grain Council, CIMMYT)

Абсолютным лидером импорта товарной твердой пшеницы является Египет – на его долю приходится 24% всего мирового импорта. Также в перечень крупнейших мировых импортеров входят Китай, Италия, Пакистан, Марокко, Эквадор и Турция (рис.1.3). Доля всей выращиваемой товарной твердой пшеницы, отправляемой на экспорт, в 2021 г. составила 35%. Между тем, спрос на зерно твердой пшеницы на мировых рынках постоянно растет, а сама культура, например, в странах Евросоюза, опережает по маржинальной другие зерновые колосовые (Гончаров С.В., Курашов М.Ю., 2018).

Потребление макаронных изделий в различных странах сильно меняется, в зависимости от национальных особенностей и традиций. В Италии оно достигает 28,5 кг на одного человека, в России – 7,0 кг, в ОАЭ — 8,6 кг, а в Саудовской Аравии почти достигло 11 кг и согласно прогнозам экспертов, рост мирового рынка макаронных изделий на протяжении следующих пяти лет ускорится (Макаронные..., 2021).

Потребление макаронных изделий в Азии растет быстрее, чем в других реги-

онах. Средний уровень потребления составляет 6,9 кг на душу населения, но в отдельных странах, например, Японии, оно достигает 11,6 кг. В последние годы увеличивается потребление макаронных изделий в африканских странах. Максимальное душевое потребление зафиксировано в Тунисе – 17 кг, страна занимает второе место в мире по этому показателю (ОЕС, 2017; International Grains Council, 2022). Согласно прогнозам, к 2024 г. объем рынка макаронных изделий достигнет 87,0 – 90,0 млрд долл. и будет концентрироваться в Азиатско-Тихоокеанском регионе – 57,3%, далее следуют Европа, США и Ближний Восток с долей рынка 20,6%, 9,2% и 2,3% соответственно (Макаронные..., 2021).

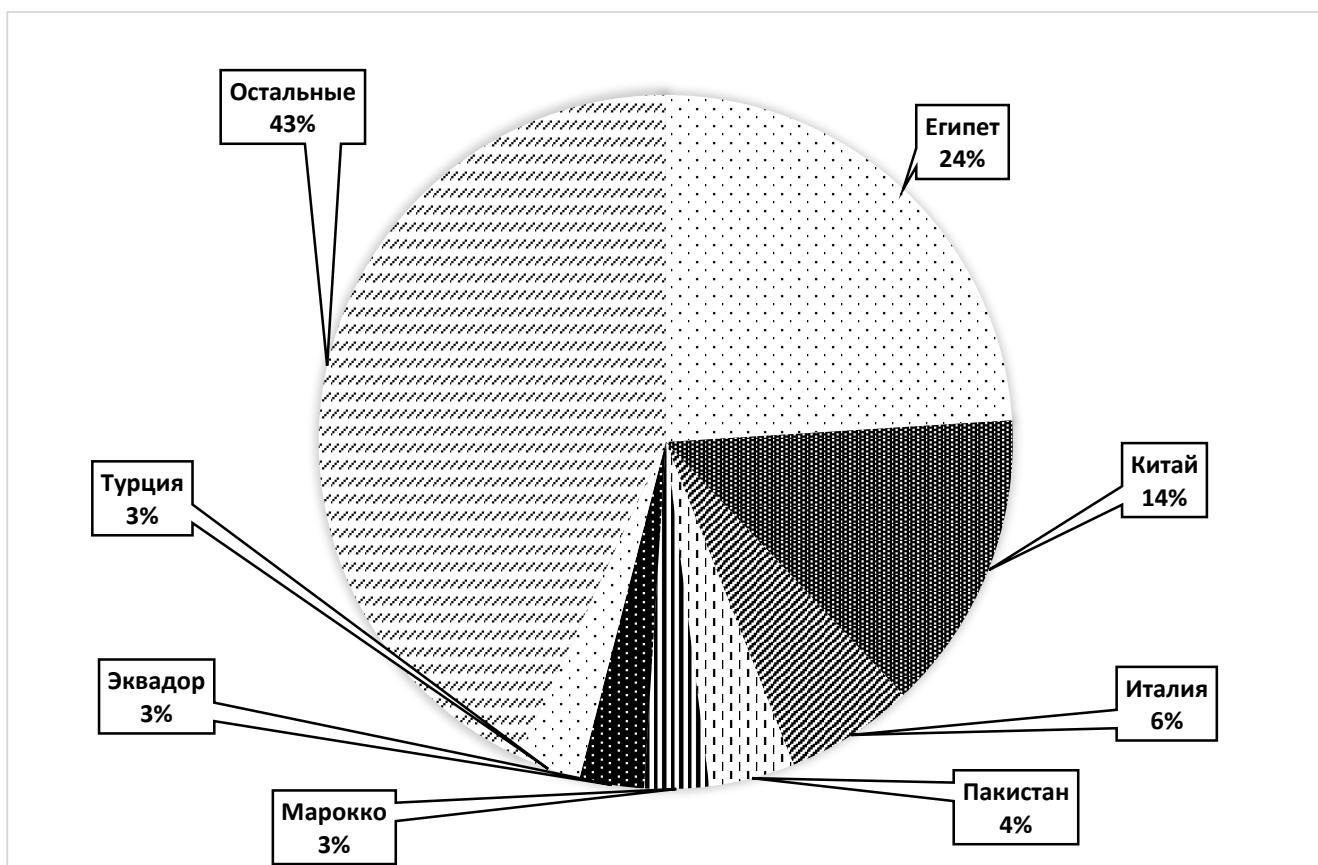


Рисунок 1.3 – Крупнейшие мировые импортеры товарной твердой пшеницы, среднее 2015-2022 гг., % (по данным International Grain Council, CIMMYT, International trade in goods statistics by product Imports)

Россия производит 2% из всей выращиваемой в мире твердой пшеницы. Максимальные площади посева и производство зерна твердой пшеницы наблюдалось в 60-80-е годы XX века – 3,5–6,5 млн. га и 4,5–8,5 млн. тонн соответственно. В военные годы (1941-1945) посевы были сокращены, а после войны самая большая площадь под ней была в 1966 году – 5,7 млн. га., которая составляла 11,4% от всех

посевов пшеницы (Гущин Н.В., 1961; Martnnez-Moreno F. et. al., 2022). В дальнейшем шло постепенное уменьшение площадей. В 1971 году твердая пшеница возделывалась на площади 5 млн. га., в 1981 г. - 2,6 млн., в 1985 г. - 1,97 млн. (Евдокимов М.Г, Юсов В.С., 2008). В период рыночных реформ из-за резкого упадка сельского хозяйства произошел переход на менее затратные агротехнологии и культуры и сближение уровня заготовительных цен на твердую и мягкую пшеницу; наблюдались трудности с рынком сбыта, что стало причиной сокращения посевов твердой пшеницы. С 2015 по 2021 год посевные площади твердой пшеницы увеличились в 4 раза и валовый сбор составил более 800 тыс. тонн (табл.1.3)

Таблица 1.3 - Валовый сбор и площади посева твердой пшеницы в РФ, 2015-2021 гг.

Показатель	Год						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Валовый сбор., тыс. т	185	349	594	649	822	740	809
Посевные площади, тыс. га	219	277	540	574	651	620	680

Традиционно основными регионами производства высококачественного зерна яровой твердой пшеницы являются Западная Сибирь, Алтайский Край, Южный Урал и Поволжье. Почвенно-климатические условия этих регионов позволяют выращивать зерно с содержанием белка 16-17% и с высокой стекловидностью, способное конкурировать на мировом рынке (Юсов В.С. и др., 2019). На сегодняшний день данная культура возделывается в основном в 5-ти областях России: Оренбургской, Челябинской, Саратовской, Самарской, Омской областях и в Алтайском крае (рис. 1.4). Наибольшая доля выращенного урожая приходится на Приволжский ФО – 51%, в Уральском ФО – 22%, на долю Сибирского ФО приходится 14%. При среднегодовом потреблении макарон, а оно в 2019 году составляло 1,3 млн. т, рынок макаронных изделий в России характеризуется стабильным ростом не только производства, но и потребления. Основной объем российского рынка макаронных изделий формируется, главным образом, за счет продукции отечественного производства. До 2014 года доля импортных макаронных изделий на рынке составляла в среднем около 8%, что обусловлено ростом спроса на зарубежную продукцию. Од-

нако после 2015 г. ее доля снизилась по причине значительного удорожания зарубежной продукции вследствие обесценивания рубля, и переориентации потребителя на более дешевые изделия отечественного производства (Рынок макаронных..., 2022). Продукцию макаронных изделий осуществляют суммарно практически 100 предприятий по всей территории страны.

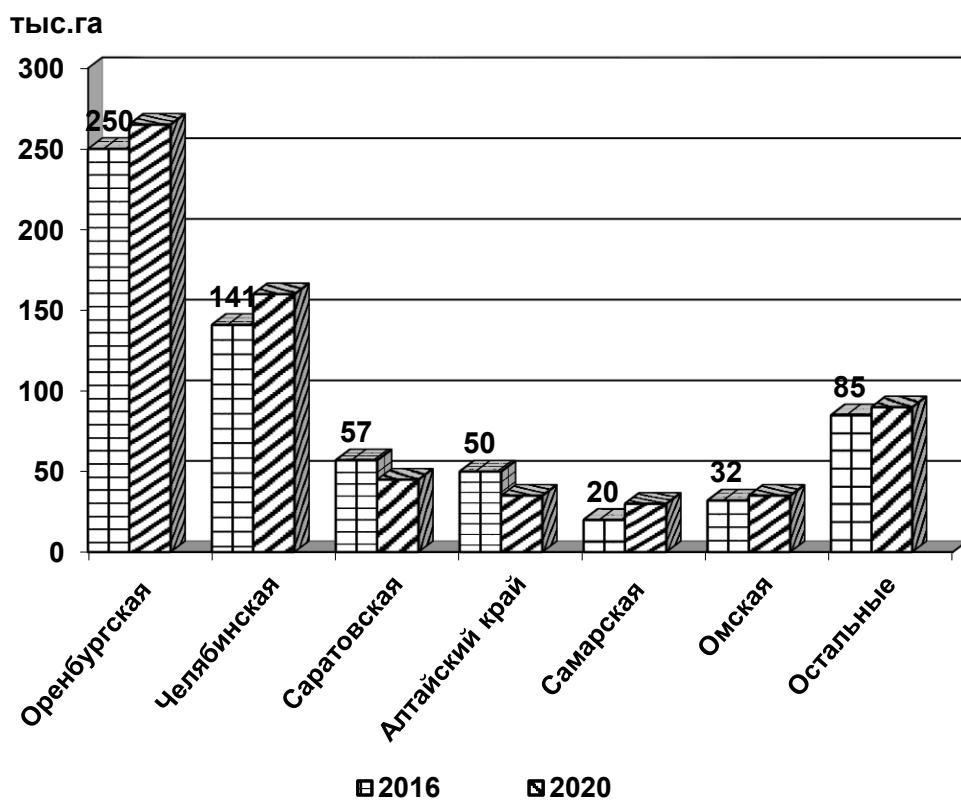


Рисунок 1.4 – Площади посева твердой пшеницы в России в 2016 и 2020 гг., тыс. га (по данным Росстат)

С 2015 по 2021 год объем производства макаронных изделий в России увеличился на 31%, при этом отрасль демонстрировала стабильный поступательный рост. По оценке экспертов, к 2025 г. потребление макаронных изделий возрастет до 1,5 млн. т. Основные потребители зерна твердой пшеницы в РФ: «Экстра –М», Москва; «Макфа», Челябинск и ее филиалы; «Верола», Самара; «Алтан», Барнаул; 1-я Санкт-Петербургская макаронная фабрика; представитель Barilla Group в России «Харрис СНГ», Солнечногорск; Омская макаронная фабрика «Добродея». Они перерабатывают около 80% валовых сборов зерна твердой пшеницы. Потребление макаронных изделий на душу населения в России в 2020 г. составило около 10,1 кг/чел. (Макаронные..., 2021).

Несмотря на российское производство, с каждым годом увеличивается доля импорта макаронных изделий в основном из Италии, Китая и Казахстана. В 2020 году импорт составил 101,4 млн долларов США (International trade..., 2022).

Основной ареал распространения твёрдой пшеницы в Омской области степная и южная лесостепная зоны, где в отдельные годы посевы достигали 130 тыс. га. (Евдокимов М.Г, Юсов В.С., 2008). В последние годы площади посева напрямую зависят от цены на товарное зерно. (рис. 1.5). Их уровень определяли переработчики, которые заинтересованы приобрести сырье как можно дешевле, и в некоторые годы возникла парадоксальная ситуация: при дефиците зерна существовала проблема его сбыта. Единственным крупным потребителем твердой пшеницы внутри области является Омская макаронная фабрика с объёмом производства 35 тыс. т макаронных изделий в год. Также сформировался стабильный рынок сбыта на «Макфу», но он сопряжен с дополнительными затратами на транспортировку зерна и конкуренцией с зернопроизводителями

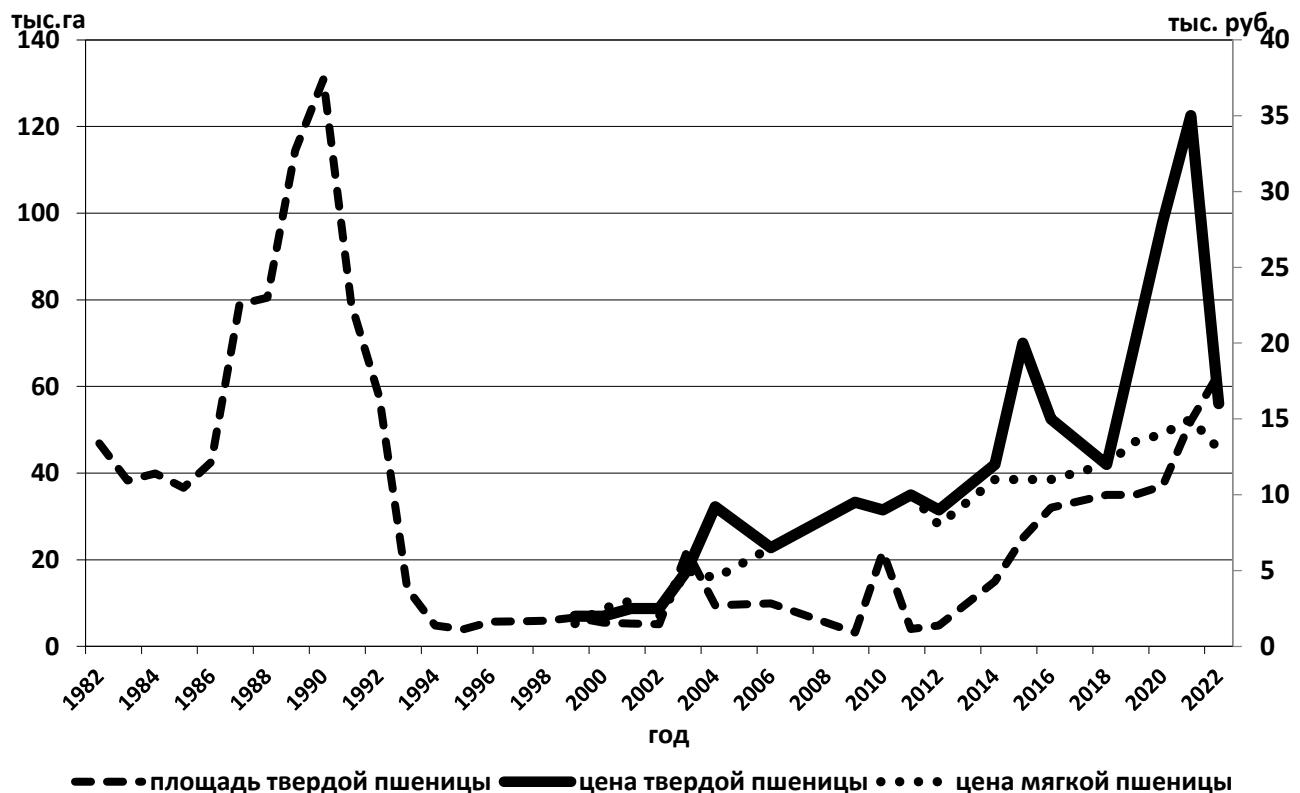


Рисунок 1.5 – Площади посева твердой пшеницы в Омской области, цена на товарную продукцию твердой и мягкой пшеницы

Челябинской, Оренбургской и Курганской областей. Одним из перспективных направлений может служить экспорт зерна твердой пшеницы в Турцию, Китай, Египет. Российская твердая пшеница может составить конкуренцию канадской, как с позиций логистики, так и экологичности ее производства. В настоящее время в Канаде распространена десикация твердой пшеницы глифосатом. В этой связи большинство производителей пасты в Италии намерены полностью отказаться от закупки зерна, в котором могут прослеживаться любые остаточные количества глифосфата (Gillezeau C. et. al., 2020; RoundUp..., 2022). В дополнение к этому одним из направлений использования твердой пшеницы может быть ее глубокая переработка на сухую клейковину (Юсов В.С. и др., 2022).

1.3 Основные направления селекции яровой твердой пшеницы в Западной Сибири

Селекция любой с.-х. культуры направлена, прежде всего, на устранение у лучших, хорошо адаптированных сортов и перспективных линий признаков, лимитирующих урожай зерна и его качество. Однако, чем выше достижения селекции, тем труднее повышать ее эффективность. При обосновании модели сорта каждый селекционер хотел бы желать, чтобы все требования к сорту выполнялись максимально, но так как все процессы в живом организме взаимосвязаны то интенсификация одного процесса влечет за собой ослабление другого (Леонтьев С.И., 1980; Кумаков В.А., 1985; Крупнов В.А. 1981). Основными факторами, дестабилизирующими производство твердой пшеницы, являются засуха, высокие температуры, корневые гнили, болезни листьев, колоса, повреждение вредителями.

Продуктивность

Продуктивность пшеницы слагается из ряда признаков (количество растений на единице площади, количество продуктивных побегов, масса одного зерна, число зерен в колосе, число колосков в колосе и др.), в свою очередь зависящих от многих факторов и условий произрастания. На практике чаще первые два компонента объединяют и оперируют показателями: число продуктивных стеблей на единице площади, число зерен в колосе и масса 1000 зерен (Евдокимов М.Г., 2006). Большин-

ство признаков, определяющих в конечном итоге урожайность пшеничного растения, взаимосвязано между собой – изменчивость одних признаков сопровождается изменением других. Изучение связи между признаками имеет большое значение для определения направления селекционной работы (Del Moral L.G. et. al., 2003, Crossa J. et. al., 2021).

Ряд исследований, проведенных на твердой пшенице в условиях Омской области, показали влияние на урожайность количества продуктивных стеблей, количества зерен и массы зерна главного колоса, массы 1000 зерен, продуктивного кущения. По данным М.В. Семеновой (1985), наибольшее влияние на урожайность твердой пшеницы имеют количество и масса зерна главного колоса, масса 1000 зерен, отмечено слабое влияние продуктивного кущения. В.А. Савицкая (1987) отмечает, что продуктивность колоса зависит в основном от числа зерен в колосе и в меньшей мере от массы 1000 зерен. По данным В.Л. Ершова (2001) в посевах разной плотности наибольшее влияние оказывало количество продуктивных стеблей, но при этом отмечена роль продуктивного кущения и очень низкое влияние остальных элементов. Урожайность на 68% определялась количеством продуктивных стеблей, 8,4% – количеством зерен в колосе, 13,7% – массой 1000 зерен.

Продуктивная кустистость твердой пшеницы находится в большой зависимости от условий увлажнения в период вегетации (от кущения до колошения). В сухие годы она приближается к единице, а в благоприятные к общей кустистости (Савицкая В.А., Летова Г.М., 1976; Ершов В.Л., 2001). В опытах В.Л. Ершова (2001), В.С. Юсова (2001), несмотря на то, что ее показатель в благоприятные годы не превышал 2,0, в условиях лесостепи продуктивная кустистость имела существенное значение. Коэффициент корреляции с урожайностью составлял 0,87 (Юсов В.С., 2001).

М.Г. Евдокимов (2006) отмечает, что по своей значимости основные компоненты урожайности располагаются следующим образом: число продуктивных стеблей ($r=0,73$), масса 1000 зерен ($r=0,56$) и число зерен в колосе ($r=0,53$). В.П. Кузьмин (1965), С.И. Леонтьев (1980) отмечали высокую положительную связь между густотой продуктивного стеблестоя и урожайностью у мягкой пшеницы. В

опытах В.С. Голика (1996) на Украине показано доминирующее влияние на урожайность твердой пшеницы густоты продуктивного стеблестоя, а на тесную связь с озерненностью колоса указывали И.Г. Цыганков, С.Я. Исабаев (1986) в условиях Казахстана. В Поволжье Н.С. Васильчуком (2001) и А.А. Вьюшковым с соавторами (2012) показано, что связь между этими признаками отсутствует. В условиях Южного Урала так же показана высокая взаимосвязь урожайности и густоты продуктивного стеблестоя (Влияние густоты..., 2017). М.А. Розовой с соавторами отмечено, что урожайность в экологическом плане существенно связана с параметрами густоты посева, за исключением экстремальных лет (Розова М.А., Зиборов А.И., 2016; Розова М.А., и др., 2017). Признаки продуктивности по-разному реагируют на экологические условия. Наиболее сильно подвержены влиянию продуктивная кустистость, число зерен и масса зерна главного колоса (Юсов В.С., 2001).

Длина колоса, как селекционный признак, имеет важное значение, поскольку, в пределах его оптимальной плотности, определяет число колосков в колосе, а в конечном итоге и его озерненность. Кроме того, длина колоса оказывает влияние на его фотосинтетическую активность, увеличивая его поверхность (Кандауров В.И., Мовчан В.К., 1971; Селекционно-генетическое..., 2012). Длина колоса у твердой пшеницы связана с массой зерна в колосе ($r = 0,400-0,720$) (Савицкая В.В. и др., 1987). Согласно данным В.С. Голика (1996), длина колоса сопряжена с числом колосков в колосе ($r = 0,692$), с озерненностью колоса ($r = 0,499-0,649$). Наличие выше отмеченных положительных связей и отсутствие отрицательных, не считая обратной связи с плотностью колоса, дает полное основание считать, что отбор на более удлиненный колос является довольно эффективным и не несет с собой сцепленных нежелательных свойств (Евдокимов М.Г., 2006). Основную часть колоса составляет зерновая масса 71,6- 77,5% (Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2018). Количество колосков в колосе является показателем потенциальной озерненности колоса, а, следовательно, и продуктивности, как колоса, так и всего растения. Дело в том, что в Западной Сибири в начале вегетации, когда идет закладка колосковых бугорков, условия бывают малоблагоприятные: часто повторяющиеся раннелетние засухи, которые сопровождаются недостатком доступной влаги в пахотном слое, высокой

температурой и сухостью воздуха, ограничивают формирование большого числа колосков (Савицкая В.А., 1971; Розова М.А., Зиборов А.И., 2016).

Весьма реальным резервом повышения урожайности является увеличение числа зерен в колосе, так как формирование элементов колоса происходит позднее и обычно в лучших по водному режиму условиях, чем закладка колосков (Зыкин В.А., Таран Л.Д., 1971; Леонтьев С.И., 1980; Савицкая В.А. и др., 1987). Мировые селекционные программы подразумевают увеличение числа колосков в колосе и увеличение числа зерен в колосе (Arduini I. et. al., 2009; Foulkes M. J. et. al., 2011; Bassi F., 2018; Xynias I.N. et. al., 2020).

Результаты по изучению корреляции урожайности и признаков, ее определяющих за 25 лет, показали, что по своей значимости основные компоненты урожайности располагаются следующим образом: масса зерна главного колоса, количество зерен в колосе, продуктивный стеблестой, масса 1000 зерен, длина колоса (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Взаимосвязи урожайности с элементами ее составляющими (по данным лаборатории селекции яровой твердой пшеницы за 1991-2022 гг.)

Показатель	За весь период	Засушливые годы	Влажные годы
Количество зерен в колосе	0,523	0,531	0,555
Масса зерна главного колоса	0,681	0,673	0,690
Количество колосков	0,198	0,195	0,429
Длина колоса	0,308	0,178	0,360
Масса 1000 зерен	0,387	0,384	0,416
Общий стеблестой	0,390	0,190	0,790
Продуктивный стеблестой	0,441	0,586	0,756
Общая кустистость	0,228	0,261	0,138
Продуктивная кустистость	0,272	0,248	0,291

$Sr_{05}=0,12$

В отношении значимости продуктивной кустистости в условиях Западной Сибири существуют различные мнения. В.А. Савицкая (1987) отмечала, что в Сибири более целесообразны одноколосые формы, но при оптимальной площади питания на одно растение. По данным И.Г. Цыганкова с коллегами (1986), продуктивная кустистость имеет значение в формировании урожайности, В.А. Зыкин, В.А. Сапега (1983) не получили достоверной корреляции, а по результатам В.А. Савиц-

кой и др. (1987) эта корреляция по годам варьирует от отрицательной до положительной. Наши результаты подтверждают отсутствие взаимосвязи кустистости и урожайности (табл. 1.4). Продуктивный стеблестой в большей части регулируется агротехническими мероприятиями (Ершов В.Л., 2001; Ефремова Т.Н., 2009; Розова М.А. и др., 2018).

Таким образом, в селекции яровой твердой пшеницы на повышение урожайности для Западной Сибири первостепенное значение имеют: масса зерна главного колоса и количество зерен в колосе.

Засухоустойчивость

Засуха – самый сложный и разрушительный абиотический стрессор, сопровождающий всю историю земледелия. По времени наступления и продолжительности засуха может быть краткосрочной (в начале, середине или конце вегетации). Это явление – не просто дефицит воды, а сложная комбинация дефицита воды, температурного стресса, сухости воздуха («суховей») и других абиотических и биотических факторов. Ущерб от нее превышает ущерб от любого другого стрессора (Крупнов В.А., 2011; Ortiz R. et. al., 2008). Стратегия селекции на ближайшие десятилетия должна учитывать возможное негативное влияние глобального изменения климата (Morgounov A. et. al., 2014; Проблема засухоустойчивости., 2016). Ориентация в процессе селекции только на высокий потенциал продуктивности способствовала снижению устойчивости сортов к неблагоприятным воздействиям внешней среды (Shamanin V.P., 2013). В Западной Сибири, в отличии от Поволжья, засуха обычно проявляется в первый период вегетации, но иногда, начавшись в первой половине вегетации, она охватывает и вторую половину (Леонтьев С.И., 1980). По данным Шаманина В.П. с коллегами (2016), в условиях Западной Сибири практически каждый второй год является в различной степени засушливым, а типичная для Западной Сибири засуха в первый период вегетации становится еще более жесткой. Почти в 25% лет в июне наблюдается сильная и очень сильная засуха.

Возможность выведения высокоурожайных, отзывчивых на благоприятные условия сортов, адаптированных к засухе в маргинальных регионах, показана исследованиями, проведёнными S. Rajaram (2003), S.B. Altenbach et. al. (2003).

Твердая пшеница обладает недостаточной засухоустойчивостью в первый период вегетации, что объясняется более слабым развитием корневой системы, также зерно твердой пшеницы требует больше влаги для прорастания семян. Твердая пшеница имеет неопущенный лист, поэтому сильнее страдает от пыльных бурь и сильнее повреждается в первый период вегетации суховеями. В фазу налива зерна твердая пшеница более устойчива к повышенным температурам воздуха и недостатку влаги (Савицкая В.А. и др., 1987). Существует множество физиологических методов диагностики и направлений на повышение засухоустойчивости растений, которые изложены в монографиях П.А. Генкеля (1982), Г.В. Удовенко (1988). Многие из этих методик для определения физиологической засухоустойчивости: по стабильности клеточных мембран, синтезу белков теплового шока, специфических ферментов антиоксидантного действия, прорастание пальцы *in vitro* и др., сложны, трудоемки и не могут широко применяться в рамках существующих схем организации селекционного процесса. Анализ комбинационной способности сортов яровой твердой пшеницы по прорастанию семян на растворах с повышенным осмотическим давлением, выявил сложную аддитивно-доминантную систему действия генов (Юсов В.С., Евдокимов М.Г, 2008). По мнению П.Н. Мальчикова с коллегами (2022), наиболее приемлема методика прямой оценки селекционного материала по фенотипической реакции (продолжительность жизни листьев, фертильности колоса, размеров зерновки) на высокотемпературный стресс. Одним из методов оценки засухоустойчивости может служить индекс засухоустойчивости по формуле Фишера и Маурера (1978) и индекс толерантности к стрессу G.C.J. Fernandez (1992), что показано в ряде работ (Talebi R., 2009; Евдокимов М.Г. и др., 2017). А.А. Вьюшков с коллегами (2012) считают, что в условиях Поволжья положительно на устойчивость к засухе могут влиять увеличение площади листьев, устойчивость гаметогенеза к высоким температурным стрессам, а также высокий ассимиляционный индекс. Исследования, проведенные в условиях жесткой засухи 2021 и 2022 гг. в Омской области на твердой пшенице, показали, что в засушливых условиях продуктивность растений определялась: числом колосков главного колоса, эффективив-

ностью завязывания семян, развитием корневой системы, водоудерживающей способностью и обводненностью тканей (Плотникова Г.Я. и др., 2022), а наиболее значимые – развитие корневой системы и физиологическая способность переносить обезвоживание и перегрев.

Устойчивость к полеганию

Устойчивость к полеганию твердой пшеницы обусловлена анатомо-морфологической структурой стебля. Только сочетание комплекса признаков (оптимальная длина стебля, меньшая длина междуузлий, большая их толщина, высокая сопротивляемость излому) гарантирует устойчивость растения к полеганию. Среди морфологических признаков наибольшее значение имеют диаметр первого и второго междуузлия, а также толщина их узлов (Юсов В.С., 2001). Поэтому селекцию в первую очередь следует вести на эти признаки.

Дискуссионным остаётся вопрос по длине стебля. В острозасушливые годы формируется короткая соломина, что крайне затрудняет механизированную уборку, а во влажные годы соломина до полутораметровой длины, что ведет к полеганию пшеницы. Многолетние исследования по этому признаку показали, что в условиях лесостепи Западной Сибири изменчивость высоты растений, обусловленная генотипом, составляет 43%, а условиями вегетации (годы) – 46% от общей фенотипической изменчивости признака (Селекция...1987). По данным Н.С. Васильчука (2001), в условиях Поволжья укорачивание высоты стебля не принесло ощутимой выгоды в создании сортов, устойчивых к полеганию. В опытах Ю.В. Лобачева (2000) с аналогами сорта Харьковская 46, несущих гены Rht, в среднем по шести экспериментам ген Rht 1 в засушливых условиях достоверно уменьшил на 38,3% высоту растений и на 32,9% – урожайность.

При снижении высоты растений с использованием генов Rht происходит уменьшение растяжимости клеток, что приводит к формированию короткого колеоптиле и меньшей площади листовой поверхности (Guedira M., 2010; Pearce S. et al., 2011; Subira J. et al., 2016; Rebetzke G.J. et al., 2001). Укороченное колеоптиле в засушливых условиях может стать причиной редких и поздних всходов (Trethowan

R.M. et al., 2001; Цыганков И.Г., Цыганков В.И., 2003). По данным П.Н. Мальчикова с коллегами (2017), применять высокоэкспрессивные гены короткостебельности для селекции твердой пшеницы в условиях засушливого климата можно только в условиях интенсивного ведения растениеводства.

Многолетнее изучение (за период 2000-2020 гг.) генотипов яровой твердой пшеницы с укороченным стеблем селекции Франции, Италии, CIMMYT и длинностебельных сортов сибирского экотипа, созданных в Омском АНЦ, показало, что в засушливые годы сорта омской селекции обладают большим размахом варьирования по признакам продуктивности, чем короткостебельные сорта CIMMYT, Европы. Четко прослеживается зависимость урожайности и ее компонентов от длины стебля. В благоприятные годы с хорошей влагообеспеченностью преимущество короткостебельных форм увеличивается. Корреляция урожайности с длиной стебля у короткостебельных форм в засушливых условиях составила от 0,402 до 0,705, а длинностебельных – 0,190-0,320. В условиях хорошего увлажнения 0,142-0,320 – у короткостебельных и 0,201-0,300 – у длинностебельных генотипов (Юсов В.С. и др., 2021). Устойчивая положительная связь высоты растений у яровой твердой пшеницы с рядом показателей свидетельствует о том, что к ее снижению при создании сортов в Западной Сибири нужно подходить очень осторожно. Значительное сокращение высоты может привести к понижению продуктивности (Евдокимов М.Г., 2006; Юсов В.С. и др., 2021)

Устойчивость к болезням

Устойчивость к болезням в СИБНИИСХ (Омский АНЦ) была одной из важных задач в программе улучшения яровой твердой пшеницы в прошлом (Программа работ..., 1990) и становится еще более актуальной в ближайшем будущем из-за изменения популяций патогенов (Программа работ..., 2011; Hovmoller M.S., 2018). Грибковые возбудители являются одними из основных стрессоров, вызывающих высокие потери урожая, поражаются: корневая система, листья, стебель, колос, зерновки. Возбудители бурой, стеблевой и желтой ржавчины (*Russinia triticina*, *P. graminis* и *P. striiformis*), желтовато-коричневая пятнистость

(*Pyrenophora tritici-repentis*), *Stagonospora nodorum* пятнистость (SNB), пятнистость (*Cochliobolus sativus* = *Bipolaris sorokiniana*) и мучнистая роса (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) являются одним из препятствий для производства твердой пшеницы в мире (Bolton M.D. et. al., 2007; Chen W. et. al., 2014; Gulyaeva E. et. al., 2020; Устойчивость перспективных., 2020).

Расширение генетической основы устойчивости к листовой ржавчине является основной целью глобальных усилий по селекции твердой пшеницы в Международном центре улучшения пшеницы и кукурузы (CIMMYT) и Северной Америке (Huerta-Espino J., Singh R.P., 2017; Kthiri D. et al., 2018). Стеблевая ржавчина потенциально является наиболее опасной из трех видов ржавчины пшеницы. В последние 20 лет обоснованное беспокойство вызывает распространение агрессивной расы Ug99 (аббревиатура от «Уганда 1999»). Более того, в последние годы в Эфиопии и странах Европы происходят сильные эпидемии стеблевой ржавчины в связи с появлением новых вирулентных рас, таких как Сицилийская раса, поразившая тысячи гектаров твердой пшеницы в 2016 г. в Италии на острове Сицилия (Bhattacharya S., 2017; Olivera F.P. et. al., 2017; Lewis C. M., 2018).

Так же большой вред листвам пшеницы в регионах с умеренным климатом наносит возбудитель пятнистости (*Septoria tritici*) и пиренофороз или желтая пятнистость (*Pyrenophora tritici-repentis*) (Fones H., Gurr S., 2015; Abdullah S. et. al., 2017; Kohmetova A. et. al., 2017; Мальчиков П.Н. и др., 2022). При сильном поражении пшеницы потери урожая, вызываемые грибом *S. tritici*, составляют от 10-25 до 40-60% (Санин С.С. и др., 2015; Зеленева Ю.В., 2019). Комплекс листовых болезней, в том числе желтовато-коричневая пятнистость, увеличился за последние несколько десятилетий из-за широкого распространения консервативных методов ведения сельского хозяйства, таких как минимальная или нулевая обработка почвы (Singh C. et. al., 2008).

Большинство сортов твердой пшеницы обладают полевой устойчивостью к бурой ржавчине. В годы эпифитотий бурой ржавчины сорта твердой пшеницы с таким типом устойчивости незначительно снижают урожай (Характеристика устойчивости..., 2018; Устойчивость твердой..., 2020). Выявленные на твердой

пшенице фенотипы вирулентности практически не отмечаются при анализе омских популяций *P. triticina* на мягкой пшенице (Шайдаюк Е. Л. и др. 2019)

Существенным фактором, ведущим к снижению урожайности твердой пшеницы, является восприимчивость к болезням, которая может передаваться и с семенами. На зерне присутствует множество микроорганизмов, относящихся к различным таксономическим группам, которые успешно выживают в различных экологических условиях. Основными патогенами пшеницы, передающимися семенами, являются возбудители гельминтоспориозной (*Bipolaris sorokiniana*) и фузариозной (*Fusarium spp.*) корневых гнилей, а также плесневые грибы *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Mucor spp.* и сaproфитные грибы *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.* и др. (Гагкаева Т.Ю. и др., 2011). В исследованиях сортов, проведенных в Поволжье на наличие возбудителей листовых пятнистостей, выявлены патогены рода *Alternaria* sp: *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem – сетчатой пятнистости и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc) Shoem – темно-буровой пятнистости (Мальчиков П.Н. и др., 2022).

Фузариоз значительно снижает урожайность и качество зерна в эпидемические годы. Серьезная проблема заключается в том, что он почти не поддается контролю из-за отсутствия иммунной зародышевой плазмы. Кроме того, зерна, зараженные грибковыми микотоксинами, делают их непригодными для употребления в пищу или корма (Санин С.С., 2004; Knutsen H.K. et al., 2017; Wang Y. et. al., 2022). Во многих странах действуют законодательные ограничения на допустимые уровни микотоксинов для различных видов конечного использования. Так же установлено, что интенсификация систем растениеводства в последние десятилетия увеличила распространение фузариозных болезней (Goswami R., Kistler H., 2004). Наибольший эффект на развитие болезни оказывает высокая увлажненность в период от молочной до середины восковой спелости зерна (Conner R.L., 1987).

Одним из проявлений поражения грибами рода: *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium* является заболевание «черный зародыш», проявляющееся потемнением зерна в области зародыша, что существенно влияет на качество макарон, так как пораженное им зерно при размоле имеет в крупке значительную долю тёмных вкраплений – спексов (Васильчук Н.С., 2001; Гагкаева Т.Ю. и др., 2012).

Исследования, проведенные в Алтайском НИИСХ (ФАНЦА), показали, что сорта Алтайского НИИСХ и Омского АНЦ характеризуются невысоким уровнем поражения (5,0 – 7,0%). Более сильное поражение у сортов Самарской селекции и селекции ФАНЦ Юго – Востока (10,0-22,0%) (Барышева Н.В. и др., 2016). В 2021 и 2022 годах в Омской области сложились идеальные условия для поражения твердой пшеницы черным зародышем. В результате микробиологического анализа выявлено, что доминирующими представителями микробиоты зерна твердой пшеницы были грибы рода *Alternaria spp.*, на втором месте по частоте встречаемости оказались грибы из рода *Bipolaris sorokiniana*. Поражение черным зародышем составило от 1 до 49% (табл. 1.5). Как и в исследованиях, проведенных на Алтае, сорта сибирской селекции имели меньшее поражение, чем сорта самарской селекции, ФАНЦ Юго-Востока и иностранные сорта.

Таблица 1.5 - Поражение твердой пшеницы черным зародышем, %
(2021 и 2022 гг.)

Сорт	Оригинатор	%
Алмаз	Омский АНЦ	1
Ангел		12
Омский корунд		8
Жемчужина Сибири		14
Омский изумруд		15
Омский коралл		15
Памяти Янченко	ФАНЦА	15
Безенчукская золотистая	Самарский НИИСХ филиал СамНЦ РАН	43
Безенчукская 205		49
Таганрог	Агролига	30
Саратовская золотистая	ФАНЦ Юго – Востока	33
Одиссео	Италия	31
SI NYLO	Швейцария, Сингента	36

На сохранность растений в значительной мере оказывают влияние поражение растений корневыми гнилями. В природных условиях корневая гниль пшеницы чаще проявляется при недостатке или резком колебании влаги в почве, особенно в первый период вегетации. Эти условия ограничивают нормальное развитие растений и отрицательно сказываются на образовании вторичной корневой системы. В условиях Сибири корневые гнили вызывают изреженность посевов, снижают урожай зерна и его качество. Потери урожая от корневых гнилей составляют в среднем

14-15% (Шевченко Ф.П., 1970; Чулкина В.А., 1985).

Из болезней колоса особую роль в Западной Сибири занимает пыльная и твердая головня. При благоприятных условиях эти заболевания могут принимать угрожающий характер (Савицкая В.А. и др., 1987; Результаты селекции..., 2000).

Многолетняя оценка наших линий в КСИ, ПСИ, ЭСИ к природным популяциям головнёвых патогенов показала, что несмотря на достигнутый успех, в селекции головнеустойчивых форм необходимо проводить дальнейшую целенаправленную работу (Скрининг устойчивости..., 2008; Комплексная оценка..., 2022; Шмакова О.А. и др., 2022).

Качество зерна и макаронные свойства

Весь спектр признаков качества зерна твердой пшеницы распределяется на несколько групп. Первая включает признаки, которые определяются при анализе зерна: стекловидность, натура, масса 1000 зерен, содержание клейковины и белка, зольность, цвет зерна, число падения. Вторая – признаки, оценивающие качество крупки: содержание протеолитических и амилолитических ферментов, содержание каротиноидов, способность к потемнению, цвет крупки и наличие спеков. Третья – признаки, характеризующие реологические свойства теста и качество макаронных изделий (Matsuo R.R. et. al., 1994; Васильчук Н.С., 2001; Sissons M., 2008; Мальчиков П.Н. и др., 2022).

Заготовители продовольственного зерна твердой пшеницы в России оценивают его качество в соответствии с ГОСТом (ГОСТ 9353-2016), по которому основными критериями распределения зерна по классам являются стекловидность, натура, количество и качество клейковины по показателям прибора ИДК, который не учитывает многие параметры качества (Адекватность оценки..., 2019).

На мировом рынке в рамках основных требований к качеству зерна твердой пшеницы макаронного назначения приняты: стекловидность, натурная и абсолютная масса зерна, индекс желтизны (содержание желтых пигментов) зерна и крупки, SDS-седиментация, параметры миксографа, индекс глютена, число падения и содержание белка. В ЕС установлены более жесткие требования по натуре и стекловидности, индексу желтизны и индексу глютена (Регламент Комиссии (ЕС)...,

2010). Требования Китая к качеству поставляемой пшеницы регулируются Государственным стандартом КНР GB 1351-2008 «Пшеница», установлены требования по натуре, белку и индексу твердости зерна пшеницы (ICS 67.060GB1351..., 2008). Несколько проще к качеству поставляемой пшеницы требования Египта (стандарт ЭИС АРЕ 1601\2005). Общим для всех этих стандартов является безопасность продукции: мониторят наличие микотоксинов, тяжелых металлов, остатков пестицидов. Условия Западной Сибири позволяют получать высококачественное экологически чистое зерно твердой пшеницы и сделан определенный прогресс в этом направлении (Колмаков Ю.В., 2004; Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2008; Пахотина И.В., 2011; Розова М.А. и др., 2020). Наибольшую проблему вызывает формирование стекловидности, зависящее напрямую от погодных условий в период налива (Евдокимов М.Г. и др., 2019; Евдокимов М.Г. и др., 2020; Юсов В.С. и др., 2023; Кирьякова М.Н. и др., 2023).

Внедрение европейскими макаронными фабриками высокотемпературной и сверхвысокотемпературной сушки предъявляют дополнительные требования к качеству клейковины – переработчикам требовалась более сильная и эластичная клейковина (Malcolmson L.J. et. al., 1993; Pollini C.M., 1996; Ross J., 2009). В последние годы и в России макаронные фабрики начали закупать импортное оборудование. Соответственно, понадобились сорта твердой пшеницы с определенными физическими качествами клейковины, которые можно определить на приборах: Глютоматик 2200 (определение индекса глютена) и Глютограф Е для измерения растяжимости и эластичности набухшей клейковины (Улучшение качества..., 2022). Нужно отметить, что подходы к повышению показателя индекса глютена требуют детальной проработки, поскольку изменение соотношения глиадина и глютенина у твердой пшеницы, режима сушки в какой-то мере влияет на пищевые достоинства макаронных изделий (Юсов В.С. и др., 2022).

Адаптивность

Главной помехой получения объективной информации является взаимодействие генотип–среда (G x E), связанное с различиями нормами реакции генотипов в различных средах. Конкретными причинами проявления G x E могут быть резкие

отклонения условий культивирования от нормальных (лимиты абиотических факторов, эпифитотии и др.). На организменном уровне изменяется «траектория онтогенеза», что выражается в изменении фенотипов; на популяционном уровне выражается в изменении группы генотипов, «подставляемых» средой под действием отбора в качестве лучших (Драгавцев В.А. и др., 1984; Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989; Крупнов В.А., 2011). Н. Kahiluoto с коллегами (2019) провели анализ урожайности пшеницы с 1991 по 2014 г. в 9-ти европейских странах по очень большой выборке сортов с учетом факторов изменения климата. Было установлено, что устойчивость пшеницы к изменениям метеофакторов начала ухудшаться в начале 2000-х годов. Причиной плохой приспособленности растений к климатическим изменениям является чрезмерный крен в создании высокопродуктивных сортов с низкой адаптацией, а также снижение генетического разнообразия.

Создание сортов яровой твердой пшеницы, адаптивных к условиям Западной Сибири, ведется на протяжении всего периода селекции культуры, и несмотря на достигнутые успехи в непредсказуемых условиях региона всегда будет в приоритете (Савицкая В.А. и др., 1987; Юсов В.С., 2001; М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов, 2004; Евдокимов М.Г., 2006; Розова М.А. и др., 2010; Адаптивный потенциал..., 2020; Кирьякова М.Н. и др., 2021; Кирьякова М.Н. и др., 2020; Юсов В.С., Евдокимов М. Г., 2022; Юсов В.С, Евдокимов М.Г., 2023).

Таким образом, основываясь на всем, выше перечисленном, и с учетом ранее предложенных моделей сортов (Евдокимов М.Г., 2006), стратегия селекции в Западно-Сибирском регионе должна предусматривать создание сортов различных типов спелости с благоприятным сочетанием межфазных периодов, засухоустойчивых, с низким поражением или устойчивых к болезням и вредителям, способных в отдельные годы противостоять полеганию и прорастанию, отвечать требованиям ГОСТ по качеству зерна и макарон. ((Евдокимов М.Г., 2006; Программа работ...2011)

2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА 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 СибНИИСХ (г. Омск) ныне «Омский АНЦ».

2.1 Почвенно - климатические условия южной лесостепи Западной Сибири

Климат южной части Западной Сибири типично континентальный с продолжительной зимой и коротким жарким летом, с возможными поздними весенними и ранними осенними заморозками. На территорию зоны свободно вторгаются холодные арктические и теплые, сухие из пустынь и степей Казахстана и Средней Азии воздушные массы. Неустойчивость погодных явлений с резкими колебаниями температуры воздуха в течение суток – отличительная черта климата лесостепной зоны Западной Сибири (Агроклиматические ресурсы Омской области, 1971).

Климат резкоконтинентальный, характеризуется суровой и малоснежной зимой, ветреной и сухой весной, теплым, но непродолжительным летом, короткими переходными сезонами весной и осенью (Макаров А.Р, Сницарь А. Е., 2000).

Годовая сумма осадков составляет 300 – 350 мм, большая часть которых выпадает в летнее время, но распределяется крайне неравномерно в течение периода. В зимние месяцы выпадает до 100-120 мм, а остальное летом (рис. 2.1)

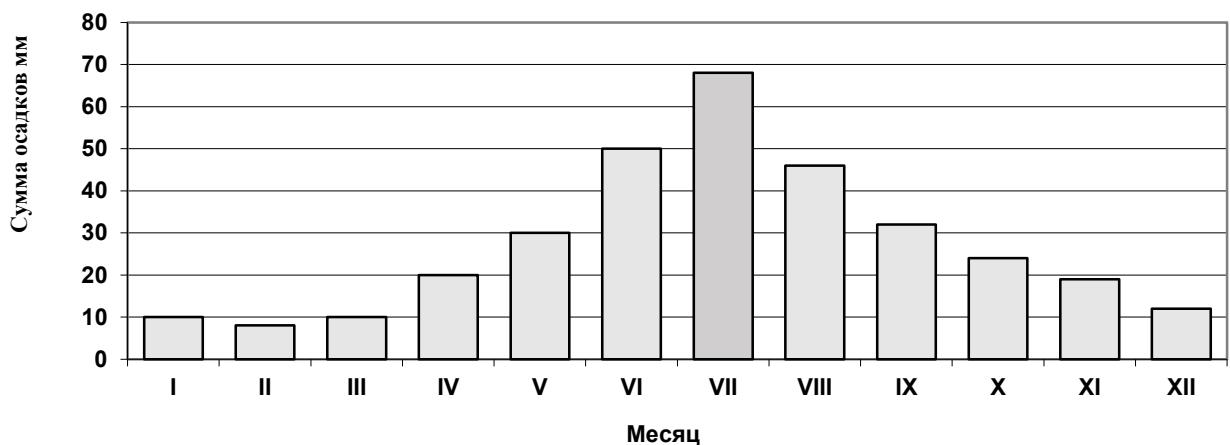


Рисунок. 2.1 – Среднее многолетнее распределение осадков, мм
(по данным Омской ОГМС)

Несмотря на то, что основное количество осадков выпадает в летнее время,

расход влаги на её физическое испарение в этот период превышает сумму выпавших осадков и ГТК составляет 0.8-1.0. В основном дожди агрономически малоценные (менее 5 мм). Число дней с таким количеством достигает 39, а более 5 мм - только 14 дней (Макаров А.Р., 1972).

Продолжительность безморозного периода – 116 – 124 сут. Температура самого теплого месяца (июль) составляет 18-19°C, самого холодного (январь) –19-20°C. (рис. 2.2).

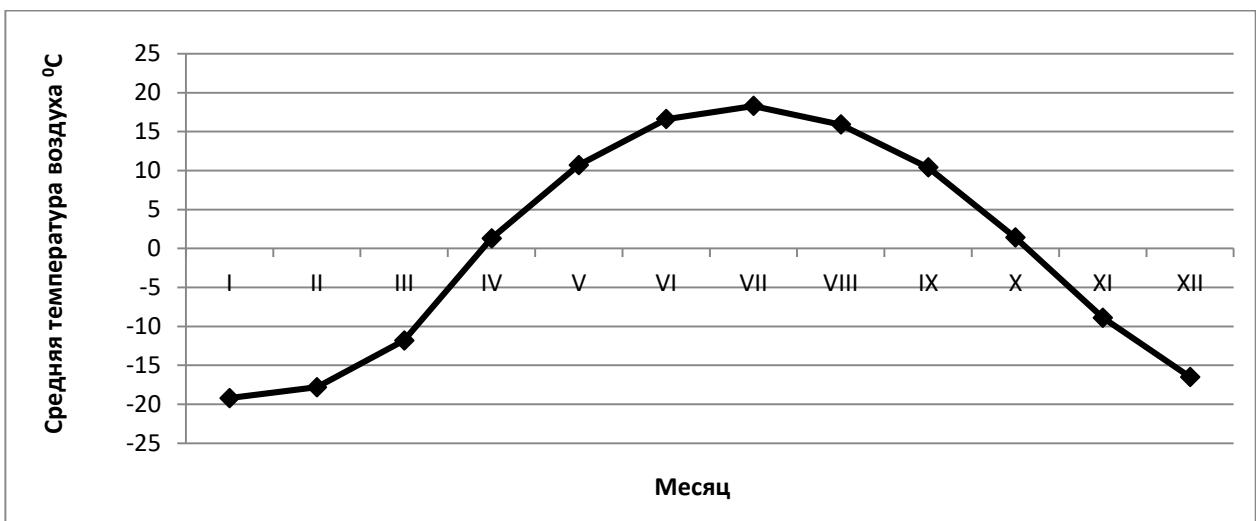


Рисунок 2.2 – Среднемесячная многолетняя температура воздуха
(по данным Омской ОГМС)

Почвенный покров пахотных земель лесостепной зоны представлен в основном черноземами выщелоченными и обычновенными в комплексе с солонцами, лугово-черноземными и серыми почвами. Выщелоченные черноземы приурочены к приречным массивам и к высоким гравим. Обыкновенные черноземы распространены на равнинных массивах в основном в центральной и южной частях зоны. На долю выщелоченных и обычновенных черноземов приходится около 70% от общей площади всех черноземных почв (Мищенко Л.Н., 1991).

Из основных факторов жизни растений, влагообеспеченность является основным лимитирующим урожай. Часто к моменту посева от испарения расход влаги составляют около 60 мм.

Недостаток влаги, засушливость климата – не единственные факторы, лимитирующие в отдельные годы продуктивность твердой пшеницы. Однако наблюда-

ются не только значительные отклонения по годам, но и проявляется довольно высокая изменчивость температуры по дням и в течение суток. Наиболее опасны для твердой пшеницы повышенные температуры, которые ускоряют развитие растений, но сдерживают ростовые процессы. Они нередко совпадают с важными процессами онтогенеза (закладка колоса, формирования и налива зерна и т. д.), что приводит к значительной потере урожайности (Евдокимов М.Г., 2006; Евдокимов М.Г. и др., 2015).

Установлено, что урожайность твердой яровой пшеницы положительно связана с осадками мая и 1-й декады июля, относительной влажностью воздуха в мае, июне; отрицательная связь отмечена с температурой воздуха в июне. На стекловидность зерна положительное влияние оказывают температура в мае и осадки в июне (1-е декады), а также относительная влажность 2-й декады июля. Содержание белка в зерне отрицательно связано с осадками мая и июня (в 1-й и 3-й декадах), относительной влажностью воздуха в мае (во 2-й и 3-й декадах), июне и июле (в 1-й и 3-й декадах), 3-й декаде августа. Среднесуточная температура мая и июля положительно влияет на содержание белка в зерне. (Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2005; Евдокимов М.Г. и др., 2020).

Таким образом почвенно-климатические условия Западной Сибири благоприятны для возделывания яровой твердой пшеницы, но только при использовании в производстве адаптированных сортов способные максимально использовать агроклиматические ресурсы среды.

2.2. Характеристика погодных условий в годы исследований и почвы опытного поля

В годы исследований (2000-2022 гг.) погодные условия по влагообеспеченности и температурному режиму очень сильно различались.

Количество осадков за вегетационный период (май – 1-я декада сентября) было меньше нормы в течение 10 лет (2001, 2004, 2008, 2010, 2012, 2014, 2017, 2019, 2020, 2021 гг.), и больше нормы – 8 лет (2000, 2002, 2003, 2005, 2007, 2009, 2016, 2018, 2022 гг.). Однако распределение осадков на протяжении периода май –

август было неравномерным (Приложение А, табл. А 1). Майская засуха проявлялась в течение 8 лет (2001, 2003, 2006, 2010, 2016, 2020, 2021, 2022 гг.). Июнь наиболее засушливым был в 2000, 2008, 2010, 2013, 2014 и 2017 г. В эти годы сумма осадков составляла 12-34 мм, при норме 60 мм. В критический период (в конце июня – июле) недостаточное количество осадков наблюдалось в 2000, 2008, 2010, 2012, 2019, 2021 г.

По температурному режиму май во все годы изучения был достаточно теплый за исключением 1-й декады в 2000, 2006, 2007, 2008, 2012, 2013, 2018 г. Повышенная температура воздуха в июне ($19,0\text{-}21,4^{\circ}\text{C}$) наблюдалась в 2000, 2004, 2005, 2006, 2011, 2012, 2015, 2017, 2022 г.

Ниже многолетней ($18,4^{\circ}\text{C}$) средняя температура июля была в 2001 ($17,0^{\circ}\text{C}$), 2002 ($18,2^{\circ}\text{C}$), 2003 ($17,7^{\circ}\text{C}$), 2010 ($17,7^{\circ}\text{C}$), 2011 ($17,9^{\circ}\text{C}$), 2014 ($16,5^{\circ}\text{C}$) г. Более жаркая погода в июле стояла в 2004 ($19,6^{\circ}\text{C}$), особенно во 2-й ($20,5^{\circ}\text{C}$), 3-й декаде ($22,4^{\circ}\text{C}$); в 2007 ($20,2^{\circ}\text{C}$), преимущественно в 1-й ($20,9^{\circ}\text{C}$) и 2-й ($22,3^{\circ}\text{C}$) декадах; в 2008 ($21,7^{\circ}\text{C}$) наиболее жаркими были 2-я ($23,4^{\circ}\text{C}$) и 3-я декада ($22,3^{\circ}\text{C}$); в 2012 ($22,8^{\circ}\text{C}$), 2019 ($20,5^{\circ}\text{C}$), 2020 ($21,2^{\circ}\text{C}$), 2021 ($19,1^{\circ}\text{C}$) и в 2022 ($19,4^{\circ}\text{C}$) г. 3-я декада. (Приложение А, табл. А 2). Относительная влажность воздуха представлена в Приложении А (табл. А 3). Засушливые явления в мае были характерны для 2001, 2004, 2006, 2011, 2016, 2017, 2019, 2021 и 2022 г.; в июне – в 2013 и 2017 гг.; в августе – в 2004, 2008, 2010, 2012, 2017, 2019, 2020 и 2022 гг. Высокая относительная влажность воздуха в июне и 1-й декаде августа ускоряет развитие грибных патогенов на твердой пшенице. Высокая влажность наблюдалась в 2001, 2002, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 гг. Наибольшее количество дней с относительной влажностью воздуха ниже 30% в период исследований было в мае и, особенно, в 2001, 2004, 2006, 2009, 2011, 2013, 2014, 2019, 2021 и 2022 гг. (Приложение А, табл. А 4); а в августе – в 2010, 2012, 2016, 2017, 2019 и 2020 гг.

Гидротермический коэффициент (ГТК), предложенный Т.Т. Селяниным (1933) и характеризующий условия увлажнения (ГТК равен 1,0 и более – достаточное увлажнение; 0,7-0,9 – засушливые условия; менее 0,7 – очень сухие) в целом за

вегетационный период был более благоприятным в 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2016, 2018, 2019 годах (рис. 2.3). Засушливые условия складывались в 2000, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2017, 2020 и 2021 гг. Очень засушливым был 2010 г.

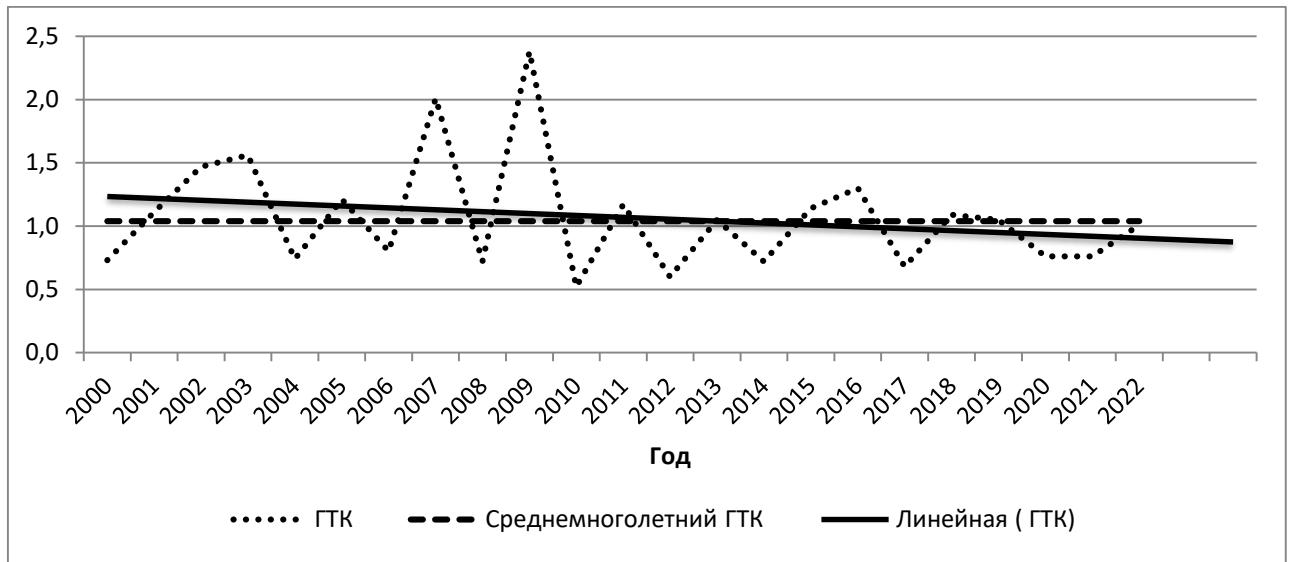


Рисунок 2.3 – Значение ГТК (май 1-я декада сентября) в период исследований

Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом в годы исследований в паровом поле варьировали от 106 мм в 2003 г. до 205 мм в 2019 г. (Приложение А, табл. А 5). Если исходить из градации Б.А. Доспехова (1985), запасы продуктивной влаги были очень хорошими (более 160 мм) в 2006, 2007, 2013, 2015, 2018, 2019, 2020 гг.; хорошими (130-160 мм) в 2001, 2002, 2004, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017 гг. В период кущения очень низкие запасы в верхнем горизонте наблюдались в 2006, 2020 и 2021 гг. В период колошения очень низкие запасы влаги были в 2003 г. В период налива недостаток влаги наблюдался в 2002, 2006, 2010 и 2020 гг. Все, выше перечисленные, метеоданные были обработаны кластерным анализом (рис. 2.4). В результате было сформировано 2 кластера. Первый кластер благоприятные и второй – неблагоприятные годы.

Почва опытного поля – чернозем слабо выщелоченный, среднегумусный, тяжелосуглинистый. Почвообразующие породы представлены палево-бурыми тяжелыми суглинками и глинами. По данным водной вытяжки засоления пород не отмечено. Грунтовые воды расположены на глубине 4-6 м, горизонтальное движение

их несущественно. Выщелоченный чернозем опытного поля характеризуется сравнительно глубоким залеганием карбонатов кальция, глубина вскипания от 10% раствора соляной кислоты равна 82 см.

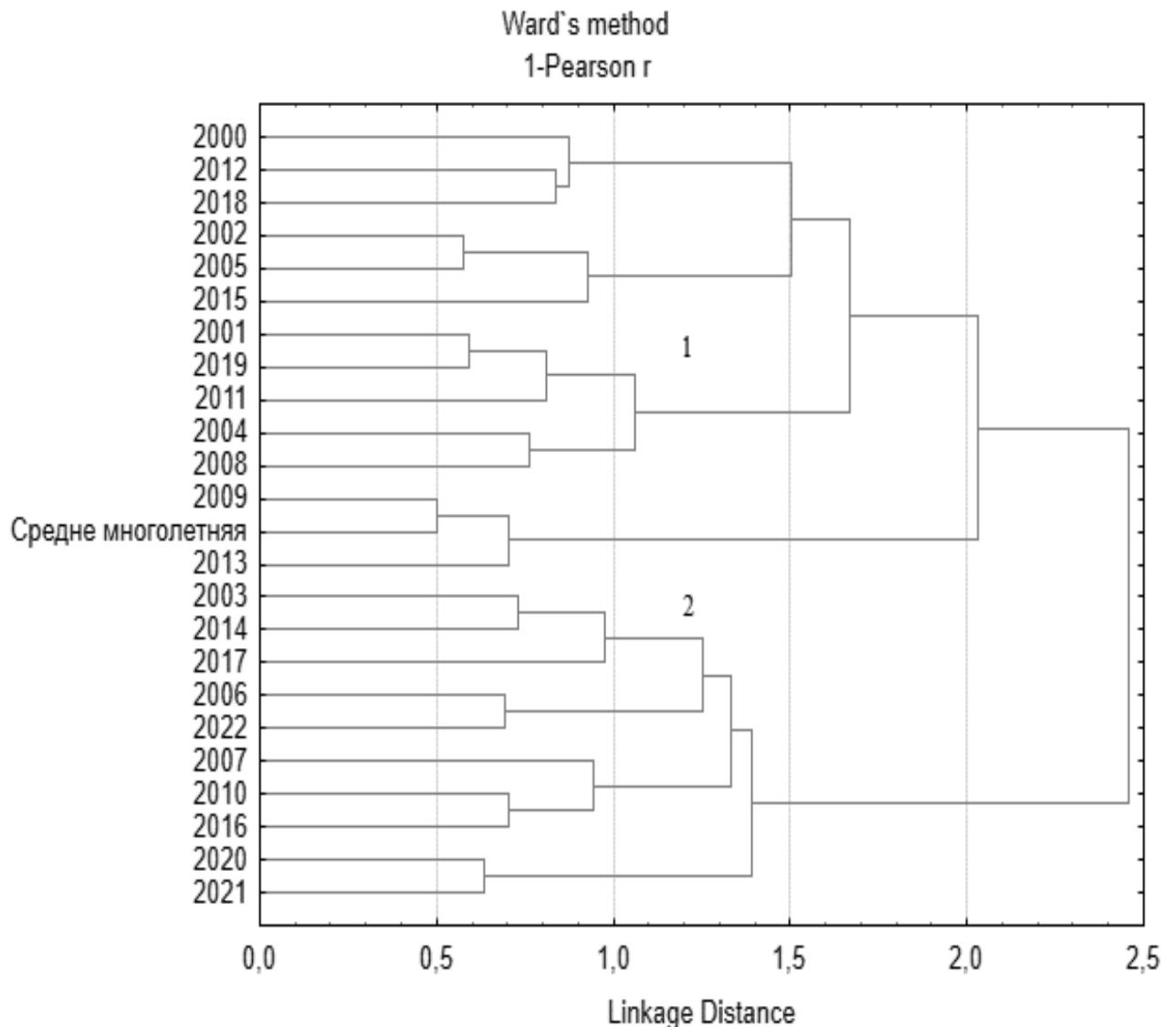


Рисунок 2.4 – Дендрограмма комплекса метеоданных в годы проведения исследований.

Характеристика почвенных горизонтов следующая:

А (пах.): 0-23 см черно-серый, комковато-пылеватый, тяжелосуглинистый, рыхлый. Переход в горизонт АВ постепенный по цвету и структуре.

АВ: 23-38 см темносерый с буроватым оттенком, однородный, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый с капролитами. Переход в горизонт В заметный по цвету и уплотнению.

В: 38-52 см серовато-бурый, неоднородный с гумусовыми подтеками, комковато-ореховатый, тяжелосуглинистый, уплотненный. Переход в горизонт в горизонт ВС постепенный.

ВС: 52-82 см светло-бурый, комковатый, тяжелосуглинистый, уплотненный. Переход в горизонт С постепенный.

С: 82-100 см буровато-желтый, однородный, бесструктурный, тяжелосуглинистый.

Мощность пахотного слоя 23 см, гумусовых горизонтов А и АВ равна 38-44 см (Мищенко Л.Н., 1991).

Физические и агрогидрологические свойства почвы по данным Б.С. Соколова (1968) тяжелосуглинистого слабовыщелоченного чернозема в ОПХ «Омское». Удельная масса почвы по горизонтам изменяется незначительно и составляет от 2,52 до 2,68 г/м³. Величина объемной массы постепенно увеличивается с 0,95 до 1,51 до глубины 60 см, далее остается постоянной. В гумусовом горизонте (0-50 см) влажность завядания равна 81 мм. Запасы продуктивной влаги при наименьшей влагоемкости (НВ) составляют 90 мм, а в метровом слое – 173 мм, капиллярной влажности – 312 мм, полной влагоемкости – 366 мм.

Большая часть азота в почве представлена сложными органическими соединениями, входящими в состав гумуса, а также растительных и животных остатков, находящихся в различной степени разложения. В то же время ближайшим источником усвояемых минеральных форм азота являются наиболее подвижные его соединения аммонийных и нитратных солей, которые сравнительно легко поддаются минерализации.

Изучение обеспеченности растений основными питательными элементами представлена в (Приложении А, табл. 6): содержание нитратного азота в почве изучаемых делянок, было среднее и высокое по градации А.Е. Кочергин (1965, 1972).

Обеспеченность Р₂О₅ так же была высокая и в среднем составляет 192,6 мг/кг почвы по Чирикову (Агрохимические ..., 1975).

Калий является третьим по значимости необходимым растениям питательным элементом в среднем его содержание, составляет 188,5 мг/кг почвы, что по

градации Чирикова соответствует высокой обеспеченности почвы этим элементом.

Таким образом, содержание основных элементов минерального питания в почве опытного участка среднее и высокое в отношении $N-NO_3$, и высокое подвижными формами фосфора и калия.

2.3 Материал исследований

Объектом исследований служили сорта и перспективный материал пшеницы твердой яровой, созданный с непосредственным участием доктора наук в лаборатории селекции твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ»; также генофонд, полученный по программам СИММИТ, КАСИБ (Казахстанско-Сибирская сеть улучшения яровой пшеницы) и из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). За годы исследований (2000-2022 гг.) было изучено около 2,9 тысяч образцов мирового генофонда.

Изучение коллекционных образцов ВИР (186 штук), происходило в четыре этапа по мере поступления генетического материала: 2000-2003, 2007-2008, 2009-2012, 2019-2021 г.

В экологическое испытание (ЭСИ) в порядке обмена включены сорта твердой пшеницы из других научных учреждений (ФАНЦА, Саратовский НИИСХ Юго-Востока, Самарский НИИСХ, Краснокутская селекционная опытная станция НИИСХ Юго-Востока, НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева, Украинский институт растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН), что позволяло нам ежегодно изучать 30-34 образца и сравнивать их с нашими лучшими формами.

С 2000 г. реализуется международная программа КАСИБ (Казахстанско-Сибирская сеть, далее сокращенно – КАСИБ), основная цель которой – повышение эффективности селекции яровой пшеницы в Северном Казахстане и Сибири через обмен сортами, селекционным материалом, координированную оценку материала и обмен информацией. В Программе по твердой пшенице участвуют: Актюбинская СХОС, г. Актюбинск; Карабалыкская СХОС, п. Карабалык; Казахский НИИ растениеводства и земледелия, г. Алматы; Научно-производственный центр зернового

хозяйства г. Шортанды; ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр Агробиотехнологий», г. Барнаул; ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск; Самарский НИИСХ, г. Безенчук. В последние годы в состав вошли ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов и ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ», г. Оренбург. За 20 лет существования этой программы было изучено 217 образцов всех участников программы (Приложение Б, табл. Б 1).

С 2000 по 2007 г. в лабораторию поступал большой генофонд из Мексики (СИММИТ). В рамках договора и программы сотрудничества было изучено 2476 образцов (рис. 2.5).

В 2018-2022 гг. в лаборатории изучалось 26 линий синтетической гексаплоидной пшеницы (AAAABB) селекции CIMMYT (рис. 2.6). Линии с SH3 по SH49 получены на основе дикого сородича *T. boeoticum* с геномом $2n=14$; линии; SH-61, SH-62, SH-64, SH-66, SH-67 имеют родителя с геномом *T. monosaccum* ($2n=14$). Синтетики SH-68, SH-69, SH-71, SH-76 созданы на основе *T. urartu*- ($2n=14$) (Приложение Б табл. Б 2).



Рисунок 2.5 – Питомник изучения селекционных линий СИММИТ - 36 IDSN, 2007 г. (Омский АНЦ)



Рисунок 2.6 - Синтетическая линия селекции CIMMYT SH66 (FGO/USA2111//T.MONOCOCCUM (119)) в поле и питомнике гибридизации 2019 г. (Омский АНЦ)

Для создания гибридов, изучавшихся в 4-х генетических опытах, использовались лучшие сорта и линии, различающиеся по комплексу хозяйственно ценных признаков (Приложение Б, табл. Б 3).

Новый селекционный материал – от 4,5 до 5,5 тыс. образцов ежегодно, в том числе сорта и линии из конкурсного сортоиспытания – от 35 до 40 шт.

Влияние норм высева, сроков посева на изменение морфологических признаков стебля и устойчивость к полеганию сортов твердой пшеницы изучались в трех сроках посева 15-16, 22-23 и 27-28 мая с нормой высева 3,5; 4,5 и 5,5 млн. всх. зёрен. Исследования были проведены в 2 этапа. Первый этап с 2006-2010 гг. – в эксперимент включены сорта: Омская янтарная; Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский кристалл и Омская степная. Второй этап проходил с 2014 по 2015 гг., изучались сорта: Омская янтарная; Омский циркон, Жемчужина Сибири, Омский изумруд и Омская бирюза.

В качестве стандартов использовались районированные в Западно-Сибирском регионе сорта.

Алтайская Нива. Стандарт с 1997 по 2000 г. Создан совместно АНИЗиС и КрасНИИИХ. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому региону с 1991 г.

Разновидность – гордеiforme. Среднеспелый, среднеустойчив к засухе и полеганию, вынослив к поражению корневыми гнилями, средневосприимчив к головне, поражение стеблевой ржавчиной выше среднего. Макаронные качества хорошие. Максимальная урожайность 5,1 т/га. (Сорта селекции..., 2010)

Омская янтарная. Стандарт с 2001 по 2008 г. Оригинатор ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Внесен в Государственный реестр РФ с 1999 г. по 10 региону, с 2000 г. – по 9 региону. Районирован по Северо-Казахстанской области Республики Казахстан с 2005 года. Разновидность гордеiforme. Сорт среднеранний, вегетационный период в среднем 86 сут. Формирует зерно с высокой стекловидностью и обладает уникальными макаронными свойствами. Максимальная урожайность 5,92 т/га (Сорта сельскохозяйственных ..., 2023).

Жемчужина Сибири. Стандарт с 2009 г. Оригинатор ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Включен в Государственный реестр РФ по 9, 10 и 11 регионам с 2006 г. С 2009 г. Районирован в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан. Разновидность гордеiforme. Сорт среднеспелый, вегетационный период от 82-103 сут., в среднем – 91 сут., позднеспелее стандарта Омская янтарная на 5 сут. В естественных условиях не поражается бурой ржавчиной, пыльной и твердой головней. Сорт характеризуется отличными макаронными свойствами. Максимальная урожайность 6,03 т/га (Сорта сельскохозяйственных ..., 2023).

Омский изумруд. Дополнительный стандарт с 2020 года. Оригинатор ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Сорт включен в Государственный реестр с 2014 г. по 10 региону. С 2016 г. сорт включен в Госреестр Республики Казахстан и рекомендован для возделывания в Северо-Казахстанской области. Разновидность гордеiforme. Сорт среднепоздний, лесостепного экотипа. Вегетационный период 85-110 сут. (в среднем 95 сут.). На инфекционном фоне устойчив к бурой ржавчине. Сорт характеризуется отличными макаронными свойствами. Максимальная урожайность 6,93 т/га (Сорта сельскохозяйственных ..., 2023).

2.4 Схема и методика закладки опытов

Экспериментальная часть работы выполнена в специализированном селекционном севообороте в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в соответствии с

методикой, описанной в Программе работ Западно-Сибирского селекцентра до 2010 года (Программа..., 1990) и в Программе работ селекционного центра Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства на период 2011 – 2030 гг. (Программа..., 2011). Твердая пшеница изучалась в 3-х полном севообороте, предшественник чистый пар. Основная обработка почвы – безотвальная зябь. Весной – боронование в два следа, культивация перед посевом. Селекционный материал проходил изучение в следующих питомниках: питомник исходного материала, питомник гибридизации, гибридный питомник (ГП), селекционный питомник первого года (СП-1), селекционный питомник второго года (СП-2), селекционный питомник третьего года (СП-3), предварительное испытание (ПСИ), конкурсное сортоиспытание (КСИ), экологическое испытание.

В опытах, возделывающихся механизировано, посев проводился сеялкой ССФК-7.0; уборка – селекционным комбайном «Хеге-125» в фазу полной спелости. Образцы мировой коллекции ВИР испытывались в полевых условиях согласно Методическим указаниям по изучению мировой коллекции пшеницы (Мережко А.Ф., 1997).

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.

Гибридизация твердой пшеницы проводилась в полевых условиях в питомнике гибридизации.

Изучение комбинационной способности сделано на основе данных полученных в четырех полевых опытах:

1. Диаллельная схема 2000 и 2001 гг. Изучались 9 сортов. (Омская янтарная, Аметист, Ангел, Бузенчукский янтарь, Зарница Алтая, Светлана, Саратовская золотистая, Оренбургская 10, Дамсинская 90) по полной диаллельной схеме $F_1 - P - F_2$;
2. Система нерегулярных скрещиваний (несбалансированных матриц)

2004 и 2005 гг. В эксперимент включено пять материнских (Омская янтарная, Гордеиформе 94-9-1, Жемчужина Сибири, Омский корунд, Гордеиформе 441) и пять отцовских форм (Casoar, Shake3/Green18, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15 /Kapude1). В 2004 г. изучались гибриды F₁ и родительские формы, в 2005 г. – гибриды F₁, F₂ и родительские формы;

3. Система топкроссовых скрещиваний 2006-2008 гг. Изучалось шесть материнских и три отцовских формы по схеме F₁–P–F₂. Изучалось шесть материнских (Омская янтарная, Жемчужина Сибири, Омский корунд, Гордеиформе 95-139-3, Гордеиформе 98-96-3, Омский рубин) и три отцовских формы (Омский кристалл, Омская степная, Безенчукская степная) по схеме F₁–P–F₂;

4. Система нерегулярных скрещиваний 2017-2019 гг. Изучалось пять материнских (Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский изумруд, Гордеиформе 01-115-5, Омская бирюза) и шесть отцовских форм (Гордеиформе 06-5-3, Гордеиформе 08-55-5, Гордеиформе 08-94-3, Гордеиформе 1591д21, Гордеиформе 1560д18, Лавина). В 2017 г. изучались гибриды F₁ и родительские формы; в 2018 – гибриды F₁, F₂ и родительские формы; в 2019 г. – гибриды F₁, F₂, F₃ и родительские формы.

Гибриды F₁, F₂, F₃ и родительские формы высевались в 3-х кратной повторности. В каждой повторности закладывалось: по 20 зерен F₁, по 60 зерен F₂ и F₃, а также по 40 зерен исходных сортов с площадью питания 20x10 см. Посев проводился по пару ручной сажалкой конструкции СибНИИСХ в селекционном севообороте, срок посева - 18-19 мая. Уход за посевами сводился к защите растений на начальных фазах развития от вредителей (полосатой хлебной блохи и шведской мухи). Для этой цели использовали инсектицид «Карате». Кроме того, проводили механическое уничтожение сорняков, рыхление дорожек между ярусами. Уборка растений вручную. При морфологическом исследовании стебля были определены его длина от основания до колоса, длина и диаметр двух нижних междоузлий, толщина узлов.

2.5 Методика проведения учетов и наблюдений

Полевые опыты, фенологические наблюдения, оценка устойчивости к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis. tritici*) проводились на опытных полях Омского АНЦ, в полном соответствии с требованиями и рекомендациями (Мережко А.Ф. и др., 1997; Методика..., 2019; Koishybaev M., 2018). Оценку развития стеблевой ржавчины проводили по принятой в СИММИТ методике, определяя инфекционный тип и степень поражения: R Resistant – устойчивый тип – поражение 5%; MR – Moderately resistant – относительно устойчивый тип – поражение 20–30%; MS Moderately susceptible – относительно восприимчивый тип – поражение до 40–50%; S Susceptible – восприимчивый тип) – поражение более 60% (Stackman E.C. et al., 1962; Roelfs A.P. et al., 1992). Неспецифическую устойчивость определяли в полевых условиях по скорости нарастания болезни, под кривой развития болезни через относительный показатель – индекс устойчивости (ИУ), который определяется как соотношение ПКРБ у тестируемого сорта и восприимчивого контроля (ИУ = ПКРБ_с / ПКРБ_к). На основании ИУ сорта разделяются на группы: высоко устойчивые (ИУ = 0,10-0,35), среднеустойчивые (ИУ = 0,36-0,65), с низкой устойчивостью (ИУ = 0,66-0,80) и с высокой восприимчивостью (ИУ > 0,81) (Wilcoxon R.D. et al., 1975; Макров А.А. и др., 2003). Устойчивость селекционного материала к race Ug99 (TTKSK) оценивалась на естественном инфекционном фоне Института фитопатологии в Кении (Kenya Agricultural and Livestock Research Organization).

2.6 Методы математической обработки полученных данных

Статистическая обработка результатов исследований проведена по пособию Б.А. Доспехова (1985) с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel: средняя арифметическая, коэффициент вариации, соответствие между наблюдаемыми и ожидаемыми (теоретическими) распределениями частот в расщепляющихся гибридных популяциях F₂, однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ и т.д.

Характер наследования количественных признаков (hp) вычисляли по формуле 2.1, предложенной Гриффингом (Griffing B, 1956):

$$hp = \frac{XF - MP}{XP_{max} - MP} \quad (\text{формула 2.1}),$$

где XF – среднее значение гибрида, MP – среднее арифметическое родительских сортов, XP_{max} – значение лучшего родительского сорта

Интерпретация полученных данных:

-1 < hp	отрицательное сверхдоминирование (-СД);
-1 < hp < -0,5	отрицательное доминирование (-Д);
-0,5 < hp < 0,5	промежуточное наследование (ПН);
hp = 0,5-0,9	частичное доминирование (ЧД);
hp = 1	полное доминирование (ПД);
hp > 1	положительное сверхдоминирование (+СД)

Оценка исходного материала твердой пшеницы по общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) рассчитывали 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 проводился по Акселю и Джонсу в модификации Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной (1979).

Анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA) проведен с помощью пакета R version 4.2.2. Эффекты аддитивных и мультиплективных взаимодействий (AMMI анализ) проведен по (Zobel R.W., 1988 и Mondo J.M., 2019) с помощью пакета R version 4.2.2., рассчитывался уровень фенотипической стабильности генотипов ASV (AMMI stability value) и индекс стабильности взаимодействия (YSI).

Кластерный анализ выполнен методом иерархической кластеризации, расстояние между кластерами определяется «взвешенным попарным средним» на основе коэффициента корреляции Пирсона с помощью пакета STATISTICA 10 (Дюран Б., 2012; Юсов В.С., Евдокимов М.Г., 2015).

Оценка линий и сортов твердой пшеницы по качеству зерна и макарон была сделана в лаборатории качества зерна Омского АНЦ. Материалом для исследова-

ний послужили селекционные линии, коллекционные номера, а также сорта из селекционных питомников 1-го, 2-го и 3-го года, предварительного, конкурсного испытания. Для этого использовались общепринятые новые или уточненные методики определения качества (Оценка..., 1987; Синицын С.С. и др., 1972, 1974; Базавлук И.М., 1968; Гост Р 54478 – 2011; Пахотина И.В., 2011) на основе имеющегося оборудования и поверенных приборов. На ранних этапах селекционного процесса использовались микрометодики. Характеристика качества зерна твердой пшеницы в конкурсном сортоиспытании велась по параметрам: натура, стекловидность, масса 1000 зерен, содержание сырого белка и клейковины в зерне, цвет, IG, SDS, прочность и варочные свойства макарон.

3. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ В СЕЛЕКЦИИ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

На сегодняшний день в мире насчитывается более 200 разнообразных коллекций пшеницы (Митрофанова О.П., 2012). Необходимость вовлечения в селекционные программы мирового разнообразия исходного материала и их диких сородичей подчеркивали Н.И. Вавилов (1935), А.Ф. Мережко (1984). Кроме того, в селекционные программы должны включаться новейшие сорта мировой селекции.

3.1 Оценка генофонда сортов и линий ВИР

Богатым источником исходного материала является мировая коллекция ВИР. Это уникальная коллекция культурных растений и их диких сородичей. Этот огромный видовой, сортовой и популяционный фонд, созданный за тысячелетия природой и человеком, широко используется в селекционной работе и теоретических исследованиях. Объемы проработки исходного материала по годам даны в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Количество изученных образцов коллекции ВИР (2000-2021 гг.)

Регион происхождения	Количество изученных образцов, шт.				Всего изучено
	2000-2003 гг.	2007-2008 гг.	2009-2012 гг.	2019-2021 гг.	
Россия	24	–	9	20	53
Страны СНГ	3	–	17	1	21
Европа	3	22	13	4	42
Ближний Восток	5	–	3	12	20
Азия	1	–	6	1	8
Африка	–	1	7	1	9
Северная Америка	7	9	7	10	33
Всего	43	32	62	49	186

Изучаемый генофонд был представлен 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.

В 2000–2003 гг. в изучении преобладали образцы с территории Российской Федерации и Северной Америки. Продуктивность растений – основной показатель,

характеризующий их генетический потенциал в естественных условиях произрастания. В среднем урожайность по всем изученным образцам составила 3,77 т/га и изменялась от 2,00 до 4,67 т/га при урожайности стандарта 3,50 т/га (табл.3.2). Выделились образцы: к-59881, к-59888, к-60388, к-60364, к-60366, к-60413, к-61303. По цвету макарон имели преимущество образцы: к-59881, к-59889, к-60388, к-60364, к-61117, к-61650. Генотипы к-59888, к-60388, к-60370, к-60402, к-60413, к-61645, к-61650, к-60366, к-61095, к-61303 обладают неплохой устойчивостью к полеганию, соотношением анатомических признаков стебля и не уступают по урожайности стандартному сорту Алтайская Нива.

В 2007 и 2008 г. изучались номера преимущественно из Европы, США и Канады (табл.3.3). Все эти образцы короткостебельные. За счет укороченных нижних междуузлий они высокоустойчивы к полеганию, отрицательными признаками является низкая засухоустойчивость и урожайность. В среднем урожайность по всем изученным образцам составила 1,94 т/га и изменялась от 1,94 до 3,08 т/га при урожайности стандартов 2,60 и 3,25 т/га. Выделились образцы: к-62657, к-62658, к-63126, к-63160, к-64353, к-64355. Самым короткостебельным оказался образец к-63160 (Франция). По цвету макарон имели преимущество образцы: к-62657, к-64353, к-64354, к-64355. Натура зерна была низкой и в среднем она составила 745,9 г/л при значении стандарта Жемчужина Сибири 778 г/л. Из всех изученных образцов высокую натуру зерна сформировал номер к-63126 из Франции.

В период с 2009 по 2012 гг. исследования продолжились по новым сортам и образцам из генофонда ВИР. Было изучено 62 образца, большая часть которых была из Азии, Украины и Европы (табл.3.4). В среднем урожайность по всем изученным образцам составила 1,47 т/га и изменялась от 0,20 до 3,05 т/га при урожайности стандартов 2,98 и 3,32 т/га. По высокой продуктивности выделились образцы: к-6386, к-64953, к-61619, к-63821, Сладуница. Высота растений твёрдой пшеницы колебалась значительно (39-96 см), по короткостебельности выделились формы из Италии. По показателям качества зерна представляют интерес образцы: к-6386, к-17985, к-63821, Сладуница, Iride, к-60410.

Таблица 3.2 – Характеристика лучших образцов из коллекции ВИР (2000-2003 гг.)

Номер каталога	Оригинатор	Уро-жай-ность, т/га	Поле-гание, балл	Цвет мака-рон, балл	Длина стебля, см	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
						длина, см	диаметр, мм	толщина узла, мм	длина, см	диаметр, мм	толщина узла, мм
59881	Россия	4,10	4,1	3,9	114,0	2,40	1,80	2,70	6,00	2,10	3,00
59888	Россия	3,93	4,6	3,6	126,0	2,00	2,20	2,80	8,00	2,40	3,20
59889	Россия	3,73	4,5	3,7	108,0	2,10	2,15	2,50	7,50	2,21	3,00
60364	Украина	4,00	4,5	3,8	108,0	3,00	2,10	2,60	7,40	2,40	3,20
60366	Казахстан	4,00	3,9	3,4	99,0	2,80	2,18	3,10	6,80	2,25	3,30
60369	Россия	3,27	4,1	3,6	118,0	2,00	2,20	2,90	8,00	2,31	3,20
60370	Казахстан	2,87	4,9	3,5	117,0	2,30	2,40	2,90	7,50	2,50	3,30
60388	Россия	4,33	4,6	3,7	110,0	3,20	2,01	2,27	8,50	2,17	2,41
60403	Россия	3,40	4,1	3,5	119,0	2,30	2,30	2,70	7,80	2,40	3,20
60413	Сирия	4,33	4,9	3,5	118,0	2,50	2,17	2,47	8,60	2,21	3,10
61089	Франция	3,17	4,4	3,6	78,0	2,45	2,17	2,96	4,90	2,27	3,08
61095	Канада	3,40	4,9	3,2	88,0	2,50	2,10	2,40	6,50	2,31	2,58
61117	США	3,07	4,7	3,9	107,0	3,55	2,13	2,45	7,75	2,34	2,76
61303	США	4,67	4,6	3,7	102,0	3,10	2,30	3,00	8,40	2,50	3,30
61629	Россия	3,20	4,5	3,4	112,0	2,50	2,12	2,48	8,50	2,23	3,14
61631	Канада	3,73	4,8	3,5	60,0	2,40	2,10	2,18	7,50	2,30	2,75
61632	Мексика	3,73	4,8	3,5	113,0	2,50	2,16	2,51	7,60	2,41	3,20
61645	Сирия	3,67	4,9	3,4	68,0	3,00	2,10	2,38	7,50	2,21	2,47
Алтайская нива, стандарт		3,50	4,3	3,5	96,0	2,90	2,10	2,40	8,70	2,30	2,50
По всем изученным образцам											
среднее		3,77	3,9	3,1	108,1	2,75	2,11	2,62	8,39	2,24	3,00
макс		4,67	4,9	3,9	126,0	3,60	2,21	3,10	12,50	2,41	3,30
мин		2,00	2,0	2,4	60,0	2,00	1,80	2,18	4,90	2,10	2,41
HCP ₀₅		0,28	0,12	0,01	3,60	0,14	0,12	0,11	0,48	0,12	0,13

Таблица 3.3 – Характеристика лучших образцов из коллекции ВИР (2007 и 2008 гг.)

Номер ка- талога	Оригинатор	Урожай- ность, т/га	Цвет ма- карон, балл	Натура, г/л	Полега- ние, балл	Длина стебля	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
							длина, см	диа- метр, мм	тол- щина узла, мм	длина, см	диа- метр, мм	тол- щина узла, мм
61613	Италия	1,04	2,6	758	5,0	49,8	1,98	2,23	3,02	4,04	2,36	3,08
61614	Италия	1,47	2,8	744	5,0	59,9	2,01	2,03	2,88	4,50	2,23	3,10
62657	США	2,80	3,6	766	5,0	58,0	2,26	2,06	2,49	4,13	2,18	2,71
62658	США	2,63	3,4	761	5,0	64,6	3,83	2,09	2,77	7,30	2,23	2,86
62659	США	1,89	3,0	712	5,0	57,2	3,28	2,12	2,60	5,63	2,20	2,85
63126	Франция	2,71	3,1	772	5,0	54,6	3,15	2,20	2,93	5,00	2,32	3,02
63132	Франция	1,82	3,1	756	5,0	45,7	2,12	2,06	2,48	3,93	2,11	2,60
63140	Франция	1,70	3,2	728	5,0	40,4	1,78	1,98	2,36	3,93	2,04	2,53
63160	Франция	2,74	3,2	753	5,0	39,8	2,20	2,04	2,50	4,54	2,08	2,69
63161	Франция	1,96	3,3	762	5,0	51,1	1,85	2,00	2,43	3,80	2,10	2,72
63168	Франция	1,53	3,3	736	5,0	40,7	2,27	2,01	2,46	4,84	2,10	2,69
64353	Канада	3,08	3,5	760	5,0	54,9	2,05	2,05	2,58	3,90	2,12	2,85
64354	Канада	2,19	3,7	752	5,0	63,2	2,10	2,04	2,52	4,25	2,13	2,65
64355	Канада	2,42	3,7	756	5,0	55,3	2,13	2,00	2,58	3,70	2,03	2,84
Жемчужина Сибири, стандарт		3,25	3,9	778	4,6	82,4	3,05	2,17	3,16	7,18	2,28	3,21
Омская янтарная, стандарт		2,60	4,1	770	4,1	79,1	3,88	2,03	2,98	7,35	2,08	3,13
По всем изученным образцам												
среднее		1,94	3,1	745	4,9	52,1	2,47	2,00	2,50	2,00	2,50	2,73
Макс.		3,08	3,7	772	5,0	86,1	3,88	2,23	3,16	2,23	3,16	3,30
Мин.		0,89	2,5	712	4,0	37,2	0,14	0,12	0,11	0,12	0,11	0,13
HCP ₀₅		0,22	0,01	11,3	0,11	8,3	0,12	0,13	0,12	0,28	0,13	0,12

Таблица 3.4 – Характеристика лучших образцов из коллекции ВИР (2009-2012 гг.)

Номер ка- талога, сорт	Оригинатор	Урожай- ность, т/га.	Длина стебля, см	Полегание, балл	Цвет мака- рон, балл	Натура г/л	Стеблевая ржавчина, % / тип.	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
								длина , см	диа- метр, мм	толщина узла, мм	длин а, см	диа- метр, мм	толщина узла, мм
6386	США	2,70	80	4,90	3,3	760	5R	3,35	2,07	2,46	7,80	2,08	2,54
6662	Иран	1,50	89	4,20	3,0	778	5R	2,50	2,20	2,66	6,41	3,42	3,55
14168	Армения	1,00	71	4,80	3,4	754	5R	3,15	2,23	2,82	6,53	2,29	2,98
14558	Турция	2,20	74	5,00	3,5	751	5R	3,00	2,14	2,57	7,25	2,28	2,87
15890	Израиль	2,50	71	4,60	3,3	757	5R	2,54	2,06	2,44	5,45	2,19	2,50
16307	Морроко	1,14	69	4,60	3,2	758	10MR	2,75	2,05	3,25	6,70	2,26	3,47
16523	Тунис	0,87	73	4,40	3,4	745	10MR	3,20	2,37	3,22	7,30	2,57	3,36
29374	Россия	2,05	68	4,90	3,0	764	15MR	3,10	2,14	2,83	6,40	2,39	2,93
46983	Канада	1,75	80	4,90	2,7	758	5R	2,38	2,21	2,26	4,24	2,66	2,82
60410	Италия	1,70	65	5,00	3,2	775	5R	2,04	2,17	2,17	3,80	2,62	2,66
61619	Украина	3,50	78	4,00	3,0	769	20MR	2,68	1,99	2,06	4,95	2,44	2,57
61954	Индия	1,33	77	5,00	3,0	765	10MR	2,20	2,17	2,19	3,64	2,54	2,61
63821	Украина	2,91	76	4,10	3,6	770	20MR	2,81	2,09	2,20	5,68	2,62	2,83
64953	Россия	3,05	88	4,70	2,9	762	15MR	2,85	1,99	2,16	5,80	2,73	2,93
Iride	Италия	1,13	43	5,00	3,3	767	5R	1,98	2,10	2,13	3,90	2,67	2,89
Сладуница	Украина	3,02	85	4,50	3,2	777	15MR	3,50	2,03	2,15	5,93	2,90	3,05
Жемчужина Сибири стандарт		3,32	83	4,70	3,2	778	5R	2,04	2,07	2,43	9,90	2,11	2,67
Омская янтарная стандарт		2,98	77	4,00	3,6	770	0R	3,03	2,08	2,23	7,03	2,79	3,00
По всем изученным образцам													
среднее		1,47	72	4,60	3,0	766	20	2,81	2,08	2,19	5,67	2,71	2,87
макс		3,05	96	5,00	3,6	784	50	3,77	2,54	2,70	7,80	3,42	3,55
мин		0,20	39	3,60	2,7	728	5	1,45	1,20	1,24	2,76	1,65	1,71
HCP ₀₅		0,25	4,3	0,24	0,12	11,3		0,03	0,07	0,12	0,54	0,06	0,06

В этот период проявляется поражение стеблевой ржавчиной и в последние годы оно становится регулярным (Юсов В.С. и др., 2018). Высокую устойчивость показывают образцы: к-6386, к-6662, к-46983, к-60410, Iride. Особенno большой интерес представляет сорт итальянской селекции Iride, обладающий ценными качественными характеристиками, в первую очередь цвет зерна, устойчивость к болезням, холодаустойчивость (Felice E., 2011; Ляпунова О.А., 2019).

По устойчивости к полеганию выделились образцы к-16307 (Марокко); к-14558 (Турция); к-29374 (Россия), отличающиеся большей толщиной узла первого и второго междуузлия, отрицательной стороной опять является низкая засухоустойчивость и урожайность.

В 2019-2021 гг. проведена оценка новых образцов из коллекции ВИР. Коллекция представлена селекционными достижениями Российской селекции, а также зарубежными достижениями, переданными путем выписки или обмена материалом ВИР (Ляпунова О.А., Андреева А.С., 2020).

В среднем урожайность по всем изученным образцам составила 2,09 т/га и изменялась от 0,18 до 4,82 т/га при урожайности стандарта 5,03 т/га. Наиболее продуктивными были образцы: к-66887, к-66886, к-66293, к-66294, к-66519, к-66675, к-64488 (табл.3.5).

Высота растений варьировала от 51,0 до 109,0 см, из низкорослых образцов можно выделить номер к-65733 из Сирии с урожайностью 2,77 т/га. Устойчивостью к полеганию обладали образцы: к-65733, к-65734, к-66276, к-66278, к-66293, к-66508, к-66509, к-66519, к-66675, к-66887.

Почти все иностранные образцы в условиях Западной Сибири оказались малопродуктивны. Более наглядно различия между группами сортов представлены на биплоте (рис.3.1).

Таблица 3.5 – Характеристика лучших образцов из коллекции ВИР (2019-2021 гг.)

Номер каталога	Оригинатор	Урожайность, т/га.	Длина стебля, см	Полегание, балл	Количество зерен, шт.	Масса зерна гл. колоса, г	Поражение стеблевой рж., % / тип.	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
								длина, см	диаметр, мм	толщина узла, мм	длина, см	диаметр, мм	толщина узла, мм
64488	Россия	4,82	109,0	4,5	31,4	1,45	25MR	2,00	2,20	2,31	8,00	2,90	3,20
65353	Россия	1,18	65,6	4,5	32,6	1,47	5R	4,16	1,95	2,41	8,14	2,75	3,04
65733	Сирия	2,77	73,0	5,0	34,0	1,50	5R	2,95	2,29	2,75	7,02	2,99	3,29
65734	Сирия	1,80	65,0	5,0	27,2	1,42	5R	3,62	2,17	2,87	7,19	3,25	3,62
66276	Мексика	1,80	70,0	5,0	24,3	1,48	10MR	2,54	2,06	2,19	5,45	2,44	2,50
66278	Мексика	1,25	69,0	5,0	25,3	1,43	10MR	2,75	2,05	2,26	6,70	3,25	3,47
66293	Россия	3,38	96,0	4,5	34,7	1,75	60S	3,92	2,38	2,80	9,32	3,29	3,77
66294	Россия	4,30	100,4	4,3	34,9	1,78	40MS	4,68	2,87	3,20	10,00	3,84	3,98
66508	Словакия	1,57	64,0	5,0	26,3	1,61	10MR	2,97	2,04	2,16	5,10	2,50	2,70
66509	Австрия	2,12	67,0	5,0	25,4	1,45	10MR	3,20	2,37	2,57	7,30	3,22	3,36
66519	Россия	4,05	95,8	4,5	35,2	1,64	35MS	2,97	2,34	2,63	6,79	2,98	3,43
66675	Россия	4,64	84,3	4,5	32,7	1,66	35MS	4,36	2,35	2,79	8,76	3,16	3,42
66885	Россия	3,40	96,7	4,2	24	1,05	45MS	5,37	2,01	2,28	11,05	2,89	3,03
66886	Россия	3,83	103,4	3,2	30,4	1,47	40MS	4,52	1,89	2,32	8,11	2,78	3,07
66887	Россия	3,82	89,9	4,8	26,1	1,28	30MS	4,98	2,20	2,56	9,63	3,09	3,38
Жемчужина Сибири стандарт		5,03	86,6	4,8	26,3	1,2	50MSS	3,46	1,93	1,94	9,83	2,29	2,77
По всем изученным образцам													
Среднее		2,09	74,9	4,8	31,4	1,45	30	4,09	2,18	2,55	8,83	2,99	3,32
Макс.		4,82	109,0	5,0	36,9	1,78	70	5,37	2,87	3,20	11,05	3,84	3,98
Мин.		0,18	51,0	3,2	24	1,05	5	2,95	1,83	1,94	6,79	2,29	2,77
HCP ₀₅		0,15	2,1	0,1	4,35	0,25		0,12	0,02	0,02	0,56	0,03	0,03

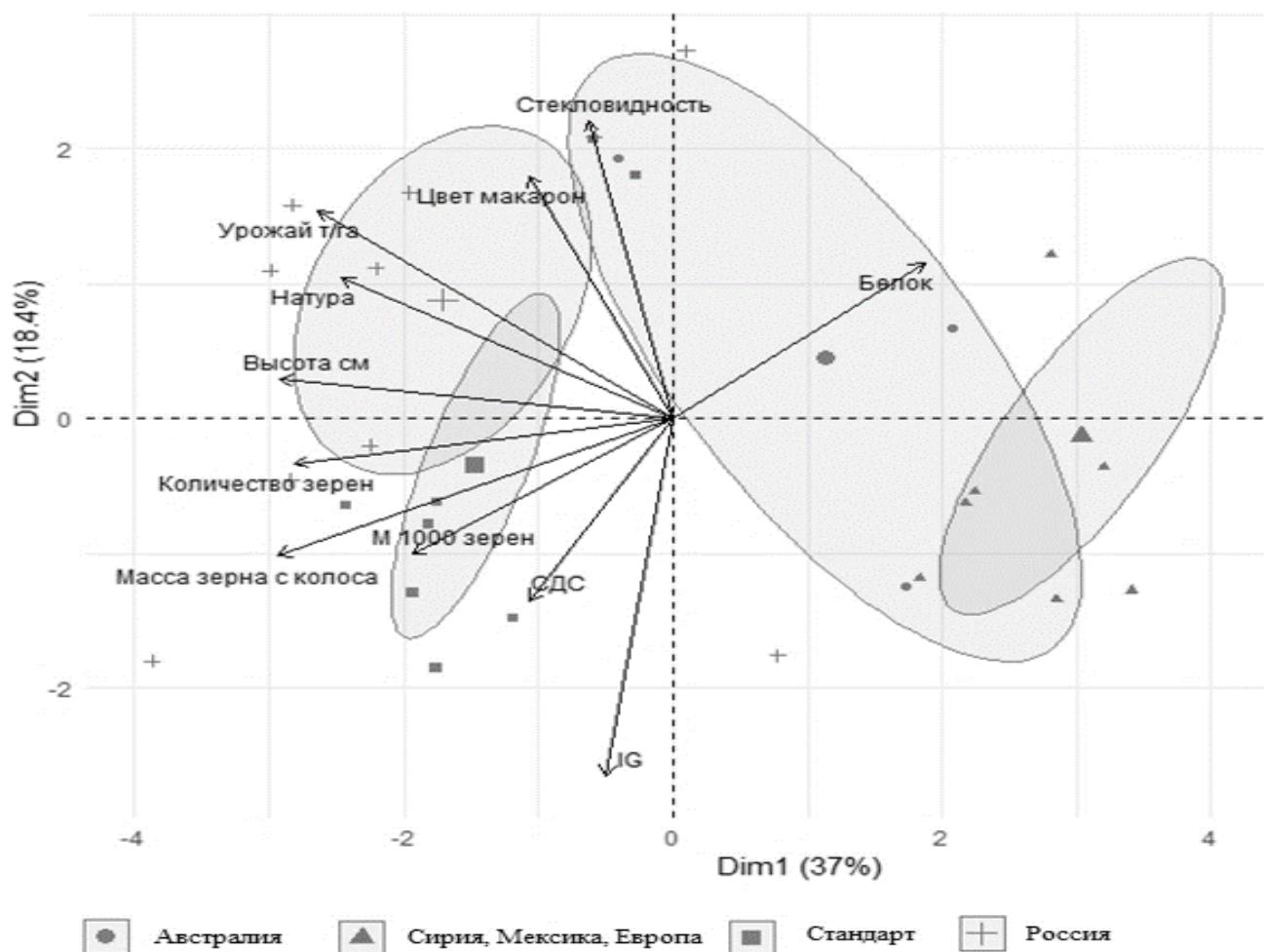


Рисунок 3.1 – Распределение коллекционных образцов твердой пшеницы по оригиналам и хозяйствственно ценным признакам в плоскости главных компонент в полевых условиях (2019–2021 гг.)

Таким образом, 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.

- Источниками высокой продуктивности могут быть образцы: 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;
- В качестве источников устойчивости к стеблевой ржавчине рекомендуем: к-

6386, к-6662, к-46983, к- 60410, Iride, к-65353, к-65733, к-65734;

- По 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.

3.2 Селекционная ценность коллекции твердой пшеницы из СИММИТ (Мексика)

Одна из больших коллекций твердой пшеницы создана и активно используется в международном центре CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center) в Мексике. Уникальная селекционная программа челночной селекции, разработанная Норманом Борлаугом, включает в себя вовлечение в селекционный процесс генетического разнообразия из различных стран с последующей оценкой в селекционных питомниках и отбором лучших линий по устойчивости к болезням, засухо и солеустойчивости и 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 2007 г. по этой программе нами были изучены 2476 генотипов из международных питомников: EDUYT, IDSN, IDYN (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Количество изученных образцов в питомниках, поступивших из СИММИТ 2000-2007 г.

Аббревиатура питомника	Номер питомника	Количество изученных образцов, шт.
EDUYT	30-36	896
IDSN	32-34, 36	1230
IDYN	32-38	350
Итого		2476

Наиболее детально изучался питомник EDUYT (унифицированный питомник испытания на урожайность элитного материала), который включал 128 линий.

Урожайность образцов колебалась в неблагоприятные годы от 0,5 до 2,0 т/га, а в благоприятные годы – от 1,5 до 5,5 т га при урожайности местного стандарта

2,45 и 5,55 т/га соответственно. В питомнике 30 EDUYT 2000 года изучения по комплексу признаков выделились 10 линий, представленных в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Наиболее продуктивные образцы питомника 30 EDUYT (2000 г.)

Линия	Уро- жай- ность, т/га	Натура, г/л	Цвет мака- рон, балл	Содер- жание белка, %	Устойчивость		
					Мучни- стая роса, балл	Ржавчина, %	
						листо- вая	стеб- левая
Dukem_12/2*Rascon_21	3,05	750	4,2	17,5	6	0	0
Rascon_37/2*Tarro_2	3,95	745	3,8	18,8	7	0	0
D86135/2*Ac033	3,70	710	3,9	18,0	7	0	0
Sooty_9/Tarro_1//Ajaia_2	3,00	725	3,5	17,8	7	0	0
Sqra/2*Rlata 12	3,50	755	3,8	17,5	8	0	0
Hikan-9/Lotus-1	3,10	745	3,8	16,9	6	0	0
Plata-13/Akaki 4//Ajaia 2	3,30	752	3,5	17,3	7	0	0
Bocmer_18/Lqtus_4	3,15	765	3,7	17,6	8	0	0
Dipper 2/8ushek	3,20	750	3,9	17,8	8	0	0
Wi22a.23/Cqna	3,60	745	4,1	17,5	8	0	0
Eth-Lrwh A1-187 (74)/3*Altar 84	3,55	768	4,0	17,3	8	0	0
По всем изученным образцам							
Мин.	1,60	652	2,5	15,6	5	0	0
Макс.	3,95	795	4,2	18,8	8	5	20
Среднее	2,77	742	3,6	17,2			
Среднее по стандартам СИММИТ*	2,65	751	3,4	18,4	8	0	5
Омская янтарная (местный стандарт)	2,95	780	3,6	16,2	6	5	10
HCP05	0,23	12,5	0,01	0,07	–	–	–

*Здесь и далее: стандарты СИММИТ – Altar 84, Mexicali 75, Yavaros 79

Эти линии превышают как среднюю урожайность стандартов СИМИИТ, так и урожайность местного стандарта, отличаются высоким оценками цвета макарон. Отличительной особенностью является низкая натура зерна 710-765 г/л, что не соответствует 1 классу ГОСТ.

В питомнике 31 EDUYT 2001 года изучения ни одна из изученных линий не превысила урожайность местного стандарта и варьировала от 1,23 до 4,25 т/га. Наиболее продуктивные образцы представлены в таблице 3.8. По количеству зерен в колосе выделялись линии: Bisul//Chenl/Tez/3/Hui//Crr71/Cii И Cit71/Dipper1//Ariza2. Весь материал не поражался бурой и стеблевой ржавчиной. По комплексу признаков выделилась линия Pod11/Yazi1.

Таблица 3.8 – Наиболее продуктивные образцы питомника 31 EDUYT (2001 г.)

Линия	Урожайность т/га	Число зерен в колосе, шт	Масса зерна главного колоса, г	Натура г/л	Цвет макарон, балл	Содержание белка, %	Устойчивость		
							мучнистая роса, балл	ржавчина, %	листовая стеблевая
Ajaia12/F3local(Sel.Ethi0.135.85)//Plata13	4,25	27,5	1,45	783	3,70	15,6	6	0	0
Auk/Guil//Green	4,00	26,1	1,57	783	3,80	16,9	9	0	0
Bi-sul//Chenl/TEZ/3/HUI//Crr71/CI I	4,15	34,9	1,40	784	3,50	17,1	6	0	0
Boomer18/Lotus4	4,25	27,3	1,29	822	3,50	16,3	8	0	0
Boomer24/ Rascon37// Focha1	4,00	27,2	1,21	815	3,40	15,6	7	0	0
Topdy18/Focha1//Altar 84	4,25	30,7	1,74	758	3,70	16,5	7	0	0
Cit71/Dipper1//Ariza2	4,15	41,4	1,67	788	3,60	16,9	7	0	0
Grvand2/Mck2	4,20	28,3	1,49	784	3,50	16,5	9	0	0
Pod11/Yazi1	4,25	33,0	1,34	769	3,90	17,5	9	0	0
По всем изученным образцам									
Мин.	1,23	16,8	0,80	750	3,0	14,8	5	0	0
Макс.	4,25	42,3	2,0	822	4,0	17,5	9	0	5
Среднее	2,74	29,1	1,40	792	3,6	16,2		0	5
Среднее по стандартам СИМ-МИТ	3,13	31,6	1,40	794	3,5	17,3	8	0	0
Омская янтарная (местный стандарт)	5,55	27,8	1,30	791	3,2	16,2	6	5	5
HCP ₀₅	0,23	2,12	0,07	13,5	0,03	0,06	–	–	–

В питомнике 32 EDUYT продуктивность изученных форм изменилась от 2,25 до 4,95 т/га. Уровень урожайности Омской янтарной достоверно превысили 4 линии (таблица 3.9). Весь материал проявлял устойчивость к бурой и стеблевой ржавчинам, а 10 номеров проявили устойчивость к мучнистой росе, 115 образцов сформировали зерно с высокой натурой и 110 образцов имели макароны с высокой цветовой оценкой. По содержанию белка почти все образцы были на уровне стандарта или превышали его. Особого внимания заслуживают линии с родословными: Cado/Boomer_33, Sooty_15/Kapude_1, Dipper_2/Bushen_3, Sn Turk Mi83-84 375/Nigris_5/ /Tantlo_L. Последние 2 линии, изученные в 2004-2007 гг. в опытах турецких исследователей показали урожайность от 5,5 до 5,8 т/га и высокую адаптивность к условиям среды (KILIÇ et al., 2010).

Следующий питомник 33 EDUYT изучался в 2003 году. В этот год проявилась сильная весенняя засуха с повышенной температурой во второй половине мая, июня и июле, что оказало негативное влияние на полевую всхожесть, закладку колосков в колосе и количества зерен. Полевая всхожесть составила от 45 до 67% по линиям СИММИТ в отличии от стандарта Омская янтарная, у которого она достигала 79%, также невысокая всхожесть наблюдалась у стандартов СИММИТ. Сохранность к уборке растений так же была не велика от 65 до 75%. Число зерен в колосе изменялось от 7,1 до 29,0 шт., при этом основная часть генотипов (74%) имела количество зерен на уровне среднего значения (18,1 шт.).

Масса зерна главного колоса также была невысокой – 79,2% образцов формировали ее на уровне 0,6-0,7 г. Урожайность образцов этого питомника варьировала от 0,55 до 1,95 т/га. при урожайности стандарта Омская янтарная 2,45 т/га. Наиболее продуктивные образцы представлены в таблице 3.10. По комплексу признаков интерес представляют образцы: Rafi97/Rascon_37//Bejah_7, Rascon_37/Bejah_7, Shake_3/ Green_18, Sooty_9/ Rascon_37.

Урожайность линий 34 питомника EDUYT варьировала от 2,3 до 4,25 т/га при урожайности стандарта Омская янтарная 4,4 т/га, с урожайностью 80-100% к уровню стандарта выявлено 25 образцов.

Таблица 3.9 – Наиболее продуктивные образцы питомника 32 EDUYT (2002 г.)

Линия	Уро- жай- ность, т/га	Число зе- рен в ко- лосе, шт.	Масса зерна главного ко- лоса, г	Натура, г/л	Цвет ма- карон, балл	Содер- жание белка, %	Устойчивость		
							мучни- стая роса, балл	ржавчина,%	
							Листовая	Стеблевая	
Dukem_12/2*Rasco_21	4,70	25,80	1,22	766	3,7	17,1	8	0	0
Acuatico_1/Rascon_33//Acuatico	4,56	25,30	1,22	775	3,7	17,9	8	0	0
Ajaia_12/F3lo- cal(Sel.Ethio.135.85)//Plata_13	4,62	29,10	1,59	792	3,3	16,8	8	0	0
Bejah_6/Sla_2	4,58	26,20	1,38	798	3,9	17,8	8	0	0
Plata_1/Snm//Plata_9	4,62	27,10	1,20	822	3,6	17,9	8	0	0
Cado/Boomer_33	4,85	27,40	1,56	814	3,6	17,2	8	0	5
Chen/Altar 84/3/Hui/Poc//Bub/Rufo/4	4,62	25,90	1,08	800	4,5	17,5	8	0	5
Crake_10/Rissa	4,50	24,80	1,66	800	3,8	17,0	7	0	5
Dipper_2/Bushen_3	4,62	32,40	1,74	786	3,8	17,1	8	0	0
Himan_9/Lotus_1	4,95	31,00	0,92	795	3,8	17,0	8	0	5
Rascon_37/2*Tarro_2	4,55	25,80	1,30	773	3,6	16,8	8	0	5
SN TURK MI83-84 375/NI- GRIS_5//TANTLO_L	4,90	26,30	1,51	784	3,9	17,4	9	0	0
Sooty_15/Kapude_1	4,80	25,50	1,67	780	4,3	17,5	9	0	0
Tatler_1/Solga_5//Pon_2	4,65	26,30	1,01	728	3,5	16,8	8	0	5
По всем изученным образцам									
Мин.	2,25	17,40	0,7	728	2,8	16,5	7	0	0
Макс.	4,95	33,10	2,0	832	4,5	17,9	9	10	10
Среднее	3,28	26,00	1,4	781	3,7	17,2			
Среднее по стандартам СИМ- МИТ	3,85	26,40	1,4	783	3,7	17,5	8	0	15
Омская янтарная (местный стан- дарт)	4,50	26,90	1,4	802	3,9	16,5	7	10	25
HCP ₀₅	0,24	1,12	0,05	15,6	0,03	0,07	–	–	–

Таблица 3.10 – Наиболее продуктивные образцы питомника 33 EDUYT (2003 г.)

Линия	Уро- жай- ность, т/га	Полевая всхо- жесть,%	Сохран- ность к уборке,%	Число зерен в колосе, шт	Масса зерна главного колоса, г	Натура г/л.	Цвет ма- карон, балл	Содер- жание белка,%	Устой- чивость мучни- стой ро- сой, балл
Rafi97/Rascon_37//Bejah_7	1,76	60	74	29,0	1,05	696	3,2	17,0	8
Camon_5//Hui/Yav79	1,80	58	70	28,70	0,89	726	3,3	17,9	8
Odin_17/Uni_2//Lapdy_24	1,90	57	68	22,10	0,68	681	3,4	18,2	7
Rascon_37/Bejah_7	1,75	56	73	21,90	0,64	720	3,0	18,5	9
Shake_3/Green_18	1,67	61	70	19,00	0,57	716	3,5	18,5	9
Focha_1//Ajaia_3/Silver_16	1,65	64	74	19,10	0,72	751	3,3	17,8	8
Garavito_2/Inter_9	1,58	58	73	28,10	1,05	741	3,2	18,1	7
Lapdy_37/Busca_3	1,71	63	69	18,10	0,55	683	3,4	17,3	8
Liro_3/Lotail_6	1,50	65	72	21,50	0,74	713	3,5	17,6	7
Liro_3/Pata_2	1,75	58	74	29,10	0,78	659	3,1	17,8	8
Sooty_9/ Rascon_37	1,80	67	75	25,20	0,84	706	3,6	18,5	9
По всем изученным образцам									
Мин.	0,55	45	65	7,10	0,20	659	2,4	17,5	7
Макс.	1,95	67	75	29,0	1,20	751	4,0	18,5	9
Среднее	1,27	56	70	18,1	0,60	702	3,1	18,0	
Среднее по стандартам СИММИТ	1,37	58	71	19,0	0,60	692	2,9	17,8	8
Омская янтарная (местный стан- дарт)	2,45	79	89	28,0	0,90	719	3,8	17,7	6
HCP ₀₅	0,32	11,3	3,3	1,8	0,07	13,7	0,1	0,11	–

В питомнике по устойчивости к бурой ржавчине выделено 115 образцов (с нулевой оценкой на инфекционном фоне), к твердой головне – 28, к мучнистой росе – 17 (10 образцов имели наивысшую оценку 8-9 баллов, 7 оценены на 7 баллов).

В таблице 3.11 приведены генотипы, сочетающие комплексную устойчивость к 2-3-м болезням с хорошей урожайностью и качеством зерна. Среди устойчивых генотипов высокое качество зерна и макарон имели образцы с родословными: Plata_L/Snm//Plata_9/3/Tilo_L/Lotus4, Tarro_L/Yuan_L// Tarro_L/3/..., Labud_L/ Shag_23/3/Sn Turk Mi83-84 375/..., Chen_L1 /Poc//Tantlo/ 4/Ente/Mexi_2 //Hui/3/..., Cndo/Vee//7*Plata_8/3/Plata_L/Snm//Plata, Vanrrikse_14//Plata_6/ Green_17. Они сформировали зерно с натурой на уровне 1 класса ГОСТ (770-787 г/л), цветовой оценкой макарон 3,5-3,6 балла (на уровне и выше стандарта).

При испытании питомника 35 EDUYT в 2005 году по урожайности выделилось 28 образцов из 128 изученных. Урожайность стандарта Омская янтарная составила 3,65 т/га (табл. 3.12). Ни один образец не превысил это значение, а на уровне стандарта были линии Plata3/Crex/Alla, Sooty9/Rascon37. У остальных форм урожайность колебалась от 1,8 до 3,45 т/га. При этом наиболее крупное зерно (на уровне стандарта) сформировали образцы, Inter16/SRN3, Plata6/Green17//..., Rissa/Gan/Poho1/3..., SRN2/Yavaus/Hui...

Все образцы, представленные в таблице 3.12, имеют высокую озарённость колоса (38-39 зерен). У стандарта количество зерен в колосе не превышало 33 шт. Продуктивность колоса выделенных линий варьировала от 1,36 до 1,53 г. при значении стандарта Омской янтарной 1,4 г.

В питомнике по устойчивости к мучнистой росе выявлено – 10 образцов с наивысшей оценкой 8-9 баллов. По всем показателям в этом питомнике выделяются линии: Plata3/Crex/Alla... и Sooty9/Rascon37.

Таблица 3.11 – Наиболее продуктивные образцы питомника 34 EDUYT (2004 г.)

Линия	Урожай- ность, т/га	Масса зерна главного колоса, г	Натура, г/л	Цвет ма- карон, балл	Содерже- ние белка, %	Устойчивость		
						мучнистая роса, балл.	твердая головня, %	бурая ржав- чина, %
Swahen_2/ Kirki_8/ / Prozana_1	4,00	1,52	755	3,4	17,1	7	0	0
Swahen_3/3/Crex/Der//Limo	4,10	1,31	725	3,5	17,9	8	0	0
Tatler_1/Tarro_1//Hydranassa30	4,10	1,38	752	3,4	17,8	7	0	0
Plata_22/3/Magh72/D67.2//Fgo/4/Mque	4,20	1,27	758	3,2	16,9	8	0	0
Plata_L/Snm//Plata_9/3/Tilo_L/Lotus4	4,15	1,58	787	3,5	17,2	9	0	0
Tarro_L/Yuan_L//Tarro_L/3/...	4,00	1,31	778	3,6	18,0	9	0	0
Minimus/Comb Duck_2//Cham_3	4,20	1,32	767	3,4	17,5	9	0	0
Tarro_1/ 2* Yuan_1// Ajaia_13/ Yazi	4,10	1,34	768	3,2	16,8	8	0	0
Labud_L/Shag_23/3/Sn Turk Mi83-84 375/...	4,10	1,34	776	3,3	17,3	8	0	0
Chen_Ll/Poc//Tantlo/4/Ente/Mexi_2//Hui/3/..	4,10	1,48	770	3,6	17,8	8	0	0
.								
Coro/Aaz_4/3/Mque/Alo//Foja/4/Carc	4,20	1,59	763	3,6	17,6	7	0	0
Cndo/Vee//7*Plata_8/3/Plata_L/Snm//Plata_9	4,25	1,38	776	3,2	17,2	8	0	0
Inter_4/3/Minimus/Combduck_2//Cham_3	4,10	1,45	772	3,2	17,8	8	0	0
Vanrrikse_14//Plata_6/Green_17	4,20	1,38	784	3,5	18,0	8	0	0
По всем изученным образцам								
Мин.	2,30	0,80	725	2,6	16,5	6	0	0
Макс.	4,25	1,20	808	3,8	18,0	9	1,5	10
Среднее	3,62	1,00	769	3,3	17,3	7		5
Среднее по стандартам СИММИТ	3,65	0,90	776	3,4	17,6	8	1,0	0
Омская янтарная (местный стандарт)	4,40	1,30	756	3,5	17,1	6	6,2	10
HCP ₀₅	0,26	0,12	17,2	0,1	0,06	–	–	–

Таблица 3.12 – Наиболее продуктивные образцы питомника 35 EDUYT (2005 г.)

Название	Урожайность т/га	Масса зерна главного колоса, г.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Натура г/л.	Цвет макарон, балл.	Содержание белка, %	Устойчивость мучнистая роса, балл.
Arment // SRN 3...	2,75	1,37	35	39,2	785	3,1	17,5	7
Auk / Guil // Green...	2,75	1,36	36	37,9	790	3,2	16,4	7
Chen11 / Poc // Tantlo...	2,43	1,55	39	39,8	804	3,0	17,0	7
Dukem/3/Ruff/FGO...	2,38	1,45	39	37,2	758	3,2	16,5	9
Hydronassa30/Silver5...	2,5	1,41	35	40,2	746	3,1	17,0	9
Inter16/SRN3...	2,55	1,44	35	41,1	765	3,4	16,8	9
Labud1/Shag23//Snitan	2,68	1,41	35	40,2	785	3,3	17,0	7
Malmuc1/Serrator1...	2,43	1,53	38	40,2	758	3,4	16,5	8
Plata3/Crex/Alla...	3,45	1,42	37	38,5	756	3,5	17,8	9
Plata6/Green17//...	2,38	1,50	37	40,6	780	3,3	18,5	8
Rissa/Gan/Poho1/3...	2,4	1,49	37	40,2	765	3,2	17,6	8
Fulvous1/Meowl 13...	2,45	1,45	38	38,2	760	3,1	18,5	7
Skets/Hui/Tab...	2,4	1,39	37	37,5	781	3,0	17,8	8
SN Turc/ Morus1...	2,43	1,32	35	37,6	805	3,2	18,1	9
SRN2/Yavaus/Hui...	2,43	1,49	37	40,3	792	2,9	17,9	8
Sooty9/Rascon37...	3,38	1,46	38	38,4	759	3,4	18,9	8
Usda 596/3/ Rabi...	2,4	1,43	36	39,8	758	2,8	17,9	9
По всем изученным образцам								
Мин.	1,80	0,5	21,0	24,3	656	2,5	15,5	5
Макс.	3,45	1,53	37,0	40,2	805	3,5	18,9	9
Среднее	2,62	1,01	29,0	32,2	730	3,0	17,2	7
Среднее по стандартам СИМ-МИТ	2,45	0,8	28,5	34,5	778	3,0	17,9	8
Омская янтарная (местный стандарт)	3,65	1,4	33,1	41,2	786	3,3	16,6	6
HCP ₀₅	0,15	0,11	0,2	1,12	14,2	0,01	0,5	

Наиболее продуктивные образцы питомника 36 EDUYT представлены в таблице 3.13. При общем варьировании урожайности в данном питомнике от 1,56 до 4,33 т/га, урожайность, отмеченных в данной таблице генотипов, составляла от 3,33 до 4,33 т/га (90 - 124% к уровню стандарта Омская янтарная). Особого внимания по урожайности заслуживают образцы: Minimus_6/Plata16, Ajaia_16//Hora/Jro, Cbc509 Chile/Yebas, Somat_3/Yebas_8// Rascon_37/2*Tarro_2.

В условиях этого года два образца сформировали более крупное зерно в сравнении со стандартом: Guanay/3/Stot//Al и Cbc509 Chile/Yebast 41,2 – 41,4 г. У Омской янтарной масса 1000 зерен составила 40,8 г. У остальных образцов значение этого показателя было в пределах 39,6-41,0 г. Повышенной озерненностью колоса характеризовались образцы: Cs/Th.Cu//Glen/3/Gen /4/Myna/Vul/5/2*Don87/6/2*Busca_3, Ajaia_16//Hora/Jro, Plata_7/Fillo_9//Pl (37-38 зерен) при значении стандарта 32 зерна.

По натуре зерна среди продуктивных форм следует выделить линии: Ajaia_12/F3 Local (Sel.Ethio.135.85) //Plata_13/3/Somat_3/4/Sooty_9/ Rascon_37 ajaia_12/F3local, Stot//Altar 84/Ald, Ajaia_16//Hora/Jro, показатели которых достигали 780-796 г/л и превысили стандарт Омскую янтарную на 5-22 г/л. К сожалению, все продуктивные формы, приведенные в таблице 3.13, по цветовой оценке, макарон уступали стандарту.

В питомнике по устойчивости к бурой ржавчине выделено 118 образцов, к стеблевой – 27, к мучнистой росе – 22 (14 образцов имели наивысшую оценку 8-9 баллов, 10 – оценены на 7 баллов).

По комплексу признаков можно выделить линии: Ajaia_12/F 3local (Sel.Ethio.135.85) //Plata_13/3/Somat_3/4 /Sooty_9/Rascon_37 ajaia_12/F3local, Ajaia_16//Hora/Jro, Cbc509 Chile/Yebas, Somat_3/Yebas_8// Rascon_37/ 2*Tarro_2.

Таблица 3.13 – Наиболее продуктивные образцы питомника 36 EDUYT (2006 г.)

Название	Урожай- ность, т/га	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Цвет ма- карон, балл.	Устойчивость		
						бурая ржавчина, %	стеблевая ржавчина, %	мучнистая роса, балл
Ajaia_12/F3lcal(Sel.Ethio.135.85)//P lata_13/3/Somat_3/4/Sooty_9/Rasco n_37ajaia_12/F3local...	3,33	31,0	38,8	785	3,6	0	0	8
Cs/Th.Cu//Glen/3/Gen/4/Myna/Vul/5 /2*Don87/6/2*Busca_3	3,33	37,0	40,4	769	3,2	0	0	7
Minimus_6/Plata16	3,83	35,0	38,7	769	3,3	0	0	7
Stot//Altar 84/Ald	3,61	32,0	38,7	796	3,4	0	0	8
Ajaia_16//Hora/Jro	4,33	37,0	38,9	780	3,3	0	0	8
Plata_7/Fillo_9//Pl	3,33	38,0	39,7	776	3,3	0	0	7
Srn_3/Ajaia_15//Du	3,33	32,0	39,4	771	3,2	0	0	8
Stot//Altar 84/Ald	3,61	34,0	38,1	773	3,4	0	0	7
Bd2338/3/Auk/Guil/	3,61	32,0	37,5	770	3,2	0	0	8
Guanay/3/Stot//Al	3,56	34,0	41,4	775	3,6	0	0	8
Cbc509 Chile/Yebas	4,01	33,0	41,2	761	3,4	0	0	9
Somat_3/Yebas_8//Rascon_37/2*Tar ro_2	3,82	33,0	39,7	765	3,1	0	0	7
Cbc 503 Chile/3/...	3,4	37,0	40,1	766	3,4	0	0	8
Stot//Altar 84/Ald	3,32	37,0	40,1	758	3,3	0	0	8
По всем изученным образцам								
Мин.	1,56	29,0	29,6	753	3,2	0	0	6
Макс.	4,33	42,0	41,4	796	3,6	5	5	9
Среднее	2,58	35,5	35,5	774	3,4	5	5	7
Среднее по стандартам СИММИТ	2,45	40,0	38,4	777	3,5	0	5	8
Омская янтарная (местный стан- дарт)	3,86	32,0	40,8	775	3,8	5	5	7
HCP ₀₅	0,21	0,61	0,82	12,4	0,1			

Также нами в период с 2000 по 2008 г. изучался питомник IDYN (международный питомник на урожайность) – предназначенный для изучения продуктивности и адаптивности линий к спектру широт, климата, почвенному плодородию и устойчивости к комплексу болезней.

Каждый питомник состоит из 46 линий и 4 стандартов и закладывался в 2 х кратной повторности. Наиболее продуктивные образцы питомника 32 IDYN представлены в таблице 3.14. (Евдокимов М.Г., 2006). Уровень урожайности изменялся от 1,4 т/га до 2,59 т. га, уровень урожайности стандарта превысила только одна линия Anade 1/ Torro 1// Lican. По числу зерен в колосе выделились: Anade 1/ Torro 1// Lican. Ducem 12/ 2*Rascon21, Nehama 15/ Brizina2// Plata 8 (24,0-27,0 зерен.) Крупностью зерна (46,6 – 51,0 г.) и высокой натурой зерна (784 г/л), отмечаются: Boomer 24 / 2* Rascon 37, Dipper 2/ Bushen3, Boomer24 / 2*Rascon27. Также высокую натуру на уровне 1 класса ГОСТ формировали: Anade 1/ Tarro 1// Lican, Topdi18/Focha1//Altar84, Rascon 37/ 2* Tarro 2.

По цвету макарон заслуживают внимания: Topdi18/Focha1//Altar84, Rascon 37/ 2* Tarro 2, Dipper 2/ Bushen3, Sooty 9 / Rascon 37, Sn Turk M 182-84-375 /Nigres... (4,0-4,1 балла при значении стандарта 3,4 балла)

Уровень урожайности сорта Омская янтарная превысил на 5,6% только один номер за счет повышенной озерненности колоса (27,0 шт.). Он характеризуется также высокой натурой зерна. У остальных образцов урожайность составляла от 1,76 до 2,36 т/га. Наибольший интерес представляет который отличается крупным зерном, а также хорошей оценкой по цвету макарон. Образец Nehama 15/ Brizina 2 // Plata 8 сформировал крупное зерно (44,7 г), проявил устойчивость к твердой головне, но имел очень низкую натуру зерна и посредственные по качеству макароны. В этом питомнике по устойчивости к болезням было выделено 23 образца иммунных к твердой головне, 8 – к мучнистой росе, 48 – к бурой ржавчине. Комплексной устойчивостью обладают линии: Nehama 15/ Brizina2// Plata 8 и Rascon 37/ 2* Tarro 2 но их существенным недостатком является невысокая урожайность.

Таблица 3.14 – Наиболее продуктивные образцы в питомнике 32 IDYN (2000 г.)

Название	Урожай- ность т/га	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Цвет ма- карон, балл.	Устойчивость		
						бурая ржавчина, %	твердая го- ловня, %	мучнистая роса, балл
Ducem 12/ 2*Rascon21	2,23	24,8	38,3	753	3,9	0	6,5	7
Nehama 15/ Brizina2// Plata 8	2,28	25,7	44,7	731	3,6	2	0,0	8
Boomer 24/ 2 *Rascon 37	2,28	22,3	46,6	784	3,9	0	2,4	8
Plata 1/ SNM //Plata 9	2,36	20,7	33,3	728	3,5	0	3,9	8
Anade 1/ Tarro 1// Lican	2,59	27,0	39,6	784	3,5	0	1,4	8
Rascon 37/ Tarro 2	2,23	23,8	39,0	754	3,8	0	2,1	7
Topdi18/Focha1//Altar84	1,76	17,6	38,7	807	4,1	5	5,7	7
Dipper 2/ Bushen3	1,86	19,8	51,0	784	4,0	1	1,1	7
Rascon 37/ 2* Tarro 2	1,86	15,8	41,7	791	4,0	0	0,0	7
Ducem 12/ 2*Rascon 21	2,23	24,8	38,3	753	3,9	6	6,5	7
Boomer24/ 2*Rascon27	2,28	22,3	46,6	784	3,9	2	2,4	9
Sooty 9 / Rascon 37	2,05	21,4	38,7	763	4,0	5	5,9	7
Sn Turk M 182-84-375 /Nigres...	2,17	21,7	40,5	746	4,0	4	4,4	9
По всем изученным образцам								
Мин.	1,40	12,2	28,87	695	2,5	0	0	5
Макс.	2,59	27,0	51,0	765	4,2	30	12,5	9
Среднее	2,20	19,9	40,3	738	3,6	18	2,2	7
Среднее по стандартам СИМ- МИТ*	2,29	19,9	37,5	730	3,5	5	0,5	8
Омская янтарная (местный стан- дарт)	2,45	21,0	38,4	755	3,4	5	0	7
HCP05	0,21	0,2	1,2	10,6	0,1	–	–	–

*Здесь и далее, стандарты СИММИТ: Mexicali 75, Yavaros 79, Altar 84, Kucuk

Однако число образцов, сочетающих устойчивость к нескольким патогенам, оказалось довольно ограниченным. Только один из них – Dipper 2/ Bushen 3, наряду с устойчивостью к твердой головне, мучнистой росе, бурой ржавчине имеет высокие показатели по натуре зерна и цвету макарон. Остальные комплексноустойчивые формы не представляют ценности по натуре зерна, цвету макарон. Продуктивность всех выделившихся по иммунности генотипов оказалась довольно низкой (от 42,0 до 83,5% к стандарту).

Во втором цикле изучения (2001 г.) в питомнике 33 IDYN по урожайности Омскую янтарную достоверно превысили 6 номеров (таблица 3.15), у остальных урожайность составляла 38-90% от значения стандарта. Натура зерна была довольно высокой почти у всех генотипов. По цвету макарон выделились 5 форм, по устойчивости к мучнистой росе – 15 номеров. В данном питомнике не наблюдалось поражения бурой ржавчиной.

Питомник 34 IDYN изучался в 2002 г. В таблице 3.16 представлены наиболее продуктивные образцы питомника с урожайностью 3,13 - 5,26 т/га. На уровне стандарта были генотипы: Dipper 2/ Bushen 3, Islom1/Dukem2//Tarro3, Plata1/SNM//Plata9, Topdy21/Rascon33. Высокую натуру 802 г/л. формировала линия Dipper 2/Bushen3 при среднем значении по питомнику 774 г/л. По цветовой оценке, макарон превысили значение стандарта на 0,2-0,5 балла: Green 14//Yav 10/Auk, Islom1/Dukem2//Tarro3, Rascon39/Tilo1, SN TURK MI83-84 375/Nigris5//Tantlol. Устойчивыми к мучнистой росе являются: Plata1 /SNM//Plata9, Rascon37/Tarro2//Rascon*37, Sn Turk Mi83-84 375/Nigris5//Tantlol.

При испытании питомника 35 IDYN в условиях 2003 года урожайность селекционного материала была значительно ниже стандарта и варьировала от 0,73 до 1,63 т/га (табл. 3.17). По урожайности выделилась одна линия Plata1/SNM//Plata9 – 2,3 т/га. По цвету макарон выделяются линии: Galli 1/Boomer 20, Pod 11/Yazi 1, Tatler1/Tarro1. В данном питомнике устойчивых к бурой ржавчине было 35 генотипов, к твердой головне – 15, мучнистой росе 16.

Устойчивыми к трем болезням являются 6 образцов, но они не представляют интереса по урожайности, качеству зерна и макарон

Таблица 3.15 – Наиболее продуктивные образцы в питомнике 33 IDYN (2001 г.)

Название	Урожайность, т/га	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Цвет макарон, балл	Устойчивость мучнистая роса, балл.
Ajaia16//Hora/Jro/3/Gan/4/Zar	4,93	31,1	52,4	802	3,5	5
Cado/Boomer33	5,53	29,1	49,1	814	3,2	3
Crake10/Rissa	5,33	27,1	56,5	792	3,6	7
Lhnke/Rascon//Cona	5,03	28,0	43,6	818	3,8	8
Rascon37/ 2*Tarro2	4,80	35,5	39,2	797	3,4	6
Plata13/Akaki4//Ajaia2	5,17	26,6	42,9	824	4,0	6
Boom Er24/ 2* Rascon37	4,90	35,7	37,0	766	3,6	7
Focha1/Alas//4*Focha1.	3,33	24,3	51,9	775	4,0	6
Labud/Nigris3//Gan	4,50	24,0	45,8	798	3,9	4
Topdy18/Focha1//Altar 84	4,83	39,1	39,9	752	3,8	3
Srn1/ Kill/ / 2* Focha1	3,60	29,5	49,8	802	3,9	8
Sn Turk Mi83-84 375/Nigris5//Tantlo1	4,20	28,3	40,6	807	3,8	8
Rascon39/3/Celta/Yavaus//Hui/Tub	3,97	21,2	42,0	788	3,9	6
По всем изученным образцам						
Мин.	1,00	18,5	26,4	752	2,6	4
Макс.	5,53	40,9	61,0	833	4,0	8
Среднее	4,07	27,5	45,3	806	3,5	5
Среднее по стандартам СИММИТ	4,36	28,8	48,1	805	3,5	6
Омская янтарная (местный стандарт)	4,23	33,9	38,1	802	3,4	6
HCP ₀₅	0,46	0,2	1,2	10,6	0,1	–

Таблица 3.16 – Наиболее продуктивные образцы в питомнике 34 IDYN (2002 г.)

Название	Урожайность, т/га	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Цвет макарон, балл	Устойчивость мучнистая роса, балл
Anade1/Tarro1//Lica	4,73	25,3	56,5	784	3,5	7
Cado/Boomer 33	4,41	26,3	56,7	797	3,5	7
Dipper 2/Bushen 3	4,33	31,2	55,4	802	3,6	7
Green 14//Yav 10/Auk	3,86	25,1	48,6	782	3,8	6
Grvand 2/MCK 2	3,26	26,2	53,1	760	3,3	7
Hui/Yav1/ /Lotus5/3	4,66	25,9	35,2	783	3,5	7
Islom1/Dukem2//Tarro3	5,06	21,2	51,9	773	3,8	7
Plata1/SNM//Plata9	5,26	31,3	50,2	782	3,6	8
Rascon37/Tarro2//Rascon*37	4,33	27,4	55,8	774	3,5	8
Rascon39/Tilo1	4,66	27,6	46,0	755	4,2	7
Sn Turk Mi83-84 375/Nigris5//Tantlol	4,40	26,3	47,9	770	3,9	8
Tatler1/Tarro 1 5	3,13	27,9	47,0	752	3,5	7
Topdy21/Rascon33	5,20	27,6	59,1	772	3,6	7
Yel/Bar/3/Garza/Afn//Cra/5/Dom//Cra*2/Gs/3/...	4,90	24,5	56,3	772	3,5	6
По всем изученным образцам						
Мин.	1,67	12,3	34,0	734	2,8	4
Макс.	5,26	31,2	59,1	802	4,2	8
Среднее	3,39	25,3	52,8	774	3,5	5
Среднее по стандартам СИММИТ	4,19	23,4	49,5	771	3,7	6
Омская янтарная (местный стандарт)	4,36	27,3	44,0	800	3,7	6
HCP ₀₅	0,38	0,34	2,2	10,6	0,1	–

Таблица 3.17 – Наиболее урожайные образцы в питомнике 35 IDYN (2003 г.)

Название	Уро- жай- ность, т/ га	Масса 1000 зерен, г	Количе- ство зе- рен в колосе, шт.	Натура, г/л	Цвет ма- ка- рон, балл	Устойчивость	
						твёрдой головне, %	мучни- стой росе, балл
Plata1/SNM//Plata9	2,30	32,0	26,6	697	2,8	3,1	6
Tilo1/lotus4	1,29	24,3	21,2	683	3,1	1,0	6
E90040/Mfowl13//Lo- tail6	1,63	35,7	23,5	709	3,2	1,1	7
Galli 1/Boomer 20	1,23	20,9	22,5	730	3,5	0,0	6
Grvand 2/MCK 2	1,37	33,0	21,2	652	2,4	0,0	6
Pod 11/Yazi 1	1,36	29,8	21,3	695	3,3	0,0	8
Rascon21/3/Mque/Alo	1,15	25,7	29,0	738	3,2	3,8	7
Shag29/2*Solga8	1,29	21,6	29,1	739	3,2	4,5	7
Tatler1/Tarro1	1,53	23,3	27,1	693	3,4	4,8	6
Eupoda3/Sla2// Minimus	1,67	34,4	23,5	679	2,9	3,3	8
Cangus/Poho1//Sugu1	1,21	24,2	22,4	713	2,8	0,0	7
Prozana/Arlin//Musk6	1,29	20,6	21,3	682	3,1	1,6	7
По всем изученным образцам							
Мин.	0,73	14,2	15,1	622	2,3	0,0	4
Макс.	2,30	35,7	29,1	739	3,7	23,5	8
Среднее	1,28	20,4	24,9	690	3,0	15,3	5
Среднее по стандар- там СИММИТ	1,09	17,2	29,0	685	2,6	1,2	6
Омская янтарная (местный стандарт)	1,94	33,3	24,0	754	3,4	3,4	7
HCP ₀₅	0,23	0,46	2,5	12,6	0,1		

В питомнике 36 IDYN (2004 г.) образцы имели урожайность 1,5-4,9 т/га при уровне стандарта Омская янтарная 3,3 т/га (табл. 3.18). В питомнике 36 IDYN было выделено 9 образцов, продуктивность которых была близка к уровню стандарта, в сравнении с Омской янтарной по числу зерен в колосе, крупности зерна они не превышали значение стандарта. Выделившиеся образцы также не показали преимущества над стандартом по натуре зерна, но следует отметить, что у всех, за исключением Soty 9 / Rascon 37..., Labud 1 / Shag 23..., Plata 6 / Green 17..., натура зерна соответствовала 1 классу ГОСТ (выше 770 г/л). Цвет маракон на уровне Омской янтарной имели формы OSU-3880005/3 / Stot //Altar 84 T- (1891), Rissa / Gan / Poho 1, CNDO / Vee / Plata 8..., Plata 6 / Green 17. В этом питомнике 12 образцов не поражались бурой ржавчиной и твердой головней, среди которых только 3 формы

имели комплексную устойчивостью к бурой ржавчине, твердой головне, мучнистой росе и представляют интерес по натуре зерна и цвету макаронных изделий: Srn2//Yavaus/Hui/3, Cndo/Primadur//Hai, Silver3/ Rissa. Урожайность, выделившихся по иммунности генотипов, значительно уступала стандарту.

Таблица 3.18 – Наиболее урожайные образцы в питомнике 36 IDYN (2004 г.)

Название	Уро- жай- ность, т/ га	Масса 1000 зе- рен, г	Натура, г/л	Цвет ма- ка- рон, балл	Устойчивость к	
					твёрдой головне, %	мучнистой росе, балл
Stot//Altar 84/Ald	3,8	40,5	786	3,3	0	6
Rissa / Gan / Poho 1..	4,2	41,7	772	3,4	0	7
Skets / KRM // SLA 3...	4,2	40,8	776	3,3	0	7
Cndo / Vee / Plata 8...	4,2	39,5	773	3,4	0	7
Soty 9 / Rascon 37...	4,2	40,3	765	3,1	0	7
Labud 1 / Shag 23...	4,1	41,9	768	3,3	1,2	6
Plata 6 / Green 17...	3,9	42,1	765	3,4	1,5	6
Fulvous / Meowl 13/3 / Stot...	2,1	41,1	792	3,7	2	6
Shag 14 / Anade 1 // Kitti	2,8	39,5	779	3,6	1,8	7
Plata 22 / Magh 72...	2,6		775	3,6	1,6	6
Cndo/Primadur//Hai	2,9	39,7	780	3,5	0	8
Tarro 1 / 2*Yual 1 / Ajata 13...	4,1	38,6	786	3,5	1,1	7
Toska 26 / Raskon 37...	2,6	40,1	790	3,5	0	7
Duck 2 // Cham 3/3 / Ca- nanelo 9	4,0	37,8	789	3,8	0	7
Srn2//Yavaus/Hui/3/	2,4	40,8	775	3,6	0	9
Pata2//Sora/2*Plata	3,5	38,4	767	3,2	0	6
Chenl/Tez//Immer/3/	3,2	39,4	783	3,3	0	5
Shag_21/ Dipper_2/	2,9	37,9	776	3,3	0	6
Silver_3/ Rissa/	3,3	40,5	765	3,4	0	8
Tarro_1/Yuan_1//	3,2	40,5	771	2,9	0	7
По всем изученным образцам						
Мин.	1,5	24,2	724	2,8	0	0
Макс.	4,9	42,1	792	3,8	12,5	9
Среднее	3,3	26,4	769	3,3	3,5	5
Среднее по стандартам СИММИТ	3,3	34,8	773	3,3	1,5	6
Омская янтарная (мест- ный стандарт)	3,3	42,5	782	3,4	3,0	6
HCP ₀₅	0,23	0,46	12,6	0,1		

В питомнике 37 IDYN в условиях 2005 года размах изменчивости был намного меньше (от 1,8 до 2,7 т/га). В этом питомнике из 50 образцов наибольшую

урожайность показали 12. Уровень продуктивности этих форм находился в пределах 87-97 % от значения стандарта (табл. 3.19).

Таблица 3.19 – Наиболее урожайные образцы в питомнике 37 IDYN (2005 г.)

Название	Урожайность, т/ га	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г
Rascon21/Mque/Alo	2,00	40,0	33	1,31
Aas// Altar 84/Ald3	1,87	39,7	35	1,38
Aso89/Dukem4...	1,90	39,4	33	1,27
Adamar 15//Albia 1...	1,97	38,5	39	1,58
Ajata 12/F3 Local...	1,80	40,6	32	1,31
Cndo/Vee//7*Plata8	1,97	40,8	33	1,32
Eudo//Chen1/Tes/3/	1,97	39,9	34	1,34
Gaunt10/Snitan	1,97	39,5	34	1,34
Green18/Focha1...	1,93	40,1	39	1,59
Green 18/Bushen4...	2,00	40,8	35	1,38
Liro2/3/Ajata12...	1,87	39,3	34	1,35
По всем изученным образцам				
Мин.	1,80	24,3	24	0,5
Макс.	2,07	40,8	39	1,59
Среднее	1,95	32,2	28	1,01
Среднее по стандартам СИММИТ	1,98	38,5	28	1,48
Омская янтарная (местный стандарт)	2,07	40,6	38	1,52
HCP ₀₅	0,37	0,46	1,1	0,23

Среди образцов, представленных в таблице, по массе 1000 зерен следует отметить Ajata 12/F3 Local..., Cndo/Vee//7*Plata8, Green 18/Bushen4. Крупность зерна этих форм не отличалась от стандарта Омская янтарная (40,6-40,8 г). По озерненности колоса интерес представляют Adamar 15//Albia 1... и Green18/Focha1... У них сформировалось 39 зерен в колосе, а у стандарта - 38. Это преимущество обусловлено повышенным числом зерен в колоске, поскольку количество колосков в колосе существенно не отличалось от стандарта. Сочетание высокой озерненности колоса и относительной крупности зерна характерно для образцов Adamar 15//Albia 1..., Green18/Focha1. Поэтому неслучайно продуктивность колоса у них была самой высокой – 1,58 – 1,59 г.

В таблице 3.20 приведены наиболее продуктивные образцы питомника 38 IDYN, изученного в 2007 г.

Таблица 3.20 – Наиболее урожайные образцы в питомнике 38 IDYN (2006 г.)

Название	Урожайность, т/ га	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Цвет макарон, балл
Cndo/Primadur//...	3,78	40,4	767	3,5
Adamar_15//Albia_1	3,88	40,3	750	3,5
Avillo_1/Snitan	3,75	39,8	750	2,8
Chen_11/Poc/Tantlo	3,83	38,4	735	2,9
Lhnke/Hcn//Pata_2	3,92	40,8	777	3,0
Plata_7/Ilbol_1//...	4,08	41,3	756	3,1
Usda595/3/D67.3/...	3,92	39,5	770	2,8
Plata_7/Fillo_9//...	4,17	39,8	705	3,0
Plata_8/4/Garza/...	4,33	39,2	718	2,7
Bcris/Bicum//...	4,25	39,6	730	3,2
1a.1d 5+10-/2*Wb881	3,67	41,1	730	3,8
Skest/KRM//SLA/3/	3,08	40,8	738	3,9
По всем изученным образцам				
Мин.	2,52	28,2	656	2,5
Макс.	4,33	41,3	777	3,9
Среднее	3,31	29,6	746	3,3
Среднее по стандартам СИММИТ	3,56	36,8	768	3,3
Омская янтарная (местный стандарт)	4,38	41,5	782	3,4
HCP05	0,63	0,46	14,6	0,1

По урожайности выделено 11 образцов. По отношению к стандарту Омская янтарная урожайность этих форм достигала 85,6-98,9%. Размах изменчивости урожайности образцов в целом по питомнику был от 2,52-4,33 т/га. По количеству зерен в колосе (39-42 зерна) интерес представляют: Adamar 15//Albia 1, Avillo1/Snitan, Chen11/POC/Tantlo, Plata 7/Ilbol1//... У стандарта этот показатель составил 36 зерен. В условиях 2007 г. по натуре зерна все наиболее продуктивные генотипы значительно уступали стандарту и только у двух образцов - Lhnke/Hcn//Pata 2, Usda595/3/D67.3/..., показатель соответствовал 1 классу ГОСТ (770-777 г/л). У остальных образцов натурный вес находился в пределах 656 - 777 г/л. По цвету макарон выделяются: Cndo/Primadur, 1a.1d 5+10-/2*Wb881, Skest/KRM//SLA/3/ и Adamar 15//Albia 1 их цветовая оценка составляла 3,5-3,9 балла, у Омской янтарной – 3,4. Среди выделившихся по качеству зерна и макарон в этом питомнике заслуживают особого внимания 1a.1d 5+10-/2*Wb881 и Skest/Krm//Sla/3/., цветовая оценка которых достигала 3,8-3,9 балла. Однако по натуре зерна эти образцы значительно уступали стандарту. Кроме того, уровень урожайности этих форм составил 3,08- 3,67 т/га при массе 1000 зерен около 41 г

(на уровне стандарта). Урожайность изученных образцов колебалась в неблагоприятные годы от 0,27 до 1,25 т/га, а в благоприятные годы от 1,67 до 6,5 т/га при значении местного стандарта 1,38 и 4,63 т/га соответственно (табл 3.21).

Таблица 3.21 – Наиболее продуктивные образцы питомника IDYN

Родословная линий	Питомник IDYN	Урожайность	Цвет ма-карон	Ржавчина	
				Стебле-вая	Бурая
Rascon,37/2*Tar80 2	32,33	+	+	+	+
Ajaia_16//Hora/Jro/3/Gan/4/Zar	33,35	+	+	+	+
Altar84/860137//Thknee_9/3/Mque /Alo//Fcoa	34,35	+	+	+	+
Cado/Boomer_33	33,34	+	+	+	+
Dipper_2/Bushek 3	32,33	+	+	+	+
Plata_1/Snm//Plata 9	32,34,35	+	+	+	+
Rascon_39/Tilo_1	32,34	+	+	+	+
Pod_11/Yazi_1	33,34	+	+	+	+
Sn Turk Mi83-84 375/Nigris.5//Tantlo	32,33,34	+	+	+	+
Stot//Altar 84/Ald	35,36	+	-	+	+
Topdy_21/Rascon_33	33,34	+	+	-	+
Gaunt_10/Snitan	37,38	+	+	+	+
Plata_7/Fillo_9//Plata_21/3/Green_38/Bu shen_4/4/Stot//Altar 84/Ald	37,38	+	+	+	+

* + есть преимущество - преимущество нет

Средняя урожайность в питомниках IDYN почти совпадала со средним значением стандартов СИММИТ. Наибольшее количество продуктивных форм было выявлено в 32-34 питомнике IDYN. Всего за период исследования в этом питомнике было выделено 70 генотипов с повышенной продуктивностью, хорошим качеством зерна и комплексной устойчивостью к болезням, некоторые из этих образцов выделялись в течение нескольких лет.

Также нами в течение 4-х лет высевался питомник отбора IDSН (международный питомник для отбора), отобранные элитные колосья в последующем изучались в питомнике СП-1 и СП-2, но более 98% линий по адаптивности и урожайности браковались в СП-1, а остальные в СП-2.

Наглядным примером служат результаты изучение стандарта из питомников СИММИТ (Mexicali 75) и омских стандартов: Омской янтарной и Жемчужины Сибири (рис. 3.2). В среднем урожайность Mexicali 75 на 1,0-1,5 т/га ниже.

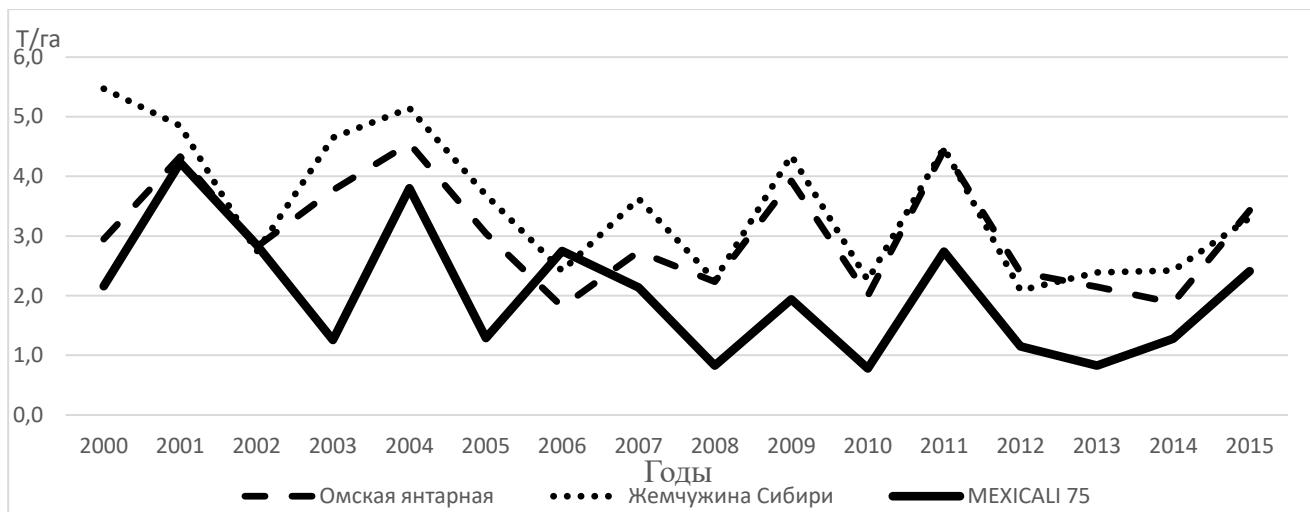


Рисунок 3.2 - Сравнительная урожайность стандартов в питомнике ЭСИ 2000-2015 гг.

В плане устойчивости к полеганию изученный материал из питомников СИММИТ однотипен, все образцы короткостебельные, высота растения достигает 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. 3.22).

Таблица 3.22 – Характеристика наиболее устойчивых к полеганию образцов из коллекции СИММИТ (2000-2008 гг.)

Сорт, образец	Уро-жай-ность т/га	По-лега-ние балл	Длина стебля, см	1 междоузлие			2 междоузлие		
				Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм	Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм
Жемчужина Сибири st	3,42	4,75	89,90	2,72	2,18	2,54	7,15	2,23	3,06
Mexicali75	1,87	5	46,97	2,85	1,95	2,56	4,41	2,10	2,84
Yavaros79	1,83	5	43,13	2,40	2,06	2,44	3,70	2,23	2,70
Kucuk	1,93	5	44,73	2,39	2,05	2,63	4,47	2,28	2,83
Shake_3/Green_18	1,78	5	49,70	2,45	2,05	2,72	4,25	2,20	2,93
Silver_26/Toska_26	1,82	5	57,2	3,00	2,04	2,88	5,90	2,30	3,14
Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls_5//Tantlo_1	1,78	5	54,17	2,33	2,20	3,12	4,02	2,23	3,42
Sooty_15/Kapude_1	1,64	5	60,90	3,49	2,09	2,81	5,99	2,11	3,15
HCP05	1,3	0,01	10,8	0,10	0,06	0,08	0,86	0,03	0,07

Несмотря на то, что каждый год нами в питомниках EDUYT и IDYN выделя-

лись образцы на уровне стандарта или превышающие его по урожайности, в среднем за несколько лет изучения они оказывались менее продуктивны.

В дополнение к вышеизложенному, различия между образцами местной селекции и линиями CIMMYT оценено с помощью анализа главных компонент в двухмерном пространстве рисунок 3.3, где наглядно видны различия, длина вектора представляет групповую корреляцию признака, а направленность вектора вдоль главных компонент свидетельствует о вкладе признака в изучаемую группу.

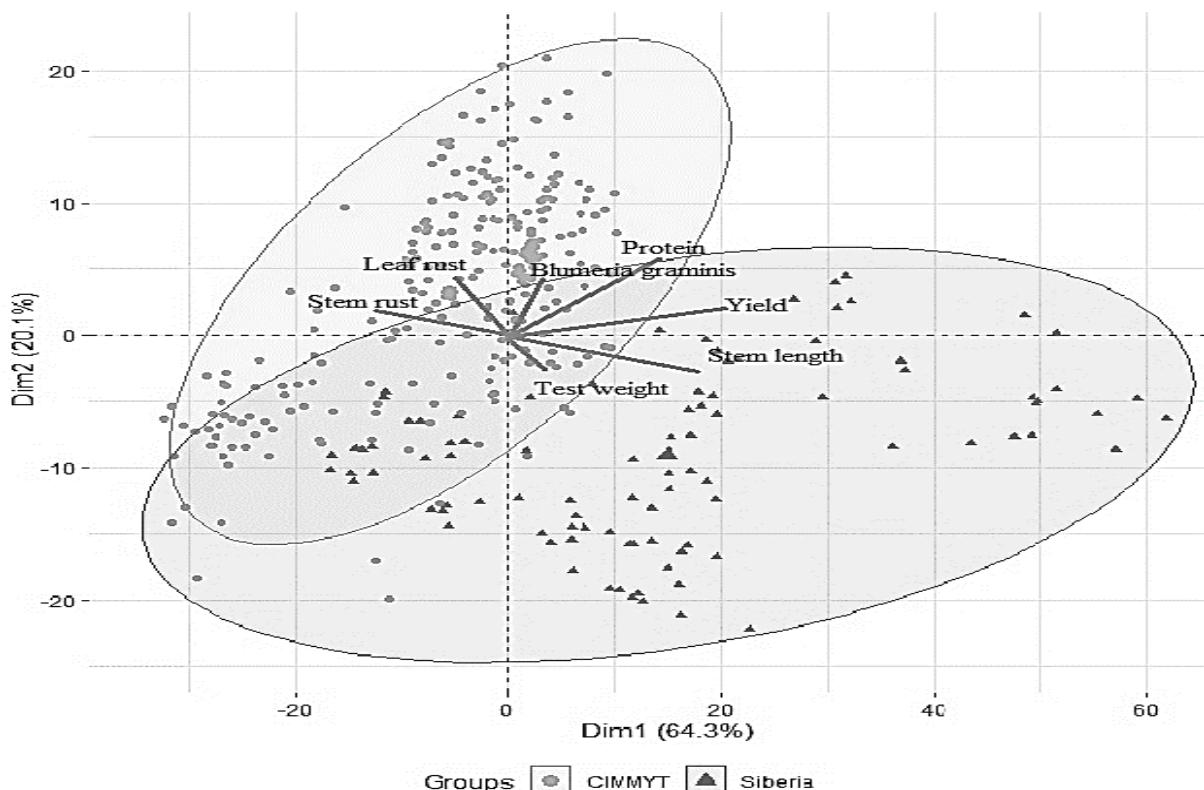


Рисунок 3.3 – Анализ главных компонент основных хозяйствственно-ценных признаков линий твердой пшеницы селекции CIMMYT и Омского АНЦ (2000-2004 г.)

Таким образом, в результате оценки образцов твёрдой пшеницы селекции CIMMYT было 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.

По результатам оценки была сформирована коллекция из 150 линий, которые были использованы в селекции яровой твердой пшеницы в СибНИИСХ (ныне Ом-

ский АНЦ). Также были выявлены и негативные факторы использования этого материала:

- основная часть исходного материала из CIMMYT 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 этого материала 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 условий интенсивного ведения растениеводства, поскольку значительное сокращение высоты приводит к понижению продуктивности и ее основных элементов (продуктивной кустистости, числа колосков и зерен в колосе, крупности зерна), так же формируется более короткое колеоптиле и уменьшается площадь листовой поверхности (Trethowan et al., 2001; Цыганков И.Г. и др., 2003; Евдокимов М.Г., 2006; Юсов В.С., 2021).
- разновидностный состав линий CIMMYT представлен белоколосыми формами – (var. *leucurum*, var. *leucomelan* и var. *melanoporus*). Ранее 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 остьей (var. *hordeiforme*) (Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2001).

3.3 Генофонд программы КАСИБ в селекции яровой твердой пшеницы

В Западной Сибири твердая пшеница возделывается в степной и южной лесостепной зонах. Это типичный аридный регион, с недобором осадков и высокими температурами в отдельные периоды вегетации. Очень часто в условиях Сибири и Северного Казахстана в течение вегетационного периода проявляются засухи различного вида, которые вносят существенные корректизы в производство зерна

пшеницы, потери зерна достигают 50%. Проявляются как почвенные, так и воздушные типы засухи, с преобладанием почвенных, а в отдельные годы наблюдаются оба вида засухи. Несмотря на общий дефицит влаги в условиях Западной Сибири в отдельные годы наблюдается полегание твердой пшеницы, которое вызывает недобор зерна, снижает качество, поскольку его формирование происходит в неблагоприятных условиях. Для оценки генотипов по этим показателям необходимо испытывать их в различных экологических пунктах, поскольку информативность становится полнее при комплексной оценке в процессе изучения их в разных почвенно-климатических зонах.

Казахстанско-Сибирская сеть по улучшению пшеницы (КАСИБ), основанная СИММИТом в 2000 году, в настоящее время объединяет 21 селекционное учреждение Казахстана, Западной Сибири, Урала, Алтая, Поволжья, зона деятельности которых охватывает территорию более 20 млн. га возделывания пшеницы.

Преимущества сети КАСИБ заключаются, прежде всего, в том, что:

- испытание образцов осуществляется на обширной территории региона (43-55 градусов северной широты и 55-85 градусов восточной долготы) с диапазоном осадков 250-500 мм;
- каждый участник сети регулярно получает обширный лучший генетический материал от всех организаций КАСИБ;
- каждому участнику сети предоставляется возможность испытать свои образцы на огромной территории расположения организаций КАСИБ;
- налаженное сотрудничество в рамках КАСИБ позволяет использовать эту сеть для эффективного и быстрого решения любых научно-технических и внедренческих задач в регионе, особенно проектов, требующих мобилизации большого числа исполнителей (таких, как борьба с опасными инфекционными болезнями, биофортifikация и др.) (Моргунов А.И., 2003; Карабаев М. и др., 2007; Браун Х.И. и др., 2016).

3.3.1 Адаптивный потенциал сортов питомников КАСИБ

Экологическая пластиность сортов тесно связана с их нормой реакции на факторы внешней среды. (Белан И.А., 1994). Понятие «стабильность» и «пластиность» в отечественной и зарубежной литературе трактуется по-разному, что затрудняет оценку и их использование при отборе (Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989). При этом существует несколько мнений различных авторов, характеризующих стабильность сортов В иностранной литературе чаще всего встречается термин стабильность, а в отечественной литературе «экологическая пластиность» (Бурдун А.М, Лопатина Л.М., 1981; Eberhart S.A., Russel W.A, 1966; Пакудин В.З., Лопатина Л.М., 1979).

Одна из причин расхождения в трактовках этих понятий заключается в различии применяемых подходов – регрессионный, дисперсионный, кластерный и др. (Юсов В.С., 2001; Зыкин В.А. и др., 2007; Зыкин В.А. и др., 2011; Чешкова А.Ф. и др., 2020).

Э.Д. Неттевич с соавторами (1985) предложили для оценки экологической пластиности сорта использовать показатель уровня его стабильности (ПУСС), одновременно учитывающий уровень и вариабельность урожайности. ПУСС позволяет оценить адаптивные свойства сортов в различных эколого-географических зонах, что важно для экологического сортоиспытания. Показателем адаптивности и экологической пластиности сортов является их устойчивость к стрессу, вычисляют ее по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$) – это показатель стрессоустойчивости (Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш., Сапега С.В., 2012).

В зарубежной практике для получения информации о генотип-средовых взаимодействиях очень широко используется метод (AMMI), сочетающий в себе дисперсионный анализ для расчета аддитивных эффектов и анализ главных компонент для мультиплекативных, неаддитивных эффектов (Gauch H.G., Zobel, R.W., 1997; Hongyu K. et al., 2014; Mondo J.M. et al., 2019). Он позволяет исключить остаточные отклонения или шумовые отклонения от взаимодействия генотипа и среды, а также

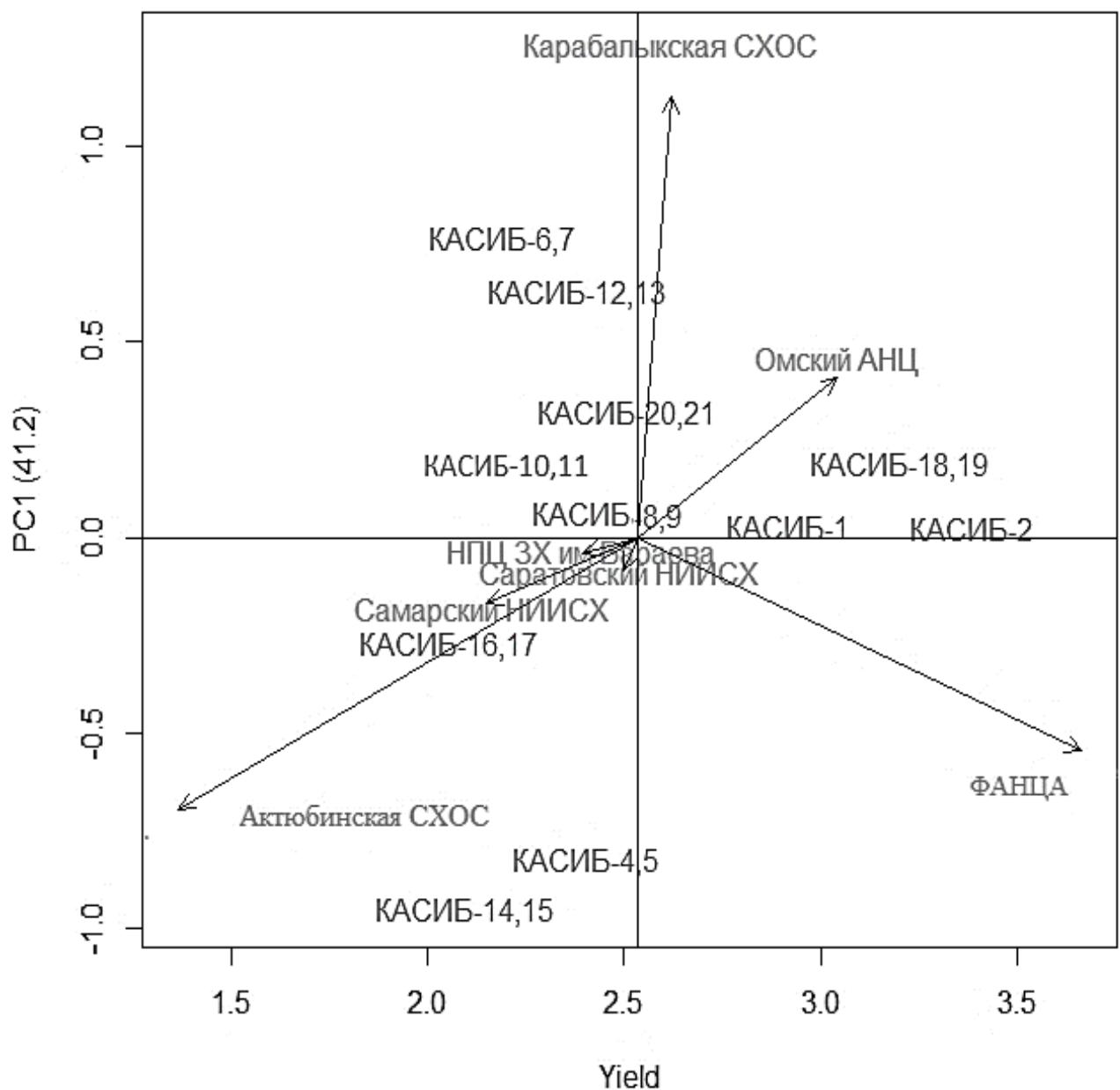
генерирует оси главных компонентов, которые сохраняют вариацию этого взаимодействия в порядке убывания. Меньшие значения ASV указывают на более стабильные генотипы. Индекс стабильности взаимодействия YSI включает как среднее значение показателя, так и стабильность в одном критерии. Более наглядное представление данных из нескольких сред и идентификацию генотипов с широкими и специфическими адаптациями обеспечивает AMMI biplot, сгенерированный с использованием генотипических и экологических оценок мультиплексивных компонентов AMMI для перекрестной оценки взаимодействия генотипов и сред (Yan W. et al., 2007).

Разрешающая способность методов оценки адаптивной способности не одинакова и оценка по одному методу не отражает полностью свойства генотипов для объективной оценки необходимо использовать комплекс показателей (Юсов В.С., Евдокимов М.Г., 2001; Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2004)

Селекционный материал питомников КАСИБ был изучен в различных почвенно-климатических зонах России и Казахстана. Дисперсионный анализ полученных данных показывает, что имеются достоверные различия по сортам и экологическим пунктам, а также по взаимодействию между ними. Наибольшее влияние на урожайность оказали экологические пункты (30-40%) и годы изучения (45-50%). Фенотипическое варьирование составило 41,2% (рис.3.4).

Наиболее жесткие условия для возделывания твердой пшеницы складывались в Актюбинской СХОС (Казахстан), средняя урожайность по всем питомникам была самой низкой в этом пункте – 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. Наиболее благоприятные условия складываются в Барнауле и Омске. В остальных экологических точках урожайность была в пределе – 2,55-2,62 т/га. По средней урожайности набора сортов из учреждений оригиналаторов в КАСИБ 1 преимущество имели сорта селекции Омский АНЦ (табл. 3.23); во втором КАСИБе – Карабалыкской СХОС; в 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, Самар-

ский НИИСХ и Омский 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. Средняя по всем питомникам была выше по сортам Самарского НИИСХ и Омского АНЦ.



Здесь и далее Yield – урожайность

Рисунок 3.4 – Средняя урожайность твердой яровой пшеницы по питомникам КАСИБ в экологических пунктах.

Таблица 3.23 - Средняя урожайность сортов по учреждениям - оригиналаторам в питомниках КАСИБ, т/га
(2000-2021 гг.)

Оригинатор	КАСИБ										Средняя	
	1	2	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19		
Актюбинская СХОС	–	3,20	2,57	2,38	2,54	2,29	2,48	2,14	2,15	3,25	2,36	2,54
Карабалыкская СХОС	3,22	3,45	2,61	1,97	2,69	2,22	2,31	2,31	2,15	2,86	2,06	2,46
НПЦ ЗХ им Бараева	–	–	2,74	–	2,53	–	2,40	2,33	1,74	3,12	2,27	2,59
ТОО Казахский НПЦ ЗиР	2,99	–	–	2,00	–	2,12	2,05	1,96	1,78	2,8	2,11	2,12
Омский АНЦ	3,46	3,05	2,62	2,67	2,45	2,63	2,65	2,8	2,32	3,39	2,74	2,73
ФАНЦА	–	–	2,44	2,46	2,49	2,44	2,63	2,24	2,02	3,11	2,56	2,49
Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН	–	–	–	–	–	–	2,79	2,29	3,03	3,52	2,71	2,87
ФГБНУ "ФАНЦ Юго-Востока"	–	–	–	–	–	–	–	–	2,21	3,29	2,43	2,64
HCP ₀₅	0,12	0,25	0,27	0,11	0,14	0,17	0,20	0,20	0,21	0,23	0,16	0,17

КАСИБ 1 был сформирован весной 2000 г. по яровой твердой пшенице. В то время было изучено 23 образца. На биплоте (рис. 3.5) показан средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 66,0% фенотипического варьирования урожайности по взаимодействию GxE (генотипа и среды).

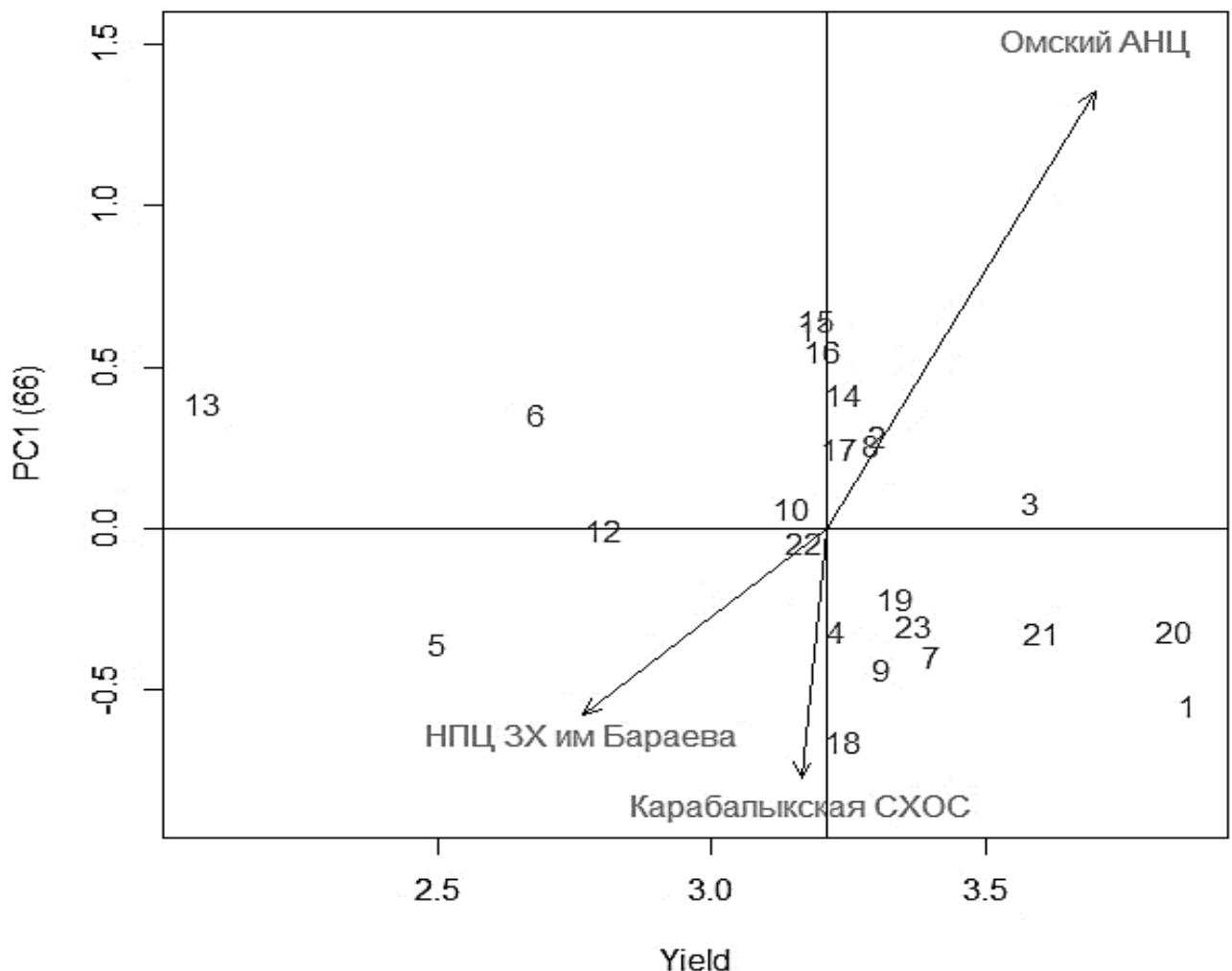


Рисунок 3.5 - АММІ биплот генотипов твердой пшеницы питомника
КАСИБ 1 (2000 г.)
(нумерация сортов как в табл.3.24)

Наиболее благоприятные условия и наибольшая дифференциация генотипов складывались в Омском АНЦ. Во всех пунктах изучения самыми урожайными были: Кустанайская 30, Аметист, Оренбургская 2, Омская янтарная (таблица 3.24). При изучении этого питомника в Омском АНЦ по урожайности выделились об-

разцы: Кустанайская 1, Оренбургская 2, 430.88, 242.93, 17590, 17394. Наиболее оптимальные эффекты аддитивных и мультиплекативных взаимодействий GxE проявляются у образцов: Оренбургская 2, Кустанайская 52, 430.88, Ангел.

Таблица 3.24 - Урожайность и параметры экологической пластиности питомника КАСИБ 1 (2000г.)

№	Образец	Оригина тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel	Урожайность, т/га		
			ASV	YSI		средняя по всем пунктам	Омский АНЦ	
1	Кустанайская 30	Карабалыкская СХОС	1,26	22	0,47	2,01	3,87	3,61
2	Кустанайская 1		0,61	17	1,40	0,36	3,30	4,20
3	Оренбургская 2		0,47	9	0,67	0,46	3,58	4,14
4	Кустанайская 28		0,61	23	0,29	0,12	3,23	3,25
5	182.93		0,84	37	0,43	0,11	2,50	2,41
6	392.93		0,88	38	1,20	1,16	2,68	3,64
7	Кустанайская 52		0,88	21	0,45	0,04	3,40	3,25
8	430.88		0,51	17	1,61	0,07	3,29	4,17
9	160.93		1,05	26	0,78	0,18	3,31	3,08
10	362.91		0,23	21	1,38	0,04	3,15	3,75
11	242.93		1,21	36	2,65	0,16	3,19	4,63
12	6801-34-6	КАЗНИИЗР	0,23	23	1,26	0,10	2,80	3,31
13	654-1-2-3-4		0,75	36	2,00	0,08	2,07	3,15
14	17950		0,83	26	2,20	0,03	3,24	4,38
15	17590		1,27	39	2,75	0,15	3,19	4,68
16	17394		1,11	34	2,69	0,01	3,20	4,55
17	18053		0,48	19	1,63	0,04	3,23	4,10
18	18022-1		1,30	34	0,33	0,84	3,24	2,76
19	Ангел	Омский АНЦ	0,42	11	0,51	0,05	3,33	3,50
20	Аметист		0,62	12	0,16	0,04	3,84	3,85
21	Омская янтарная		0,74	15	0,70	0,70	3,60	3,65
22	Омский рубин		0,18	19	0,71	0,03	3,17	3,58
23	Омский корунд		0,71	17	0,75	0,67	3,37	3,45
	HCP ₀₅						0,12	0,16

Расчет по методу S.A. Eberhart, W.A. Russell позволяет дифференцировать сорта на 3 группы: 1 – наиболее ценные сорта, это стабильные хорошо отзывающиеся на условия выращивания генотипы 430.88, 654-1-2-3-4, 17950, 17394, 18053; 2 – ценные, это высокостабильные сорта, увеличивающие урожайность пропорционально улучшающимся условиям среды; 3 – характеризующиеся слабой реакцией

на улучшение условий среды или экстенсивные сорта Кустанайская 52, Ангел, Аметист.

КАСИБ 2 в количестве 21 образца испытывался в 2001 г. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 59,4% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.6.

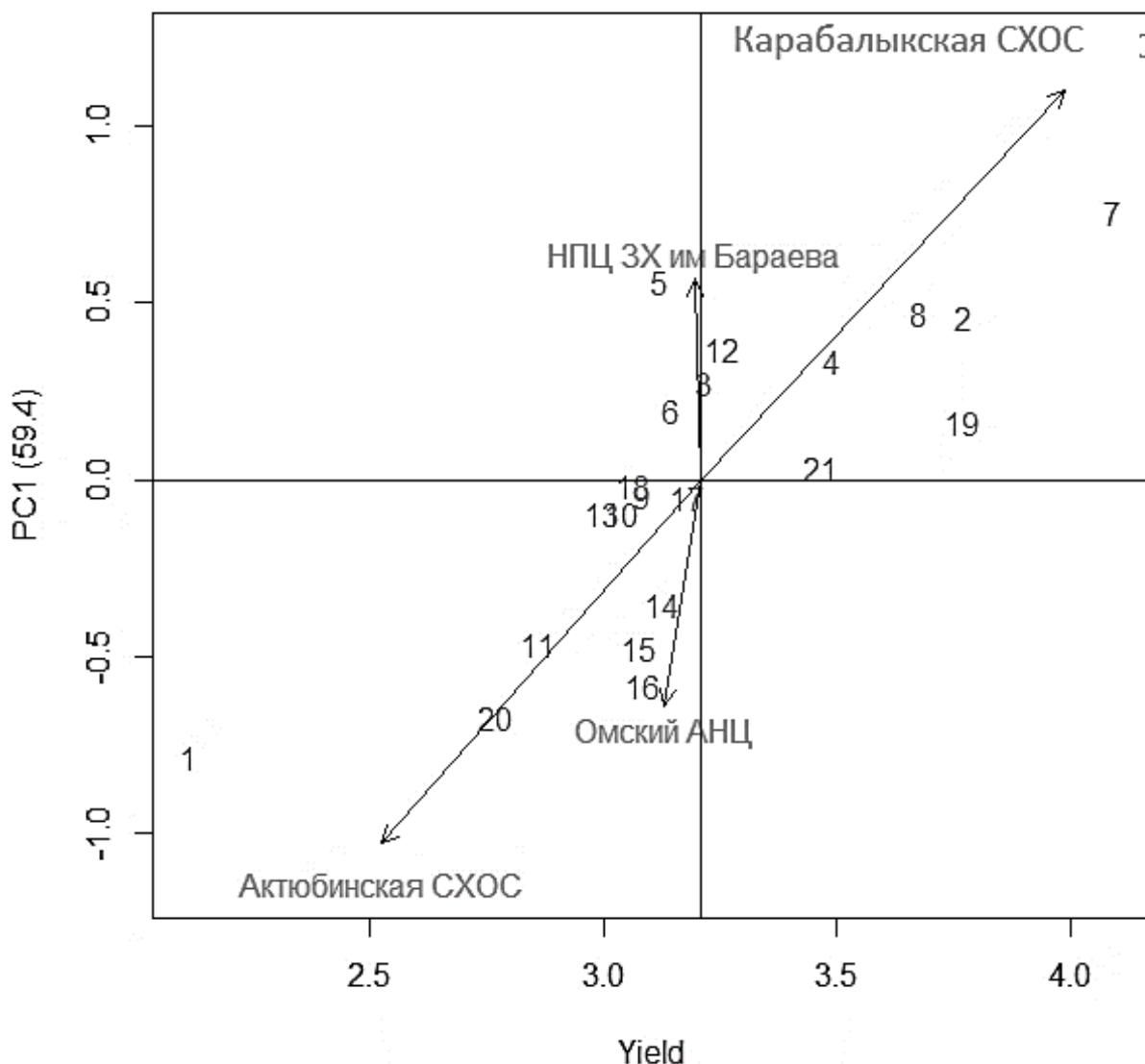


Рисунок 3.6 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы питомника КАСИБ 2 (2000г.)
(нумерация сортов как в табл.3.25)

Из четырех экологических пунктов наиболее благоприятные условия складывались на Карабалыкской СХОС, а наиболее жесткие – в Актюбинской СХОС. В этих же пунктах наблюдалась наибольшее варьирование урожайности.

По всем пунктам изучения самыми урожайными генотипами были Горд. 430-88, Горд. 242-93, Горд. 127-89, 463-МС (таблица 3.25). В условиях Омского АНЦ по урожайности выделились образцы: Горд. 430-88, Каргала 3, Каргала 9.

Таблица 3.25 – Урожайность и параметры экологической пластиичности питьевника КАСИБ 2 (2021 г.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га	
			ASV	YSI	B_i	$\sigma^2 d_i$	средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
1	Э 683	НИИПБ-Отар	1,66	42	0,11	0,78	2,11	3,19
2	Горд. 430-88	Карабалыкская СХОС	1,00	17	1,89	0,16	3,77	3,83
3	Горд. 182-93		0,73	15	1,47	0,36	3,22	3,42
4	Горд. 59-92		0,71	11	1,58	0,04	3,49	3,25
5	Горд. 207-92		1,18	29	2,10	0,03	3,12	2,96
6	Горд. 362-91		0,78	20	0,96	0,71	3,15	2,90
7	Горд. 242-93		1,60	21	2,31	0,20	4,09	3,38
8	Горд. 127-89		0,99	18	1,73	0,14	3,68	3,18
9	Горд. 94-71		0,19	15	1,05	0,05	3,09	3,10
10	Горд. 91-102-6	Омский АНЦ	0,20	20	0,74	0,02	3,04	2,82
11	Горд. 91-22-2		0,98	32	0,05	0,02	2,86	2,77
12	Горд. 91-156-6		0,80	19	1,61	0,12	3,25	3,11
13	Горд. 91-96-1		0,66	23	0,41	0,51	3,00	2,78
14	Горд. 90-111-13		0,75	19	0,26	0,00	3,13	3,11
15	Каргала 3	Актюбинская СХОС	1,05	31	0,55	0,63	3,08	3,65
16	Каргала 9		1,22	31	0,16	0,33	3,09	3,72
17	Каргала 16		0,19	11	0,86	0,07	3,18	2,86
18	Каргала 18		0,27	20	0,90	0,16	3,06	2,60
19	463-МС		0,78	12	1,37	0,64	3,77	3,08
20	383-МС		1,41	39	0,19	0,09	2,77	3,05
21	452-МС		0,79	17	1,30	0,74	3,47	3,04
	HCP ₀₅						0,18	0,21

Наиболее оптимальные эффекты аддитивных и мультиплекативных взаимодействий GxE проявляются у образцов: Горд. 182-93, Горд. 59-92, Горд. 91-156-6, Каргала 16, 463-МС. По методике S.A. Eberhart, W.A. Russell к 1-й группе относятся Горд. 430-88, Горд. 59-92 и Горд. 91-156-6, ко второй группе – Горд. 94-71 и к третьей – Горд. 91-22-2, Горд. 90-111-13, Каргала 16, 383-МС.

Четвертый и пятый КАСИБ насчитывал 14 номеров и изучался в 2003- 2004 гг. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 55,1% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.7. Наиболее благоприятные

условия складывались в ФАНЦА и в этом же пункте наблюдается наибольшее варьирование урожайности, несколько худшие условия для формирования урожайности складывались в Карабалыкской СХОС и Омском АНЦ. По всем экологическим пунктам выделяются генотипы: Жемчужина Сибири, Линия 173/93-1, Каргала 30. Наиболее оптимальные эффекты аддитивных и мультиплекативных взаимодействий GxE выражены у образцов: Жемчужина Сибири и Линия 173/93-1.

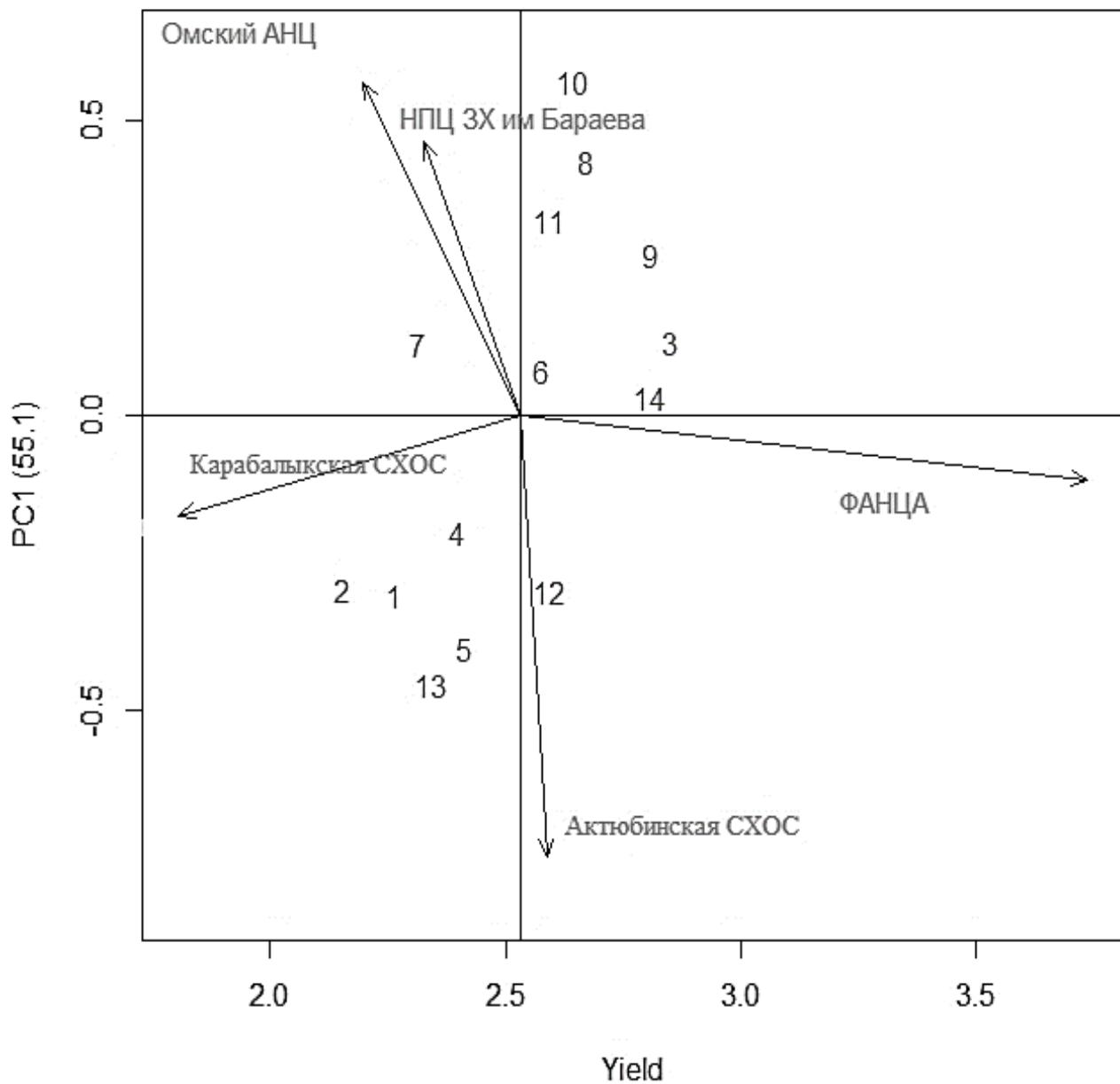


Рисунок 3.7 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы питомника КАСИБ 4-5 (среднее 2003 и 2004 гг).
(нумерация сортов как в табл.3.26)

Несколько сильнее взаимодействие GxE проявляется у генотипов: Горд. 415, Дамсинская янтарная, Каргала 30 (таблица 3.26).

По методике S.A. Eberhart, W.A. Russell к 1 группе относятся Горд.91-144-4 и Алтайская Нива; к второй группе – ТС-15, Горд. 415, Дамсинская янтарная, Каргала 28; к третьей группе все остальные генотипы. При изучении этого питомника в Омском АНЦ по урожайности выделились: Жемчужина Сибири, Горд. 415, Дамсинская янтарная, Линия 173/93-1, Костанайская 12, Каргала 30; низкую урожайность в этих условиях формировали ТС-15 и Каргала 29.

Таблица 3.26 – Урожайность и параметры экологической пластиности питомника КАСИБ 4-5 (среднее 2003 и 2004 гг.)

№	Образец	Оригина- тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га	
			ASV	YSI	B_i	$\sigma^2 d_i$	средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
1	Коллективная 2	Курган НИИСХ	0,63	20	0,95	0,07	2,26	1,76
2	ТС-15		0,66	23	1,01	0,08	2,15	1,55
3	Жемчужина Си- бири	Омский АНЦ	0,34	3	0,97	0,13	2,85	2,67
4	Горд.91-144-4		0,43	13	1,15	0,08	2,40	1,90
5	Алтайская Нива	ФАНЦА	0,82	19	1,14	0,14	2,42	1,85
6	Горд. 415		0,45	13	1,03	0,09	2,58	2,60
7	Горд.417		0,26	13	0,93	0,06	2,32	2,09
8	Дамсинская ян- тарная	НПЦ ЗХ им Бараева	0,91	16	1,02	0,14	2,67	2,47
9	Линия 173/93-1		0,57	8	0,90	0,02	2,81	2,70
10	Костанайская 12	Караба- лыкская СХОС	1,17	19	0,93	0,13	2,64	2,63
11	Асангали		0,84	18	1,01	0,18	2,59	2,17
12	Каргала 28	Актюбин- ская СХОС	0,66	14	1,04	0,09	2,59	2,11
13	Каргала 29		1,01	24	1,07	0,17	2,34	1,48
14	Каргала 30		0,43	7	0,85	0,13	2,80	2,78
	НСР ₀₅						0,08	0,11

Шестой и седьмой КАСИБ прорабатывался в течение 2005-2006 гг. Объем изучения в этом питомнике составлял 16 генотипов. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 54,2% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.8.

Наиболее благоприятные условия складывались в Карабалыкской СХОС и в этом же пункте наблюдается наибольшее варьирование урожайности. Несколько худшие условия для формирования урожайности складывались в Омском АНЦ и ФАНЦА, а наиболее жесткие в Актюбинской СХОС. По всем экологическим пунк-

там выделяются генотипы: Алтайская нива, Горд.94-9-1, Каргала 303. К сортам экспансивного типа относятся: Асангали, Карабалыкская черноколосая, Наурыз 7, Наурыз 8, Горд. 429, Горд.94-94-13, Каргала 24, Каргала 303.

К группе интенсивных сортов можно отнести сорт Алтын дала. Наиболее сбалансированное взаимодействие GxE проявляется у образцов: Горд.94-9-1, Каргала 303

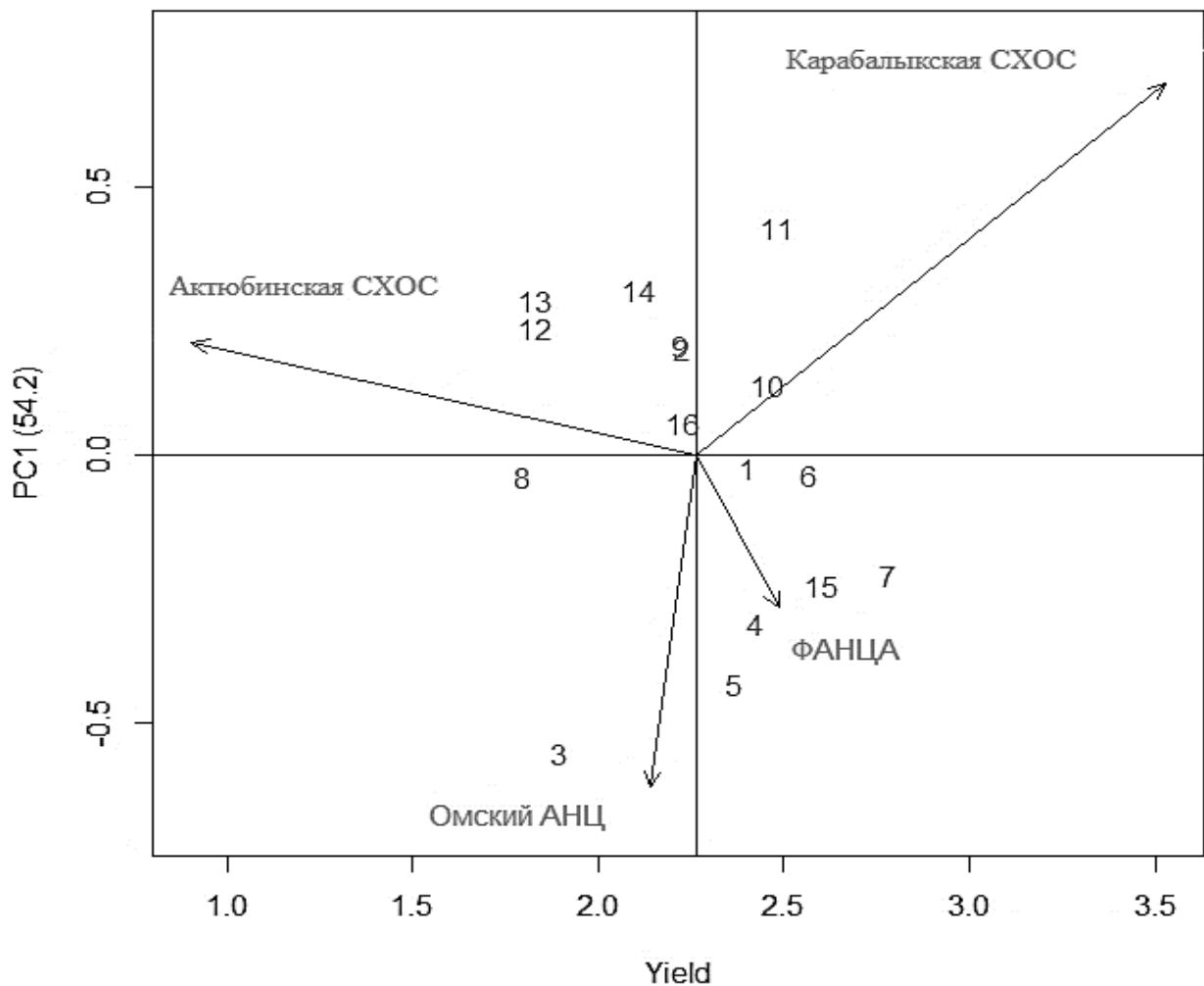


Рисунок 3.8 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы питомника КАСИБ 6-7 (среднее 2005 и 2006 гг.)
(нумерация сортов как в табл.3.27)

В условиях Омского АНЦ по урожайности выделились: Горд.426, Горд. 429, Горд.94-9-1, Горд.94-94-13, Субастрале 489 с урожайностью 2,46-2,69 т/га. (табл.3.27). Наименее продуктивными образцами являлись Карабалыкская черноколосая, Наурыз 7, Наурыз 8, Сеймур, их урожайность составляла 1,54-1,77 т/га.

Таблица 3.27 - Урожайность и параметры экологической пластиности питомника КАСИБ 6-7 (среднее 2005 и 2006 гг.)

№	Образец	Оригина- тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
			ASV	YSI	Bi	σ_{2di}		
1	Алтайская нива	ФАНЦА	0,11	8	1,08	0,16	2,40	2,34
2	Алтын дала	Карабалык- ская СХОС	0,42	16	1,25	0,13	2,23	2,24
3	Асангали		1,13	29	0,94	0,25	1,90	2,34
4	Горд.426	ФАНЦА	0,63	17	0,99	0,12	2,42	2,46
5	Горд. 429		0,84	22	0,93	0,25	2,37	2,69
6	Горд.94-9-1	Омский АНЦ	0,12	5	1,04	0,07	2,57	2,53
7	Горд.94-94-13		0,66	14	0,93	0,22	2,78	2,62
8	Карабалыкская черноколосая	Карабалык- ская СХОС	0,19	20	0,95	0,07	1,80	1,73
9	Каргала 24	Актюбин- ская СХОС	0,40	17	0,90	0,14	2,22	1,88
10	Каргала 303		0,37	10	0,73	0,22	2,46	1,93
11	Каргала 447		0,87	19	1,02	0,22	2,48	2,23
12	Наурыз 7	ТОО Казах- ский НПЦ ЗиР	0,55	24	1,08	0,12	1,83	1,77
13	Наурыз 8		0,59	24	1,01	0,15	1,83	1,54
14	Сеймур		0,64	24	1,15	0,07	2,11	1,73
15	Субастрале 489	ФАНЦА	0,53	10	1,02	0,15	2,60	2,62
16	Тома	ТОО Казах- ский НПЦ ЗиР	0,13	13	0,98	0,03	2,23	2,01
	НСР ₀₅						0,09	0,13

В восьмом и девятом КАСИБ в течении 2007 и 2008 гг. испытывалось 13 генотипов. Средний (основной) эффект стабильности генотипа и среды, отражающий 74,1% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.9. Все пункты изучения резко различались по взаимодействию G x E.

Наибольшее варьирование по урожайности наблюдалось в ФАНЦА и Актюбинской СХОС, при этом в этих пунктах наблюдается обратная корреляция экологических условий. Неблагоприятные условия сложились в Актюбинской СХОС и хорошие условия в ФАНЦА.

По всем экологическим пунктам выделяются генотипы: Каргала 1514/06, Алтын шыгыс, Алтын дала. Так же эти генотипы по параметрам ASV и YSI относятся к высоко стабильным. Несколько хуже стабильность у генотипов: Лан, Горд. 462 и Горд. 553 (таблица 3.28). К группе интенсивных сортов относятся – Лан, Горд. 462, Горд. 553, Горд. 94-24-12, Горд. 96-160-8 (Омская степная).

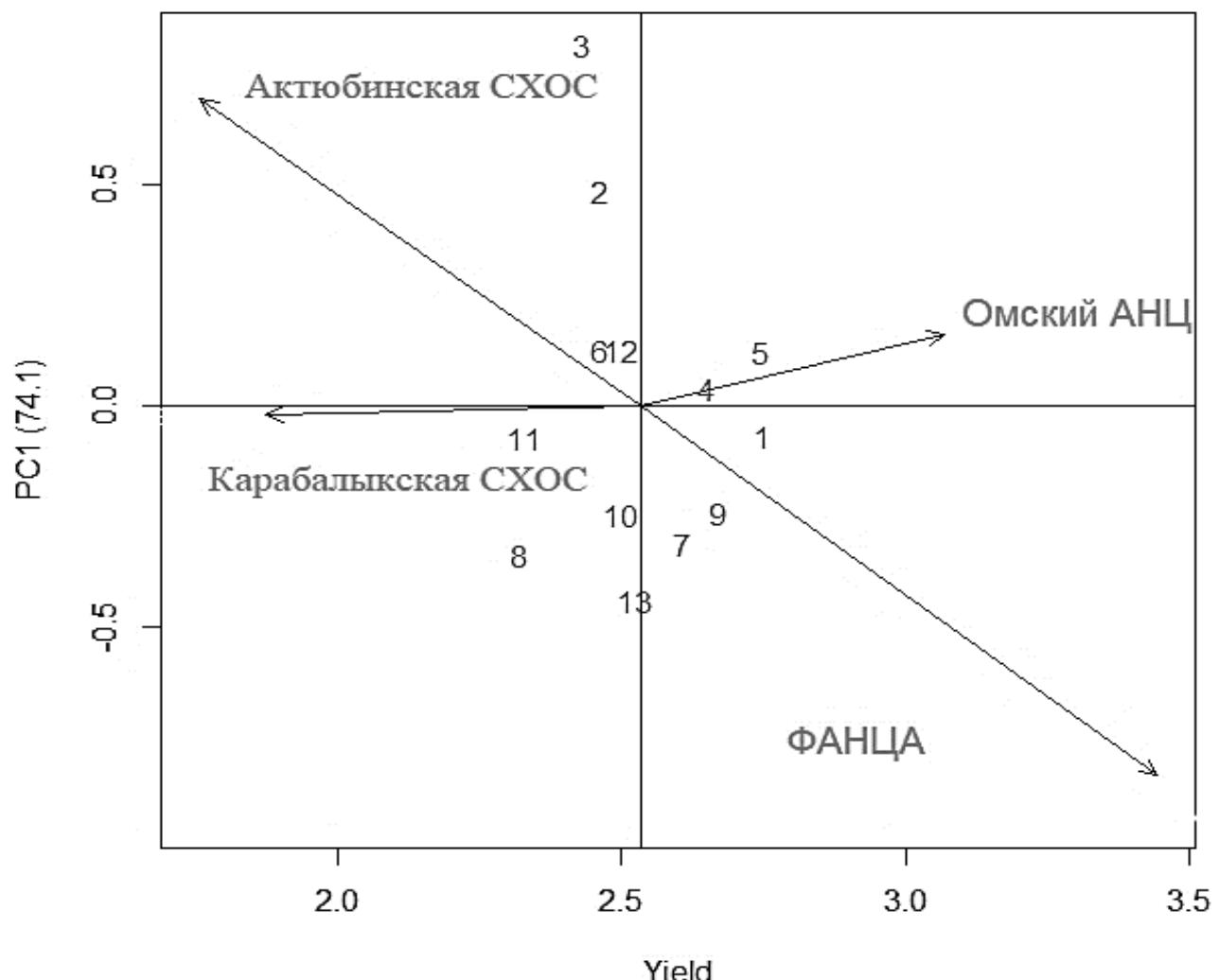


Рисунок 3.9 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы питомника КАСИБ 8-9 (среднее 2007 и 2008 гг.)
(нумерация сортов как в табл.3.28)

По урожайности в Омском АНЦ выделяются: Каргала 1514/06, Алтын дала, Лан, Горд. 462, Горд. 553, Горд. 94-24-12, Горд. 95-139-4 с урожайностью 3,41-3,83 т/га.

Таблица 3.28 – Урожайность и параметры экологической пластиности питомника КАСИБ 8-9 (среднее 2007 и 2008 гг.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры АММІ		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га
			ASV	YSI	Bi	σ_{2di}	
1	Каргала 1514/06	Актюбин-ская СХОС	0,32	2	0,99	0,15	2,75
2	Каргала 1515/06		2,31	21	0,77	0,10	2,46
3	Каргала 1516/06		3,89	24	0,57	0,19	2,43
4	Алтын шыгыс	Карабалык-ская СХОС	0,44	6	0,99	0,06	3,42

Окончание таблицы 3.28

5	Алтын дала		0,59	6	1,06	0,08	2,74	3,83
6	Наурыз 6	ТОО Казах- ский НПЦ ЗиР	0,63	16	0,94	0,03	2,46	3,19
7	Лан		1,55	14	1,11	0,09	2,61	3,69
8	Алтайская нива	ФАНЦА	1,64	23	1,00	0,14	2,32	2,90
9	Горд. 462		1,17	11	1,12	0,09	2,67	3,61
10	Горд. 553		1,16	14	1,12	0,07	2,50	3,42
11	Горд. 94-24-12	Омский АНЦ	0,51	15	1,10	0,07	2,33	3,45
12	Горд. 95-139-4		0,62	13	0,98	0,10	2,50	3,45
13	Горд. 96-160-8		2,10	17	1,24	0,14	2,52	3,29
	HCP ₀₅						0,07	0,24

Следующий КАСИБ 10-11 был изучен в 2009 и 2010 гг. с объемом проработки 14 генотипов. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 62,4% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.10.

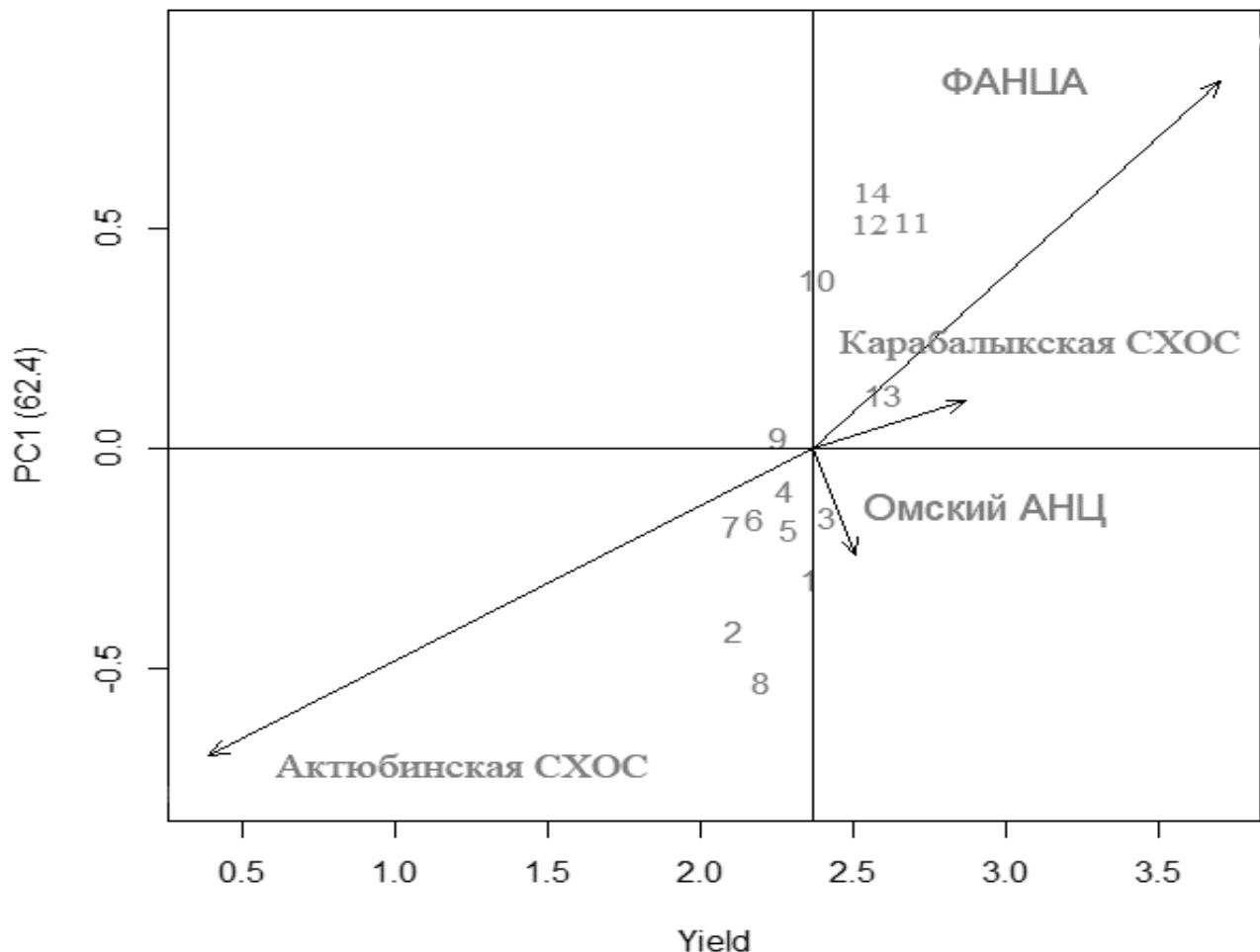


Рисунок 3.10 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы пивомника КАСИБ 10-11 (среднее 2009 и 2010 гг.)
(нумерация сортов как в табл.3.29)

Наибольшее варьирование по урожайности, как и в предыдущем КАСИБе выявлено в ФАНЦА и Актюбинской СХОС, при этом в этих пунктах также наблюдается обратная корреляция экологических условий. Очень жесткие условия сложились в Актюбинской СХОС и хорошие – в ФАНЦА. В Омском АНЦ и Карабалыкской СХОС были удовлетворительными и почти не разделяли генотипы по урожайности. По всем изученным пунктам по урожайности выделяются генотипы: Горд. 561, Горд. 97-49-1, Горд. 98-42-1, Горд. 99-42-2 (таблица 3.29). К сортам интенсивного типа относятся: Горд.561, Горд.97-49-1 и Горд. 98-42-1, а к сортам экспансивного типа с высокой стабильностью – Каргала 69, Каргала 1538, Каргала 1540, Кустанайская 10, Болашак, Нурлы, 18095. В Омском АНЦ высокую урожайность сформировали: Каргала 69, Алтайский янтарь, Горд.561, Горд.97-49-1, Горд. 98-42-1, Горд. 99-42-2.

Таблица 3.29 – Урожайность и параметры экологической пластиичности питомника КАСИБ 10-11 (среднее 2009 и 2010 гг.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га	
			ASV	YSI	Bi	σ_{2di}	средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
1	Каргала 69	Актюбин-ская СХОС	0,67	15	0,89	0,14	2,36	2,85
2	Каргала 1538		0,86	23	0,80	0,09	2,11	2,18
3	Каргала 1540		0,32	8	0,88	0,10	2,42	2,47
4	Кустанайская 10	Карабалык-ская СХОС	0,26	10	0,96	0,15	2,28	2,52
5	Болашак		0,49	12	0,92	0,17	2,29	2,38
6	Нурлы		0,54	18	0,93	0,13	2,18	2,14
7	18095	ТОО Казах-ский НПЦ ЗиР	0,53	19	0,93	0,06	2,10	2,50
8	Ертол (18104)		1,10	25	0,89	0,47	2,20	2,39
9	Алтайский янтарь	ФАНЦА	0,58	17	1,05	0,30	2,26	2,60
10	Горд. 543		0,82	15	1,12	0,26	2,38	2,16
11	Горд.561		1,02	15	1,24	0,15	2,69	2,66
12	Горд.97-49-1	Омский АНЦ	0,96	12	1,21	0,04	2,69	2,78
13	Горд. 98-42-1		0,27	6	1,06	0,09	2,60	2,90
14	Горд. 99-42-2		1,01	15	1,12	0,24	2,60	2,62
	НСР ₀₅						0,12	0,14

По комплексу показателей можно отметить два образца: Каргала 1540 –сорт

экстенсивного типа с высокой пластичностью и стабильностью и Горд. 98-42-1 – сорт интенсивного типа с высокой пластичностью и стабильностью.

В 2011 и 2012 гг. был исследован КАСИБ 12-13 с объемом 18 номеров. Начиная с этого питомника добавляется еще одна экологическая точка – Самарский НИИСХ. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 33,5% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.11.

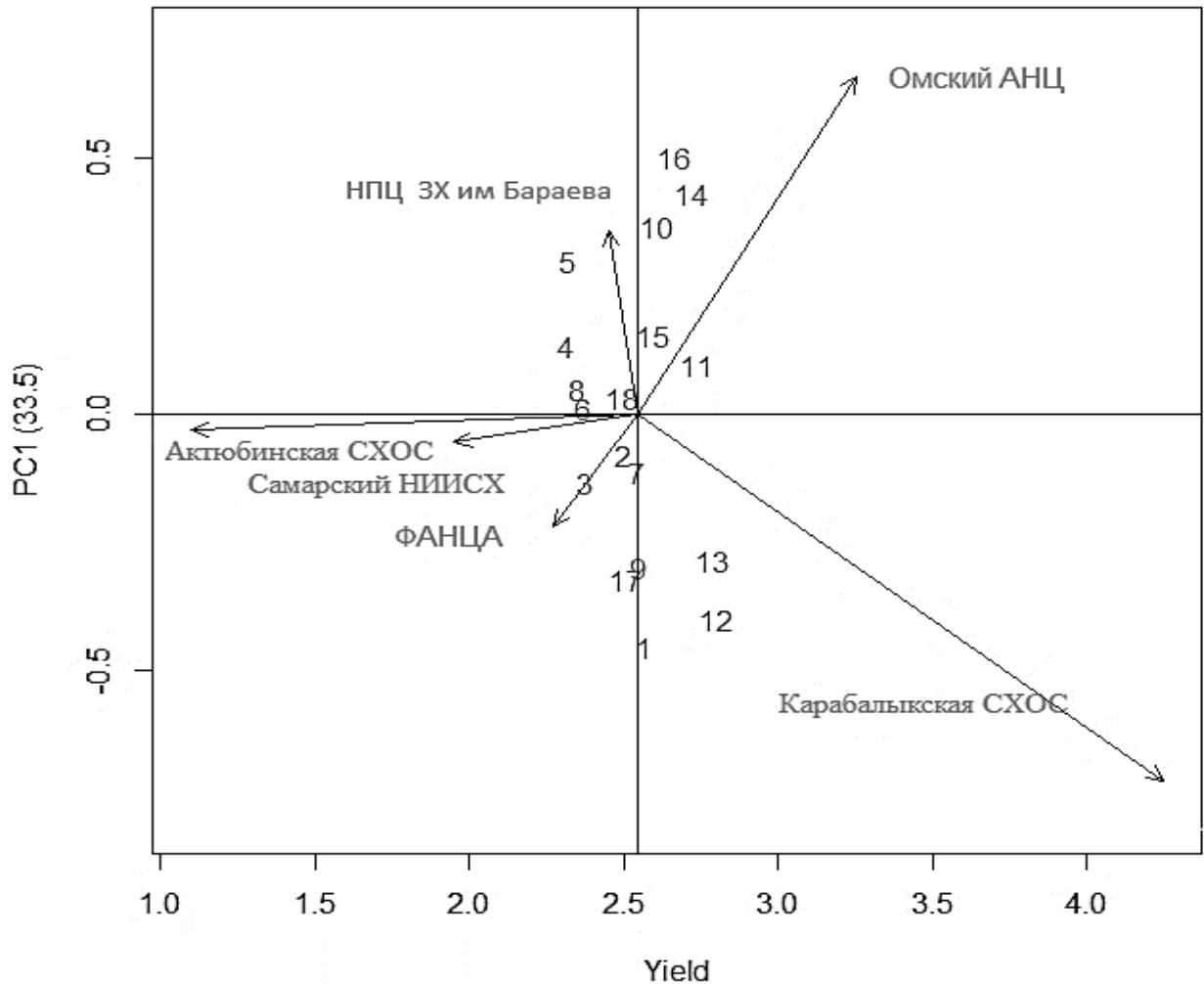


Рисунок 3.11 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы питомника КАСИБ 12-13 (среднее 2011 и 2012 гг.)
(нумерация сортов как в табл. 3.30)

Наибольшее варьирование по урожайности, наблюдалось в Карабалыкской СХОС и Омском АНЦ. Неблагоприятные условия для формирования урожайности складывались в Актюбинской СХОС, ФАНЦА и Самарском НИИСХ. Условия в НПЦ ЗХ им. Бараева были удовлетворительные и почти не разделяли генотипы по урожайности. Во всех изученных пунктах по урожайности лидерами являются:

Горд.616, Горд.677, 688д-4, 653д – 44, Омский изумруд, Горд.00-96-8. К группе интенсивных генотипов с высокой стабильностью относятся – Горд.677, Дурум 2 и Горд.00-96-8; несколько хуже стабильность у самарских линий 688д-4 и 653д – 44. К группе экстенсивных сортов с высокой стабильностью можно отнести: Горд. 113/01, Корона, Линия 18404 (табл.3.30).

Таблица 3.30 – Урожайность и параметры экологической пластиичности питомника КАСИБ 12-13 (среднее 2011 и 2012 гг.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel	Урожайность, т/га		
			ASV	YSI		средняя по всем пунктам	Омский АНЦ	
1	Каргала 1538	Актюбинская СХОС	0,69	24	1,02	0,20	2,57	2,85
2	Каргала 1539		0,10	14	0,96	0,10	2,50	3,34
3	Каргала 1671		0,49	26	0,93	0,11	2,38	3,06
4	Горд. 113/01	Карабалык-ская СХОС	0,16	23	0,96	0,06	2,31	3,17
5	Горд. 265/01-1		0,38	26	0,94	0,11	2,32	3,11
6	Корона		0,05	16	0,95	0,05	2,37	3,13
7	Дурум 2	НПЦ ЗХ им Бараева	0,23	17	1,05	0,09	2,55	2,95
8	Дурум 49		0,18	22	0,97	0,12	2,35	2,87
9	Горд. 573		0,39	19	1,05	0,13	2,55	2,84
10	Горд.616	ФАНЦА	0,70	23	0,94	0,31	2,61	3,22
11	Горд.677		0,12	6	1,08	0,06	2,74	3,83
12	688д-4		0,73	19	1,12	0,20	2,80	3,38
13	653д - 44	Самар-ский НИИСХ	0,40	13	1,04	0,17	2,79	3,50
14	Омский изумруд		0,52	18	0,99	0,11	2,72	3,94
15	Горд.98-42-5		0,26	15	1,00	0,08	2,59	3,47
16	Горд.00-96-8	Омский АНЦ	0,61	20	1,05	0,13	2,66	3,83
17	Лин. 18485-2		0,49	24	0,99	0,10	2,51	2,88
18	Лин. 18404		0,16	17	0,98	0,06	2,50	3,18
	HCP ₀₅					0,07	0,15	

В Омском АНЦ по урожайности имеют преимущества: Горд.677, 653д – 44, Омский изумруд, Горд.00-96-8. По стабильности взаимодействия GxE следует отметить генотип Горд.677 и это подтверждается параметрами по S.A. Eberhart, W.A. Russel. Так же заслуживает внимания сорт Омский изумруд, характеризующийся высокой стабильностью и прогрессивным увеличением урожайности при улучшении условий выращивания.

КАСИБ 14-15 в количестве 18 номеров изучался в 2013 и 2014 гг. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 80,9% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.12. Наибольшее влияние среды на генотип отмечалось в НПЦ ЗХ им. Бараева, ФАНЦА, Самарском НИИСХ, Актюбинской СХОС, наихудшие условия складывались в Актюбинской СХОС.

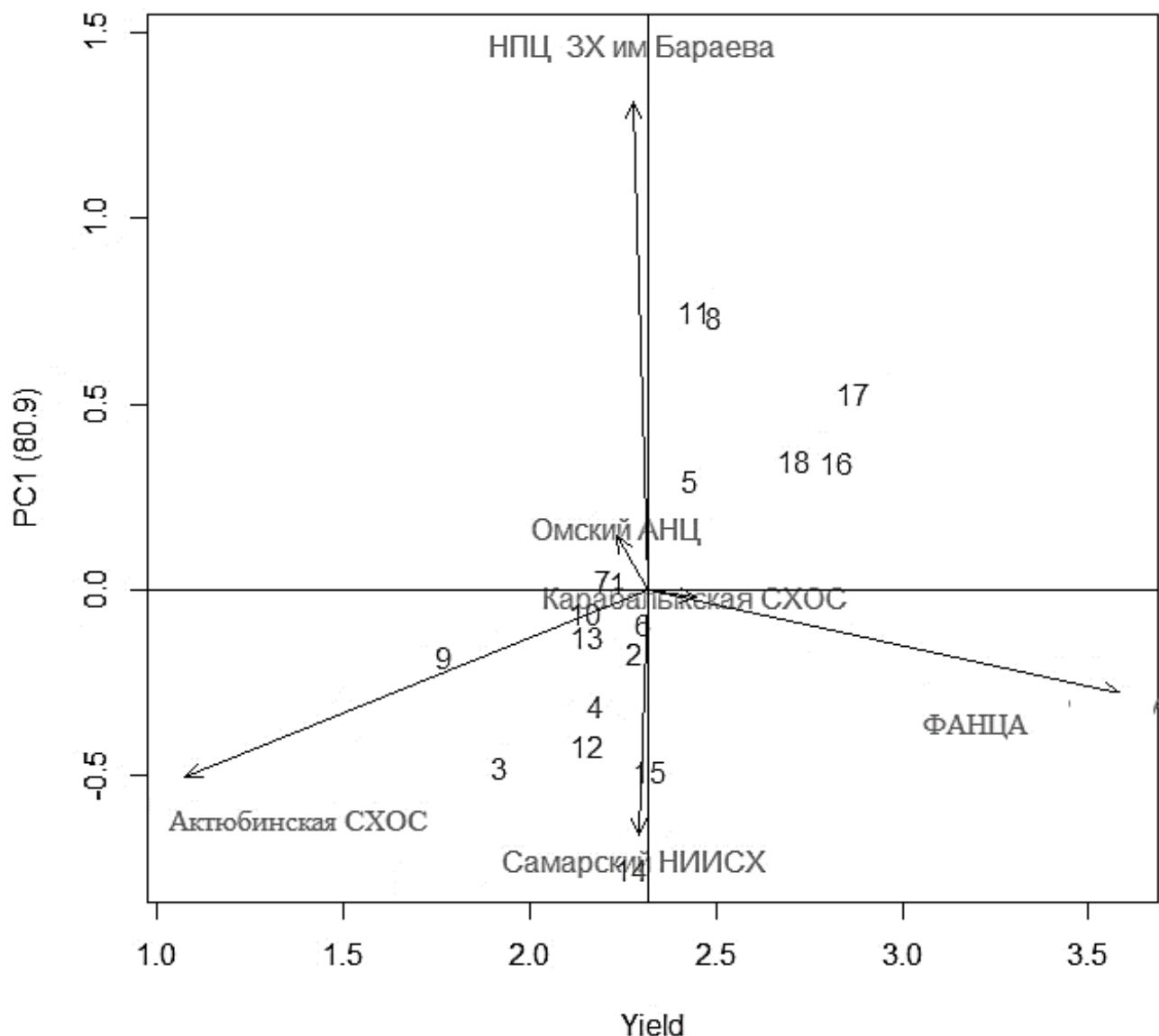


Рисунок 3.12 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы пивомника КАСИБ 14-15 (среднее 2013 и 2014 гг.)
(нумерация сортов как в табл.3.31)

Во всех изученных пунктах по урожайности выделяются: Лин. Г1612, Горд.01-121-3, Горд. 04-85-4 (Омский коралл), Горд. 02-156-1 (табл. 3.31). К группе интенсивных генотипов с высокой стабильностью относятся: Горд. Г 04-85-4 (Омский коралл), Лин. 18472-3-2 и Горд.01-121-3. К группе экстенсивных образцов

следует отнести: Каргала 1408, Линия 18987, Горд.627. По стабильности взаимодействия GxE выделяется Линия Г1612 и это подтверждается параметрами по S.A. Eberhart, W.A. Russel. В Омском АНЦ высокую урожайность (2,83-3,53 т/га) сформировали: Линия Г1549, Линия 18472-3-2, Гордеинформе 62, Леук. 1307D-51, Горд.01-121-3, Горд. 04-85-4.

Таблица 3.31 – Урожайность и параметры экологической пластиичности питомника КАСИБ 14-15 (среднее 2013 и 2014 гг.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га	
			ASV	YSI	Bi	σ_{2di}	средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
1	Каргала 1408	Актюбин-ская СХОС	0,64	14	0,78	0,14	2,24	2,65
2	Каргала 1409		1,27	15	0,93	0,15	2,28	1,83
3	Каргала 1411		3,48	30	0,81	0,14	1,92	2,45
4	Лин. Г1549	Карабалык-ская СХОС	2,26	22	1,02	0,11	2,18	2,94
5	Лин. Г1612		2,17	14	1,00	0,10	2,43	2,71
6	Лин. э145-з		0,69	12	1,00	0,08	2,31	2,58
7	Лин.54-02-2л	НПЦ ЗХ им Бараева	0,32	13	0,96	0,03	2,20	2,46
8	Лин. э147-з		5,37	20	1,08	0,28	2,50	2,58
9	Лин. 18987		1,31	25	0,85	0,05	1,77	1,79
10	Лин. 18472-3-2	ТОО Казах-ский НПЦ ЗиР	0,46	18	1,02	0,09	2,15	2,83
11	Горд. 587		5,46	22	1,03	0,26	2,44	2,26
12	Горд.627		3,05	27	0,88	0,17	2,15	2,14
13	Гордеинформе 628	ФАНЦА	0,92	19	1,01	0,07	2,15	3,53
14	Леук. 1307D-51	Самар-ский НИИСХ	5,48	28	1,11	0,30	2,27	3,01
15	Леук. 1355D-1		3,54	21	1,10	0,16	2,32	2,73
16	Горд.01-121-3	Омский АНЦ	2,53	12	1,09	0,11	2,83	2,85
17	Горд. 02-156-1		3,87	16	1,09	0,22	2,87	2,33
18	Горд. 04-85-4		2,61	14	1,24	0,04	2,71	3,00
	НСР ₀₅						0,19	0,18

КАСИБ 16-17 в количестве 22 номеров изучался в 2015 и 2016 гг. с добавлением еще одной экологической точки (ФАНЦ Юго-Востока). Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 50,4% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.13.

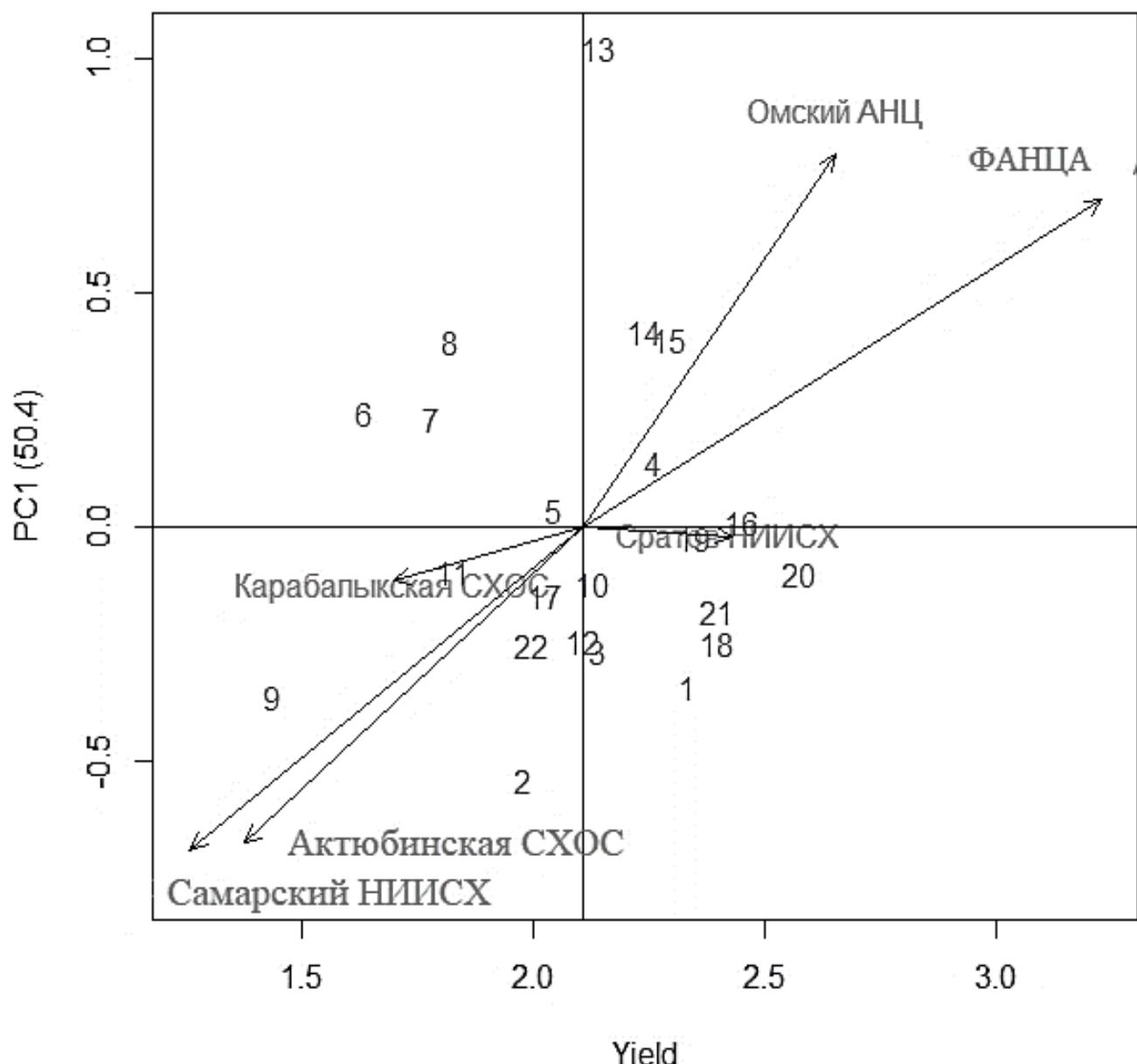


Рисунок 3.13 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы питомника КАСИБ 16-17 (среднее 2015 и 2016 гг.)
(нумерация сортов как в табл. 3.32)

По дифференциации генотипов резко различались: Самарский НИИСХ и Актюбинская СХОС, Омский АНЦ и ФАНЦА, наихудшие условия складывались в Актюбинской СХОС и Самарский НИИСХ. Средняя урожайность по всем изученным пунктам была выше у образцов: Каргала 66, Шарифа, Гордеиформе 00-178-4, Горд.01-115-5, Гордеиформе 03-20-18, Валентина, Леук.1307д-54, Леук. 1469д-21, Леук. 1594д-3 (табл. 3.32). К группе интенсивных генотипов с высокой стабильностью относятся Горд.748 и Горд. 00-178-4; к экстенсивному типу – сорта: Каргала 66, Каргала 1412, Каргала 1514, Горд.18567-6, Леук. 1594д-3, Бузенчукская 139.

По стабильности взаимодействия GxE выделяются Гордеинформе 03-20-18 и Леук. 1469д-21. В Омском АНЦ высокую урожайность сформировали: Каргала 66, Шарифа, Горд.950/99, Горд.18585-2, Горд.748, Горд. 00-178-4, Горд. 03-20-18, Леук.1307д-54, Леук. 1469д-21, Леук. 1594д-3 (2,65-3,53 т/га).

Таблица 3.32 – Урожайность и параметры экологической пластиичности пшеницы КАСИБ 16-17 (среднее 2015 и 2016 гг.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га	
			ASV	YSI	Bi	σ_{2di}	средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
1	Каргала 66	Актюбин-ская СХОС	0,71	22	0,72	0,12	2,34	2,65
2	Каргала 1412		1,13	38	0,62	0,10	1,98	1,83
3	Каргала 1514		0,55	22	0,81	0,18	2,14	2,45
4	Шарифа	Карабалык-ская СХОС	0,59	21	1,06	0,17	2,26	2,94
5	Горд.950/99		0,13	15	1,06	0,17	2,05	2,71
6	Лавина	НПЦ ЗХ им Бараева	0,52	30	1,09	0,17	1,64	2,58
7	Дамсинская юбилейная		0,49	28	1,12	0,12	1,78	2,46
8	Шортандин-ская 256		0,82	37	1,21	0,25	1,82	2,58
9	Горд.18567-6	ТОО Казах-ский НПЦ ЗиР	0,74	39	0,75	0,08	1,44	1,79
10	Горд.18585-2		0,48	18	0,89	0,16	2,13	2,83
11	Горд.719	ФАНЦА	0,20	20	0,93	0,13	1,83	2,26
12	Горд.723		0,55	23	0,90	0,09	2,11	2,14
13	Горд.748		2,12	33	1,71	0,17	2,14	3,53
14	Горд. 00-178-4	Омский АНЦ	0,90	28	1,25	0,18	2,24	3,01
15	Горд.01-115-5		0,92	27	1,37	0,24	2,29	2,73
16	Горд. 03-20-18		0,26	5	0,92	0,08	2,45	2,85
17	Елизаветинская	ФАНЦ Юго-Во-стока	0,48	22	0,92	0,08	2,02	2,33
18	Валентина		0,55	14	1,01	0,19	2,40	2,31
19	Леук.1307д-54	Самар-ский НИИС X	0,69	20	0,92	0,18	2,35	3,15
20	Леук. 1469д-21		0,38	5	1,06	0,22	2,57	3,14
21	Леук. 1594д-3		0,39	9	0,86	0,09	2,40	2,81
22	Безенчукская 139		0,60	30	0,82	0,11	1,99	2,69
	НСР ₀₅						0,17	0,19

КАСИБ 18-19 в количестве 23 номера прорабатывался в 2017 и 2018 гг. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 38,1% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.14. По дифференциации генотипов резко различались Актюбинская СХОС и ФАНЦА, наихудшие условия для формирования урожайности проявились в Актюбинской СХОС. В период изучения этого питомника в Омском АНЦ складывались благоприятные условия, но варьирование генотипов было невысоким от 3,47 до 5,42 т/га, по урожайности следует отметить: Каргала 228, Горд.178-05-2, Горд.829, Горд.864, Горде.05-42-12, Леукурум 1506-36, Горд.1591-21, Луч 25.

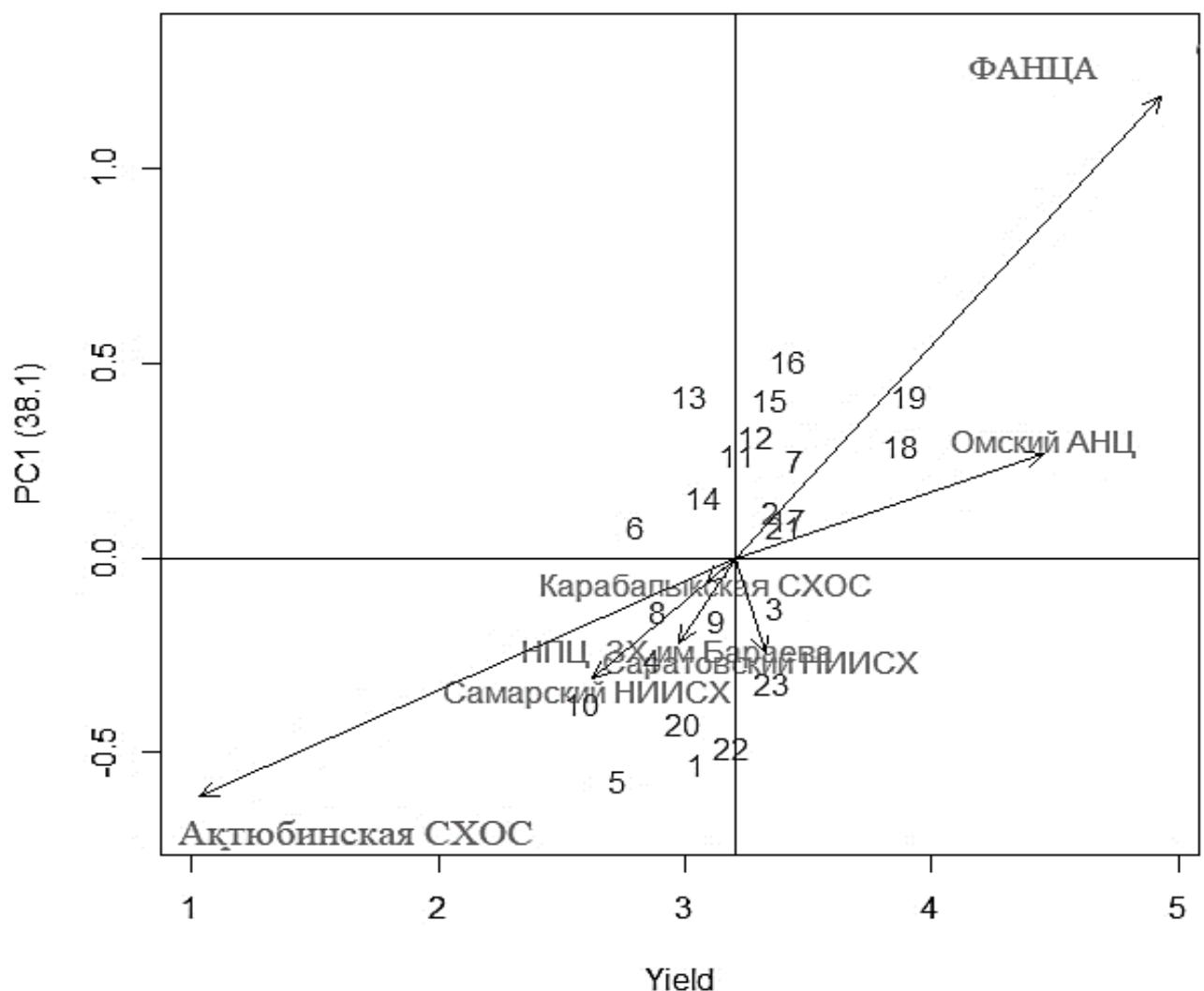


Рисунок 3.14 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы питомника КАСИБ 18-19 (среднее 2017 и 2018 гг.)
(нумерация сортов как в табл. 3.33)

Во всех изученных пунктах по урожайности (3,35-3,90 т/га) имеют преимущество: Каргала 228, Каргала 238, Горд.178-05-2, Горд.04-76-5, Горд.05-12-7, Горд.05-42-12, Леук.1429-10, Леук.1506-36, Аннушка, Леук.1469-21. По стабильности взаимодействия GxE: Каргала 228, Каргала 238, Аннушка. К стабильным хорошо отзывающиеся на условия выращивания генотипам относятся – Каргала 228, Горд.829, Горд.05-12-7, Леукурум 1506-36; к сортам экстенсивного типа – Каргала 223, Горд. 2383, Линия 9-25-016, Аннушка, Луч 25.

Таблица 3.33 – Урожайность и параметры экологической пластиичности помидора КАСИБ 18-19 (среднее 2017 и 2018 гг.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel	Урожайность, т/га	
			ASV	YSI		средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
1	Каргала 223	Актюбинская СХОС	0,90	37	0,82	0,14	3,05
2	Каргала 228		0,28	14	1,05	0,13	3,35
3	Каргала 238		0,21	8	0,97	0,05	3,36
4	Линия 19003	ТОО Казах-ский НПЦ ЗиР	0,43	27	1,02	0,20	2,87
5	Линия 19029		0,97	45	0,80	0,20	2,73
6	Горд.69-08-2	НПЦ ЗХ им Бараева	0,56	33	1,04	0,15	2,80
7	Горд.178-05-2		0,46	12	0,99	0,29	3,45
8	Горд.2264	Карабалык-ская СХОС	0,24	21	0,94	0,09	2,90
9	Горд. 2383		0,27	18	0,92	0,12	3,13
10	Линия 9-25-016		0,80	43	0,84	0,17	2,58
11	Безенчукская 139	Самар-ский НИИСХ	0,44	20	0,93	0,13	3,21
12	Горд.829	ФАНЦА	0,78	29	1,21	0,15	3,29
13	Горд.864		0,73	34	1,12	0,31	3,01
14	Горд.881		0,25	18	1,02	0,32	3,07
15	Горд.04-76-5	Омский АНЦ	0,72	26	1,07	0,06	3,35
16	Горд.05-12-7		0,95	26	1,20	0,08	3,42
17	Горд.05-42-12		0,52	16	1,12	0,33	3,42
18	Леук.1429-10	Самар-ский НИИСХ	0,47	12	1,03	0,17	3,87
19	Леук. 1506-36		0,69	15	1,15	0,07	3,90
20	Горд.1591-21		0,70	33	1,06	0,31	2,99
21	Аннушка	"ФАНЦ Юго - Востока"	0,35	12	0,89	0,17	3,40
22	Луч 25		0,79	32	0,87	0,11	3,18
23	Леук.1469-21	Самар-ский НИИСХ	0,57	21	0,95	0,15	3,35
	HCP ₀₅					0,24	0,31

КАСИБ 20-21 в количестве 25 номеров изучался в 2019 и 2020 гг. В эти годы добавилась еще одна экологическая точка – Оренбургский НИИСХ. Средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды, отражающий 38,2% фенотипического варьирования, показан на рисунке 3.15.

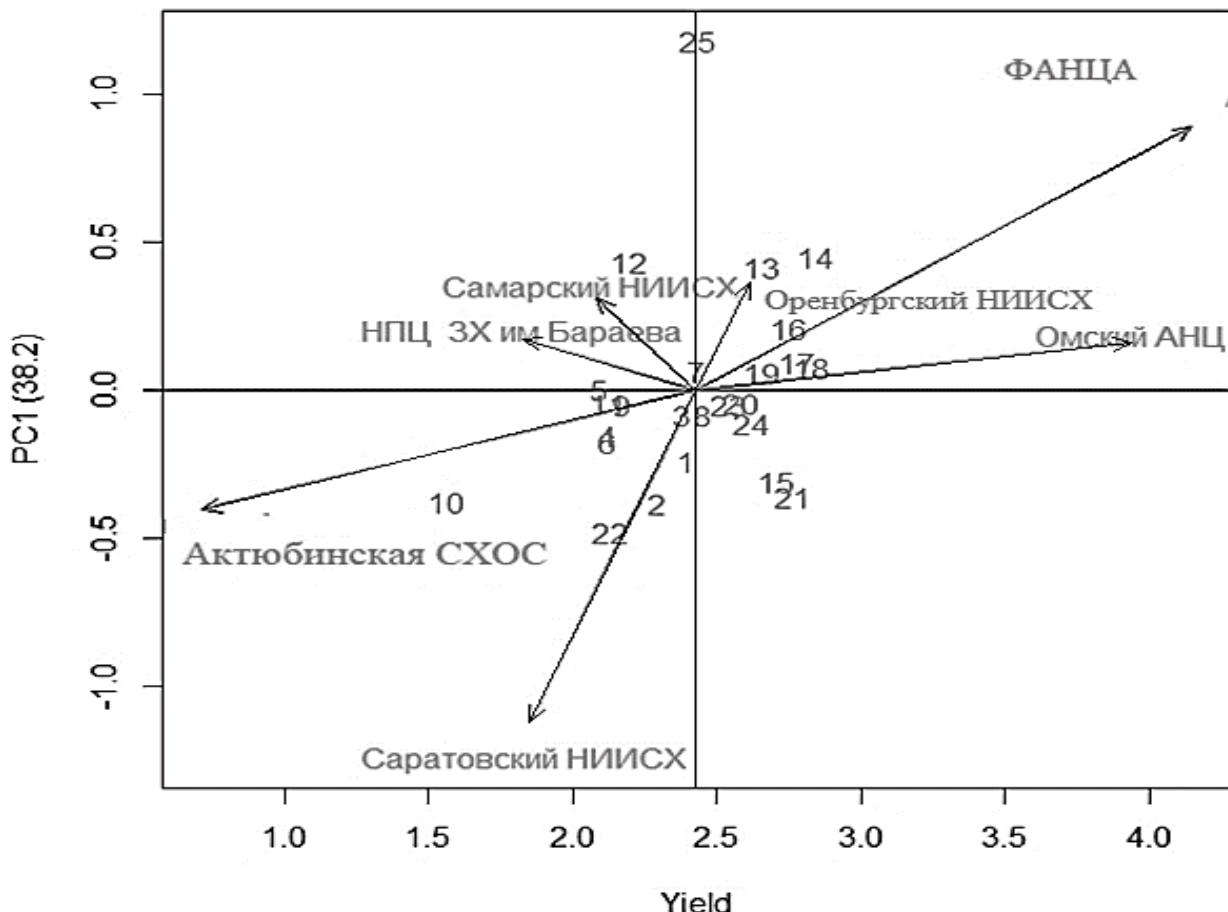


Рисунок 3.15 – АММІ биплот по урожайности генотипов твердой пшеницы пивомника КАСИБ 20-21 (среднее 2019 и 2020 гг.)
(нумерация сортов как в табл. 3.34)

Максимальная дифференциация генотипов по урожайности наблюдалась в Актюбинской СХОС, Саратовском НИИСХ, Омском АНЦ, ФАНЦА. Наихудшие условия для формирования урожайности складывались в Актюбинской СХОС и Саратовском НИИСХ. В среднем по всем изученным пунктах урожайность была выше у сортов: Горд.910, Горд.924, Горд.08-25-2, Горд.08-67-1, Горд.08-107-5, Линия 1693д-71, Линия 1970д-5, Линия 2021д-1, Линия Д-2165, Меляна (табл. 3.34). Стабильность взаимодействия GxE проявляется у образцов: Горд.08-107-5, Линия 1693д-71, Линия 1970д-5.

К стабильным, хорошо отзывающимся на условия выращивания генотипам, относятся – Линия 250-06-14, Горд.08-67-1, Горд.08-107-5, Линия 1693д-71; к сортам экстенсивного типа: Сояна, Янтарная 60, Серке, Костанайская 15, Горд. 1790, Меляна.

Таблица 3.34 – Урожайность и параметры экологической пластиности пшеницы КАСИБ 20-21 (среднее 2019 и 2020 гг.)

№	Образец	Оригина-тор	Параметры AMMI		Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russel		Урожайность, т/га	
			ASV	YSI	Bi	σ_{2di}	средняя по всем пунктам	Омский АНЦ
1	P-1409	Актюбин-ская СХОС	0,39	26	0,92	0,16	2,40	4,05
2	Сояна		0,63	34	0,87	0,13	2,30	3,87
3	Янтарная 60		0,18	22	0,91	0,11	2,38	3,75
4	Сеймур 17	ТОО Казах-ский НПЦ ЗиР	0,38	31	0,87	0,16	2,12	3,89
5	Серке		0,11	26	0,93	0,11	2,10	3,67
6	Линия 69-08-2	НПЦ ЗХ им Бараева	0,49	36	0,96	0,24	2,12	4,04
7	Линия 250-06-14		0,20	22	1,15	0,11	2,43	4,21
8	Костанайская 15	Карабалык-ская СХОС	0,16	17	0,93	0,08	2,45	4,05
9	Горд. 1790		0,11	20	0,98	0,16	2,18	3,62
10	Линия №9		0,81	48	0,84	0,61	1,56	3,64
11	Безенчукская 139	Самар-ский НИИСХ	0,73	44	0,90	0,05	2,12	3,55
12	Горд.895	ФАНЦА	0,70	37	1,13	0,19	2,19	3,57
13	Горд.910		0,71	27	1,17	0,31	2,66	3,74
14	Горд.924		0,74	23	1,10	0,30	2,84	4,26
15	Горд.08-25-2	Омский АНЦ	0,50	21	1,06	0,22	2,71	4,27
16	Горд.08-67-1		0,39	18	1,12	0,07	2,75	4,49
17	Горд.08-107-5		0,19	10	1,16	0,09	2,78	4,03
18	Лин. 1693д-71	Самар-ский НИИСХ	0,26	11	1,06	0,13	2,83	4,21
19	Лин.1970д-5		0,14	12	1,00	0,21	2,65	4,30
20	Лин. 2021д-1		0,70	28	0,90	0,26	2,59	3,13
21	Лин. Д-2165	"ФАНЦ Юго-Востока"	0,59	20	0,88	0,26	2,77	4,40
22	Гордея	Оренбург-ский НИИСХ	0,87	44	0,94	0,19	2,13	3,92
23	Целинница		0,11	14	1,02	0,05	2,54	4,12
24	Меляна		0,39	21	0,98	0,09	2,62	4,65
25	Горд.1591-21	Самар-ский НИИСХ	1,93	38	1,23	0,78	2,43	4,65
	HCP ₀₅						0,24	0,38

По урожайности в Омском АНЦ выделяются: Горд. 924, Горд. 08-25-2, Горд.

08-67-1, Линия 1970д-5, Линия Д-2165, Меляна, Горд. 1591-21 (4,26-4,65 т/га).

Проведенный молекулярногенетический анализ 151 образца из всех питомников КАСИБ выявил высокий уровень генетического разнообразия изученных образцов, а также показал различия между Российскими и Казахстанскими селекционными программами (Tajibayev D et. al., 2023)

Таким образом, сортоиспытание сети КАСИБ в течение двадцати лет позволило выделить экологические пункты с неблагоприятными климатическими условиями в большинстве изученных лет – Актюбинск, Самара, Саратов; и пункты с наиболее благоприятными условиями среды – Барнаул и Омск; промежуточное положение занимает Карабалыкская СХОС. Наибольшая дифференциация генотипов по урожайности происходит в Актюбинске и Барнауле, несколько ниже она в Карабалыкская СХОС и Омск.

Селекционные программы в Самаре и Омске внесли наибольший вклад в получение зародышевой плазмы высокопродуктивных сортов (Tajibayev D et. al., 2021)

Сорта питомников КАСИБ яровой твердой пшеницы, представляющие практический интерес по адаптивности:

1. Пластичные сорта, характеризующиеся высокой урожайностью и меньшим взаимодействием GxE: Кустанайская 52, Горд. 59-92, Алтын шыгыс, Алтын дала Линия Г 1612 (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").

2. Высокостабильные сорта, увеличивающие урожайность пропорционально улучшающимся условиям среды: 430.88, 362.91, Горд. 430-88, Горд. 94-71 (Карабалыкская СХОС); 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, Лин. 250-06-14 (НПЦ ЗХ им. Бараева).

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

Проанализировав частоту возникновения засух и полегания по всем экологическим пунктам (рис. 3.16) можно сделать 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.

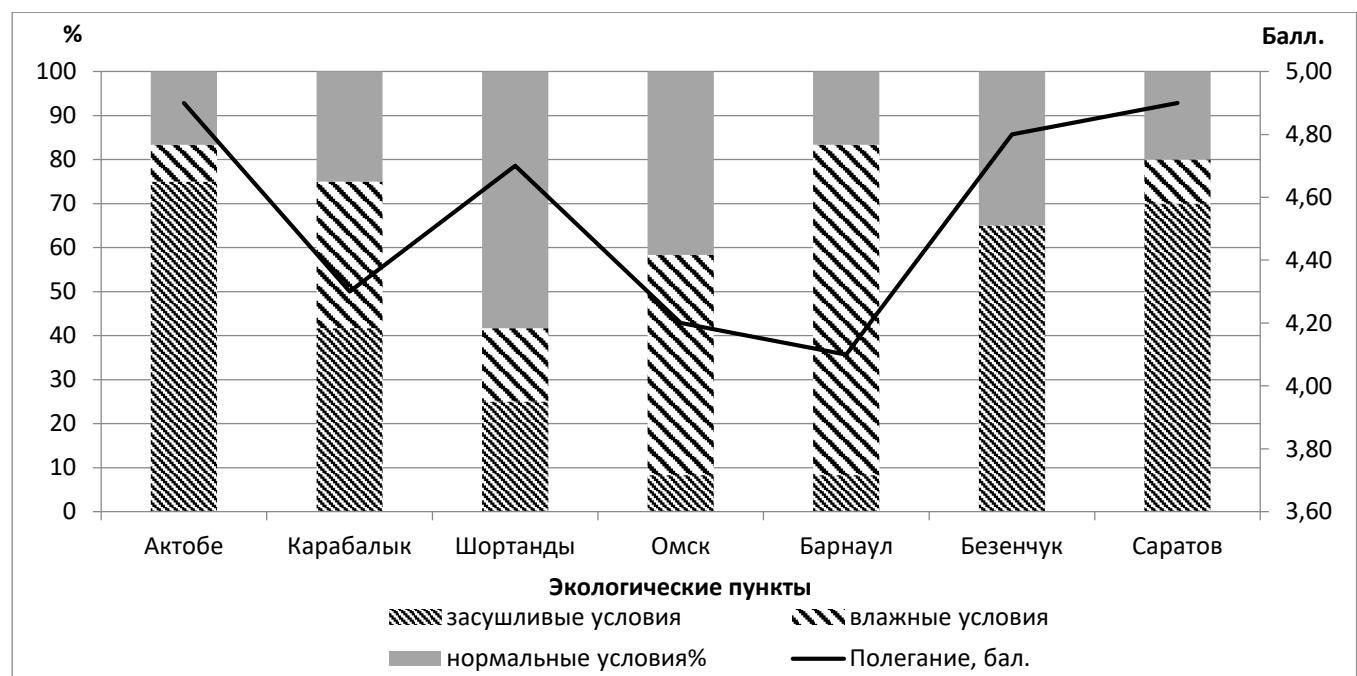


Рисунок 3.16 – Характеристика экологических пунктов КАСИБ по возникновению экстремальных условий и полеганию растений

Для отбора по комплексу признаков более детально были изучены результаты, полученные в питомниках КАСИБ 8-9 – КАСИБ 20-21.

В КАСИБе 8-9 по устойчивости к полеганию все сорта можно разделить на 2 группы: неустойчивые к полеганию: Каргала 1515/06, Каргала 1516/06, Алтын

шыгыс, Горд. 96-160-8, Горд. 94-24-12 (4,05-4,5 балл) и остальные сорта среднеустойчивым (Приложение В, табл. В. 1). По длине стебля все представленные сорта относятся к группе среднестебельных – от 85,5 до 96,5 см. Наиболее длинное 1-е междуузлие формировал сорт Гор. 94-24-12.

Проведенными нами ранее исследованиями установлено, что из всех признаков диаметр первого междуузлия меньше всего влияет на устойчивость к полеганию, показатель изменяется незначительно от 2,10 до 2,29 мм. Большее влияние оказывает толщина узла, которая варьирует от 2,40 до 3,04 мм. Длина второго междуузлия изменялась от 5,05 см у Горд. 462 до 8,05 см у Каргала 1516/06. По параметрам урожайности выделился номер Горд. 95-139-4 (Приложение В, табл. В. 2). Хорошим цветом макарон (3,35-3,45 балл) отличались: Каргала 1515/06, Алтын дала, Горд. 94-24-12, Горд. 96-160-8 (Омская степная). По содержанию белка (14,20-14,70 %) имели преимущество: Каргала 1515/06, Алтайская нива, Горд. 553, Горд. 96-160-8. По засухоустойчивости выделяются: Каргала 1516/06, Лан, Горд. 95-139-4.

В КАСИБ 10-11 средней устойчивостью к полеганию обладали – Кустанайская 10, Горд. 98-42-1, Горд. 99-42-2 – 4,25 балл, (стандарт Жемчужина Сибири – 4,45), неустойчивые к полеганию – Каргала 69, Нурлы, 18095, Ертол (18104), Алтайский янтарь (Приложение В, табл. В. 3). По комплексу морфологических признаков можно выделить – Кустанайскую 10 (укороченное первое и второе междуузлие), Нурлы, Горд. 98-42-1, Горд. 99-42-2 (диаметр стебля и толщина узлов 1-го и 2-го междуузлия, отрицательный фактор – удлиненное 2-е междуузлие).

Урожайность изученных образцов в среднем за два года была ниже стандарта Жемчужины Сибири, близкие показатели (2,85-2,90 т/га) имели Каргала 69 и Горд. 99-42-2. По массе зерна главного колоса и количеству зерен выделяется Горд. 98-42-1 (Приложение В, табл. В. 4), по цвету макарон – Каргала 1538 и Нурлы. Содержание белка было высокое (16,0-16,8%) у сортов: Нурлы, 18095, Ертол (18104), Горд. 543, Горд. 561, Горд. 98-42-1. Наиболее засухоустойчивые формы были представлены из материала Актюбинской и Карабалыкской СХОС (РК).

В КАСИБ 12-13 по устойчивости к полеганию (4,85-5,00 балл) выделяются: Каргала 1671, Горд. 265/01-1, Корона, Омский изумруд и Горд.98-42-5. Наиболее сбалансированным соотношением длин междуузлий и их толщиной обладают: Корона, Омский изумруд и Горд.98-42-5 (Приложение В, табл. В. 5). Урожайность (3,83-3,94 т/га) выше стандарта Жемчужины Сибири формировали: Горд.677, 653д – 44, Омский изумруд, Горд.00-96-8. Озерненность и масса зерна с колоса была выше у генотипов: Каргала 1671, Дурум 49, Омский изумруд, Горд.00-96-8 (Приложение В, табл. В. 6). Хорошим цветом макарон обладали – Горд.677, 653д – 44, Омский изумруд, Горд.98-42-5, Горд.00-96-8 (3,45-3,70 балл). Все образцы формировали белок на уровне первого класса, максимальное содержание (16,13-17,16 %) было у образцов: Каргала 1671, Горд. 265/01-1, Дурум 49, Горд. 573, Горд.616, Горд.677, 688д-4, 653д – 44, Горд. 98-42-5, Горд. 00-96-8, Лин. 18404. Наиболее засухоустойчивая форма – Корона.

В КАСИБ 14-15 длина стебля образцов варьировала от 61,25 до 81,6 см и в тоже время наблюдалось незначительное полегание из-за выпавших осадков за период с 3-ей декады июля до конца 2-ой декады августа. По комплексу морфологических признаков устойчивости к полеганию следует отметить – Леук. 1307D-51, Леук. 1355D-1, Горд. 04-85-4 (Приложение В, табл. В. 7). Хорошей урожайностью (2,94-3,53 т/га) обладают: Лин. Г1549, Линия 18472-3-2, Горд. 628, Леук. 1307D-51, Горд. 04-85-4. По озерненности колоса и массе зерна главного колоса выделяются: Леук. 1307D-51 и Леук. 1355D-1. По цвету макарон (3,20-3,25 балл) лучшие формы: Леук. 1355D-1, Горд. 02-156-1, Горд. 04-85-4. Наибольшее содержание белка (16,25-16,75%) обеспечили: Лин 54-02-2л, Лин. 18987, Горд. 587, Горд.628. Наиболее засухоустойчивые формы были представлены из Актюбинской СХОС (Приложение В, табл. В. 8).

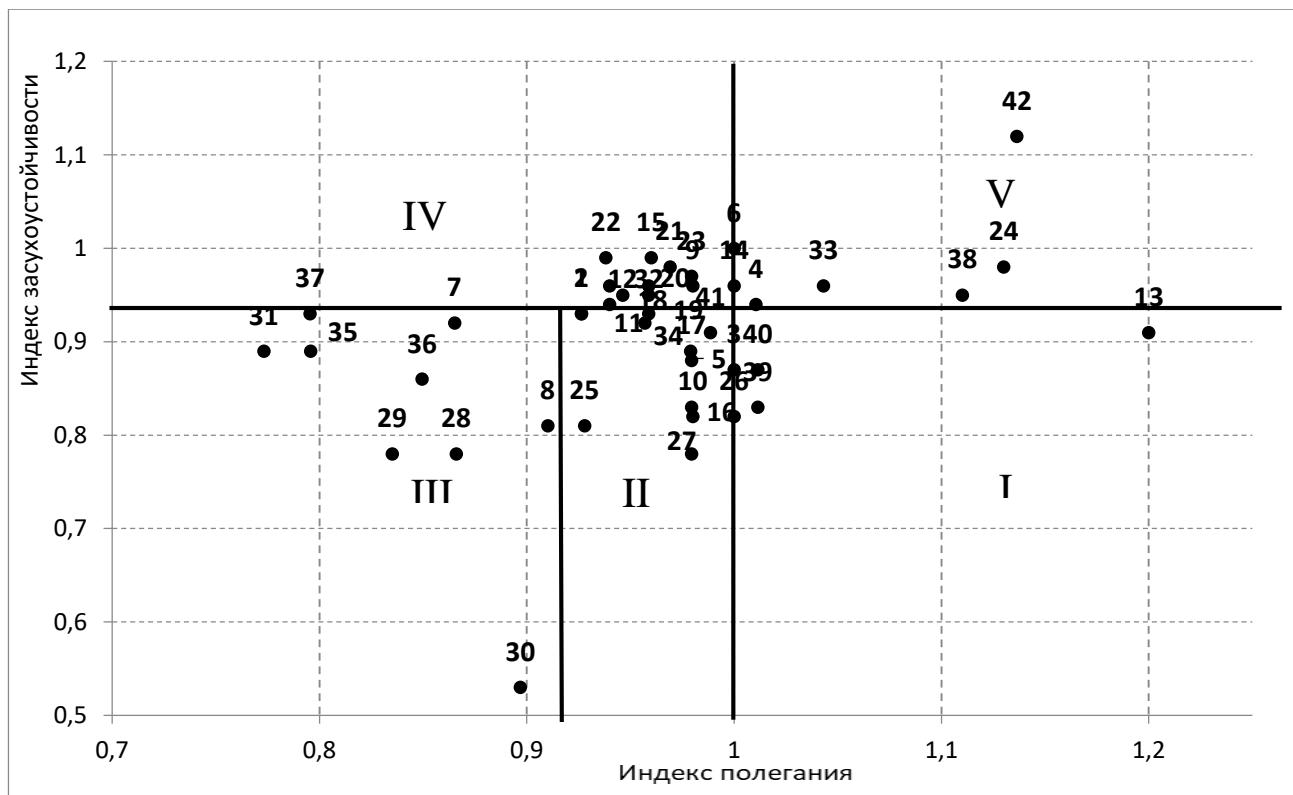
В КАСИБ 16-17 по устойчивости к полеганию и комплексу анатомо-морфологических признаков соломины имеют преимущество: Каргала 1412, Каргала 1514, Горд.719, Горд. 00-178-4, Горд.01-115-5 (Приложение В, табл. В. 9). Хорошей урожайностью (2,94-3,52 т/га) обладают: Шарифа, Горд.748, Горд. 00-178-4,

Леук.1307д-54, Леук. 1469д-21. По количеству зерен и массе зерна с колоса отличаются: Шарифа, Горд.950/99, Горд.18585-2, Горд. 01-115-5, Валентина, Леук. 1469д-21(Приложение В, табл. В. 10). По цвету макарон лучшими были – Горд. 719, Горд. 00-178-4, Горд. 01-115-5, Леук. 1307д-54. По накоплению белка (16,12-16,19%) имели преимущество Лавина и Горд.18567-6. Наиболее засухоустойчивые образцы представлены Актюбинской СХОС и Самарским НИИСХ.

В КАСИБ 18-19 по устойчивости к полеганию и комплексу морфологических признаков выделяются: Лин. 19029, Горд. 69-08-2, Горд. 05-42-12 и короткостебельный образец Горд.1591-21 (Приложение В, табл. В. 11). По урожайности 4,95-5,42 т/га): Горд. 178-05-2, Горд. 05-42-12, Леук. 1506-36, Горд. 1591-21 (при урожайности стандарта 4,91 т/га. Все образцы, за исключением Лин. 19003 и Лин. 9-25-016, формировали массу зерна главного колоса выше 1,0 г. По количеству зерен и массе зерна с колоса преимущество имели образцы: самарские – Леук.1429-10, Леук. 1506-36, Леук.1469-д21 и саратовский – Луч 25 (Приложение В, табл. В. 12). Цветом макарон (3,45-3,85) балла характеризуются: Горд.864, Горд.881, Горд.04-76-5, Горд.05-12-7, Горд. 05-42-12, Леук.1429-10, Леук. 1506-36, Луч 25. Наиболее засухоустойчивые образцы: Аннушка, Луч 25 и Леук. 1469-д21.

В КАСИБ 20-21 по устойчивости к полеганию и комплексу морфологических признаков выделяются: Горд.08-67-1, Горд.08-107-5, Линия1970д-5, Линия 2021д-1, Горд. 1591-21(Приложение В, табл. В. 13). Урожайность выше или на уровне стандарта Жемчужины Сибири (4,45 т/га) сформировали – Горд. 08-67-1, Линия Д-2165, Меляна, Горд. 1591-21 (4,40-4,65 т/га). По количеству зерен в колосе (30-33 шт.) имели преимущество – Горд. 895, Горд. 910, Горд. 08-25-2, Горд. 08-67-1, Горд. 08-107-5, Меляна (Приложение В, табл. В. 14). Наиболее крупное зерно (1,30-1,47 г.). формировали: Горд. 910, Горд. 08-67-1, Горд. 08-107-5 и Меляна Хорошей цветовой оценкой макарон (3,30-3,45 балл) характеризовались - Горд. 08-25-2, Горд. 08-67-1, Горд. 08-107-5, Лин 2021д-1, Лин. Д-2165. В период изучения этого питомника складывались нетипичные погодные условия для Западной Сибири, что отрицательно отразилось на накоплении белка – ни один из образцов не сформировал белок на уровне 1 класса ГОСТ.

На рисунке 3.17 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.



1-Каргала 1515/06; 2-Алтыншыгыс; 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. 1307Д-51; 21- Леук. 1355Д-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 3.17 – Индексы полегания и засухоустойчивости лучших сортов твердой яровой пшеницы в питомниках КАСИБ 8-9 –20-21

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 – Горд. 462, Горд. 04-85-4, Горд. 05-42-12, Горд. 08-107-5, Горд. 1591-21.

Таким образом, на основании проведенных исследований, для практической селекции рекомендуются:

- 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. Баранова); Горд. 677, Горд. 829, Горд. 864 (ФАНЦА); 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).

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

Основным центром происхождения твердой пшеницы *T. durum* является Восточное Средиземноморье (Вавилов Н.И., 1964). Твердая пшеница ($2n = 4x = 28$, BVA^uA^u) имеет аллоплоидное происхождение. Донором генома A, по мнению некоторых исследователей, является *T. thaodar* Rent. (Meting D., 1970; Riley R., 1965), Г. Кимбер считает, что *T. monococcum* (Kimber G., 1974), а В.Ф. Дорофеев (1979) и B.L. Jonson (1975) считают, что *T. Urartii*. В отношении происхождения генома B существует несколько точек зрения: донором генома в начале считали *Ae. speltoides* Taushi (Sarkar P., Stebbins G. L., 1956), *Ae. bicornis* (Конарев В.Г. и др., 1976;

Tanaka M., 1955; Sears E.R., 1956), а позднее – *Ae. longissima* (Feldman M., 1978; Пенева Т.И., 1979), *Ae. sharonensis* (Kushnir U., Halloran L.M., 1981). А Г. Кимбер (Kimber G., 1974) считает, что донор генома В или вымер, или претерпел значительные изменения. Наиболее признанной остается гипотеза о происхождении тетрапloidной пшеницы, что донором генома А является *T. urartii*, а генома В – *Ae. longissima* (Гончаров Н.П., 2002).

Первые формы синтетической пшеницы были получены в 1940-е годы в процессе выяснения степени родства геномов мягкой пшеницы (Kihara H., 1944; McFadden E.S., Sears E.R., 1946). В настоящее время в мире известно свыше нескольких тысяч образцов синтетических пшениц, для которых материнскими формами были сорта твердой пшеницы (*T. durum* Desf.), образцы дикой двузернянки (*T. dicoccoides*), культурной полбы (*T. dicoccum* Schuebl.), а также пшеницы карталинской (*T. persicum* Vav.) (Ogbonnaya et al., 2013). Очень большая работа по созданию синтетических пшениц выполнена А. Mujeeb-Kazi с коллегами в CIMMYT (Mujeeb-Kazi A., Hettel G.P., 1995). Помимо CIMMYT, программы по созданию и использованию синтетических гексаплоидов в селекции пшеницы осуществляются в «Икарда», в селекционных учреждениях Австралии, Франции, Японии, Нидерландов, Великобритании, США и других странах. В Сычуаньском аграрном университете (Китай) создано более 300 синтетических гексаплоидов с участием местных сортов твердой пшеницы и образцов *Ae. tauschii* (Synthetic..., 2014).

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; Лапочкина И.Ф. и др., 2014; Шаманин В.П. и др., 2018; Хакимова А.Г. и др., 2019; Потоцкая И.В., 2020). Главная причина ограниченного селекционного использования диких сородичей – сложность переноса их генетического материала в культивируемые виды растений, поэтому одним из направлений использования диких сородичей является создание синтетической пшеницы для переноса чужеродного генетического материала в геном мягкой пшеницы (Першина Л.А., 2014). Использование синтетических гексаплоидов способствует расширению генетического разнообразия создаваемых сортов

пшеницы для повышения урожайности и ее отдельных компонентов (Yang W. et al., 2009). Многие авторы отмечают, что синтетические линии пшеницы формируют повышенную урожайность зерна в неблагоприятные по влагообеспеченности годы за счет высокой продуктивности колоса и массы 1000 зерен. Для синтетических линий пшеницы характерен усиленный рост корней в длину и их большее суммарное количество, что благоприятно сказывается на извлечении влаги из более глубоких слоев почвы и формировании урожайности в условиях водного дефицита (Del Blanco I.A. et al., 2000; Lopes M.S., 2011; Ogbonnaya F.C. et al., 2007; Reynolds M., 2007; Шаманин В.П. и др., 2016). Изучение 194 синтетиков твердой пшеницы в институте растениеводства (Пакистан) показало их высокую устойчивость к стеблевой ржавчине, мучнистой росе, преимущество по мощности корневой системы и массе 1000 зерен по сравнению со стандартом (Raue K. et al., 2009; Kazi A.G. et al., 2010).

Нами были изучены 26 синтетиков, созданных в CIMMYT на основе твердой пшеницы и *T. urartu*, *T. boeoticum*, *T. monosaccum*. Диплоидный вид *T. urartu* ($A^u A^u$) – озимый, выделяется высокой белковостью зерна, колоски однозёрные. В отличие от *T. boeoticum* ($A^b A^b$), имеет менее прочный стебель, фаза колошения растянута, характеризуются менее интенсивным цветением. В целом *T. urartu* неустойчивый к грибным болезням вид, хотя поражение бурой ржавчиной не превышает 10%. *T. boeoticum* – горный ксероморфный вид, поздний или среднеспелый, засухоустойчивость невысокая. Характеризуется высокой стекловидностью, белковостью, красным цветом зерна, также этот вид устойчив к грибным болезням. Изучение коллекции ВИР (Тютерев С.Л., 1973) показало, что содержание белка в зерне дикорастущей однозернянки достигает 23-30,6%. *T. monosaccum* ($A^b A^b$) – однозернянка культурная, нетребовательна к условиям произрастания, на высоком агрофоне даёт отличные результаты, позднеспелая форма, цветение протекает наиболее быстро (3-4) дня. *T. monosaccum* отличает высокая устойчивость к грибным болезням, по сравнению с дикой однозернянкой *T. boeoticum*. У *T. monosaccum* отмечается высокая устойчивость к полеганию: тонкостенная, полая, гибкая, эластичная,

совершенно не полегающая соломина (Флякセンберг К.А., 1935). Этот вид пшеницы устойчив к ряду рас бурой, жёлтой и стеблевой ржавчины и пыльной головни, отмечается также его невосприимчивость к мучнистой росе (Вавилов Н.И., 1964; Дорофеев В.Ф., 1972; Брежнев Д.Д., 1979). Однако у *T. boeoticum* отмечается также ряд отрицательных качеств: низкая семенная продуктивность, при введении ядра мягкой или твердой пшеницы в цитоплазму возникает ЦМС (Вареница Е.Т., Пухальский В.А., 1966).

На рисунке 3.18 анализом главных компонент в двухмерном пространстве показаны различия изученных синтетических линий и стандартных сортов сибирского экотипа.

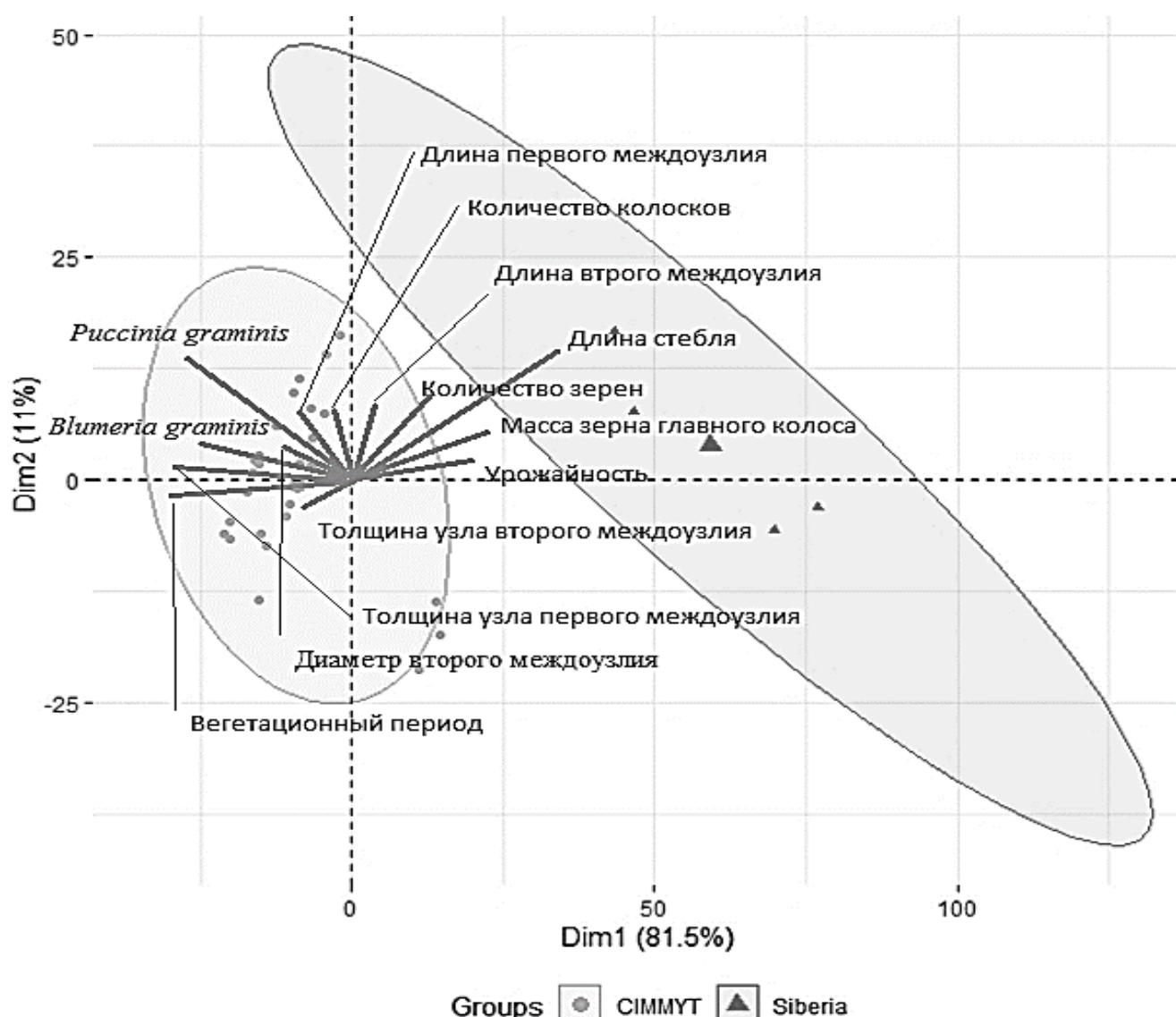


Рисунок 3.18 – Анализ главных компонент основных хозяйствственно-ценных признаков синтетических линий твердой пшеницы селекции CIMMYT и сортов Омского АНЦ (2018-2020 гг.)

Синтетические линии CIMMYT из-за низкой адаптивности к местным почвенно-климатическим условиям имели низкую продуктивность от 37,6 до 145,5 г/м² при продуктивности стандартов 410,0-490,0 г/м² (Приложение Г., табл. Г. 1). Все синтетические линии характеризовались позднеспелостью (98 - 104 сут.), также имели удлиненный период всходы-колошение (45 - 52 сут.); укороченным периодом (45 сут.) выделялась линия SH-3 – на уровне среднеспелого стандарта Жемчужины Сибири. Длина колоса варьировала от 4,8 до 8,4 см. По количеству зерен в колосе имела значительное преимущество линия SH-62 – 30,35 зерен (у стандартов – 25,97-29,8 зерен). Несмотря на низкую озерненность, синтетические линии формировали крупное зерно. 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). Все синтетические линии устойчивы к стеблевой ржавчине, только три линии: SH-30, SH-68 и SH-69, имели поражение 35% при значении стандартов 30-65%. Также все линии выделяются по устойчивости к мучнистой росе (7-8 баллов). Все синтетические линии имели высокую устойчивость к полеганию (Приложение Г., табл. Г. 2). 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, особенно выделяются линии – SH-8, SH-9, SH-27, SH-42, SH-62, SH-68, SH-71.

При создании новых сортов твердой пшеницы важное значение имеет целенаправленное использование генетического разнообразия мирового генофонда. Считается, что синтетические пшеницы хорошо скрещиваются с мягкой пшеницей, гибриды фертильны и имеют гомологичные геномы, что 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, Результаты представлены в таблице 3.35. Синтетические линии использовали в качестве материнских и отцовских форм в паре с образцами омской селекции. В прямых скрещиваниях было получено от 3 до 38 зерен, а в обратных – от 3 до 42 зерен. Процент завязывания варьировал от 10 до 80% в прямых скрещиваниях и от 6 до 70% – в обратных при значении средних

показателей 27,9 и 30,4% соответственно. Результаты гибридизации показали, что завязываемость и выход зерен был лучше в обратных скрещиваниях.

В наших опытах при выращивании гибридов F₁ и F₂ в прямых скрещиваниях у большей части гибридных комбинаций проявилась нежизнеспособность семян и гибридный некроз. Фертильные растения были получены по двум комбинациям – (SH-62 / Жемчужина Сибири) и (SH-71 / Горд. 12-75-3). В обратных скрещиваниях фертильные растения получены по трем комбинациям – (Жемчужина Сибири / SH-27), (Омская Янтарная / SH-27), (Горд. 04-85-4 /SH-62). В остальных вариантах проявлялась стерильность колоса.

Таблица 3.35 – Результаты гибридизации синтетических линий СИММЫТ с сортами Омского АНЦ (2018 и 2019 гг.)

Комбинация	Количество полученных зёрен, шт	Завязывание, %
SH-8 /Горд.04-85-4	16	80,0
SH-16 /Горд.04-85-4	3	15,0
SH-27 /Жемчужина Сибири	10	10,4
SH-27 /Омская Янтарная	15	37,5
SH-27 /Горд.04-85-4	17	28,3
SH-61 /Горд.04-85-4	5	25,0
SH-62 / Жемчужина Сибири	38	41,3
SH-62 /Горд.14-83-1	4	18,2
SH-64 /Горд.04-85-4	7	15,9
SH-64 /Жемчужина Сибири	8	10,0
SH-64 /Омская Янтарная	7	20,6
SH-64 /Горд.04-85-4	13	16,7
SH-64 /Горд.12-75-3	8	17,4
SH-64 /Горд.14-83-1	16	38,1
SH-71/ Омская Янтарная	15	25,9
SH-71/ Горд.04-85-4	13	40,6
SH-71/ Горд.12--75-3	26	41,9
SH-71/ Жемчужина Сибири	11	19,6
Среднее по прямым скрещиваниям	13	27,9
Омский Изумруд / SH-8	14	33,3
Омский Изумруд / SH-37	5	11,4
Горд.04-85-4 /SH-27	3	6,3
Горд.04-85-4 / SH-49	18	40,9
Жемчужина Сибири / SH-27	25	36,5
Омская Янтарная / SH-9	11	22,9
Омская Янтарная / SH-27	19	30,6
Горд.04-85-4 / SH-62	42	55,3
Омская Янтарная / SH-64	14	70,0
Омская Янтарная / SH-71	11	25,0
Среднее по обратным скрещиваниям	15	30,4

Низкий процент всхожести (28%) гибридных семян твердой пшеницы и пырея сизого отмечается в работе В.Ф Любимовой (Проблемы., 1979), в тех же комбинациях с мягкой пшеницей всхожесть достигает 68%. Возможно, одной из причин низкого выхода жизнеспособных 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; Houben A. et al., 2011; Ng D.W. et al., 2012; Wang H. et al., 2014; Першина Л.А., Трубачеева Н.В., 2016).

Гибриды, размноженные в зимний период в теплице, изучались в полевых условиях в 2021 г. Проведенный методом главных компонент анализ (рис. 3.19) показал, что гибриды F₄ по хозяйствственно-значимым признакам занимают промежуточное положение между родительским формами, а по признакам: длина колоса,

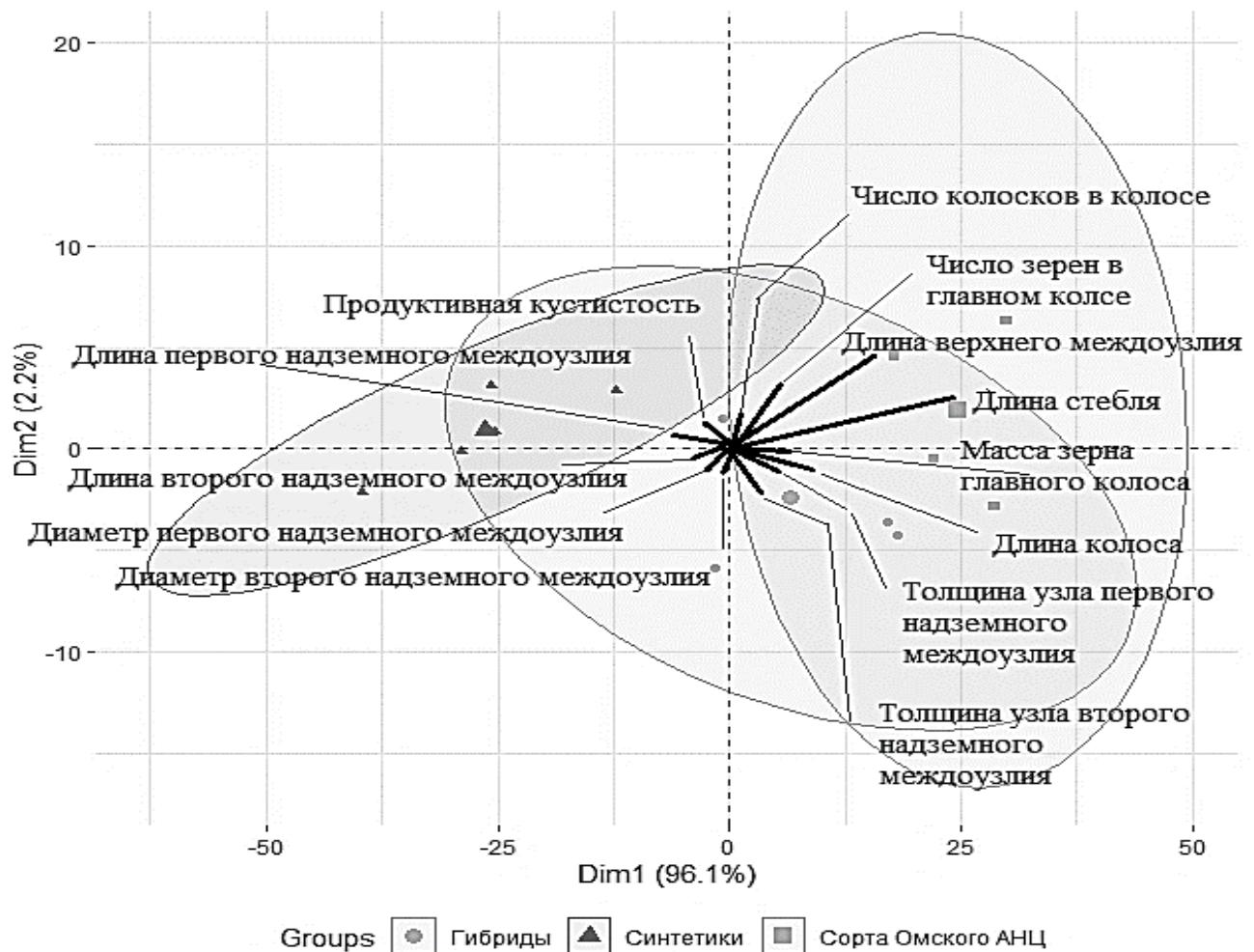


Рисунок 3.19 – Анализ главных компонент основных хозяйствственно-ценных признаков гибридов F₄, полученных с использованием синтетических линий и образцов твердой пшеницы (2021 г.)

число колосков в колосе, продуктивная кустистость, диаметр и толщина узла первого и второго междуузлий, превосходят как синтетические формы, так и сорта Омского АНЦ (Приложение Г., табл. Г. 3).

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

В результате многолетнего (2000-2021 гг.) изучения генофонда сортов и линий ВИР, CIMMYT, 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 в создании нового селекционного материала, пригодного для возделывания в сложных условиях Сибири. Сортоиспытание сети КАСИБ по яровой твердой пшенице позволяет идентифицировать генотипы с широкими и специфическими адаптациями, а также оценить взаимодействие GxE, для отбора наиболее адаптивных с целью их включения в дальнейший селекционный процесс.

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. Эти компоненты подбираются с учетом требований, которые предъявляются к создаваемому сорту. Чем больше информации накоплено об исходном материале и о характере наследования селектируемых признаков, тем надежнее подбираются компоненты для гибридизации. Для этой цели необходимо перед включением генотипов в гибридизацию изучить их по комплексу хозяйствственно-ценных признаков, определить характер наследования, основные генетические параметры в местных условиях. При этом нужно иметь в виду, что проявляется высокая степень изменчивости характера наследования под влиянием внешней среды (Цильке Р.А., 2003).

В последние десятилетия для изучения генетических ресурсов в селекции пшеницы проводятся эксперименты с применением различных типов молекулярных маркеров. Их использование позволяет эффективно оценивать генетическое разнообразие и проводить генотипирование коллекционных образцов пшеницы по различным хозяйствственно-ценным признакам (Митрофанова О.П., 2012, Леонова И.Н., 2013; Хлесткина Е.К., 2013).

В настоящее время ассоциативное картирование QTLs является альтернативным и наиболее эффективным методом, позволяющим изучить полиморфизм вплоть до единичного нуклеотида, особенно это актуально при проведении филогенетических исследований (A large..., 2019; GWAS..., 2019; Genome-wide..., 2019).

Последователями молекулярного маркирования генов количественных признаков забывается, что почти все хозяйствственные важные признаки детерминируются мультилокусным эпистазом. По этой причине маркирование генов, дающих во взаимодействии эффект мультилокусного эпистаза, вряд ли имеет смысл (Allard R.W, 1999; Кочерина Н.В., 2009).

Диаллельный анализ очень широко использовался в 70-80-х годах прошлого столетия как у нас в стране, так и за рубежом. Довольно критический анализ был сделан благодаря комплексной региональной программе «ДИАС» (Драгавцев В.А. и др., 1984).

По яровой твердой пшенице изучены отдельные хозяйствственно-ценные признаки: качество зерна (Бебякин В.М., 1991; Бебякин В.М. и др., 1998), морфологические особенности стебля (Bedo Zoltan, Balla Laslo, 1984), урожайность и ее компоненты (Singh R.K., Chaudhuri R.K., 1989; Singh R.K. et al., 1990; Topal A., 2004; Akinci C., 2009; Tiwari R., 2017; Singht M. et al., 2018; Sadeghzadeh-Ahari D. et al., 2018; Dragov R.G., 2022); период всходы-колошение (Евдокимов М. Г., Юсов В. С., 2004). Обстоятельный анализ по комплексу признаков озимой твердой пшеницы проведен К.К. Абдуллаевым (1997).

Драгавцевым В.А. с колегами (1984) показано, что параметры Хеймана, определяемые при изучении того или набора сортов, варьируют в зависимости от диаллельного комплекса, экологической точки и года испытаний, поэтому было введено понятие «переопределение генетической формулы признака». Вследствие этого, интерполяция полученных данных, без учета экологических особенностей не всегда оправдана.

Изучение комбинационной ценности и других вопросов с помощью диаллельных скрещиваний предусматривает получение и испытание множества гибридных комбинаций между всеми родительскими формами.

Поэтому с целью сокращения затрат для получения необходимой информации были проведены теоретические исследования частичных (неполных) диаллельных скрещиваний (Matzinger D.F., 1963; Cockerham C.C., Matzinger D.F., 1966). Предложенные в результате этих работ методы для оценки комбинационной способности предусматривают получение и испытание гибридного потомства от неполных скрещиваний по строго определенным схемам. Статистическая обработка данных, полученных таким способом, требует специальных подходов, вызванных необходимостью решения неполных статистических комплексов. Наряду с непол-

ными диаллельными скрещиваниями, разработаны методы оценки общей комбинационной способности по данным несистематических скрещиваний для одного набора родительских форм (Herdam H., 1973). Еще раньше для этих целей был предложен метод топкроссов.

Метод топкроссов предусматривает скрещивание испытываемых форм с общим тестером, при этом точность оценки повышается с увеличением количества анализаторов. В зарубежной литературе топкроссовые скрещивания иногда называют диаллельными скрещиваниями первого типа (Hinkelmann K., 1960). Этот метод получил широкое признание селекционеров, для него разработаны соответствующие алгоритмы (Рутц Р.И., 1977; Литун П.П., 1980; Савченко В.К., 1984).

Классический метод неполных топкроссов сходен с методом неполных диаллельных скрещиваний, в которых родители одного набора скрещиваются с отдельными (определенными) родителями другого набора. При этом требуется, чтобы число гибридных комбинаций с участием каждой материнской формы (то же с участием каждой отцовской формы) было одинаковым, что не всегда выполнимо. В итоге фактические матрицы скрещиваний отличаются от неполных диаллельных скрещиваний и неполных топкроссов, т. е. получаются нерегулярные скрещивания, в которых любая испытываемая линия одного набора родительских форм скрещивается с любыми отдельными линиями другого набора. Для этих скрещиваний также были разработаны соответствующие алгоритмы (Вольф В.Г., 1969; Дремлюк Г.К., Герасименко В.Ф., 1992).

Наши исследования так же подтвердили возможность применения методики оценки комбинационной способности в системе расчета с использованием неполных матриц при удалении до 50% генотипов, что позволяет получать ту же генетическую информацию, как и при расчете по методике полного топкросса, что очень важно для сокращения трудозатрат при оценке большого количества материала (Юсов В.С., Евдокимов М.Г., 2006).

Экологические факторы являются ведущими в определении величины изменчивости признаков в процессе роста и развития растения. Генотип любого растения, взаимодействуя с условиями внешней среды, модифицирует в соответствии с

этим свои признаки. Эффекты общей и специфической комбинационной способности связаны с генетическим разнообразием конкретного селекционного материала, и они могут меняться в зависимости от условий выращивания. Следовательно, значения ОКС и СКС также подвержены экологической изменчивости. Информацию о норме реакции генотипов можно получить в опытах, в которых изучаемые генотипы будут изучаться только при разных градациях внешней среды, на которые можно получить отклик генотипа. Градации внешней среды могут быть заданы путем закладки серии опытов, рассредоточенных во времени или в пространстве (Вольф В.Г., и др., 1980).

4.1 Морфологические признаки устойчивости к полеганию

Стебель злаков – соломина, которая состоит из междуузлий и соединяющих их узлов. Морфологические признаки стебля: длина междуузлий, их диаметр, диаметр узлов, играют важную роль в обеспечении устойчивости растений к полеганию. Причём среди исследователей нет единого мнения о том, какой признак играет решающую роль в обеспечении устойчивости растений к полеганию. Одни авторы отводят роль высоте растений (Лейли Я., 1980; Неттевич Э.Д. и др., 1979; Ремесло В.В., 1997), другие - диаметру и сопротивлению стебля на излом (Сулима Ю.Г., Синкевич А.И., 1980), третьи – соотношению длины стебля с его диаметром (Калинина С.Л., 1979; Новохатин В.В., 1980).

4.1.1 Длина стебля

Высота растений складывается из следующих элементов: длины стебля, длины колоса и длины остатей. Длина стебля среди этих компонентов является наиболее изученной.

Изучение характера наследования высоты растений у мягких и твердых пшениц, проводили (Дхоте А.К., 1972; Ахметов А.З., 1974; Ильина Л.Б., 1977 Hoff J.C. et al., 1973; Смяловская Я.Э., 1984, Бабаджанян Г.А. и др., 1974; Ахметов А.З., 1974; Попов П., Станков И., 1972, Драгавцев В.А. и др., 1984; Цильке Р.А., 1975; Альдеров А.А., 1979; Альдеров А.А., 1990). В результате были получены противоречи-

вые данные: в одних случаях выявлено доминирование более высокорослого родителя в других низкорослого; длина стебля детерминируется аддитивными генами или наблюдается свердоминирование с комплементарным эпистазом.

Согласно каталогу генных символов, у пшеницы обнаружено более 40 аллелей генов *Rht*, локализованных в хромосомах второй и четвертой гомеологических групп и в хромосомах 5A, 5D, 6A, 7A, 7B (McIntosh R.A. et al., 2013; Supplements 2014–2017). Кроме генов *Rht*, практически во всех хромосомах пшеницы картировано большое число QTL (Wurschum T. et al., 2017). Несмотря на многочисленное число генов и аллелей *Rht*, только четыре из них – *Rht-B1b* (4BS), *Rht-D1b* (4DS), *Rht8* (2DL) и *Rht11* (*Rht-B1e*), получили практическое применение при создании новых сортов (Knopf C. et al., 2008; Pearce S. et al., 2011; Xiao Y. et al., 2015).

Гены *Rht 1* и *Rht 9*, локализованные на 4Bs и 7Bs хромосомах, могут применяться в селекции твердой пшеницы. Гены *Rht 14*, *Rht 15*, *Rht 16*, *Rht 18*, *Rht 19* получены в результате индуцированного мутагенеза на сортах твердой пшеницы. А.А. Альдерову (2001) на Дагестанской опытной станции ВИР удалось интродуцировать в *Triticum durum* гены, контролирующие низкорослость от диплоидного вида *Triticum sinskajae* (SIS2), от гексаплоидного вида *Triticum aestivum* – Том Pouce (*Rht 3*) и от *Triticum dicoccum* – k-25459 (*rhtx1*, *rhtx2*). В последние 20 лет в отечественной селекции твердой пшеницы отмечена увеличивавшаяся интродукция генов *Rht-B1b* и *Rht-B1e* (Самофалова Н.Е. и др., 2014; Мудрова А.А., Яновский А.С., 2016), в современных итальянских сортах наибольшее распространение получил аллель *Rht-B1b*, (Alvaro F. et al., 2008).

Некоторые гены карликовости на 40-45% снижают высоту растений *Rht-B1p* (*Rht- 17*), по сравнению с растениями, несущими аллель *Rht-B1* (Черноок А.Г. и др., 2019).

Наследование длины стебля у высокорослых и полукарликовых сортов мягкой пшеницы является довольно сложным и определяется наличием многих генов с аддитивным эффектом, которые могут находиться в различных хромосомах. Анализируя работы по локализации наследственных факторов, определяющих этот признак (Sears E.R. et al., 1954; Sharma D.C. et al., 1973; Kosner J., Bares I., 1975),

можно сделать заключение, что все хромосомы оказывают влияние на этот признак.

При скрещивании высокорослых и карликовых сортов по данным одних исследователей (Мережко А.Ф., 1982) длина стебля наследуется по промежуточному типу, а другие пришли к выводу, что по типу доминирования высокорослости (Лубнин А.Н., 1973; Лубнин А.Н., 1976) и низкорослости (Allan R. et al., 1968).

По данным Р.Г. Джагаровой (1968) и А.А. Гусейн-Заде (1968), при внутривидовой гибридизации 28-хромосомных пшениц растения гибридов F_1 по этому признаку превосходили исходные формы, а некоторые занимали промежуточное положение, приближаясь к высокорослому родителю. Ранее проведенные исследования по диаллельному анализу длины стебля у твердой пшеницы показали довольно сложную систему генетического контроля. В основе детерминации этого признака лежит аддитивно-доминантная система действия генов (Sharma S.K., Singh R.K., 1982; Dhonukshe B.L., 1983; Verma P.K., Luthra P., 1983; Абдуллаев К.К., 1997). Так же имеются случаи подключения и неаддитивных эффектов генов, вызванных неаллельным взаимодействием R.K. Singh (1989). Во многих исследованиях выявлено, что условия внешней среды существенно изменяют генетические параметры, а, следовательно, характер наследования и систему генетического контроля. То есть для твердой пшеницы также характерна возможность переопределения генетических формул в варьирующих условиях, как это было показано у мягкой пшеницы (Федин М.А. и др., 1972; Цильке Р.А. и др., 1978; Драгавцев В.А. и др., 1984; Мальченко В.В. и др., 1986; Гамзикова О.И., Калашник Н.А., 1988).

Диаллельный анализ.

В условиях 2000 года средняя длина стебля у исходных родительских форм составила 61,2 см (таблица 4.1). Сортовые различия проявились следующим образом: у Омской янтарной стебель сформировался длиной 53,9 см, близок к этому значению он был у Бузенчукского янтаря (57,7 см), а у Дамсинской 90 и Зарницы Алтая он достигал, соответственно, 69,5 и 66,0 см. В 2001 года средняя длина стебля у родителей была значительно больше, чем в 2000 году и достигала 112,5 см.

Таблица 4.1 – Длина стебля у сортов яровой твердой пшеницы и средняя по их гибридам, см.

Сорт, показатель.	Год		Среднее
	2000	2001	
Омская янтарная	53,9	91,6	72,7
Аметист	62,8	114,8	88,8
Ангел	62,6	118,2	90,4
Зарница Алтая	66	117,3	91,7
Дамсинская 90	69,5	121,9	95,7
Светлана	58,4	107,9	83,1
Саратовская золотистая	61	105,6	83,3
Оренбургская 10	60,7	118,6	89,6
Безенчукский янтарь	57,7	118,4	88,1
Среднее по родителям	61,4	112,5	86,9
Среднее по прямым гибридам	58,2	112,8	85,5
Среднее по обратным гибридам	F ₁	62,2	114,2
Комбинаций с высоким РЭ		7	3
Среднее по прямым гибридам	F ₂	66,6	113,8
Среднее по обратным гибридам		68,2	115,5
Комбинаций с высоким РЭ		3	3
HCP ₀₅		4,37	9,51

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₁ и среды, отражающий 49,3% фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.1.

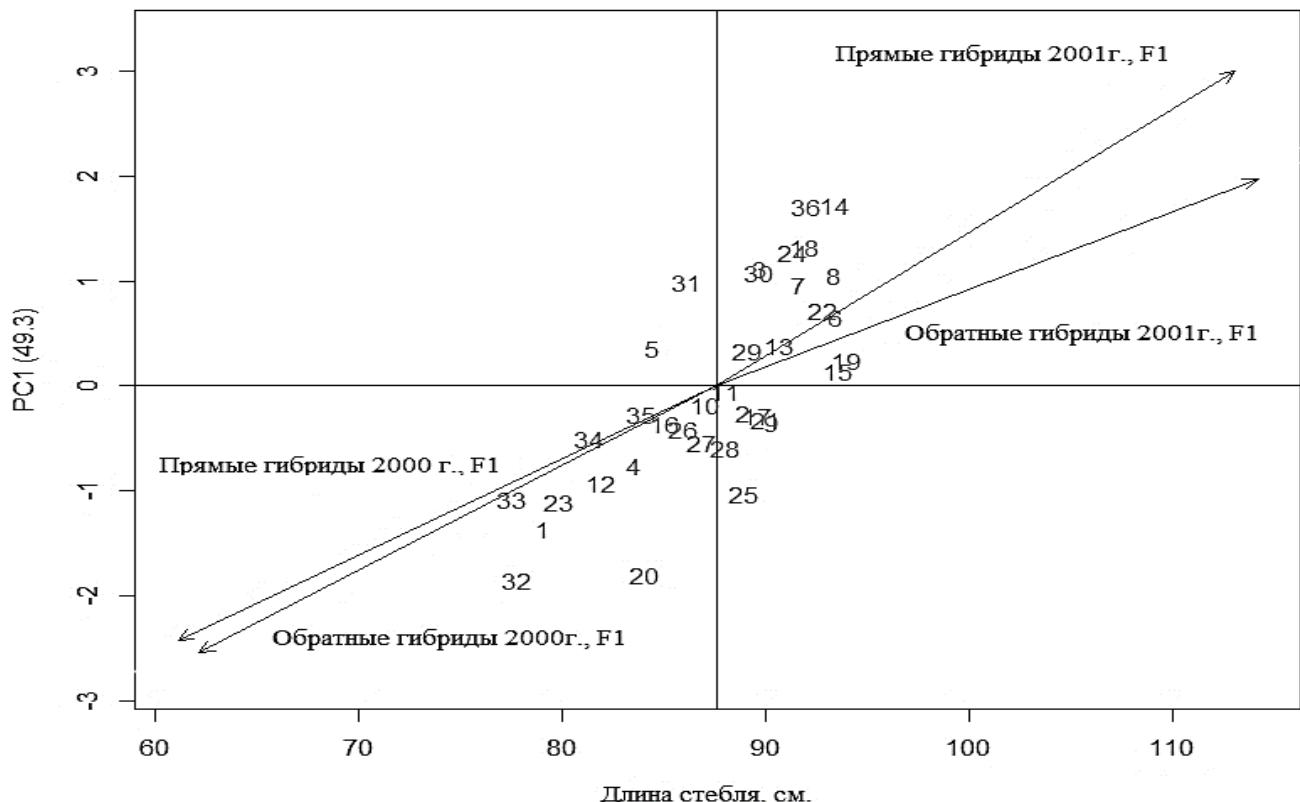


Рисунок 4.1- Анализ главных компонент длины стебля гибридов F₁ твердой пшеницы (2000 и 2001гг)
(нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1)

Годы изучения резко различались по дифференциации генотипов, в благоприятных условиях длина стебля была выше на 52-54 см. как по прямым, так и по обратным гибридам (рис. 4.1). Средние показатели по всему комплексу гибридов были на уровне значений родителей, как в прямых, так и в обратных скрещиваниях.

Высокий реципрокный эффект проявлялся в комбинациях (Дамсинская 90 / Безнечукский янтарь) и (Омская янтарная / Саратовская золотистая) в 2000 г. и (Омская янтарная / Дамсинская 90), (Омская янтарная / Безнечукский янтарь), (Дамсинская 90 / Безнечукский янтарь) в 2001 г.

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F_2 и среды, отражающий 57,4% фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.2.

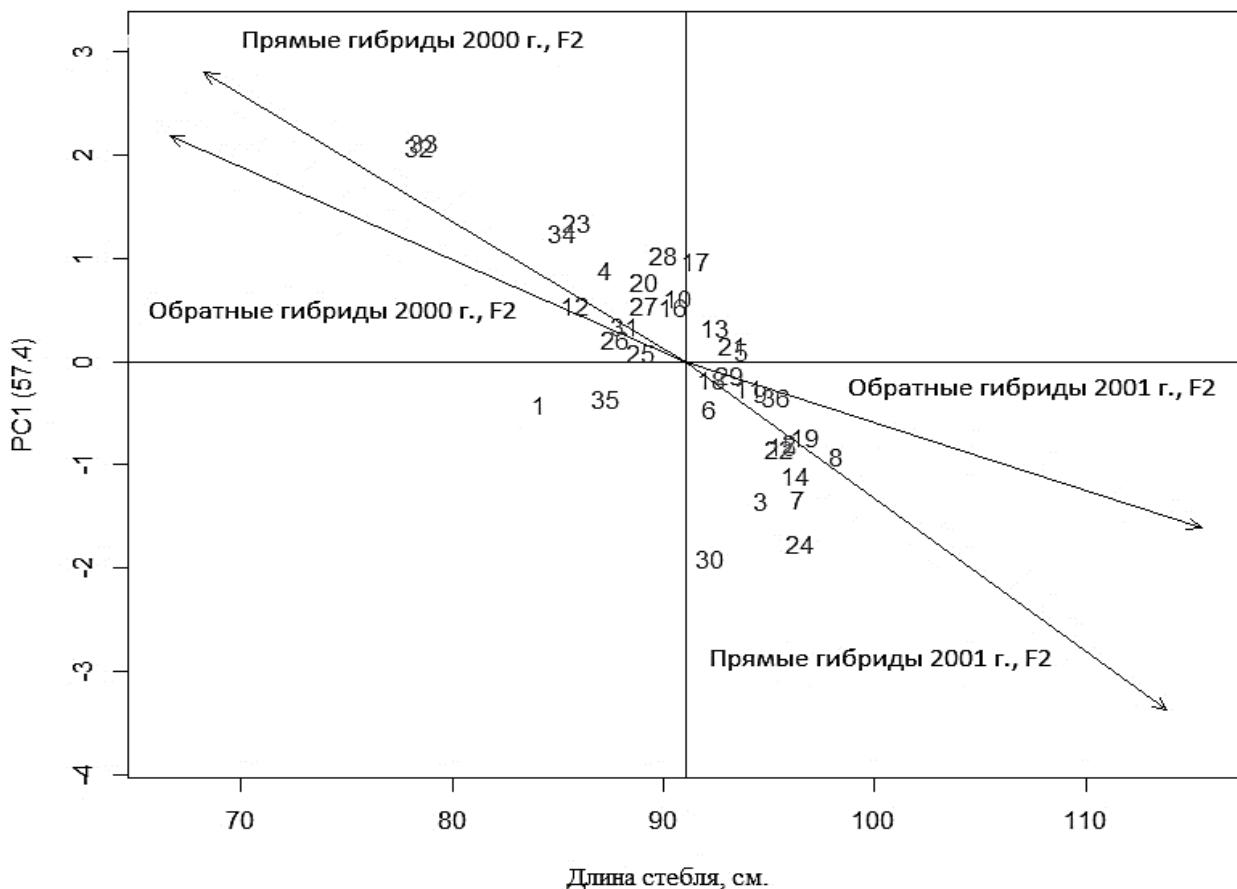


Рисунок 4.2 – Анализ главных компонент длины стебля гибридов F_2 твердой пшеницы (2000 и 2001 гг)
(нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1)

Средние значения у гибридов F_2 в 2001 году были 114,6 см, превышая показатель 2000 года почти на 47 см. Изменчивость у прямых гибридов в 2000 году была от 57,2 см у (Омская янтарная / Саратовская золотистая) до 75,9 см (Дамсинская 90

/ Саратовская золотистая) (рис. 4.2). В 2001 году наименьшее значение признака наблюдалось в комбинации (Омская янтарная / Саратовская золотистая) – 91,7 см, а наибольшее – у (Дамсинская 90 / Безенчукский янтарь) – 125,2 см. В обратных комбинациях в 2000 году признак изменялся от 60,5 см у (Омская янтарная / Аметист) до 73,5 см – у (Аметист / Саратовская золотистая), в 2001 году различия составили от 99,1 см у (Омская янтарная х Светлана) до 125,8 см у (Аметист / Дамсинская 90).

Высокий реципрокный эффект проявлялся в 2000 году в комбинациях: (Омская янтарная / Саратовская золотистая), (Омская янтарная / Оренбургская 10), (Аметист / Светлана), а 2001 году – у (Омская янтарная / Ангел), (Омская янтарная / Саратовская золотистая), (Дамсинская 90 / Саратовская золотистая). Анализ долевого влияния факторов позволяет отметить, что на выраженность признака наибольший эффект оказывают метеоусловия периода вегетации – 82,5%, доля генотипических особенностей – 14,5%. Изучение комбинационной способности сортов показало, что доля вариансы ОКС у гибридов F_1 в первый год составила 71,46%, СКС – 17,84%, вариансы реципрокного эффекта – 10,7% (не существенно). (табл. 4.2). В условиях второго года изучения также основная доля была представлена варианской ОКС – 89,79%. У гибридов F_2 также преобладала доля варианс ОКС.

Таблица 4.2 – Доля варианс комбинационной способности по длине стебля (F_1 , F_2), %

Варианса	F_1		F_2		По серии опытов (2000 и 2001 гг.)	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
ОКС	71,46*	89,79*	71,81*	91,46*	91,08*	88,651*
СКС	17,84*	6,98*	19,76*	5,64*	6,17*	7,398*
Р.Э.	10,7	3,23	8,44*	2,90*	2,75	3,951*

*F критерий значим при 5% уровне

Эти данные и данные по серии опытов свидетельствуют о том, что в системе генетического контроля длины стебля основную роль в условиях обоих лет играют аддитивные эффекты генов и в меньшей мере имеют значение неаддитивные, при этом роль цитоплазмы не значительна. Значения ОКС и СКС связаны с генетиче-

ским разнообразием конкретного селекционного материала, отраженным в эффектах генов, которые могут меняться в зависимости от условий выращивания. Расчеты по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Доля вариансы комбинационной способности по длине стебля в серии опытов ($F_1 F_2$)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС	103,38	16,72	113,09	17,39
СКС	9,00	1,46	12,13	1,87
РЭ	3,12	0,51	5,04	0,78
Взаимодействие ОКС x год	422,81	68,39	451,58	69,44
Взаимодействие СКС x год	49,62	8,03	45,44	6,99
Взаимодействие РЭ x год	26,21	4,24	20,93	3,22
Случайные отклонения	4,06	0,66	2,09	0,32

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно увеличивают длину стебля как в F_1 , так и в F_2 , Дамсинская 90 и Зарница Алтая, а уменьшают – Омская янтарная, Светлана (табл. 4.4).

Таблица 4.4 – Оценка эффектов ОКС (gi) по длине стебля сортов твердой пшеницы

Сорт	F_1		F_2		Среднее по серии опытов 2000 и 2001 гг.	
	2000г.	2001г.	2000г.	2001г.	F_1	F_2
Омская янтарная	-4,99	-9,96	-5,12	-10,17	-7,47	-7,64
Аметист	-0,45	1,42	0,17	2,79	0,48	1,48
Ангел	0,69	3,52	1,65	3,21	2,10	2,43
Зарница Алтая	1,97	2,03	2,42	2,77	2,00	2,59
Дамсинская 90	2,37	3,48	1,97	4,26	2,92	3,11
Светлана	-0,52	-5,01	-1,41	-5,36	-2,76	-3,38
Саратовская золотистая	0,33	-2,76	0,90	-2,80	-1,21	-0,95
Оренбургская 10	0,56	2,79	-0,09	0,29	1,67	0,09
Безенчукский янтарь	0,05	4,52	-0,48	5,02	2,28	2,26
gi-gj	1,05	1,18	0,86	0,75	1,09	0,75

Несмотря на то, что сорт Безенчукский янтарь в этих условиях имел также меньшую длину стебля, отрицательный эффект ОКС проявился только в 2000 г. в F_2 . Расчеты генетических параметров показали следующее: Р1 в F_1 и F_2 в 2000 году

составил 0,76, что свидетельствует о том, что возрастание величины признака определяется рецессивными генами, поскольку он имеет положительный знак, в 2001 году для обоих поколений этот показатель недостоверен. Таким образом признак низкорослости является доминантным, а высокорослости рецессивным.

Показатель средней степени доминантности – Р5 указывает на то, что доминирование внутри локусов неполное (табл. 4.5) и только в 2000 г. в F₂ проявляется сверхдоминирование.

Таблица 4.5 – Генетические параметры признака длина стебля у яровой твердой пшеницы

Параметры	F ₁		F ₂		
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	
P1 $[r * (Wr + Vr) Xp]$	0,766*	-0,160	0,763*	-0,831	
P2 $F_1 - P$	0,17	0,99	30,36	3,71	
P3 D	11,1*	76,83*	17,58*	83,62*	
P4 $H1$	5,63*	24,53*	5,41*	24,51*	
P5 $\sqrt{H1/D}$	0,72	0,57	1,104	0,541	
P6 $H2$	3,86*	10,70*	4,00*	18,18*	
P7 $1/4 \times H2^2 / H1$	0,17	0,11	0,23	0,18	
P8 F	-6,36*	-19,68*	-3,70*	-13,54*	
P9 $\frac{1}{2} \times \frac{F}{\sqrt{D * (H1 - H2)}}$	1,09	0,77	1,79	1,79	
P10 h^2	3,25	1,89	2,54	1,14	
P11 $\sqrt{4DH1 + F} / \sqrt{4DH1 - F}$	0,43	0,63	0,79	0,74	
P12 $h^2/H2$	0,85	0,14	0,63	0,70	
H ²	Коэффициент наследуемости (широкий)	0,797	0,820	0,674	0,918
hp	Коэффициент наследуемости (узкий)	0,783	0,782	0,675	0,844

*достоверно при Р= 0,05

Это подтверждается также и расположением линии регрессии на графике Хеймана (Приложение Д., рис. Д.1), которая проходит через нулевую точку. Произведение частот плюс и минус аллелей в локусах, проявляющих доминирование ассиметрично и близко к симметрии в F₂. В системе сортов преобладают рецессивные гены, о чем свидетельствует показатель Р11, значение которого меньше единицы. Это согласуется в полной мере с величиной параметра F (Р8). Величина показателя D значительно выше, чем H1 (Р4) то гены с аддитивным действием вносят наиболее существенный вклад в генетическую систему контроля длины стебля.

В условиях 2001 года в системе генетического контроля преобладали аддитивные эффекты (величина показателя D превосходила показатель H1 в 3 раза). Внутрилокусное взаимодействие также определялось неполным доминированием: параметр P5 = 0,57 в F₁ и 0,54 в F₂, об этом же свидетельствует расположение линии регрессии на графике (Приложение Д., рис. Д.1). Произведение частот положительных и отрицательных аллелей в локусах было ассиметричным и увеличивалось в поколении F₂ P7 = 0,11 – 0,18). Параметр P11 указывает на преобладание рецессивных генов. Расположение сортов вдоль линии регрессии показало, их перераспределение по годам, что говорит о ненаправленном доминировании, то есть признак увеличиваются и доминантные и рецессивные гены.

В условиях влажного года получены также высокие значения коэффициентов наследуемости (0,820 и 0,782). Данные по гибридам F₁ представлены по М. Г. Евдокимову (2006), данные по гибридам F₂ расчитаны лично автором.

Система топкроссовых скрещиваний

Длина стебля у родительских форм варьировала от 70,04 см у Гор. 95-139-3 до 78,12 см у Омского корунда, а у гибридов F₁ от 71,97 (Жемчужина Сибири / Безенчукская степная) до 81,11 см в комбинации (Омский корунд / Омский кристалл) (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Длина стебля у родителей и гибридов F₁, F₂, см (2006-2008 гг.)

Материнские формы	♀	Отцовские формы						Среднее	
		Омский кри- сталл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтар- ная	73,04	78,12	76,42	75,15	76,79	73,76	76,51	75,68	76,57
Омский корунд	78,12	81,11	80,06	76,68	79,56	75,67	77,36	77,82	78,99
Жемчужина Си- бири	73,61	78,10	79,13	75,61	77,24	71,97	77,55	75,23	77,97
Гор.95-139-3	70,04	79,35	78,18	72,81	76,53	74,79	71,97	75,65	75,56
Гор.98-96-3	74,48	76,27	77,12	76,02	81,31	72,83	75,92	75,04	78,12
Омский рубин	72,46	75,39	78,34	76,23	73,85	75,24	75,86	75,62	76,01
♂		74,44		72,76		76,22			
среднее	73,63	78,06	78,21	75,42	77,55	74,04	75,86	75,84	77,20

По результатам оценки гибридов F_2 изменение длины стебля составило от 71,97 см в комбинации (Гор.95-139-3/ Бузенчукская степная) до 81,31 см (Гор.98-96-3/ Омская степная). Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 85,3%, а доля генотипических особенностей – 10,6 %. Анализ комбинационной способности сортов в F_1 показал преимущество аддитивных эффектов генов в наследовании длины стебля (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Анализ варианс комбинационной способности по длине стебля (F_1, F_2)

Источник измен- чивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
ОКС i	12,67*	48,36	13,58*	28,49	10,87	46,02*	3,78	21,26*
ОКС j	8,51*	32,49	25,20*	52,87	8,93	37,81*	11,21	63,05*
СКС	4,13*	15,75	7,76*	16,29	2,71	11,47*	2,14	12,04*
ошибка - E	0,89	3,40	1,12	2,35	1,11	4,70	0,65	3,66
F_2								
ОКС i	–	–	19,82*	30,59	3,10*	49,62	3,36*	33,20
ОКС j	–	–	36,92*	56,97	2,58*	41,39	4,51*	44,50
СКС	–	–	6,76*	10,43	0,38*	6,11	1,84*	18,16
ошибка - E	–	–	1,30	2,01	0,89	1,38	0,42	4,14

*F критерий значим при 5% уровне

При этом необходимо учесть, что в засушливые 2006 и 2008 г. преобладали аддитивные эффекты материнских форм, а во влажный 2007 г. – эффекты отцовских форм. В F_2 , как и в F_1 за наследование длины стебля отвечают аддитивные эффекты генов, и также, в засушливый 2008 г. преобладали аддитивные эффекты отцовских форм, а во влажный 2007 г. – эффекты материнских форм. В таблице 4.8 показаны оценки ОКС И СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды. Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды, и, если в F_1 это влияние одинаковое, то в F_2 влияние генов отцовских форм увеличивается.

Исключив влияние внешней среды, можно сказать, что в F_1 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в F_2 проявляется равнозначное влияние аддитивных эффектов генов обоих родителей. Наследуемость признака высокая (Приложение Д, таблица Д. 3).

Таблица 4.8 – Доля варианс комбинационной способности по длине стебля в серии опытов F₁, F₂ (2007 и 2008 гг.)

Источник варьирования	F ₁		F ₂	
	ms	%	ms	%
ОКС i	3,78*	6,75	3,36*	7,81
ОКС j	11,21*	20,03	3,85*	8,94
СКС	2,14*	3,82	2,94*	6,82
Взаимодействие ОКС i x год	16,67*	29,80	11,32*	26,28
Взаим ОКС j x год	15,72*	28,09	17,11*	39,72
Взаимодействие СКС x год	6,23*	11,14	4,29*	9,96
Случайные отклонения	0,20	0,36	0,21	0,48

*F критерий значим при 5% уровне

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно увеличивают длину стебля сорта Омский корунд, Омский кристалл, а снижают – Гор.95-139-3, Омский рубин, Безенчукская степная (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Эффекты ОКС по длине стебля в F₁ и F₂, в серии опытов (2007 и 2008 гг.)

Сорт		F ₁	F ₂
Омская янтарная	♀	0,07	-0,58
Омский корунд	♀	2,13	1,17
Жемчужина Сибири	♀	-0,17	0,66
Гор. 95-139-3	♀	-0,23	-0,82
Гор. 98-96-3	♀	-1,04	0,94
Омский рубин	♀	-0,77	-1,37
Омский кристалл	♂	1,52	0,74
Омская степная	♂	-1,12	0,10
Безенчукская степная	♂	-0,40	-0,85
g _i -g _i		0,32	0,41

Схема нерегулярных скрещиваний

Степень развития изучаемого признака в 2004 и 2005 гг. представлена в Приложении Д (таблица Д.2). Длина стебля родительских форм варьировала в 2004 году от 47,70 см у Shake3/Green 18 до 88,55 см у Casoar. В 2005 году образец Shake3/Green 18 был также очень низкорослым. Длина стебля гибридов F₁ в 2004 году изменялась от 61,95 см в комбинации (Омская янтарная / Sooty15/Kapude 1) до 94,93 см в комбинации (Гордеиформе 94-9-1/ Casoar).

В 2005 г. наиболее высокорослые гибриды так же были в комбинации (Гордеиформе 94-9-1 / Casoar), а низкорослые – в комбинациях (Омская янтарная / Shake3/Green18), (Омская янтарная / Sooty15/Kapude1), (Омский корунд /

Shake3/Green18), (Омский корунд / Sooty15/Kapude1). Наиболее высокорослые формы получились от скрещиваний с линией Гордеиформе 94-9-1, как в скрещиваниях с среднерослыми формами, так и с короткостебельными. В F₂ наблюдается та же тенденция. Наследование длины стебля идет по типу неполного доминирования или сверхдоминирования. В комбинациях с участием Жемчужины Сибири наблюдается увеличение признака при скрещивании со среднестебельным сортом и незначительное снижение в скрещивании с короткостебельным. В комбинациях (Жемчужина Сибири / Casoar), (Гордеиформе 441 / Sn Turk MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol) в F₂ наблюдается некоторое снижение длины стебля, по сравнению с F₁ в силу расщепления и накопления гомозиготных форм.

Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 54,1%, а доля генотипических особенностей – 42,20%. В скрещиваниях сортов Омская янтарная и Омский корунд наследование длины стебля F₁ идет по типу промежуточного наследования или частичного доминирования со значительным снижением высоты по сравнению с материнскими формами. В 2005 г. у гибридов от скрещиваний с Омским корундом наблюдается стабилизация признака в F₂. Результаты изучения F₁ показали, что в 2004 г. варианса ОКС материнских образцов была выше ОКС отцовских и специфической комбинационной способности (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Анализ вариансы комбинационной способности по длине стебля (F₁, F₂)

Источник изменчивости	F ₁				По серии опытов F ₁		F ₂	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	2005 г.
	MS	%	MS	%	MS	%	MS	%
ОКС ♀	285,90	46,96	162,62*	29,00	109,51*	32,75	281,1*7	48,85
ОКС ♂	187,26	30,76	191,17*	34,09	91,78*	27,45	35,78*	6,22
СКС	131,95*	21,67	201,23*	35,89	130,72*	39,10	243,86*	42,37
Ошибка	3,75	0,62	5,71	1,02	2,32	0,69	14,80	2,57

*F критерий значим при 5% уровне

Это свидетельствует о том, что в системе генетического контроля основная доля в наборе сортов представлена генами с аддитивными эффектами, наряду с которыми существенен вклад и неаддитивных эффектов, причем наибольшее влияние в засушливом 2004 г. оказывают неаддитивные эффекты материнских линий, а в

умеренно влажном 2005 г. – отцовские генотипы. В F₂ уже проявляется сильное влияние аддитивных генов материнских форм, наряду с которыми, существенен вклад и неаддитивных эффектов. Коэффициент наследуемости в узком смысле был незначительным – от 0,40 до 0,59 в F₁ и еще меньше в F₂ (Приложение Д, таблица Д.3). Несколько другая картина наблюдалась в 2005 году. Наибольшее влияние оказывают неаддитивные эффекты и аддитивные эффекты отцовских генотипов.

У гибридов F₂ отмечено высокое влияние аддитивных эффектов материнских линий, значительно превышающие эффекты отцовских линий, с существенным вкладом неаллельного взаимодействия (таблица 4.11).

Таблица 4.11 – Эффекты ОКС по длине стебля (F₁, F₂)

Сорт		F ₁		По серии опытов F ₁	F ₂ , 2005 г.
		2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀	14,76	11,23	12,99	15,19
Жемчужина Сибири	♀	5,68	4,38	5,03	3,18
Гордеiforme 441	♀	-2,75	-1,01	-1,88	-4,65
Омская янтарная	♀	-10,79	-9,32	-10,05	-6,72
Омский корунд	♀	-9,43	-5,40	-7,41	-11,81
Casoar	♂	12,66	13,27	12,97	4,86
Shake3/Green18	♂	-8,36	-9,85	-9,11	-0,10
Silver26/Toska26	♂	-1,46	-3,03	-0,79	-1,28
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	-3,46	-4,77	-4,11	-3,35
Sooty15/Kapude1	♂	-9,76	-5,36	-7,56	-5,93
gi-gi		1,22	1,51	0,96	1,43

Наилучшей комбинационной способностью по снижению длины стебля обладают образцы: Гордеiforme 441, Омская янтарная, Омский корунд, Shake3/Green18, Silver26/Toska26, Sooty15/Kapude1, Sn Turk MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol. Причем эта тенденция проявилась в условиях обоих лет испытания, то есть у более высокорослых сортов значения ОКС положительные, а у средних по длине стебля – отрицательные.

В схеме нерегулярных скрещиваний в 2017 г. длина стебля у родителей изменилась от 64,4 до 103,6 см, в 2018 году – от 66,5 до 101,8 см и в 2020 г. – от 65,6 до 116,8 см. Длина стебля гибридов F₁ в 2017 г. колебалась от 74,1 см в комбинации (Омская степная / 1560д18) до 98,1 см в комбинации (Омский изумруд / Лавина). В 2018 году наиболее высокорослые гибриды F₂ были в комбинации (Горд. 01-115-5

/ Горд. 06-5-3), а низкорослые – в комбинациях: (Омский изумруд / 1560д18); (Омская бирюза / 1591д21).

В 2019 году изменение длины стебля родительских форм составило от 65,4 см до 116,8 см, у гибридов F_2 наиболее высокорослые формы были в комбинациях (Горд. 01-115-5 / Горд. 06-5-3), (Горд. 01-115-5 / Горд. 08-94-3), (Горд. 01-115-5 / Горд. 08-55-5), (Омский изумруд / Лавина), а в F_3 – в комбинациях (Горд. 01-115-5 / Горд. 08-94-3), (Омский изумруд / Горд. 08-55-5), (Жемчужина Сибири / Лавина), (Омская степная / Горд. 06-5-3) (Приложение, таблица Д. 4). В наследовании признака выявлены все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов показал преимущество аддитивных эффектов генов, при этом необходимо учесть, что в F_1 наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в последующих поколениях – материнских. Также во влажные годы увеличивается доля неаддитивных эффектов (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Анализ варианс комбинационной способности по длине стебля (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1		F_2		F_2		F_3	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	MS	%	MS	%	MS	%	MS	%
ОКС ♀	45,31*	20,36	65,90*	50,30	92,00*	42,24	190,21*	42,15
ОКС ♂	143,71*	64,58	52,88*	40,36	75,80*	34,81	90,93*	20,15
СКС	30,81*	13,85	7,85*	5,99	33,17*	15,23	148,99*	33,02
Ошибка	2,69	1,21	4,36	3,32	16,80	7,71	21,09	4,67

*F критерий значим при 5% уровне

Значения коэффициентов наследуемости как в широком, так и в узком смысле, были высокие в первом поколении и снижались к F_3 (Приложение Д., таблица Д.3). При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно увеличивают длину стебля сорта: Горд. 01-115-5, Омская бирюза, Лавина, Горд. 06-5-3; Горд. 08-55-5; Горд. 08-94-3, а снижают – Жемчужина Сибири, Омский изумруд и Омская степная (таблица 4.13). Наибольшее снижение длины стебля происходит при скрещивании с линиями Горд. 1591д21 и Горд. 1560д18, несущими «сильные» гены редукции высоты растений *RhtB1b* и *RhtB1b+Rhtx* от мексиканских сортов *Ahninga* и *Anser 10* (Мальчиков П.Н. и др., 2017).

Таблица 4.13 – Эффекты ОКС по длине стебля (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F_1	F_2	F_2	F_3
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	-5,80	-0,89	-5,89	-2,92
Омская Степная	♀	-1,16	-1,02	-2,51	-3,63
Омский Изумруд	♀	-1,02	-1,43	-2,07	-1,08
Горд.01-115-5	♀	1,96	2,64	9,09	5,67
Омская Бирюза	♀	4,14	0,50	2,90	2,66
Лавина	♂	5,83	0,02	1,61	8,71
Горд.06-5-3	♂	1,48	4,09	2,92	0,04
Горд.08-55-5	♂	6,05	4,37	0,89	4,83
Горд.08-94-3	♂	2,49	2,90	2,21	4,54
Горд.1591д21	♂	-5,30	-7,03	-0,22	-0,17
Горд.1560д18	♂	-12,97	-5,07	-10,73	-8,46
gi-gi		1,04	1,32	1,50	1,68

Стратегия и тактика отбора:

- проявляется сильное взаимодействие аддитивных эффектов генов с условиями внешней среды;
- при скрещивании среднестебельных сортов наследуемость признака высокая, что свидетельствует об эффективности отбора по этому признаку, в случае гибридизации короткостебельных с длинностебельными сортами коэффициент наследуемости был незначительным;
- так как признак увеличивают рецессивные гены, отбор высокорослых растений можно начинать с (F_2), а низкорослых с (F_4).

В зависимости от поставленной цели в качестве доноров (лучших комбинаций) рекомендуются следующие сорта: Дамсинская 90, Зарница Алтая, Горд. 01-115-5, Омская бирюза, Лавина, Горд. 06-5-3; Горд. 08-55-5; Горд. 08-94-3 – если необходимо увеличить длину стебля; Гор. 95-139-3, Омский рубин, Бузенчукская степная, Омская янтарная – если нужно стебель укоротить до определенных пределов. Значительно снижают высоту растения линии, несущие «сильные» гены редукции высоты: Shake3/Green18, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15/Kapude1, Горд. 1591д21 и Горд. 1560д18. При скрещивании с короткостебельными формами лучшими материнскими образцами являются Гордеиформе 94-9-1, Омский изумруд, Жемчужина Сибири, Омская степная, Омская янтарная и Омский корунд.

4.1.2 Длина первого надземного междуузлия

При стеблевом полегании стебель чаще всего изгибаются в первых двух междуузлиях. При повторных случаях полегания изгиб может быть и в третьем или четвертом междуузлиях. Но, как правило, при повторном полегании стебель наклоняется не за счет изгиба, а из-за скручивания его в нижних междуузлиях (Пасечнюк А.Д., 1972). Генетических исследований по наследственности и изменчивости морфологических признаков стебля твердой пшеницы мало, и в основном они направлены на изучение карликовости и полукарликовости. Изучение длины первого надземного междуузлия у мягкой пшеницы по программе ДИАС показало отсутствие аддитивности, направленного доминирования или проявление сверхдоминирования (Драгавцев В.А. и др., 1984).

Диаллельный анализ.

Длина первого междуузлия у сортов в среднем составила 4,42 см в 2000 г. и 4,10 в 2001 г. (таблица 4.14).

Таблица 4.14 – Длина первого надземного междуузлия у сортов яровой твердой пшеницы и средняя по их гибридам, см.

Сорт, показатель	Год		Среднее
	2000	2001	
Омская янтарная	3,32	4,62	3,97
Аметист	4,55	4,95	4,75
Ангел	5,42	4,79	5,11
Зарница Алтая	4,35	4,99	4,67
Дамсинская 90	3,87	3,47	3,67
Светлана	3,62	3,15	3,38
Саратовская золотистая	4,26	4	4,13
Оренбургская 10	4,44	3,66	4,05
Безенчукский янтарь	3,91	3,28	3,6
Среднее по родителям	4,42	4,1	4,26
Среднее по прямым гибридам	F ₁	4,56	4,1
Среднее по обратным гибридам		4,51	3,9
комбинаций с высоким РЭ		4	2
Среднее по прямым гибридам	F ₂	2,74	3,68
Среднее по обратным гибридам		2,75	3,68
комбинаций с высоким РЭ		1	3
HCP ₀₅		0,36	0,41
			–

В выборке сортов показатель варьировал в первый год от 3,32 см (Омская янтарная) до 5,42 см (Ангел), во второй – от 3,15 см (Светлана) до 4,99 см (Зарница

Алтая). У гибридов F_1 среднее значение (4,56 см) незначительно превышало (на 0,14 см) уровень родительских сортов в 2000 г. а в 2001 г. показатели были одинаковыми. Однако генетическое разнообразие среди гибридов довольно существенно. В 2000 г. признак изменялся от 3,09 (Омская янтарная / Ангел) до 6,33 см (Зарница Алтая / Дамсинская 90), в 2001 г. – от 3,06 (Светлана / Без. янтарь) до 5,93 см (Омская янтарная / Ангел).

Аналогичная картина проявилась и у обратных гибридов. Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F_1 и среды, отражающий 58% фенотипического варьирования, представлен на рисунке 4.3.

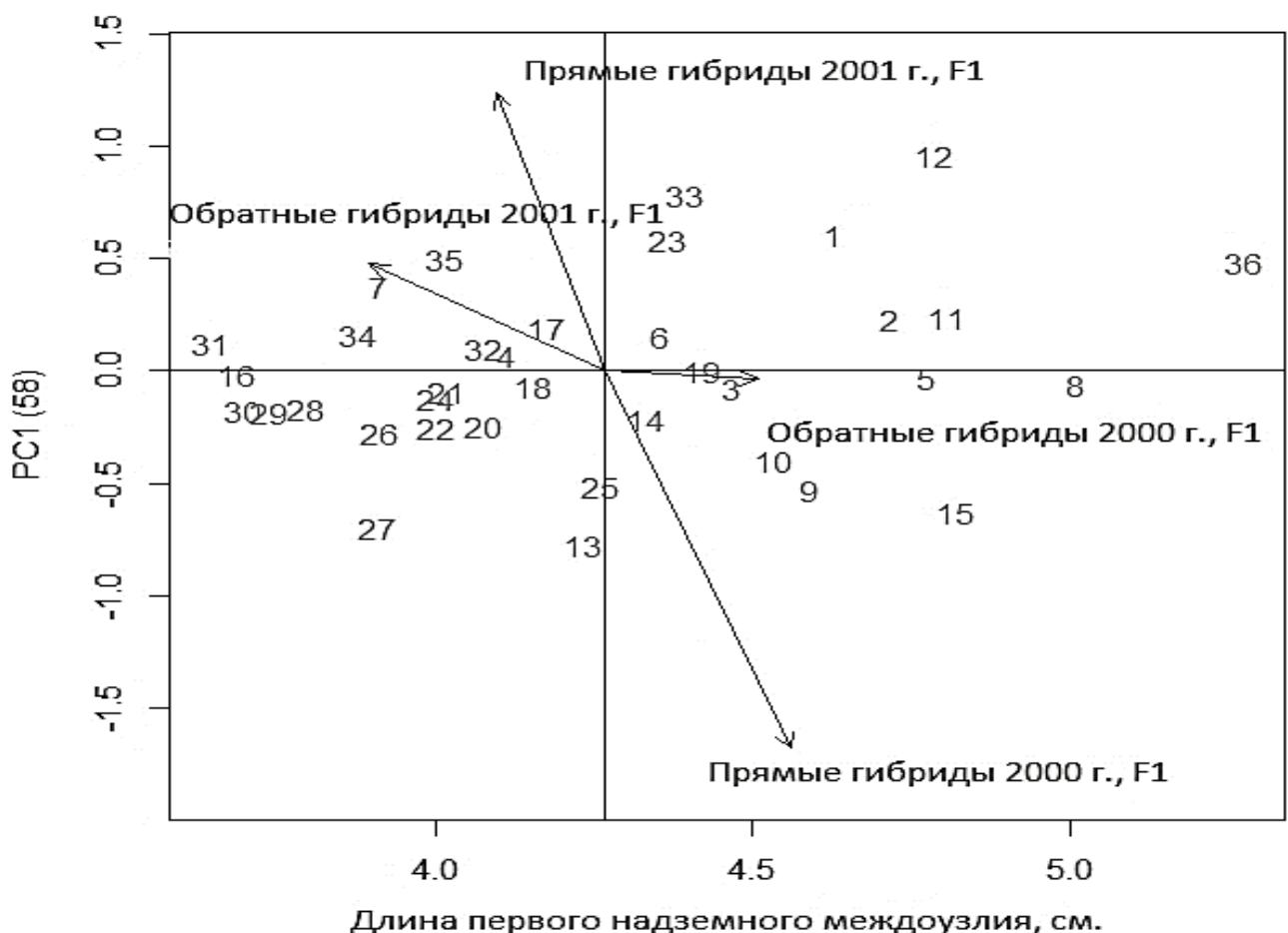


Рисунок 4.3 – Анализ главных компонент длины первого надземного междоузлия гибридов F_1 твердой пшеницы (2000 и 2001 г.)
(нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1)

Векторы прямых и обратных скрещиваний в условиях обоих лет противоположны. В целом по массиву гибридов реципрокный эффект не проявился, а в 2000

г. наблюдался только в комбинациях: (Омская янтарная / Ангел), (Ангел / Дамсинская 90), (Ангел / Оренбургская 10) и (Светлана / Безенчукский янтарь) и в 2001 г. – (Омская янтарная / Ангел), (Аметист / Оренбургская 10), (Аметист / Безенчукский янтарь).

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F_2 и среды отражающий 52,5% фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.4.

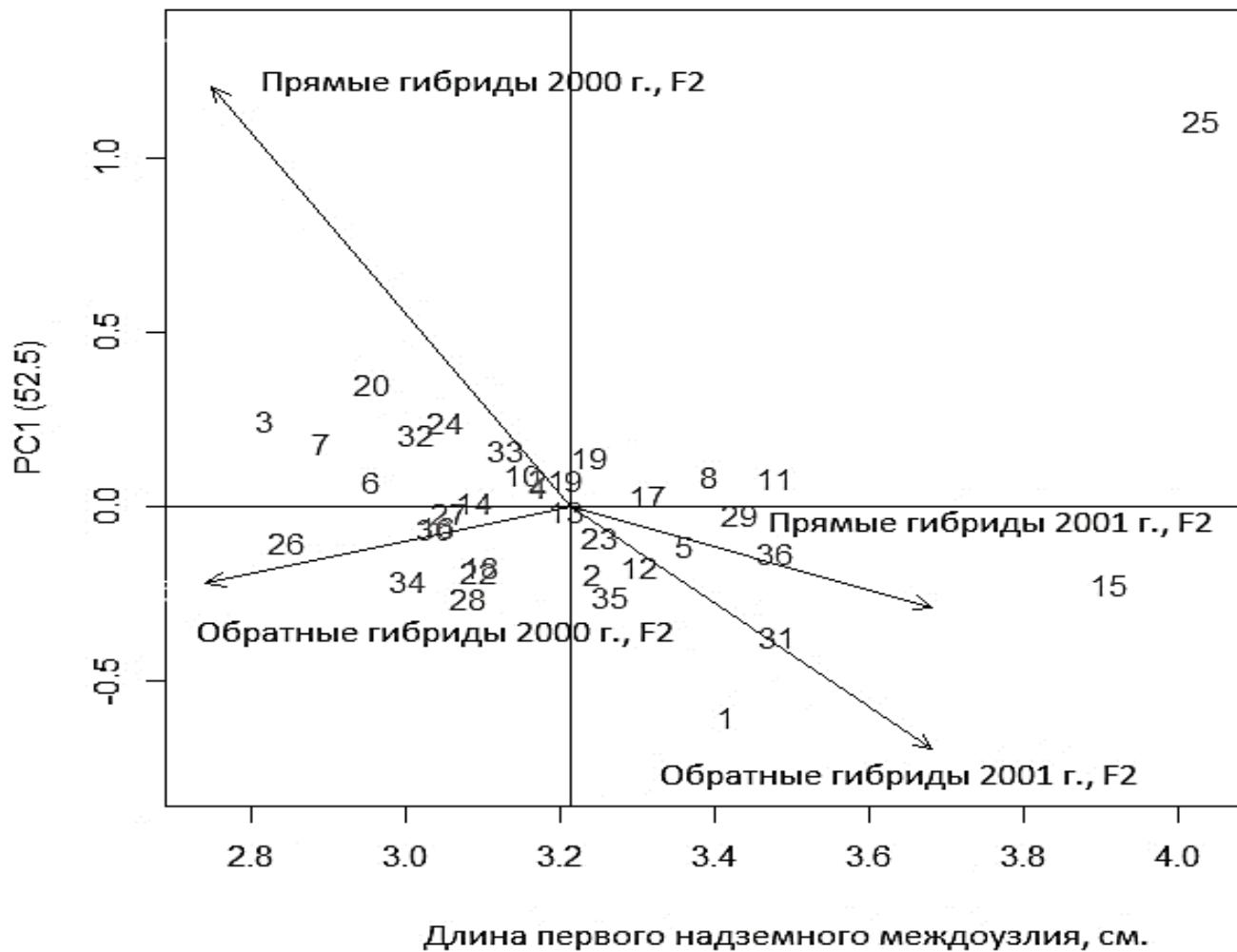


Рисунок 4.4 – Анализ главных компонент длины первого надземного междоузлия гибридов F_2 твердой пшеницы (2000 и 2001 г.) (нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1).

У гибридов F_2 в 2000 г. в прямых скрещиваниях признак изменялся от 2,20 см в (Оренбургская 10 / Безенчукский янтарь) до 3,20 см у (Омская янтарная / Аметист) (рис. 4.4). В обратных скрещиваниях наименьшее значение наблюдалось в комбинациях (Саратовская золотистая / Оренбургская 10) и (Омская янтарная /

Аметист), а наибольшее – в комбинации (Светлана / Саратовская золотистая). Высокий реципрокный эффект был выявлен (Светлана / Саратовская золотистая). В 2001 г. среднее значение показателя было выше, чем в 2000 году. В прямых скрещиваниях признак изменялся от 3,02 см – (Светлана / Оренбургская 10) до 4,10 см в комбинации (Ангел x Саратовская золотистая), в обратных скрещиваниях наименьшее значение признака было в комбинации (Аметист / Дамсинская 10) и (Дамсинская 90 / Бузенчукский янтарь). Высокий реципрокный эффект проявлялся в комбинациях: (Омская янтарная / Аметист), (Омская янтарная / Ангел), (Зарница Алтая / Дамсинская 90).

Изучение комбинационной способности показало, что на долю общей комбинационной способности (F_1) в 2000 г. приходится 55,56%, а в 2001 г. 30,7 %, а на долю СКС соответственно 25,41% и 60,90% (табл. 4.15). Реципрокный эффект в обоих случаях недостоверен. То есть в неблагоприятных условиях, когда проявляется полегание, наибольшую роль оказывают неаддитивные эффекты генов, и в меньшей степени аддитивные.

Таблица 4.15 – Доля варианс комбинационной способности по длине первого надземного междуузлия (F_1 , F_2), %

Варианса	F_1		F_2		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
ОКС	55,56*	30,70*	86,31*	57,02*	58,3*	74,99*
СКС	25,41*	60,90*	8,95*	34,20*	31,16*	17,20*
Р.Э.	19,03	8,39	4,74*	8,79*	10,54	7,81*

*F критерий значим при 5% уровне

В F_2 складывается несколько другая картина: в 2000 году высока доля аддитивных эффектов, а в 2001 году к ним добавляется влияние неаддитивных эффектов генов. Доля влияния реципрокного эффекта невелика: в 2000 г он выявлен в 3-х комбинациях, а в 2001 г – в 4-х комбинациях. Если посмотреть на изменение варианс по серии опытов, то получается, что в F_1 наряду с аддитивными эффектами высока роль неаддитивных эффектов, которые снижаются в F_2 .

В таблице 4.16 показаны оценки ОКС И СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды. Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Тем

не менее, чистое влияние аддитивных генов выше, чем неаддитивных и повышается во втором поколении.

Таблица 4.16 – Доля вариансы комбинационной способности по длине первого междоузлия в серии опытов (F_1, F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС	0,62*	7,96	113,09*	17,39
СКС	0,18*	2,33	12,13*	1,87
РЭ	0,09*	1,15	5,04*	0,78
Взаимодействие ОКС x год	4,87*	62,55	451,58*	69,44
Взаимодействие СКС x год	1,07*	13,79	45,44*	6,99
Взаимодействие РЭ x год	0,73*	9,47	20,93*	3,22
случайные отклонения	0,21	2,73	2,09	0,32

*F критерий значим при 5% уровне

Значение эффектов ОКС по длине первого надземного междоузлия показано в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Оценка эффектов ОКС по длине первого надземного междоузлия стебля сортов твердой пшеницы (F_1, F_2)

Сорт	F_1		F_2		По серии опытов 2000 и 2001 гг.	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
Омская янтарная	-0,577	0,436	-0,165	0,134	-0,071	-0,016
Аметист	0,017	0,562	-0,069	0,095	0,290	0,013
Ангел	0,507	0,447	0,171	0,153	0,477	0,162
Зарница Алтая	0,070	0,293	0,004	0,261	0,182	0,133
Дамсинская 90	0,106	-0,349	-0,043	-0,087	-0,122	-0,065
Светлана	0,338	-0,656	0,211	-0,281	-0,159	-0,035
Саратовская золотистая	-0,085	0,020	0,212	0,048	-0,033	0,130
Оренбургская 10	-0,111	-0,403	-0,189	-0,166	-0,257	-0,178
Безенчукский янтарь	-0,266	-0,350	-0,133	-0,158	-0,308	-0,146
gi-gj	0,312	0,095	0,135	0,079	0,204	0,107

Высокое положительное значение в F_1 и F_2 , а также в среднем по опыту имел сорт Ангел, а наименьшее сорта Безенчукский янтарь и Оренбургская 10.

У гибридов, с участием сорта Омская янтарная, в засушливый год укорачивается, а во влажный год удлиняется первое надземное междоузлие, причем это проявляется как в первом, так и во втором поколении.

Наиболее ценными эффектами, с точки зрения селекции на устойчивость к полеганию, будут обладать сорта, которые укорачивают междоузлие во влажный

(благоприятный) год, это сорта: Дамсинская 90, Светлана, Оренбургская 10 и Бенчукский янтарь.

Анализ конфигурации графика Хеймана для F_1 показывает, что в контроле признака в условиях обоих лет имеет место аддитивно-доминантная система (Приложение Д., рис. Д.2). Наряду с генами, проявляющими аддитивное действие, высока роль и неаддитивных: величина показателей D и $H1$ в 2000 г. почти равна и несколько ниже значения $H1$ в 2001 г. Коэффициент корреляции ($P1$) имеет положительную направленность, что свидетельствует о том, что признак увеличиваются рецессивные гены (табл. 4.18).

Таблица 4.18 – Генетические параметры признака длина первого надземного междоузлия стебля яровой твердой пшеницы

Параметр	F_1		F_2	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
P1 $[r * (Wr + Vr) Xp]$	0,04*	0,75*	0,95*	0,47*
P2 $F_1 - P$	0,01*	0,01*	2,21*	0,14*
P3 D	2,95*	0,47*	0,50*	0,50*
P4 $H1$	2,97*	0,21*	1,44*	0,55*
P5 $\sqrt{H1/D}$	0,29*	0,67*	1,97*	1,05*
P6 $H2$	2,17	0,19	1,26	0,41
P7 $1/4 \times H2/H1$	0,18*	0,23*	0,22*	0,19*
P8 F	-1,11*	-0,31*	0,49*	0,52*
P9 $\frac{1}{2} \times \frac{F}{\sqrt{D * (H1 - H2)}}$	3,20	21,67	6,70	7,77
P10 h^2	-0,30	0,01	8,77	0,54
P11 $\sqrt{4DH1} + F / \sqrt{4DH1} - F$	0,29*	0,35*	2,00*	2,96*
P12 $h^2/H2$	-0,14	0,02	6,96	1,31
H^2	Коэффициент наследуемости (широкий)	0,66	0,85	0,68
hp	Коэффициент наследуемости (узкий)	0,44	0,75	0,47
*достоверно при $P=0,05$				

Но это справедливо для 2001 г., поскольку его значение достоверно, а в 2000 г. – очень низкое. В системе сортов преобладают рецессивные гены, о чем свидетельствуют показатели P11, значения которых меньше единицы. Это согласуется в полной мере с величиной параметра F . Произведение частот положительных и отрицательных аллелей в локусах было ассиметричным ($P9= 0,18$ и $0,23$). Расположение сортов вдоль линии регрессии показало, что в доминантной зоне за 2 года

изучения находится сорт Оренбургская 10, все остальные сорта меняют свое место- положение. Некоторый наклон линии регрессии ($by = 0,17$ и $0,69$) указывает на то, что в неаддитивной части эффектов имеет место наряду с неполным доминированием и неаллельное взаимодействие (комплементарный эпистаз).

Генетические показатели признака в F_2 несколько отличаются от первого поколения. Анализ графика в 2000 г. показывает, что наблюдается внутрилокусное сверхдоминирование. Это так же подтверждается параметром $P5 > 1$, а между локусами – комплементарный эпистаз. Величина показателя $H1$ больше величины показателя D и показывает, что в системе генетического контроля превалируют не- аддитивные гены. В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей близко к симметрии. Соотношение доминантных и рецес- сивных генов у родительских сортов указывает на превалирование первых ($P11 = 2,00$) и это согласуется в полной мере с величиной параметра $P8=0,49$. В 2001 г. линия регрессии пересекает ось ординат с отрицательной стороны. Это говорит о том, что в детерминации признака имеет место внутрилокусное сверхдоминирова- ние, это так же подтверждается параметром $P5=1,05$; а между локусами – неал- лельное взаимодействие типа комплементарного эпистаза. Величина показателя $P4$ равна $P3$ и показывает, что в системе генетического контроля участвуют аддитив- ные и неаддитивные гены. В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей асимитрично. Соотношение доминантных и рецес- сивных генов у родительских сортов указывает на превалирование первых (па- метр $P11= 2,96$), а параметр $F=0,52$ подтверждает этот вывод. Наследуемость дан- ного признака в 2000 году низкая и высокая в 2001 году.

Система топкроссовых скрещиваний.

Сортовые различия по длине первого надземного междуузлия у родительских форм составили от 2,53 см (Омская степная) до 3,04 см (Горд. 95-139-3) (таблица 4.19). По результатам оценки гибридов в F_1 наименьшая длина формировалась в комбинациях (Гор. 98-96-3 / Омская степная) и (Омская янтарная / Омская степная), а в F_2 – в комбинациях (Гор. 95-139-3 / Омская степная) и во всех комбинациях, полученных с участием сорта Омская янтарная. В среднем по всем гибридам длина

первого междоузлия была 2,83-2,87 см, как в F₁, так и в F₂. Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 85,2%, доля генотипических особенностей 6,8%, а взаимодействие факторов – 3,8%.

Таблица 4.19 – Длина первого надземного междоузлия у родителей и гибридов F₁, F₂ (2006-2008 гг.), см

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	2,68	2,93	2,62	2,66	2,69	2,78	2,58	2,79	2,63
Омский корунд	2,97	2,90	2,82	2,91	3,03	2,97	2,97	2,93	2,94
Жемчужина Сибири	2,82	3,06	2,76	2,92	3,22	2,92	2,79	2,97	2,92
Гор.95-139-3	3,04	2,74	3,06	2,79	2,64	3,04	3,02	2,86	2,91
Гор.98-96-3	2,87	2,76	2,78	2,84	2,89	2,51	3,07	2,71	2,92
Омский рубин	3,02	2,83	3,28	2,85	2,85	3,06	2,90	2,91	3,01
♂			2,98		2,53		2,76		
среднее	2,90	2,87	2,89	2,83	2,88	2,88	2,89	2,86	2,89

HCP₀₅ = 0,16

Анализ комбинационной способности сортов в F₁ свидетельствует о равнозначном действие аддитивных и неаддитивных эффектов генов. При этом доля влияния материнских и отцовских генотипов также почти равна (таблица 4.20).

Таблица 4.20 – Анализ варианс комбинационной способности по длине первого надземного междоузлия (F₁, F₂).

Источник изменчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F ₁								
ОКС i	0,125*	31,95	0,151*	30,99	0,068*	31,95	0,032*	30,92
ОКС j	0,125*	31,82	0,174*	35,75	0,026*	31,82	0,039*	37,43
СКС	0,131*	33,30	0,152*	31,21	0,048*	33,30	0,028*	27,35
ошибка -E	0,012	2,93	0,010	2,05	0,056	2,93	0,004	4,31
F ₂								
ОКС i	-	-	0,031*	20,47	0,016*	35,47	0,035*	29,07
ОКС j	-	-	0,030*	19,98	0,011*	24,50	0,021*	17,26
СКС	-	-	0,085*	56,94	0,017*	36,86	0,063*	52,71
ошибка -E	-	-	0,004	2,62	0,001	3,16	0,001	0,95

*F критерий значим при 5% уровне

В F₂ доля влияния неаддитивных эффектов еще выше, особенно в неблагоприятных условиях.

приятный влажный год и составляет до 56,94%, в засушливый год проявляется почти равнозначное влияние аддитивных эффектов материнских и отцовских сортов с неаддитивными эффектами.

В таблице 4.21 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.21 – Доля варианс комбинационной способности по длине первого надземного междуузлия в серии опытов (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС i	0,032*	5,83	0,035*	11,57
ОКС j	0,039*	7,06	0,021*	6,87
СКС	0,028*	5,16	0,063*	20,98
Взаимодействие ОКС i x год	0,126*	23,09	0,092*	30,59
Взаимодействие ОКС j x год	0,160*	29,34	0,036*	12,09
Взаимодействие СКС x год	0,156*	28,64	0,052*	17,33
Случайные отклонения	0,005	0,88	0,002	0,57

*F критерий значим при 5% уровне

Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных и неаддитивных генов родительских форм от условий среды, и если в F_1 это влияние одинаковое, то в F_2 влияние генов материнских форм увеличивается.

Исключив влияние внешней среды можно сказать, что в F_1 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в F_2 – материнских форм с достаточно сильными неаддитивными эффектами.

Таблица 4.22 – Эффекты ОКС по длине первого надземного междуузлия, среднее по серии опытов (F_1 и F_2)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-0,071	-0,258
Омский корунд	♀	0,067	0,051
Жемчужина Сибири	♀	0,108	0,036
Гор.95-139-3	♀	-0,002	0,021
Гор.98-96-3	♀	-0,153	0,029
Омский рубин	♀	0,052	0,122
Омский кристалл	♂	0,011	0,014
Омская степная	♂	-0,031	-0,001
Безенчукская степная	♂	0,020	0,002
gi-gi		0,113	0,145

Изучение оценок эффектов ОКС показало, что достоверно снижают длину

первого междуузлия сорта Омская янтарная и Омская степная, а увеличивают – Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Омский кристалл (таблица 4.22). Низкие коэффициенты наследуемости в узком смысле и высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу (Приложение Д., таблица Д.3).

Система нерегулярных скрещиваний

В данной системе скрещиваний длина первого междуузлия в 2004 году варьировала у родительских форм от 1,9 см Sooty15/Kapude1 до 3,2 см Жемчужина Сибири, Casoar (Приложение Д., таблица Д.5). Длина первого междуузлия у гибридов F_1 в 2004 г. изменялась от 1,93 см у комбинации (Омская янтарная / Shake3/Green18) до 3,49 см – у комбинации (Жемчужина Сибири / Casoar). При скрещивании среднерослых сортов между собой в 2004 г. во всех комбинациях наблюдается изменение первого междуузлия, с превышением значения родительских форм. Такая же картина была отмечена в 2-х комбинациях (среднерослых с короткостебельными сортами) – (Гордеiforme 94-9-1 / Silver26/Toska26), (Гордеiforme 94-9-1 / Sn Turk Mi83-84 375/ Nldkls5//Tantlo). В остальных случаях использование короткостебельных генотипов в качестве отцовских форм приводило к укорачиванию длины междуузлия у гибридов F_1 . Причем в 3-х комбинациях оно было меньше, чем у родителя с укороченным междуузлием. Длина первого надземного междуузлия у гибридов в F_2 изменялась от 2,49 см в комбинации (Омский корунд / Shake3/Green18) до 3,22 см в комбинации (Гордеiforme 94-9-1 / Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls5//Tantlol).

В 2005 году превышение значения обоих родителей в F_1 проявлялось только в комбинациях, полученных при скрещивании сорта Гордеiforme 94-9-1 с короткостебельными формами. В остальных случаях, включая и гибриды (среднерослый х среднерослый), показатели в F_1 были ниже, чем у родителей.

Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной условиями среды составил 28,0%, а доля генотипических особенностей 51,0 %. Результаты изучения комбинационной способности в F_1 показали, что в 2004 году варианса ОКС по длине первого междуузлия оказалась выше у отцовских форм (таблица 4.23), а в 2005 г. – у материнских.

Таблица 4.23 – Анализ варианс комбинационной способности по длине первого надземного междоузлия, (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,38*	29,83	0,44*	45,70	0,18*	29,52	0,12	28,20
ОКС ♂	0,57*	44,73	0,09*	9,80	0,14*	21,91	0,04	9,87
СКС	0,24*	19,12	0,40*	41,97	0,24*	38,05	0,18*	42,20
Ошибка	0,08	6,30	0,02	2,51	0,07	10,51	0,08	19,74

*F критерий значим при 5% уровне

Это свидетельствует о том, что в системе генетического контроля основная доля в наборе сортов представлена генами с аддитивными эффектами, наряду с которыми существенен вклад и неаддитивных эффектов, причем в годы с лучшими условиями проявляется сильное влияние аддитивных генов материнских образцов с высокими неаддитивными эффектами.

Несколько другая картина складывается в F_2 . Оценки ОКС недостоверны и преимущественно за определение признака отвечают неаддитивные гены. Низкие коэффициенты наследуемости в узком смысле показывают, что отбор генотипов по фенотипу в комбинациях с короткостебельными сортами малоэффективен (Приложение Д., таблица Д.3). Наилучшей комбинационной способностью по снижению длины первого междоузлия из материнских форм обладают сорта Омская янтарная и Омский корунд (таблица 4.24).

Таблица 4.24 – Эффекты ОКС по длине первого надземного междоузлия

Сорт	F_1		По серии опытов F_1	F_2	
	2004 г.	2005 г.		2005 г.	
	gij	gij	gij	gij	gij
Гордеiforme 94-9-1	♀	0,37	0,59	0,48	-0,02
Жемчужина Сибири	♀	0,40	0,08	0,24	0,07
Гордеiforme 441	♀	-0,08	0,08	0,01	0,04
Омская янтарная	♀	-0,60	-0,42	-0,51	-0,06
Омский корунд	♀	-0,15	-0,43	-0,29	-0,06
Casoar	♂	0,79	0,13	0,46	0,07
Shake3/Green18	♂	-0,51	-0,19	-0,35	-0,01
Silver26/Toska26	♂	-0,18	-0,08	-0,13	-0,06
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	-0,03	-0,19	-0,08	-0,09
Sooty15/Kapude1	♂	-0,31	-0,28	-0,30	-0,01
gi-gi		0,18	0,10	0,16	0,04

Из отцовских следует выделить линии Shake3/Green18, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15/Kapude1.

Опыты, проведенные в 2017-2019 гг., показали следующее: длина первого надземного междуузлия у родителей в 2017 г. варьировала от 4,7 до 10,5 см, в 2018 году – от 4,4 до 7,8 см и в 2020 г. – от 3,8 до 6,6 см; гибридов F₁ в 2017 г. варьировала от 5,6 см в комбинации (Омский изумруд / 1560д18) до 9,4-9,5 см в комбинации (Омский изумруд / Горд.08-55-5), (Жемчужина Сибири / Лавина) (Приложение Д., таблица Д.6). В 2018 году (F₂) наиболее короткое междуузлие формировалось в комбинации (Омская бирюза /1591д21) и (Омская степная / Горд. 06-5-3), значение признака остальных гибридов была от 5,4 до 6,6 см. В 2019 г. у гибридов F₂ наиболее короткое междуузлие было отмечено в комбинациях – (Омская степная / 1560д18), (Омский изумруд / 1560д18), (Омская бирюза / Горд. 08-94-3), а в F₃ – в комбинациях: (Жемчужина Сибири / Лавина) и (Омская степная / 1560д18). В наследовании признака выявлены все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными эффектами генов, при этом необходимо учесть, что в F₁ наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в F₂ – материнских, в F₃ доля влияния материнских и отцовских эффектов близка. Также во влажный 2019 г. увеличивается экспрессия неаддитивных эффектов (таблица 4.25).

Таблица 4.25 – Анализ варианс комбинационной способности по длине первого надземного междуузлия (F₁, F₂)

Источник измен- чивости	F ₁		F ₂		F ₂		F ₃	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	MS	%	MS	%	MS	%	MS	%
ОКС ♀	1,22*	24,29	0,51*	47,02	1,52*	43,97	1,03*	32,73
ОКС ♂	2,20*	43,80	0,41*	37,54	0,27*	7,85	1,03*	32,87
СКС	1,32*	26,26	0,14*	13,23	1,54*	44,57	0,98*	31,29
Ошибка	0,28	5,65	0,02	2,21	0,12	3,61	0,10	3,10

*F критерий значим при 5% уровне

Значения коэффициентов наследуемости в широком смысле были высокие (0,65-0,68), а в узком смысле – незначительные (Приложение Д., таблица Д.3). Ре-

зультаты оценок эффектов ОКС показали, что достоверно уменьшают длину первого надземного междуузлия образцы: Жемчужина Сибири, Лавина, Горд. 1591д21, Горд. 1560д18 (таблица 4.26).

Таблица 4.26 – Эффекты ОКС по длине первого надземного междуузлия (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F_1	F_2	F_2	F_3
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	-0,03	0,25	-0,16	-0,45
Омская Степная	♀	-0,02	-0,79	-0,69	-0,49
Омский Изумруд	♀	-0,61	0,15	-0,43	1,03
Горд.01-115-5	♀	-0,04	0,44	1,22	-0,12
Омская Бирюза	♀	1,12	-0,07	-0,06	0,04
Лавина	♂	-0,06	-0,02	-0,14	-0,25
Горд.06-5-3	♂	-0,41	-0,05	0,18	-0,10
Горд.08-55-5	♂	1,21	-0,15	-0,01	-0,10
Горд.08-94-3	♂	0,03	0,69	-0,10	0,58
Горд.1591д21	♂	-0,56	-0,72	-0,66	-0,80
Горд.1560д18	♂	-1,32	-0,02	-0,15	-0,15
gi-gi		0,19	0,18	0,28	0,18

Таким образом, в стратегии отбора по этому признаку нужно иметь в виду, что он, наиболее эффективен во влажные годы, и мало эффективен в засушливые годы. Кроме того, сложность отбора заключается в том, что велика роль доминантных факторов, а также неаллельного взаимодействия, типа комплементарного эпистаза. Низкие коэффициенты наследуемости и высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу, а в комбинациях с короткостебельными сортами отбор вообще малоэффективен. Целесообразнее отбор проводить в благоприятных условиях начиная с (F_2 , F_3) так как происходит увеличение числа доминантных генов. В качестве компонента при гибридизации среди изученного материала рекомендуются сорта Оренбургская10 и Безенчукский янтарь, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Омская янтарная, Омская степная, Жемчужина Сибири, Лавина, Горд. 1591д21, Горд. 1560д18.

4.1.3 Длина второго надземного междуузлия

Помимо первого надземного междуузлия большую нагрузку на себе испытывает и второе надземное междуузлие (Пасечнюк А.Д., 1990; Юсов В.С., 2001;

Ионова Е.В., 2008; Захаров В.Г. и др., 2014).

Диаллельный анализ.

В условиях 2000 года средняя длина второго надземного междоузлия у родительских форм составила 7,71 см, наибольшая она была у сорта Светлана – 10,04 см (таблица 4.27). В 2001 году наибольшая длина наблюдалась у сорта Аметист 10,20 см при общей средней 7,93 см.

Таблица 4.27 – Длина второго надземного междоузлия у сортов яровой твердой пшеницы, см

Сорт, показатель	Год		Среднее
	2000	2001	
Омская янтарная	6,54	8,05	7,3
Аметист	7,66	10,2	8,93
Ангел	8,14	9,68	8,91
Зарница Алтая	7,28	8,31	7,8
Дамсинская 90	6,97	7,73	7,35
Светлана	10,04	6,52	8,28
Саратовская золотистая	7,95	6,85	7,4
Оренбургская 10	8,12	7,13	7,63
Безенчукский янтарь	6,7	6,9	6,8
Среднее по родителям	7,71	7,93	7,82
Среднее по прямым гибридам	8,67	8,02	8,345
Среднее по обратным гибридам	F ₁	8,06	7,64
Комбинаций с высоким РЭ		7	5
Среднее по прямым гибридам	F ₂	5,33	8,26
Среднее по обратным гибридам		5,34	8,34
Комбинаций с высоким РЭ		5	3
HCP ₀₅		1,18	1,32
			–

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₁ и среды, отражающий 49,8% фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.5. Гибриды F₁ в среднем формировали длину второго междоузлия выше, чем родительские формы – 8,36 см против 7,71 см в 2000 году и снижали ее в 2001 году – 7,83 см против 7,93 см. Изменение признака у прямых гибридов F₁ в 2000 году составило от 6,15 см в комбинации (Омская янтарная / Светлана) до 10,55 см в комбинации (Ангел / Зарница Алтая) и (Светлана / Безенчукский янтарь). В обратных скрещиваниях наибольшая длина наблюдалась в комбинациях (Ангел / Светлана) и (Дамсинская

90 / Светлана) (рис.4.5). Высокий реципрокный эффект проявлялся в комбинациях: (Омская янтарная / Ангел), (Омская янтарная / Светлана), (Ангел / Зарница Алтая), (Ангел / Дамсинская 90), (Зарница Алтая / Безенчукский янтарь), (Дамсинская 90 / Светлана) и (Светлана / Безенчукский янтарь). В 2001 г. длина междуузлия у гибридов F₁ снизилась, хотя в отдельных комбинациях она превышала показатели предыдущего года.

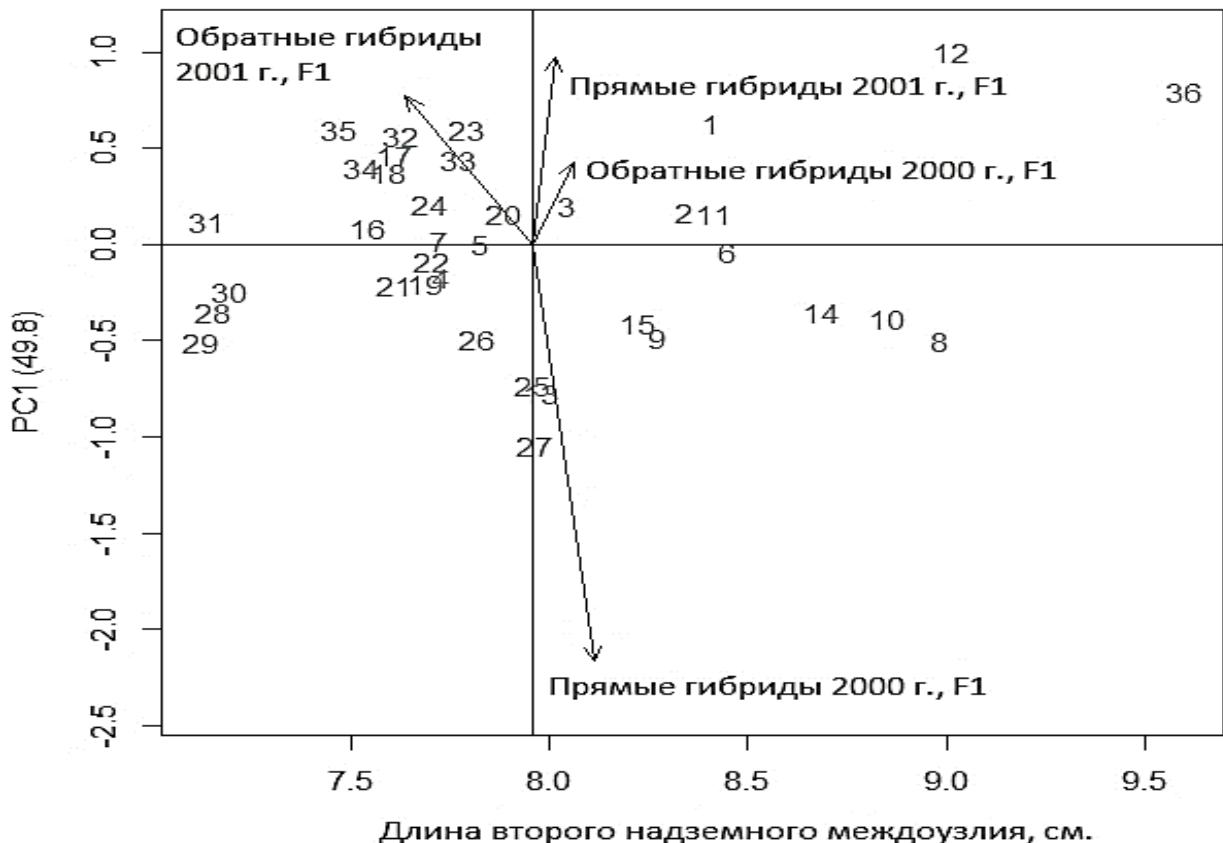


Рисунок 4.5 – Анализ главных компонент длины второго надземного междуузлия гибридов F₁ твердой пшеницы (2000 и 2001 гг)
(нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1).

Высокий реципрокный эффект проявлялся в комбинациях, полученных при скрещивании сорта Аметист с сортами: Дамсинская 90, Светлана, Оренбургская 10, Безенчукский янтарь. Меньшая длина второго междуузлия наблюдалась в паре с Омской янтарной, Аметистом и Безенчукским янтарем. Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₂ и среды отражающий, 43,1% фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.6. Высокий реципрокный эффект был выявлен

в комбинациях (Омская янтарная / Аметист), (Зарница Алтая / Безенчукский янтарь), (Светлана / Саратовская золотистая), (Светлана / Оренбургская 10), (Оренбургская 10 / Безенчукский янтарь). У гибридов F₂ в 2000 г. значение признака в среднем было 5,33 см в прямых скрещиваниях и 5,34 см – в обратных скрещиваниях.

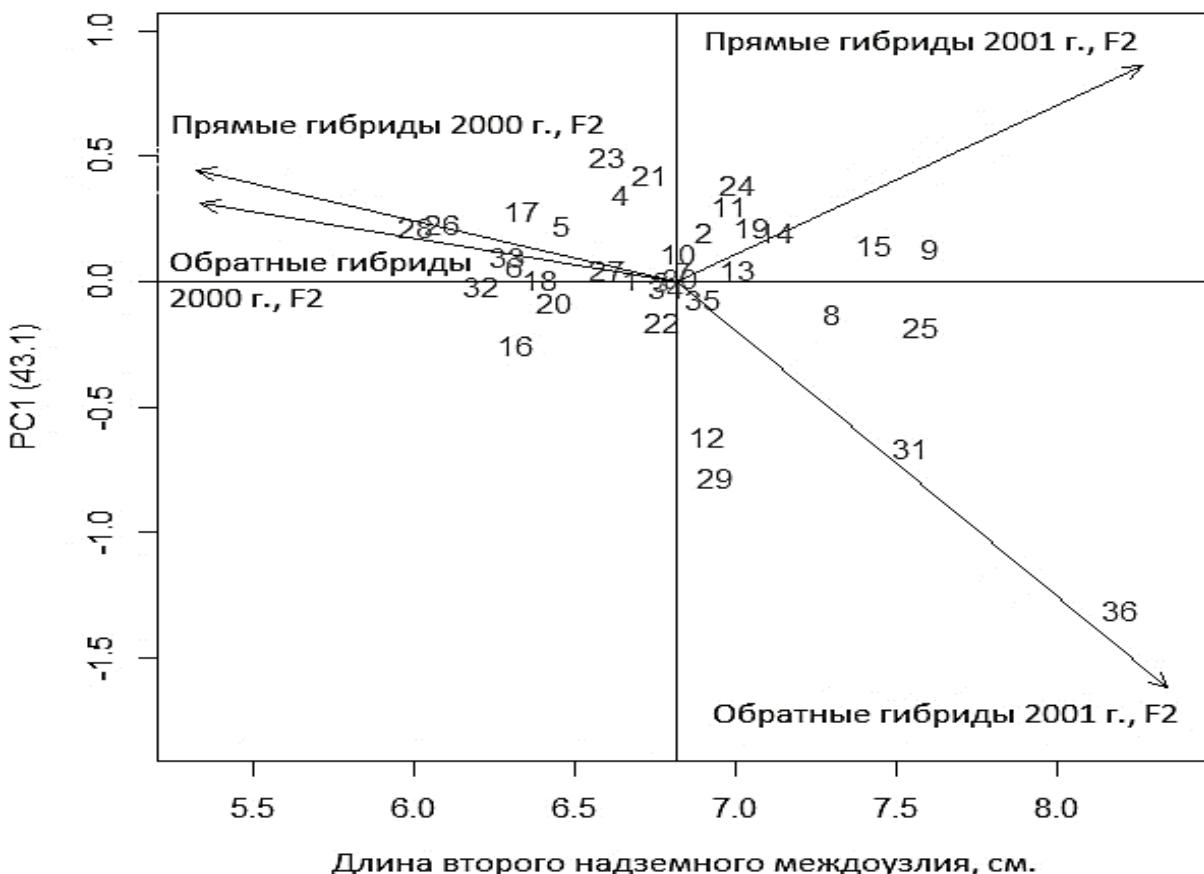


Рисунок 4.6 – Анализ главных компонент длины второго надземного междоузлия гибридов F₂ твердой пшеницы (2000 и 2001 гг) (нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1).

В 2001 г. среднее значение показателя превышало значение 2000 года. В прямых скрещиваниях признак изменялся от 7,05 см у (Омская янтарная / Ангел), до 10,29 см в комбинации (Ангел / Дамсинская 90). В обратных скрещиваниях наименьшее значение признака было в комбинациях: (Светлана / Оренбургская 10) и (Саратовская золотистая / Оренбургская 10). Высокий реципрокный эффект проявлялся в комбинациях: (Омская янтарная / Ангел), (Аметист / Ангел), (Саратовская золотистая / Безенчукский янтарь).

На долю общей комбинационной способности в F₁ в 2000 г. приходится 33,46%, а в 2001 г. – 86,03%, а на долю СКС соответственно – 41,93% и 9,29% (табл.

4.28). Реципрокный эффект в обоих случаях недостоверен. То есть в неблагоприятных условиях, когда проявляется полегание, наибольшую роль оказывают аддитивные эффекты генов, и в меньшей степени – неаддитивные, а в засушливых условиях проявляется комплекс аддитивных и неаддитивных эффектов генов.

Таблица 4.28 – Доля варианс комбинационной способности по длине второго надземного междуузлия (F_1 , F_2), %

Варианса	F_1		F_2		По серии опытов 2000 и 2001 гг.	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
ОКС	33,46*	86,03*	16,96*	68,06*	39,59*	49,15*
СКС	41,93*	9,29*	71,65*	21,51*	38,45*	38,78*
Р.Э.	24,62	4,68	11,40*	10,43*	21,95	12,06*

*F критерий значим при 5% уровне

В F_2 наблюдалась другая картина: в 2000 году высока доля неаддитивных эффектов, а в 2001 г., когда происходит полегание, увеличивается влияние аддитивных эффектов генов. Доля влияния реципрокного эффекта невелика, в 2000 г. он выявлен в 4-х комбинациях, а в 2001 году – в 3-х комбинациях. Если посмотреть на изменение варианс по серии опытов, то получается, что в F_1 и F_2 наряду с аддитивными эффектами высока роль неаддитивных эффектов.

Расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных и неаддитивных генов родительских форм от условий среды, при этом в обоих поколениях видно, что аддитивные гены больше подвержены влиянию внешней среды (табл. 4.29). В чистом виде детерминация признака как в F_1 , так и F_2 определяется комплексом аддитивных и неаддитивных генов.

Таблица 4.29 – Доля вариансы комбинационной способности по длине второго междуузлия в серии опытов F_1 и F_2 . (2000 и 2001 гг)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС	1,50*	4,14	0,51*	6,07
СКС	1,87*	5,16	0,51*	6,16
РЭ	0,83*	2,29	0,12*	1,49
Взаимодействие ОКС x год	14,55*	40,12	3,55*	42,56
Взаимодействие СКС x год	9,98*	27,53	2,79*	33,46
Взаимодействие РЭ x год	5,82*	16,04	0,75*	9,00
случайные отклонения	1,71	4,72	0,11	1,27

*F критерий значим при 5% уровне

Высокое положительное значение в F_1 и F_2 , а также в среднем по опыту имел сорт Ангел; а наименьшее сорт Безенчукский янтарь и Саратовская золотистая (таблица 4.30).

Таблица 4.30 – Оценка эффектов ОКС (gi) по длине второго надземного междоузлия стебля сортов твердой пшеницы

Сорт	F_1		F_2		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
Омская янтарная	-0,97	0,41	-0,22	-0,03	-0,28	-0,12
Аметист	-0,39	0,94	-0,12	0,43	0,27	0,15
Ангел	0,46	0,90	0,24	0,76	0,68	0,50
Зарница Алтая	0,70	0,19	-0,14	0,09	0,44	-0,02
Дамсинская 90	-0,32	-0,27	0,00	0,29	-0,29	0,14
Светлана	0,68	-0,89	0,24	-0,55	-0,10	-0,15
Саратовская золотистая	-0,40	-0,43	0,10	-0,46	-0,41	-0,18
Оренбургская 10	0,90	-0,58	-0,10	-0,46	0,16	-0,28
Безенчукский янтарь	-0,66	-0,28	0,01	-0,07	-0,46	-0,02
gi-gj	0,86	0,13	0,21	0,14	0,62	0,15

Лучшей комбинационной способностью, о чем свидетельствуют эффекты оценок ОКС, обладают сорта: Ангел, Зарница Алтая, Светлана и Оренбургская 10. Если ставится задача получить укороченное второе междоузлие, то в скрещиваниях надо использовать сорта: Омская янтарная, Безенчукский янтарь и Аметист.

У сортов Зарница Алтая и Оренбургская 10 в наследовании длины второго междоузлия определяется эпистатическое действие генов. Это же подтверждается графиком зависимости Wr от Vr (Приложение Д., рис. Д.3, а) После исключения из дальнейшего анализа сортов Зарница Алтая и Оренбургская 10, а также их потомства, график зависимости Wr от Vr приобрел другой вид (Приложение Д., рис. Д.4, б), а коэффициент регрессии (by) Wr от Vr составил 0,86. Линия единичного наклона пересекает ось OW с положительной стороны, показывая неполное доминирование. Коэффициент корреляции между средними значениями признака у родителей и уровнем доминантности $P1$, значение которого составляет -0,22; а параметр $F_1 - P$ (разность средней F_1 и средней родителей), указывает, что направление доминирования происходит в сторону увеличения признака (табл. 4.31). Это свидетельствует о том, что возрастание величины признака определяется доминант-

ными генами, т.е. за удлинение междуузлия отвечают доминантные гены, а за укорачивание – рецессивные. Однако частота аллелей в выборке не одинакова ($H_1 \neq H_2$), а произведение аллелей составляет 0,18 вместо 0,25. Значение параметра $F = -2,71$ в данной системе свидетельствует о преобладании рецессивных генов.

Таблица 4.31 – Генетические параметры длины второго надземного междуузлия стебля у яровой твердой пшеницы

Параметр	F_1		F_2	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
P1 $[r * (Wr + Vr) X_p]$	0,33*	0,79*	0,95*	0,85*
P2 $F_1 - P$	0,34*	0,01*	4,47*	0,11*
P3 D	5,49*	1,50*	0,73*	1,48*
P4 H1	28,23*	0,54*	3,14*	1,11*
P5 $\sqrt{H1/D}$	2,27*	0,60*	2,07*	0,87*
P6 H2	22,00	0,50	2,69	0,80
P7 $1/4 \times H2/H1$	0,19*	0,23*	0,21*	0,18*
P8 F	-9,95*	-0,11*	1,16*	1,04*
P9 $\frac{1}{2} \times \frac{F}{\sqrt{D * (H1 - H2)}}$	1,15*	14,79*	4,28*	5,12*
P10 h^2	-1,26*	-0,03*	17,73*	0,36*
P11 $\sqrt{4DH1} + F / \sqrt{4DH1} - F$	0,43*	0,89*	2,24*	2,36*
P12 $h^2/H2$	-0,06	-0,05	6,60	0,45
H^2 Коэффициент наследуемости (широкий)	0,71	0,86	0,64	0,76
hp Коэффициент наследуемости (узкий)	0,47	0,75	0,42	0,50

*достоверно при $P=0,05$

Показатель соотношения доминантных и рецессивных генов, Р11 равный 0,13 указывает на преобладание рецессивных генов и это подтверждает расположение сортов на линии регрессии. Предлагаемая модель не выявляет эффективных доминантных генов, контролирующих генотипическое варьирование в данном наборе генотипов Р12=0,05. Таким образом, в 2000 г. в F_1 выявлены две системы генетического контроля: первая обусловлена эпистатическим действием генов, и вторая – рецессивными генами с аддитивным эффектом.

Анализ конфигурации графика Хеймана для 2001 года показывает, что в контроле признака имеет место аддитивно-доминантная система (Приложение Д., рис. Д.4). В системе сортов преобладают рецессивные гены, о чем свидетельствует показатель Р11, значение которого меньше единицы, это согласуется в полной мере с величиной параметра F (табл. 4.31). В аддитивно-доминантной системе основную

роль играют аддитивные эффекты, поскольку соотношение показателей аддитивности (Р3) и доминантности (Р4) смещено в сторону первого. Коэффициент корреляции между средними значениями признака у родителей и уровнем доминантности Р1, значение которого составляет 0,79, свидетельствует о том, что возрастание величины признака определяется рецессивными генами. Произведение частот положительных и отрицательных аллелей в локусах близко к симметрии ($P7=0,23$). Доминирование в локусах, было неполным, согласно показателю средней степени доминирования ($P5=0,60$). Расположение сортов вдоль линии регрессии показало, что в доминантной зоне находится сорт Светлана.

Генетика признака в F_2 отличается от первого поколения. Анализ графика в 2000 г. (Приложение Д., рисунок Д.5, а) показывает, что наблюдается внутрилокусное сверх доминирования и это так же подтверждается параметром $P5>1$, а между локусами комплементарный эпистаз. Величина Р4 больше величины Р3, и показывает, что в системе генетического контроля превалируют неаддитивные гены. В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей несколько ассиметрично. Соотношение доминантных и рецессивных генов у родительских сортов указывает на превалирование первых ($P11=2,24$) и это согласуется в полной мере с величиной параметра $F=1,16$. В 2001 г. анализ конфигурации графика Хеймана показывает, что в контроле признака имеет место аддитивно-доминантная система (Приложение Д., рис. Д.5, б). В системе сортов преобладают доминантные гены, о чем свидетельствует показатель $P11>1$, $P8=1,04$ (табл. 4.31). В аддитивно-доминантной системе основную роль играют аддитивные эффекты, поскольку соотношение показателей аддитивности (Р3) и доминантности (Р4) смещено в сторону первого.

Система топкроссных скрещиваний.

Длина второго надземного междоузлия у родительских форм изменялась от 5,88 см до 6,91 см (таблица 4.32). Наибольшая длина наблюдалась у сорта Омский рубин. По результатам оценки гибридов в F_1 , короткое второе междоузлие форми-

ровалась в комбинациях (Гор. 98-96-3 / Бузенчукская степная), (Гор. 98-96-3 / Омский кристалл), (Омская янтарная / Омская степная), а в F₂ – в комбинациях (Гор. 95-139-3 / Омская степная) и (Жемчужина Сибири / Омский кристалл).

В среднем по всем гибридам длина второго междоузлия была 6,17 см в F₁ и 6,45 в F₂. Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 79,5%, доля генотипических особенностей 15,2%, а взаимодействие факторов – 5,12%.

Таблица 4.32 – Длина второго надземного междоузлия у родителей и гибридов F₁, F₂, (2006-2008 гг.), см

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Бузенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	5,90	5,96	6,37	5,73	6,74	6,22	6,18	5,97	6,43
Омский корунд	6,43	6,25	6,24	6,19	6,70	5,90	7,28	6,11	6,74
Жемчужина Сибири	6,25	6,21	5,85	6,32	6,76	6,49	6,57	6,34	6,39
Гор.95-139-3	6,41	5,91	6,32	6,27	5,88	6,34	6,39	6,17	6,20
Гор.98-96-3	5,96	5,78	6,20	6,03	6,56	5,51	6,36	5,78	6,37
Омский рубин	6,91	6,42	7,01	6,74	6,13	6,78	6,60	6,65	6,58
♂		5,97		5,88		5,79			
среднее	6,31	6,09	6,33	6,21	6,46	6,21	6,56	6,17	6,45

HCP₀₅ = 0,21

Анализ комбинационной способности сортов в F₁ показал преимущество аддитивных эффектов генов. Во влажный 2007 г. доля влияния аддитивных эффектов генов материнских и отцовских генотипов почти равна, существенный вклад в детерминацию признака вносят так же и неаддитивные эффекты (таблица 4.33).

В среднем за три года детерминация признака определяется на 56,0% аддитивными эффектами генов материнских образцов, на 20,16% отцовских образцов и на 19,16% неаддитивными эффектами. В F₂ доля влияния неаддитивных эффектов возрастает, особенно в неблагоприятный влажный год, и составляет 36,28%, так же повышается доля влияния отцовских генотипов. В засушливый 2008 год на детерминацию признака в большей степени оказывают аддитивные эффекты отцовских

генотипов и почти равнозначное влияние аддитивных эффектов материнских сортов, и неаддитивных эффектов.

Таблица 4.33 – Анализ варианс комбинационной способности по длине второго надземного междуузлия (F_1, F_2)

Источник измен- чивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
OKC i	1,10*	68,22	0,25*	25,61	0,31*	53,38	0,14*	56,50
OKC j	0,16*	9,69	0,24*	24,16	0,09*	14,80	0,05*	20,16
CKC	0,31*	19,24	0,48*	48,22	0,17*	29,41	0,05*	19,46
ошибка -E	0,05	2,84	0,02	2,01	0,01	2,41	0,01	3,88
F_2								
OKC i	–	–	0,23*	21,97	0,06	29,49*	0,020	37,47*
OKC j	–	–	0,42*	40,50	0,08	38,99*	0,030	39,78*
CKC	–	–	0,37*	36,28	0,06	27,75*	0,010	20,99*
ошибка -E	–	–	0,01	1,24	0,01	3,76	0,001	1,76

*F критерий значим при 5% уровне

В таблице 4.34 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.34 – Доля варианс комбинационной способности по длине второго надземного междуузлия в серии опытов (F_1, F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,15*	14,29	0,08*	10,74
OKC j	0,11*	10,48	0,03*	3,49
CKC	0,05*	4,76	0,04*	5,21
Взаимодействие OKC i x год	0,43*	40,95	0,13*	17,70
Взаимодействие OKC j x год	0,11*	10,48	0,20*	27,13
Взаимодействие CKC x год	0,15*	14,29	0,15*	17,82
Случайные отклонения	0,05	4,76	0,01	0,91

*F критерий значим при 5% уровне

Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных и неаддитивных генов родительских форм от условий среды. Наиболее сильное влияние отмечается в F_1 по ОКС у материнских форм, а в F_2 условия года оказывают сильное влияние, как на аддитивные, так и на неаддитивные эффекты генов.

Можно сказать, что в F_1 и F_2 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм. При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно снижают длину второго междоузлия сорта Омская янтарная и Гор. 98-96-3, а увеличивают – Жемчужина Сибири, Омский рубин (таблица 4.35).

Таблица 4.35 – Эффекты ОКС по длине второго надземного междоузлия, среднее по серии опытов F_1 и F_2 . (2006-2008 гг.)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-0,20	-0,01
Омский корунд	♀	-0,06	0,22
Жемчужина Сибири	♀	0,17	-0,01
Гор. 95-139-3	♀	0,00	-0,26
Гор. 98-96-3	♀	-0,39	-0,06
Омский рубин	♀	0,48	0,11
Омский кристалл	♂	-0,08	-0,07
Омская степная	♂	0,04	0,00
Безенчукская степная	♂	0,04	0,07
g_i-g_i		0,181	0,18

Коэффициенты наследуемости длины второго надземного междоузлия в широком смысле изменяются от 0,50 до 0,81, а в узком смысле – от 0,43 до 0,47 (Приложение Д., таблица Д.3).

Система нерегулярных скрещиваний

По длине второго междоузлия родительские формы в условиях обоих лет изучения имели существенные различия. Наибольшая длина отмечается у сорта Casoar в 2004 г. (8,1 см) и 6,9 см (Приложение Д., таблица Д.7) в 2005 году, наименьшая – у образцов из СИММИТ. Длина второго междоузлия у гибридов F_1 в 2004 году изменяется от 4,48 см до 8,33 см, в зависимости от комбинации, а в 2005 году – от 4,70 см до 8,40 см. Длина второго междоузлия у гибридов с участием среднестебельных сортов в условиях обоих лет была больше, чем у их родителей. Аналогичный эффект был получен в двух комбинациях с использованием короткостебельных образцов (Гордеиформе 94-9-1 / Silver_26/Toska_26) и (Гордеиформе 94-9-1 / Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls_5//Tantlo_L). У остальных гибридов междоузлие было значительно короче, чем у исходных форм. При этом оно укорачивалось на 25-40% по сравнению с кроссом среднестебельных образцов.

Сравнивая изменение признаков по годам исследований, можно отметить, что климатические условия в меньшей степени повлияли на выражение признака. По длине второго междоузлия доля влияния генотипа составила 89,0%, доля влияния года – 4%, взаимодействия генотип и среда – 6%. Результаты расчета комбинационной способности в F_1 показали, что в 2004 г. варианса ОКС по длине второго междоузлия выше у отцовских форм (таблица 4.36), а в 2005 – у материнских. При этом в условиях 2005 г. возрастает роль неаддитивных эффектов. Это свидетельствует о том, что в системе генетического контроля основная доля в изучающейся выборке сортов представлена генами с аддитивными эффектами, наряду с которыми существенен вклад и неаддитивных эффектов, причем в годы, когда наблюдается полегание на длину второго междоузлия оказывает влияние равнозначный комплекс аддитивных и неаддитивных генов.

Таблица 4.36 – Анализ варианс комбинационной способности по длине второго надземного междоузлия (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	3,11*	32,73	2,64*	29,14	1,43*	27,43	1,20*	35,16
ОКС ♂	4,15*	43,68	1,98*	21,87	1,43*	27,43	0,36*	10,54
СКС	2,04*	21,46	4,34*	47,99	2,20*	42,38	1,75*	51,20
Ошибка	0,20	2,14	0,09	1,01	0,14	2,76	0,11	3,10

*F критерий значим при 5% уровне

В среднем за два контрастных года на длину второго междоузлия одинаково влияли аддитивные гены как материнских, так и отцовских образцов. В F_2 происходит смещение влияния генов в сторону аддитивных эффектов материнских форм и усиливаются неаддитивные эффекты. Низкие коэффициенты наследуемости в узком смысле показывают, что отбор генотипов по фенотипу в комбинациях с короткостебельными сортами малоэффективен (Приложение Д., таблица Д.3).

Лучшей комбинационной способностью по длине второго междоузлия в сторону увеличения признака обладают сорта: Гордеiforme 94-9-1, Жемчужина Сибири, Casoar, а уменьшают длину: Омская янтарная, Омский корунд, Гордеiforme 441, Shake3/Green18, Sooty15/Kapude1 (таблица 4.37).

Длина второго надземного междоузлия у родителей в 2017 году изменялась от 7,5 до 14,8 см в 2018 году от 7,3 до 13,3 см и в 2020 году от 7,0 до 13,0 см. Длина второго надземного междоузлия стебля гибридов F₁ в 2017 году изменялась от 9,7 см в комбинации Омский изумруд/1560д18 до 15,9-16,1 см в комбинации Омский изумруд/Горд.08-55-5 и Омская бирюза/Горд.08-94- (Приложение Д., таблица Д.8.).

В 2018 году наиболее короткое междоузлие формировалось в комбинациях F₂ (Омская степная / Горд. 06-5-3), (Омская бирюза / 1591д21), (Омская бирюза / 1560д18). В 2019 году у гибридов F₂ наиболее короткое междоузлие было в комбинации (Омская степная / 1560д18), а в F₃ – в комбинациях: (Жемчужина Сибири / Лавина) и (Омская степная / 1560д18) (Приложение Д., таблица Д.8.).

Таблица 4.37 – Эффекты ОКС по длине второго надземного междоузлия.

Сорт		F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂ 2005 г.
		2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀	1,04	1,04	1,04	0,74
Жемчужина Сибири	♀	1,51	1,43	1,47	0,71
Гордеiforme 441	♀	-0,65	-0,49	-0,57	-0,54
Омская янтарная	♀	-1,31	-1,25	-1,28	-0,66
Омский корунд	♀	-0,95	-0,87	-0,91	-0,59
Casoar	♂	1,98	1,28	1,63	0,61
Shake3/Green18	♂	-1,45	-0,79	-1,12	-0,09
Silver26/Toska26	♂	0,39	-0,23	0,08	0,05
SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	0,38	0,76	0,57	-0,03
Sooty15/Kapude1	♂	-0,96	-0,87	-0,92	-0,57
gi-gi		0,28	0,19	0,24	0,15

В наследовании признака выявлены все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными эффектами генов (таблица 4.38), при этом необходимо

Таблица 4.38 – Анализ варианс комбинационной способности по длине второго надземного междоузлия

Источник измен- чивости	F ₁		F ₂		F ₂		F ₃	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	4,30*	27,72	2,33*	42,25	3,39*	51,67	2,31*	22,61
ОКС ♂	5,94*	38,28	2,26*	40,96	1,15*	17,57	4,55*	44,66
СКС	4,81*	31,02	0,72	13,12	1,77*	27,01	2,99*	29,35
Ошибка	0,46	2,97	0,20	3,66	0,25	3,76	0,34	3,37

*F критерий значим при 5% уровне

учесть, что в F_1 наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в F_2 материнские, и в F_3 доля влияния материнских и отцовских эффектов близка. Также во влажный 2019 год увеличивается доля неаддитивных эффектов

Значения коэффициентов наследуемости в широком смысле были высокие (0,65-0,73), а в узком смысле – незначительны (Приложение Д., таблица Д.3). При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно уменьшают длину признака образцы: Жемчужина Сибири, Омская степная, Горд.1591д21, Горд. 1560д18 (таблица 4.39).

Таблица 4.39 – Эффекты ОКС по длине второго надземного междоузлия (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F_1	F_2	F_2	F_3
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	-2,09	-0,82	-0,44	-1,13
Омская Степная	♀	-0,38	-0,58	-1,06	-0,73
Омский Изумруд	♀	0,12	1,43	-0,59	1,08
Горд.01-115-5	♀	0,69	0,48	1,77	0,79
Омская Бирюза	♀	1,49	-0,41	0,40	0,30
Лавина	♂	0,68	1,54	0,35	-1,84
Горд.06-5-3	♂	-0,01	-0,65	0,30	0,80
Горд.08-55-5	♂	2,02	-0,61	0,19	-0,11
Горд.08-94-3	♂	0,48	0,91	0,41	2,12
Горд.1591д21	♂	-1,21	-0,76	-0,76	-0,17
Горд.1560д18	♂	-2,40	-0,85	-1,12	-1,37
gi-gi		0,25	0,58	0,30	0,24

Таким образом, генетический контроль длины второго междоузлия определяется генами как с аддитивными эффектами, так и генами с неаддитивными эффектами. По длине второго междоузлия наблюдается сильное варьирование варианс в зависимости от условий вегетации. В засушливых условиях проявляются аддитивные эффекты отцовских сортов, в увлажненный год они равны и появляется высокое влияние варианс СКС, в F_2 происходит смещение вкладов аддитивных эффектов в сторону материнских сортов.

В стратегии отбора по длине второго надземного междоузлия нужно иметь в виду, что он наиболее эффективен во влажные годы. Низкие коэффициенты наследуемости и высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу, а в комбинациях с короткостебельными сортами

отбор малоэффективен. Отбор на снижение анализируемого показателя будет эффективен в более поздних поколениях (F_4 - F_5) во влажных условиях. В качестве компонента при гибридизации для снижения длины среди изученного материала рекомендуются сорта: Омская янтарная, Бузенчукский янтарь, Аметист, Shake3/Green18, Sooty15/Kapude1, Жемчужина Сибири, Омская степная, Горд. 1591д21, Горд. 1560д18.

4.1.4 Диаметр первого надземного междоузлия **Система диаллельных скрещиваний.**

В условиях 2000 г. диаметр первого надземного междоузлия у родительских форм изменялся от 2,07 мм до 2,46 мм и в среднем по группе сортов составил 2,21 мм (табл. 4.40).

Таблица 4.40 – Диаметр первого надземного междоузлия у сортов яровой твердой пшеницы, мм

Сорт, показатель	Год		Среднее
	2000	2001	
Омская янтарная	2,17	2,68	2,43
Аметист	2,46	3,16	2,81
Ангел	2,17	2,98	2,58
Зарница Алтая	2,09	2,7	2,4
Дамсинская 90	2,24	2,69	2,47
Светлана	2,3	2,6	2,45
Саратовская золотистая	2,07	2,26	2,17
Оренбургская 10	2,15	2,41	2,28
Бузенчукский янтарь	2,21	2,47	2,34
Среднее по родителям	2,21	2,66	2,43
Среднее по прямым гибридам	2,2	2,68	2,44
Среднее по обратным гибридам	F ₁	2,3	2,65
Комбинаций с высоким РЭ		3	3
Среднее по прямым гибридам	F ₂	2,18	2,66
Среднее по обратным гибридам		2,18	2,59
Комбинаций с высоким РЭ		3	6
HCP ₀₅		0,03	0,06
			0,04

В 2001 г. показатель изменялся от 2,26 мм до 3,16 мм при среднем значении 2,66 мм. Наибольший диаметр в течение этих лет формировался у сорта Аметист, а наименьший – у сорта Саратовская золотистая.

В более благоприятных условиях 2001 г. диаметр первого междоузлия увеличился в среднем на 0,45 мм. Наиболее сильно это выражалось у сортов, устойчивых

к полеганию: Аметист – 0,70 мм, Ангел – 0,82 мм, а наименее – у сорта Саратовская золотистая.

Изменение признака у гибридов F₁ в 2000 году составило от 2,10 мм до 2,46 мм в прямых скрещиваниях и от 2,08 мм до 2,76 мм – в обратных. Высокий реципрокный эффект наблюдался в комбинациях: (Аметист / Зарница Алтая), (Аметист / Бузенчукский янтарь), (Зарница Алтая / Бузенчукский янтарь).

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₁ и среды, отражающий 68,7% фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.7.

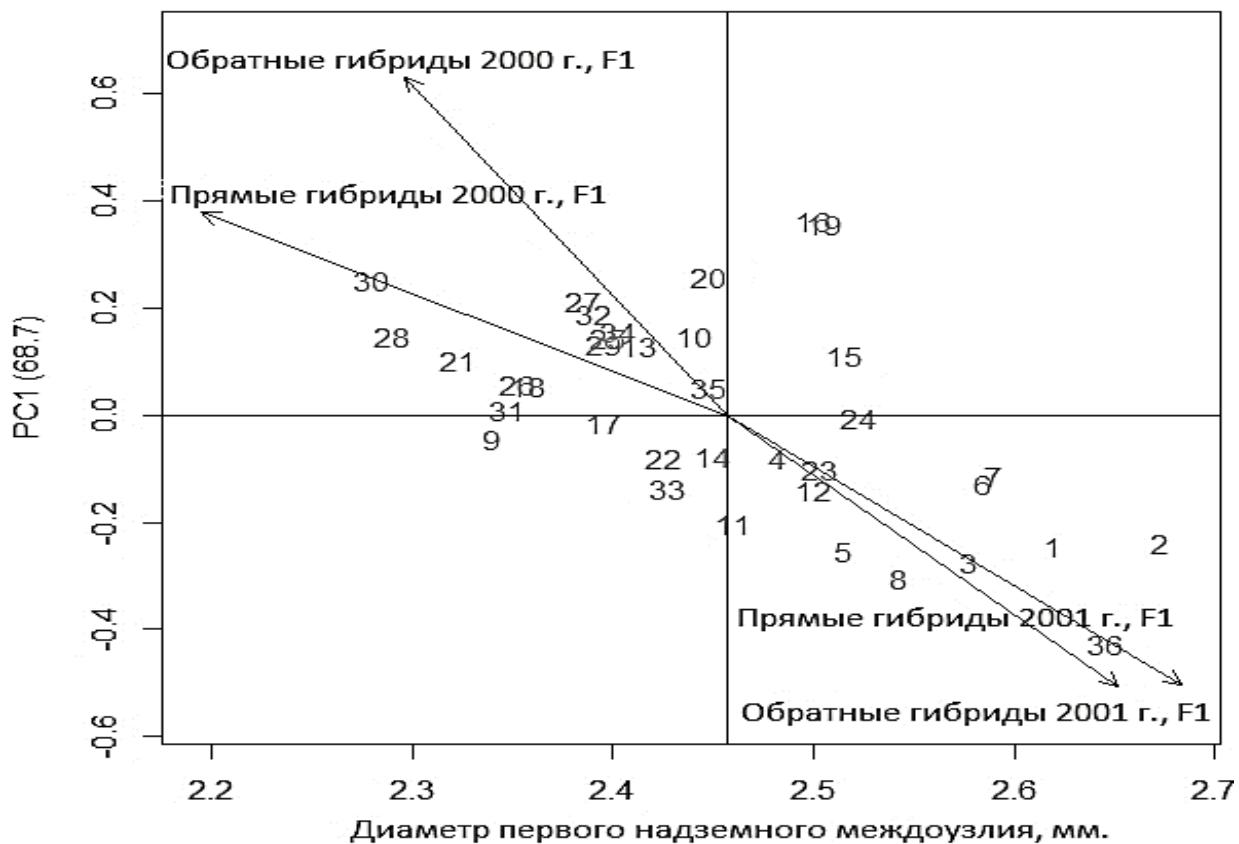


Рисунок 4.7 – Анализ главных компонент диаметра первого надземного междоузлия гибридов F₁ твердой пшеницы (2000 и 2001 г.)
(нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1)

В 2001 г. значение признака изменилось от 2,43 мм до 3,12 мм в прямых и от 2,26 мм до 3,12 мм в обратных комбинациях. Высокий реципрокный эффект выявился по 3 комбинациям: (Омская янтарная / Аметист), (Аметист / Бузенчукский янтарь) и (Зарница Алтая / Бузенчукский янтарь). Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₂ и среды, отражающий 55,0 % фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.8. У гибридов F₂ среднее значение признака составило

в 2000 году 2,18 мм в прямых скрещиваниях и варьировало по комбинациям от 2,07 до 2,43 мм, а в обратных скрещиваниях – от 2,00 до 2,40 мм при среднем значении 2,18 мм. Высокий реципрокный эффект проявлялся в комбинациях: (Омская янтарная / Ангел), (Аметист / Ангел), (Ангел / Зарница Алтая).



Рисунок 4.8 – Анализ главных компонент диаметра первого надземного междоузлия гибридов F₂ твердой пшеницы (2000 и 2001г)
(нумерация как в приложении Д., табл. Д. 1)

В 2001 году значение признака изменялось от 2,34 до 2,99 мм в прямых скрещиваниях и от 2,29 до 2,88 – в обратных. Высокий реципрокный эффект проявлялся в шести комбинациях: (Омская янтарная / Зарница Алтая), (Аметист / Оренбургская 10), (Аметист / Безенчукский янтарь), (Ангел / Зарница Алтая), (Светлана / Безенчукский янтарь), (Саратовская золотистая / Безенчукский янтарь). Анализ долевого влияния факторов позволяет отметить, что на выраженность признака наибольший эффект оказывают метеоусловия периода вегетации – 90,5%, доля генотипических особенностей 8,5%.

Установлено, что на долю общей комбинационной способности в F₁ в 2000 г.

приходится 39,86%, а в 2001 г. – 90,18 %, а на долю СКС соответственно – 36,90% и 7,27 % (табл. 4.41). Роль цитоплазмы в наследовании признака проявляется в за-сушливый период и незначительна во влажный. Материнский эффект (достоверный) выявлен лишь в семи гибридных комбинациях в 2000 г. и в трех – в 2001 г. То есть в неблагоприятных условиях, когда проявляется полегание, наибольшую роль оказывают аддитивные эффекты генов, и в меньшей степени – неаддитивные.

Таблица 4.41 - Доля варианс комбинационной способности по диаметру первого надземного междоузлия (F_1 , F_2)

Варианса	F_1		F_2		По серии опытов 2000 и 2001 гг.	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
ОКС	39,86*	90,18*	69,08*	84,58*	85,16*	86,50*
СКС	36,90*	7,27*	21,58*	10,07*	10,30*	9,15*
Р.Э.	23,24*	2,54*	9,34*	5,35*	4,53*	4,34*

*F критерий значим при 5% уровне

У гибридов F_2 также преобладала доля варианс ОКС. Эти данные и данные по серии опытов свидетельствуют о том, что в системе генетического контроля диаметра первого надземного междоузлия основную роль в условиях обоих лет играют аддитивные эффекты генов и в меньшей мере имеют значение неаддитивные. Полученные расчеты свидетельствуют о значительных изменениях влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Тем не менее, чистое влияние аддитивных генов выше, чем неаддитивных и усиливается во втором поколении.

В таблице 4.42 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.42 – Доля вариансы комбинационной способности по диаметру первого надземного междоузлия в серии опытов (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС	0,045*	10,43	0,048*	15,27
СКС	0,007*	1,62	0,007*	2,07
РЭ	0,002*	0,55	0,002*	0,76
Взаимодействие ОКС x год	0,298*	68,77	0,205*	65,32
Взаимодействие СКС x год	0,050*	11,47	0,033*	10,50
Взаимодействие РЭ x год	0,025*	5,84	0,017*	5,26
случайные отклонения	0,006	1,29	0,002	0,78

*F критерий значим при 5% уровне

Значение эффектов ОКС по диаметру первого надземного междоузлия показано в таблице 4.43.

Таблица 4.43 – Оценка эффектов ОКС (g_i) по диаметру первого надземного междоузлия стебля сортов твердой пшеницы

Сорт	F ₁		F ₂		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F ₁	F ₂
Омская янтарная	-0,020	0,015	0,020	-0,008	-0,003	0,006
Аметист	0,028	0,284	0,086	0,205	0,156	0,146
Ангел	-0,043	0,106	0,025	0,107	0,031	0,066
Зарница Алтая	0,037	0,030	-0,027	-0,006	0,033	-0,017
Дамсинская 90	-0,006	-0,021	0,001	0,062	-0,013	0,031
Светлана	0,064	-0,120	0,028	-0,084	-0,028	-0,028
Саратовская золотистая	-0,063	-0,097	-0,006	-0,102	-0,080	-0,054
Оренбургская 10	-0,030	-0,126	-0,057	-0,133	-0,078	-0,095
Безенчукский янтарь	0,033	-0,072	-0,070	-0,041	-0,019	-0,055
gi-gj	0,048	0,025	0,029	0,025	0,036	0,024

Высокое положительное значение в F_1 и F_2 , а также в среднем по опыту имели сорта Ангел и Аметист. Наиболее ценными эффектами, с точки зрения селекции на устойчивость к полеганию, будут обладать сорта, которые в скрещиваниях увеличивают диаметр междоузлия во влажный (благоприятный) год и имеют стабильные оценки в первом и втором поколениях. Этим требованиям соответствуют сорта Аметист и Ангел. В меньшей мере представляют интерес сорта Зарница Алтая и Дамсинская 90.

Анализ графика Хеймана и генетических параметров позволяет отметить следующие закономерности. Линия регрессии в 2000 году у гибридов F_1 и F_2 пересекает ось ординат с отрицательной стороны (Приложение Д., рисунок Д. 6). Это говорит о том, что в детерминации признака имеет место внутрилокусное сверхдоминирование, это так же подтверждается параметром $P5>1$ (таблица 4.44), а между локусами –неаллельное взаимодействие типа комплементарного эпистаза. Величина показателя $P4$ больше величины показателя $P3$ и показывает, что в системе генетического контроля превалируют неаддитивные гены. В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей асимметрично в F_1 и близко к симметрии в F_2 . Соотношение доминантных и рецессивных генов указывает на превалирование первых ($P11$) как в F_1 , так и в F_2 и это согласуется в полной мере с величиной параметра $P8$. В 2001 г. линия регрессии у гибридов F_1 и F_2

пересекает ось ординат с положительной стороны (Приложение Д., рис. Д.6.), параметр $P5 > 1$ говорит о частичном доминировании внутри локусов.

Таблица. 4.44 – Генетические параметры признака диаметр первого надземного междуузлия у яровой твердой пшеницы

Параметр	F_1		F_2		
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	
P1 $[r * (Wr + Vr) Xp]$	-0,354	0,414	-0,325	0,462	
P2 $F_1 - P$	0,001	0,001	0,001	0,001	
P3 \hat{D}_1	0,005*	0,007*	0,071*	0,071*	
P4 \hat{H}_1	0,091*	0,024*	0,030*	0,020*	
P5 $\sqrt{H1/D}$	4,266	1,851	0,644	0,528	
P6 H_2	0,064*	0,022*	0,022*	0,013*	
P7 $1/4 \times H2/H1$	0,176	0,231	0,182	0,158	
P8 F	0,035*	0,011*	0,022*	0,033*	
P9 $1/2 \times \frac{F}{\sqrt{D * (H1 - H2)}}$	-0,003	-0,001	-0,002	0,002	
P10 h^2	1,567	1,469	0,461	0,740	
P11 $\sqrt{4DH1} + F / \sqrt{4DH1} - F$	10,135	2,476	1,628	2,535	
P12 $h^2/H2$	-0,051	-0,045	-0,095	0,130	
H^2	Коэффициент наследуемости (широкий)	0,659	0,335	0,875	0,824
hp	Коэффициент наследуемости (узкий)	0,399	0,331	0,755	0,725

*достоверно при $P=0,05$

На основании сравнения значения параметров P4 и P3 в условиях 2001 г. можно сделать вывод, что преобладают гены с аддитивным действием. Величина параметра P6 меньше P4, следовательно, частоты аллелей не равны, асимметрия частот у гибридов F_1 ($P7 = 0,231$) и еще больше увеличивается у гибридов F_2 ($P7 = 0,158$). Значение параметра (P11) 1,628 и 2,535 указывает на преобладание доминантных генов и это подтверждается показателем P8 (0,022 и 0,033). Характер расположения точек сортов вдоль линии регрессии показывает их значительное перемещение: так сорта Ангел, Саратовская золотистая, Зарница Алтая в 2000 году находились в доминантной зоне, а в 2001 переместились в рецессивную зону. Относительную стабильность проявляют сорта Аметист и Омская янтарная, Дамсинская 90 и Светлана, находясь в 2000 и 2001 году в зоне доминантных генов. Наследуемость данного признака низкая в 2000 году и высокая в 2001 году.

Система топкроссных скрещиваний.

При топкроссных скрещиваниях диаметр первого надземного междоузлия у родительских форм изменялся от 2,06 мм до 2,27 мм (таблица 4.45).

Таблица 4.45 – Диаметр первого надземного междоузлия у родителей и гибридов F_1 , F_2 , мм (2006-2008 гг)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
Омская янтарная	2,11	2,07	2,13	2,04	2,19	2,14	2,08	2,09	2,13
Омский корунд	2,13	2,10	2,18	2,20	2,20	2,23	2,21	2,18	2,20
Жемчужина Сибири	2,12	2,17	2,12	2,29	2,26	2,17	2,29	2,21	2,22
Гор. 95-139-3	2,22	2,17	2,11	2,11	2,20	2,21	2,28	2,16	2,20
Гор. 98-96-3	2,22	2,07	2,21	2,14	2,24	2,07	2,30	2,09	2,25
Омский рубин	2,27	2,18	2,42	2,21	2,16	2,10	2,36	2,16	2,31
♂			2,14		2,06		2,11	–	–
среднее	2,18	2,13	2,19	2,17	2,21	2,15	2,25	2,15	2,22

Наибольший диаметр наблюдался у форм Гордеиформе 95-139-3, Гордеиформе 98-96-3, Омский рубин, а наименьший – у сорта Омская степная.

По результатам оценки гибридов в F_1 наибольший диаметр формировался у (Жемчужина Сибири / Омская степная), а наименьший – в комбинации (Омская янтарная / Омская степная). В среднем по всем гибридам диаметр первого междоузлия был 2,15 мм в F_1 и 2,31 мм в F_2 . Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 90,1%, доля генотипических особенностей 7,8%, а взаимодействие факторов – 2,1%.

Анализ комбинационной способности сортов в F_1 показал преимущество аддитивных эффектов генов в наследовании диаметра первого надземного междоузлия (табл. 4.46). Наибольшее влияние на детерминацию признака оказали гены материнских форм 39,97-55,82%, в тоже время вклад неаддитивных компонентов также высок, особенно во влажный 2007 г. Анализ комбинационной способности в F_2 свидетельствует о том, что также, как и в F_1 , более весомый вклад в наследование

признака вносят аддитивные эффекты генов материнских форм 44,22-47,35%. Доля вариансы СКС так же высока и превышает эффекты отцовских форм.

Таблица 4.46 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру первого надземного междоузлия (F_1, F_2)

Источник измен- чивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов, 2006-2008 гг.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
OKC i	0,018*	55,82	0,027*	39,97	0,004*	44,83	0,006*	52,06
OKC j	0,008*	23,50	0,021*	30,64	0,002*	25,64	0,003*	23,19
СКС	0,006*	20,25	0,019*	27,93	0,002*	25,61	0,003*	23,61
ошибка -E	0,001	0,44	0,001	1,46	0,000	3,93	0,001	1,14
F_2								
OKC i	–	–	0,025*	47,35	0,006*	44,22	0,016*	46,68
OKC j	–	–	0,010*	18,43	0,003*	20,11	0,006*	18,79
СКС	–	–	0,017*	32,02	0,005*	32,95	0,011*	32,22
ошибка -E	–	–	0,001	2,20	0,001	2,72	0,001	2,31

*F критерий значим при 5% уровне

В таблице 4.47 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.47 – Доля варианс комбинационной способности по диаметру первого надземного междоузлия в серии опытов (F_1, F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,007*	11,533	0,028*	17,069
OKC j	0,002*	4,069	0,016*	9,807
СКС	0,003*	5,397	0,007*	4,515
Взаимодействие OKC i x год	0,021*	34,764	0,064*	39,458
Взаимодействие OKC j x год	0,015*	24,145	0,025*	15,494
Взаимодействие СКС x год	0,012*	19,450	0,021*	13,251
Случайные отклонения	0,001	0,641	0,001	0,408

*F критерий значим при 5% уровне

Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении аддитивных и неаддитивных генов родительских форм от условий среды, и если в F_1 это влияние одинаковое, то в F_2 увеличивается у генов материнских форм. Исключив, влияние внешней среды, можно сказать, что в F_1 и F_2 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм, с достаточно сильными неаддитивными эффектами. На основании оценок эффектов ОКС следует вывод, что достоверно

увеличивают диаметр первого междоузлия сорта Жемчужина Сибири, Омский рубин, Безенчукская степная (таблица 4.48).

Таблица 4.48 – Эффекты ОКС по диаметру первого надземного междоузлия среднее по серии опытов (F_1 и F_2)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-0,063	-0,085
Омский корунд	♀	0,029	-0,023
Жемчужина Сибири	♀	0,058	0,005
Гор.95-139-3	♀	0,016	-0,023
Гор.98-96-3	♀	-0,055	0,032
Омский рубин	♀	0,015	0,094
Омский кристалл	♂	-0,022	-0,024
Омская степная	♂	0,017	-0,010
Безенчукская степная	♂	0,005	0,034
g _i -g _i		0,002	0,003

Низкие коэффициенты наследуемости в узком смысле в засушливые, и высокие во влажные годы, и высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу (Приложение Д., таблица Д.3).

Система нерегулярных скрещиваний

Диаметр первого надземного междоузлия в 2004 г. изменялся у родительских форм от 2,09 мм у Омская янтарная до 2,30 мм у сортов Жемчужина Сибири и Гордеiforme 94-9-1. (Приложение Д., таблица Д9.).

Значение признака у гибридов варьировало от 2,09 мм в комбинации (Омская янтарная// Shake3/Green18) до 2,30 мм у (Жемчужина Сибири / Casoar) при среднем значении по всем комбинациям 2,17 мм. В 2005 г. значение показателя изменялось от 2,00 мм у Гордеiforme 94-9-1 до 2,35 мм у Омского корунда. У гибридов F_1 признак изменялся от 1,96 мм в комбинациях: (Гордеiforme 441// Shake3/Green18) и (Гордеiforme 441// Sn Turk Mi83-84 375/NldklS5//Tantlol) до 2,25 мм у (Жемчужина Сибири // Silver26/Toska26). В F_2 наибольшее значение признака получено (Жемчужина Сибири / Casoar).

Характер наследования признака изменяется от депрессии до сверхдоминирования, только в одной комбинации (Жемчужина Сибири// Silver26/Toska26) отмечается сверхдоминирование как в 2004, так и 2005 г. По многим комбинациям

происходит смена характера наследования признака что говорит о том, что за формирование признака в разных экологических условиях отвечают разные генетические системы.

Вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 73,0%, а доля генотипических особенностей – 21,0%. Результаты комбинационной способности в F_1 показали, что в 2004 г. варианса ОКС по диаметру первого междоузлия оказалась выше у отцовских форм (таблица 4.49), а в 2005 г. они были практически равны.

Таблица 4.49 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру первого надземного междоузлия (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,004	19,99	0,013	37,05	0,003	25,17	0,008	25,44
ОКС ♂	0,013	60,33	0,012	34,94	0,006	42,51	0,008	27,13
СКС	0,003	13,29	0,009	25,51	0,003	24,02	0,013	42,56
Ошибка	0,001	6,37	0,001	2,48	0,001	8,28	0,001	4,85

*F критерий значим при 5% уровне

Наилучшей комбинационной способностью по диаметру первого междоузлия из материнских форм обладает сорт Жемчужина Сибири (таблица 4.50), из отцовских – Casoar, Silver26/Toska26. То есть в засушливый год детерминация признака обусловлена аддитивными эффектами с преобладанием роли отцовских форм, а во влажные годы за детерминацию признака отвечают в равной степени отцовские и материнские гены, на ряду с которыми существенен вклад и неаддитивных эффектов. В среднем по серии опытов за детерминация признака осуществляется в равной степени отцовскими и материнскими генами с преобладанием первых. Анализ варианс комбинационной способности в F_2 отчасти подтверждает наши выводы по F_1 , но при этом увеличивается доля влияния неаддитивных эффектов. Коэффициенты наследуемости в узком смысле низкие в засушливый, и высокие – во влажный (Приложение Д., таблица Д.4), следовательно, в стратегии отбора по этому признаку нужно иметь в виду, что он наиболее эффективен во влажные годы и малоэффективен в засушливые годы.

Таблица 4.50 – Эффекты ОКС по длине первого надземного междоузлия

Сорт		F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂ 2005 г.
		2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀	-0,030	-0,014	-0,020	-0,024
Жемчужина Сибири	♀	0,076	0,114	0,100	0,073
Гордеiforme 441	♀	-0,002	-0,087	-0,040	0,039
Омская янтарная	♀	-0,035	-0,050	-0,040	-0,061
Омский корунд	♀	-0,010	0,050	0,020	-0,061
Casoar	♂	0,050	-0,005	0,020	0,071
Shake3/Green18	♂	-0,060	-0,080	-0,070	0,008
Silver26/Toska26	♂	0,100	0,110	0,100	0,056
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	-0,082	-0,037	-0,060	-0,089
Sooty15/Kapude1	♂	0,029	0,037	0,030	-0,007
gi-gi		0,012	0,012	0,019	0,026

Диаметр первого надземного междоузлия у родителей в 2017 г. изменялся от 2,4 до 2,9 мм (Приложение Д., таблица Д.10), в 2018 г. – от 2,6 до 3,1 мм, в 2019 году – от 2,3 до 2,9 мм. Диаметр междоузлия стебля гибридов F₁ в 2017 году изменился от 2,6 до 3,3-3,4 мм.

В 2018 г. у гибридов F₂ наибольший диаметр междоузлия формировался в комбинации (Горд. 01-115-5 / Горд.06-5-3), а в 2019 году – в комбинации (Жемчужина Сибири / 1591д21). В F₃ – в комбинациях: (Горд. 01-115-5 / Горд. 08-55-5), (Омская бирюза / Горд. 08-94-3), (Омская бирюза / 1560д18). В наследовании признака в F₁ и F₂ выявлены все типы доминирования, а в F₃ – сверхдоминирование одного из родителей.

Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными эффектами генов, при этом необходимо учесть, что в F₁ и F₂ наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в F₃ доля влияния материнских и отцовских эффектов близка, также во влажный 2019 г. увеличивается доля неаддитивных эффектов (таблица 4.51).

Значения коэффициентов наследуемости в широком и узком смысле были высокие только для первого поколения и в последующих поколениях снижались (Приложение Д., таблица Д.3).

Таблица 4.51 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру первого надземного междоузлия

Источник из-менчивости	F ₁		F ₂		F ₂		F ₃	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,065*	36,89	0,016*	36,89	0,035*	37,73	0,013*	26,32
ОКС ♂	0,089*	51,16	0,009*	51,16	0,044*	47,50	0,013*	27,52
СКС	0,014*	7,88	0,005*	7,88	0,012*	13,51	0,020*	40,82
Ошибка	0,007	4,08	0,001	4,08	0,001	1,25	0,003	5,35

*F критерий значим при 5% уровне

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что сорта Омский изумруд, Горд. 1560д18 достоверно увеличивают признак (таблица 4.52).

Таблица 4.52 – Эффекты ОКС по диаметру первого надземного междоузлия (F₁, F₂, F₃)

Сорт	♀	F ₁	F ₂	F ₂	F ₃
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	-0,10	0,01	0,02	-0,06
Омская Степная	♀	0,10	-0,15	-0,17	-0,08
Омский Изумруд	♀	0,21	0,08	0,13	0,07
Горд.01-115-5	♀	-0,17	0,02	0,06	0,01
Омская Бирюза	♀	0,03	0,01	-0,07	0,07
Лавина	♂	0,16	0,04	-0,27	-0,06
Горд.06-5-3	♂	-0,17	0,06	0,05	0,01
Горд.08-55-5	♂	0,32	-0,10	0,01	0,07
Горд.08-94-3	♂	0,02	-0,07	-0,07	0,10
Горд.1591д21	♂	-0,14	0,01	0,16	-0,12
Горд.1560д18	♂	0,17	0,02	0,06	0,02
g _i -g _i		0,03	0,03	0,05	0,03

Следовательно, в стратегии отбора по этому признаку нужно иметь в виду, что он наиболее эффективен во влажные годы, и мало эффективен в засушливые годы. Ненаправленное доминирование и низкий коэффициент корреляции между доминантностью и средним значением родителей, значительное взаимодействие генотип-среда в отдельные годы, а также различия в сочетании доминантных и рецессивных генов, вносят определенные трудности в прогнозе отбора. Учитывая результаты исследований, можно в сухие годы рекомендовать отбор в более поздних (F₄ – F₅), а во влажные – в более ранних (F₂ – F₃) поколениях. Среди изученных

сортов наиболее перспективными в селекции на увеличение диаметра первого междоузлия можно считать сорта Аметист, и Ангел, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Безенчукская степная, Casoar, Silver26/Toska26, Горд. 1560д18.

4.1.5. Диаметр второго надземного междоузлия

Система диаллельных скрещиваний

В условиях 2000 г. диаметр второго надземного междоузлия у родительских форм в среднем по группе сортов составил 2,55 мм, с изменчивостью от 2,42 мм до 2,81 мм (табл. 4.53).

Таблица 4.53 – Диаметр второго надземного междоузлия у сортов яровой твердой пшеницы, мм

Сорт, показатель	Год		Среднее
	2000	2001	
Омская янтарная	2,47	2,96	2,72
Аметист	2,76	3,5	3,13
Ангел	2,55	3,25	2,90
Зарница Алтая	2,45	2,99	2,72
Дамсинская 90	2,52	2,89	2,71
Светлана	2,81	2,83	2,82
Саратовская золотистая	2,42	2,51	2,47
Оренбургская 10	2,54	2,56	2,55
Безенчукский янтарь	2,43	2,7	2,57
Среднее по родителям	2,55	2,91	2,73
Среднее по прямым гибридам	2,58	2,95	2,76
Среднее по обратным гибридам	F ₁	2,66	2,88
комбинаций с высоким РЭ		7	5
Среднее по прямым гибридам	F ₂	2,38	2,88
Среднее по обратным гибридам		2,39	2,82
комбинаций с высоким РЭ		3	5
HCP ₀₅		0,02	0,05

В 2001 г. показатель колебался от 2,51 мм до 3,50 мм при средней по группе 2,91 мм. Наибольший диаметр в течение этих лет формировался у сорта Аметист, а наименьший – у сорта Саратовская золотистая. В более благоприятных условиях 2001 г. диаметр междоузлия увеличился в среднем на 0,36 мм. Наиболее сильно это выражалось у сортов, устойчивых к полеганию: Аметист – 0,74 мм, Ангел – 0,70 мм, а наименее – у сорта Саратовская золотистая. Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₁ и среды, отражающий 62,5% фенотипического варьирования,

показан на рисунке 4.9.

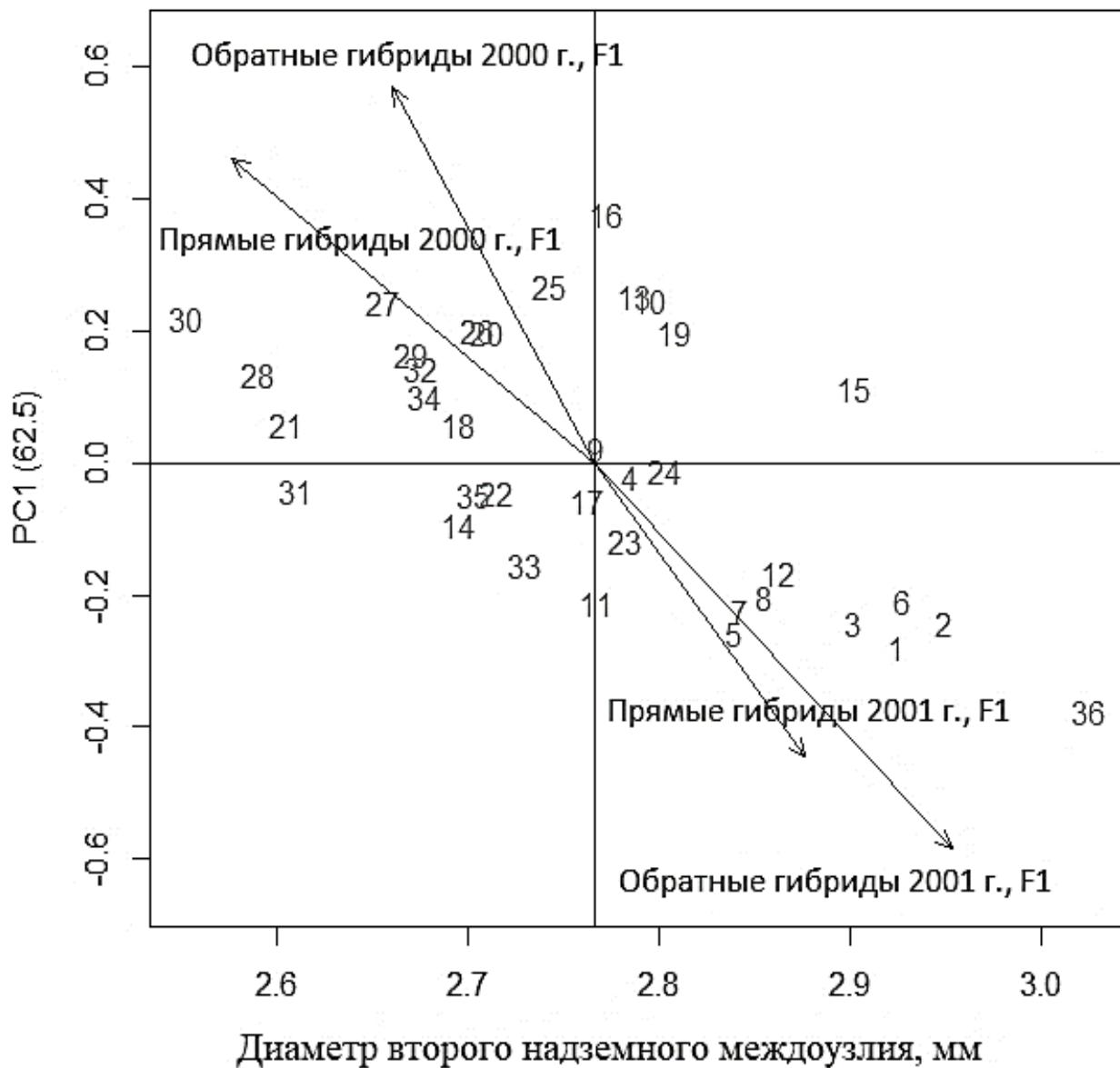


Рисунок 4.9 – Анализ главных компонент диаметра второго надземного междоузлия гибридов F₁ твердой пшеницы (2000 и 2001 гг.)
(нумерация как в приложении Д., таблица Д. 1)

Изменение признака у гибридов F₁ в 2000 г. составило от 2,41 мм до 2,86 мм в прямых скрещиваниях и от 2,42 мм до 3,11 мм – в обратных. Высокий реципрокный эффект наблюдался в 7 комбинациях: (Омская янтарная / Безенчукский янтарь), (Зарница Алтая / Безенчукский янтарь), (Дамсинская 90 / Светлана), (Омская янтарная / Ангел), (Аметист / Зарница Алтая), (Ангел / Светлана), (Светлана / Саратовская золотистая).

В 2001 г. значение признака варьировало от 2,68 до 3,43 мм в прямых комбинациях и от 2,45 до 3,35 мм. в обратных комбинациях. Высокий реципрокный эффект выявился по 5 комбинациям: (Аметист / Дамсинская 90), (Аметист / Светлана), (Аметист / Саратовская золотистая), (Аметист / Бузенчукский янтарь), (Дамсинская 90 / Светлана). Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F_2 и среды, отражающий 50,6% фенотипического варьирования, представлен на рисунке 4.10.

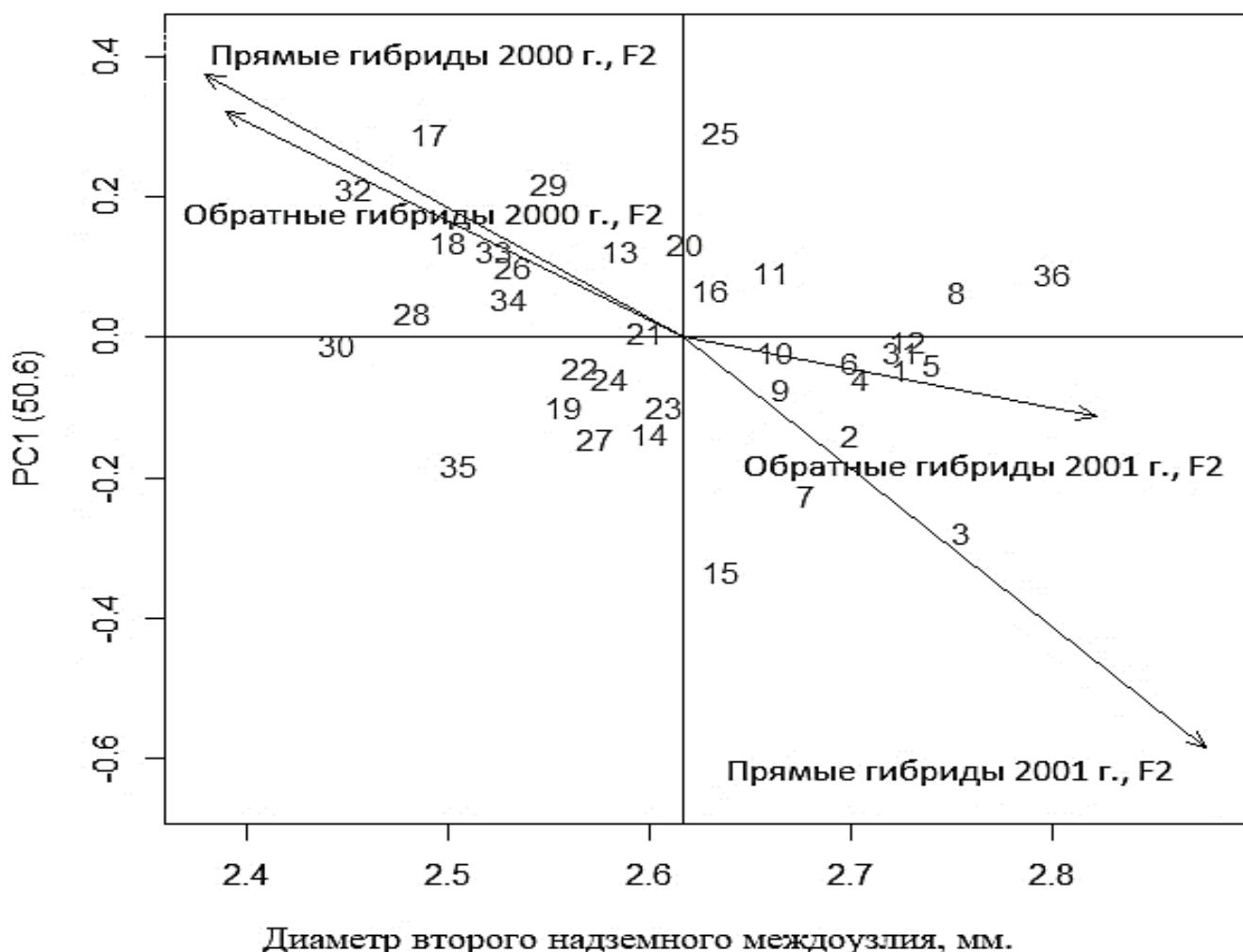


Рисунок 4.10 – Анализ главных компонент диаметра второго надземного междоузлия гибридов F_2 твердой пшеницы (2000 и 2001 гг.)
(Нумерация как в приложении Д., таблица Д. 1)

У гибридов F_2 среднее значение признака составило в 2000 г. 2,38 мм., в прямых и обратных скрещиваниях и варьировало по комбинациям от 2,19 до 2,63 мм. Высокий реципрокный эффект наблюдался в комбинациях: (Омская янтарная / Ан-

гел), (Аметист / Оренбургская 10), (Ангел / Светлана), (Светлана / Саратовская золотистая. В 2001 г. значение признака изменялось от 2,58 до 3,10 мм в прямых скрещиваниях и от 2,53 до 3,11 мм – в обратных. Высокий реципрокный эффект проявлялся в пяти комбинациях: (Аметист / Оренбургская 10), (Аметист / Бузенчукский янтарь), (Ангел / Светлана), Светлана / Бузенчукский янтарь), (Саратовская золотистая / Бузенчукский янтарь).

Анализ долевого влияния факторов позволяет отметить, что изменчивость, обусловленная генотипом, составляет 4,5%, а условиями вегетации (годы) – 94,5% от общей фенотипической изменчивости признака. На долю ОКС в F_1 в 2000 году приходится 46,69%, а в 2001 году 89,33 %, СКС соответственно занимает 32,79% и 7,77 % (табл. 4.54).

Таблица 4.54 – Доля варианс комбинационной способности по диаметру второго надземного междоузлия (F_1 , F_2), %

Варианса	F_1		F_2		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
ОКС	46,69*	89,33*	65,92*	85,07*	85,43*	84,51*
СКС	32,79*	7,17*	24,59*	10,47*	10,33*	11,41*
Р.Э.	20,51*	3,50*	9,49*	4,46*	4,22*	4,07*

*F критерий значим при 5% уровне

Роль цитоплазмы в наследовании признака проявляется в засушливый период и незначительна во влажный. Реципрокный эффект (достоверный) выявлен в 18 гибридных комбинациях в 2000 году и в 12 – в 2001 году. То есть, в неблагоприятных условиях, когда проявляется полегание, наибольшую роль оказывают аддитивные эффекты генов, и в меньшей степени неаддитивные.

У гибридов F_2 также преобладала доля аддитивных эффектов ОКС. Эти данные и данные по серии опытов свидетельствуют о том, что в системе генетического контроля диаметра первого надземного междоузлия основную роль в условиях обоих лет играют аддитивные эффекты генов и в меньшей мере имеют значение неаддитивные. Полученные данные свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды (табл. 4.55). Тем

не менее, чистое влияние аддитивных генов выше, чем неаддитивных и усиливается во втором поколении.

Таблица 4.55 – Доля вариансы комбинационной способности по диаметру второго надземного междоузлия в серии опытов (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС	0,055*	10,32	0,047*	14,90
СКС	0,009*	1,60	0,008*	2,58
РЭ	0,003*	0,51	0,002*	0,71
Взаимодействие ОКС x год	0,365*	68,60	0,200*	63,48
Взаимодействие СКС x год	0,058*	10,95	0,038*	12,17
Взаимодействие РЭ x год	0,034*	6,34	0,016*	5,05
случайные отклонения	0,009	1,65	0,003	1,07

*F критерий значим при 5% уровне

Высокое положительное значение в F_1 и F_2 , а также в среднем по опыту имели сорта Ангел и Аметист (табл 4.56).

Таблица 4.56 – Оценка эффектов ОКС (gi) по диаметру второго надземного междоузлия стебля сортов твердой пшеницы

Сорт	F_1		F_2		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
Омская янтарная	-0,066	0,027	-0,027	-0,005	-0,020	-0,016
Аметист	0,026	0,299	0,089	0,194	0,162	0,141
Ангел	0,014	0,116	0,056	0,098	0,065	0,077
Зарница Алтая	0,039	0,048	-0,023	0,009	0,043	-0,007
Дамсинская 90	-0,012	-0,019	-0,012	0,052	-0,015	0,020
Светлана	0,101	-0,146	0,054	-0,063	-0,023	-0,004
Саратовская золотистая	-0,064	-0,089	-0,001	-0,114	-0,077	-0,058
Оренбургская 10	-0,006	-0,141	-0,048	-0,123	-0,073	-0,086
Безенчукский янтарь	-0,031	-0,095	-0,087	-0,047	-0,063	-0,067
gi-gj	0,066	0,025	0,037	0,024	0,045	0,028

Наиболее ценными эффектами, с точки зрения селекции устойчивость к полеганию, будут обладать сорта, которые в скрещиваниях увеличивают диаметр междоузлия во влажный (благоприятный) год и имеют стабильные оценки в первом и втором поколениях. Этим требованиям соответствуют сорта Аметист и Ангел.

Анализ графика Хеймана и генетических параметров позволяет отметить следующие закономерности. Линия регрессии в 2000 г. пересекает ось ординат с отри-

цательной стороны (Приложение Д., рисунок Д.7). Это говорит о том, что в детерминации признака имеет место внутрилокусное сверхдоминирование, а между локусами – неаллельное взаимодействие типа комплементарного эпистаза.

Величина показателя Р3 близка к показателю Р4 и показывает, что в системе генетического контроля превалируют как аддитивные гены, так и неаддитивные (табл. 4.57).

Таблица 4.57 – Генетические параметры диаметра второго надземного междоузлия у яровой твердой пшеницы

Параметр	F ₁		F ₂	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
P1 $[r * (Wr + Vr) X_P]$	-0,522*	-0,907*	-0,447*	-0,622*
P2 $F_1 - P$	0,004*	0,021*	0,003*	0,003*
P3 D	0,151*	0,084*	0,095*	0,099*
P4 $H1$	0,142*	0,023*	0,029*	0,032*
P5 $\sqrt{H1/D}$	0,970*	0,525*	0,548*	0,572*
P6 $H2$	0,104*	0,017*	0,019*	0,016*
P7 $1/4 \times H2/H1$	0,327*	0,181*	0,185*	0,168*
P8 F	0,035*	0,026*	0,024*	0,068*
P9 $1/2 \times \frac{F}{\sqrt{D * (H1 - H2)}}$	0,001*	0,080*	0,002*	0,009*
P10 h^2	0,230*	0,570*	0,389*	0,839*
P11 $\sqrt{4DH1} + F / \sqrt{4DH1} - F$	1,271*	1,817*	1,587*	3,947*
P12 $h^2/H2$	0,003*	4,623	0,113*	0,576*
H ² Коэффициент наследуемости (широкий)	0,663	0,302	0,887	0,819
hp Коэффициент наследуемости (узкий)	0,437	0,278	0,795	0,685

*достоверно при Р= 0,05

В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей асимметрично в F₁ и в F₂. Соотношение доминантных и рецессивных генов указывает на превалирование первых (P11) как в F₁, так и в F₂ выше 1,0). И это согласуется в полной мере с величиной параметра (P8). Анализ расположения точек сортов вдоль линии регрессии показывает, что в условиях засухи в доминантной зоне находится большинство сортов. Сорта Ангел и Зарница Алтая имеют как доминантные, так и рецессивные гены.

В 2001 г. линия регрессии у гибридов F₁ и F₂ пересекает ось ординат с положительной стороны (Приложение Д., рисунок Д.7), параметр P5 у гибридов F₁ и F₂

меньше единицы, что говорит о частичном доминировании. Сравнивая значения параметров Р4 и Р3 в условиях 2001 г. можно сделать вывод, что преобладают гены с аддитивным действием. Величина параметра Р6 меньше Р4, следовательно, частоты аллелей неравны, асимметрия частот у гибридов F_1 ($P7= 0,181$) и еще больше увеличивается у гибридов F_2 ($P7= 0,168$). Значение параметра Р11=1,817 и 3,947 указывает на преобладание доминантных генов и это подтверждается показателем Р8 (0,026 и 0,068). Наследуемость данного признака низкая в 2000 г. и высокая в 2001 г.

Система топкроссных скрещиваний.

Диаметр второго надземного междоузлия у родительских форм изменялся от 2,21 мм до 2,50 мм (таблица 4.58).

Таблица 4.58 – Диаметр второго надземного междоузлия у родителей и гибридов F_1 , F_2 , мм. (2006-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
Омская янтарная	2,25	2,27	2,28	2,23	2,38	2,34	2,19	2,28	2,28
Омский корунд	2,31	2,27	2,36	2,34	2,45	2,48	2,38	2,36	2,40
Жемчужина Сибири	2,31	2,32	2,32	2,41	2,46	2,32	2,45	2,35	2,41
Гор.95-139-3	2,48	2,34	2,29	2,23	2,38	2,42	2,46	2,33	2,38
Гор.98-96-3	2,46	2,21	2,47	2,42	2,41	2,26	2,48	2,30	2,45
Омский рубин	2,50	2,39	2,61	2,40	2,30	2,33	2,59	2,38	2,50
♂		2,29		2,21		2,26		–	–
среднее		2,38	2,30	2,39	2,34	2,40	2,36	2,43	2,33
									2,40

Наибольший диаметр наблюдался у форм Гордеиформе 95-139-3, Гордеиформе 98-96-3, Омский рубин, а наименьший у сорта Омская степная. По результатам оценки гибридов в F_1 , наибольший диаметр формировался в комбинации (Жемчужина Сибири / Омская степная), (Омский рубин / Омская степная) и (Омский корунд / Безенчукская степная). В среднем по всем гибридам диаметр второго междоузлия был 2,30 мм в F_1 и 2,40 мм в F_2 . Вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 87,2%, доля генотипических особенностей 9,8%, а взаимодействие факторов – 3,0%.

Анализ комбинационной способности сортов в F_1 показал преимущество аддитивных эффектов генов в наследовании диаметра второго надземного междоузлия. Наибольшее влияние на детерминацию признака оказали гены отцовских форм 39,49-56,07% (табл. 4.59).

Таблица 4.59 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру второго надземного междоузлия (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
ОКС i	0,016*	22,90	0,011*	19,67	0,003*	12,43	0,004*	31,43
ОКС j	0,040*	56,07	0,022*	39,49	0,013*	56,00	0,006*	40,00
СКС	0,014*	19,25	0,021*	37,24	0,007*	29,94	0,004*	25,00
ошибка Е	0,001	1,78	0,002	3,59	0,001	1,63	0,001	3,57
F_2								
ОКС i	–	–	0,021*	43,39	0,018*	60,22	0,006*	41,64
ОКС j	–	–	0,002*	3,37	0,003*	11,69	0,001*	8,81
СКС	–	–	0,024*	50,88	0,007*	24,43	0,007*	45,56
ошибка Е	–	–	0,001	2,35	0,001	3,66	0,001	3,98

*F критерий значим при 5% уровне

Доля вариансы СКС также заметно вносит вклад в изменчивость признака – от 19,25 до 37,24% с увеличением во влажный 2007 г. Анализ комбинационной способности в F_2 показывает несколько другую картину. Наибольшее влияние оказывают материнские эффекты генов и более весомый вклад в наследование признака вносят неаддитивные эффекты генов – 24,43-50,88% (табл. 4.59). Это можно объяснить тем, что за изменение признака отвечают, как рецессивные, так и доминантные гены и с повышением уровня гомозиготности происходит переопределение их действия.

В таблице 4.60 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды. Сделанные нами расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных и неаддитивных генов родительских форм от условий среды, и если в F_1 это влияние одинаковое, то в F_2 экспрессивность генов материнских форм увеличивается. Без учета факторов внешней среды следует,

что в F_1 за детерминацию признака отвечает комплекс аддитивных генов родительских форм с достаточно сильным влиянием неаддитивных эффектов, а в F_2 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм.

Таблица 4.60 – Доля варианс комбинационной способности по диаметру второго надземного междоузлия в серии опытов (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,0044*	6,09	0,0276*	17,07
OKC j	0,0056*	7,77	0,0158*	9,81
CKC	0,0070*	9,69	0,0073*	4,51
Взаимодействие OKC i x год	0,0180*	24,86	0,0637*	39,46
Взаимодействие OKC j x год	0,0195*	26,95	0,0250*	15,49
Взаимодействие CKC x год	0,0172*	23,84	0,0214*	13,25
Случайные отклонения	0,0006	0,80	0,0007	0,41

*F критерий значим при 5% уровне

Низкие коэффициенты наследуемости в узком смысле в засушливые, и высокие – во влажные годы, а также высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу (Приложение Д., таблица Д.3).

При изучении оценок эффектов OKC выяснилось, что достоверно увеличивают диаметр второго междоузлия сорта Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Безенчукская степная (табл. 4.61).

Таблица 4.61 – Эффекты OKC по диаметру второго надземного междоузлия, среднее по серии опытов (F_1 и F_2)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-0,055	-0,091
Омский корунд	♀	0,031	0,214
Жемчужина Сибири	♀	0,019	0,097
Гор.95-139-3	♀	-0,003	-0,107
Гор.98-96-3	♀	-0,034	-0,042
Омский рубин	♀	0,043	0,123
Омский кристалл	♂	-0,033	-0,150
Омская степная	♂	0,007	0,015
Безенчукская степная	♂	0,027	0,135
gi-gi		0,039	0,015

Система нерегулярных скрещиваний.

В 2004 г. диаметр второго междоузлия у материнских форм изменялся от 2,19 мм у (Гордеiformе 441) до 2,49 мм у (Жемчужина Сибири), а у отцовских – от 2,20

мм (Sooty_15/Kapude_1) до 2,60 мм (Casoar) (Приложение Д., таблица Д.11). Почти по всем комбинациям наблюдается увеличение признака по сравнению с материнской или отцовской формами. В 2005 г. по всем гибридам проявляется снижение диаметра второго междуузлия. В течение обоих лет изучения наибольший диаметр второго междуузлия отмечен у (Гордеiformе 94-9-1 / Silver_26/Toska_26) и (Жемчужина Сибири / Silver_26/Toska_26). В комбинации (Жемчужина Сибири / Casoar) наблюдалось увеличение признака в более влажный (2004 г.) и резкое снижение в засушливый 2005 г. По степени фенотипического доминирования в характере наследования признака в основном преобладают депрессия или сверхдоминирование. Сравнивая изменение по годам исследований, можно отметить, что на выраженность признака значительное влияние оказали климатические условия: доля влияния генотипа составила 19,6%, доля влияния года – 71,5%, взаимодействия генотип x среда – 4,8%. Результаты расчета комбинационной способности в F₁ показали, что в 2004 году варианса ОКС значительно выше у отцовских форм (табл. 4.62), а в 2005 году вариансы ОКС отцовских и материнских образцов почти равны. Это свидетельствует о том, что в годы с лучшими условиями проявляется сильное влияние аддитивных генов отцовских образцов, а в более худших условиях – комплекс аддитивных и неаддитивных генов. В целом же по серии опытов проявляется влияние аддитивных генов отцовских форм со значительным вкладом неаддитивных эффектов генов материнских и отцовских форм. В F₂ происходит увеличение доли неаддитивных эффектов.

Таблица 4.62 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру второго надземного междуузлия (F₁, F₂)

Источник изменчивости	F ₁				Среднее по серии опытов F ₁		F ₂	
	2004 г.		2005 г.		ms	%	2005 г.	
	ms	%	ms	%			ms	%
ОКС ♀	0,009*	15,17	0,013*	37,05	0,003*	27,16	0,008*	25,70
ОКС ♂	0,036*	62,59	0,012*	34,94	0,006*	45,87	0,008*	27,41
СКС	0,011*	19,68	0,009*	25,51	0,003*	25,92	0,013*	43,00
Ошибка	0,001	2,55	0,001	2,48	0,0001	1,03	0,001	3,87

*F критерий значим при 5% уровне

Коэффициенты наследуемости в узком смысле низкие в благоприятный (2005 г.) и высокие в засушливый (Приложение Д., таблица Д.3).

Наилучшей комбинационной способностью по диаметру второго междоузлия из материнских форм обладает Жемчужина Сибири (табл. 4.63), а из отцовских – Silver_26/Toska_26. Несколько ниже комбинационная способность у сортов Casoar, Омский корунд и Sooty15/Kapude1. Наихудшей комбинационной способностью характеризуются образцы Sn Turk MI83-84 375/Nldkls5//Tantlol и Shake_3/Green_18.

Таким образом, при скрещивании среднестебельных и короткостебельных образцов по диаметру второго междоузлия не наблюдается четкой закономерности увеличения или уменьшения признака в системах скрещиваний (среднестебельный x короткостебельный) и (среднестебельный x среднестебельный сорт). Генетический контроль диаметра второго междоузлия определяется действием аддитивных генов отцовских форм со значительным влиянием неаддитивных эффектов генов материнских и отцовских форм

Таблица 4.63 – Эффекты ОКС по диаметру второго надземного междоузлия

Сорт		F ₁		По серии опы- тов F ₁	F ₂ 2005 г.
		2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀	-0,03	-0,01	-0,02	-0,01
Жемчужина Сибири	♀	0,07	0,11	0,10	0,14
Гордеiforme 441	♀	-0,02	-0,08	-0,04	-0,02
Омская янтарная	♀	-0,03	-0,05	-0,04	-0,12
Омский корунд	♀	-0,01	0,05	0,02	-0,05
Casoar	♂	0,05	-0,04	0,02	0,08
Shake3/Green18	♂	-0,06	-0,08	-0,07	0,04
Silver26/Toska26	♂	0,100	0,11	0,10	0,09
SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	-0,08	-0,03	-0,06	-0,14
Sooty15/Kapude1	♂	0,02	0,03	0,03	-0,02
gi-gi		0,01	0,01	0,02	0,044

Выраженность признака в сильной степени зависит от влияния погодных условий. Лучшей комбинационной способностью обладают образцы Жемчужина Сибири и Silver_26/Toska_26. В системе нерегулярных скрещиваний (2017-2019 гг.) диаметр второго надземного междоузлия у родителей в 2017 г. изменился от 2,6 до 3,3 мм (Приложение Д., таблица Д.12), в 2018 г. – от 2,8 до 3,2 мм и в 2019 году – от ,6 до 3,1 мм. Диаметр междоузлия гибридов F₁ в 2017 г. колебался от 2,9 мм в

комбинации (Горд. 01-115-5 / Горд. 06-5-3) до 3,8 мм в комбинации (Омский изумруд / Горд.08-55-5). В 2018 г. у гибридов F_2 варьирование признака составило 2,8-3,0 мм. В 2019 г. у гибридов F_2 наибольший диаметр второго надземного междоузлия формировался в комбинациях: (Омский изумруд / Горд. 08-55-5), (Омский изумруд / 1560д18), (Горд.01-115-5 / Горд.06-5-3), а в F_3 – в комбинации (Омская бирюза / 1560д18). В наследовании признака в F_1 и F_2 выявлены все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными эффектами генов, при этом необходимо учесть, что в F_1 и F_2 наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в F_3 доля влияния эффектов материнских форм увеличилась, также во влажный 2019 г. возросла доля неаддитивных эффектов (таблица 4.64).

Таблица 4.64 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру второго надземного междоузлия

Источник измен- чивости	F ₁		F ₂		F ₂		F ₃	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,10	35,26	0,004	15,78	0,04	35,88	0,14	49,01
ОКС ♂	0,15	53,35	0,02	63,84	0,05	46,16	0,06	21,33
СКС	0,02	7,99	0,004	15,78	0,02	16,41	0,08	25,95
Ошибка	0,01	3,40	0,001	4,60	0,00	1,55	0,01	3,71

*F критерий значим при 5% уровне

Значения коэффициентов наследуемости в широком и узком смысле были высокие для первого поколения и в последующих поколениях снижались (Приложение Д. таблица Д.3). Лучшей комбинационной способностью обладают образцы: Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Горд. 1591д21, Горд. 1560д18 (таблица 4.65).

Таким образом, признак контролируется аддитивно-доминантной системой с подключением в засушливых условиях аллельного взаимодействия. Значительное взаимодействие генотипов среда в отдельные годы, а также различия в сочетании доминантных и рецессивных генов, вносят определенные трудности в прогнозе отбора. Следовательно, в стратегии отбора по этому признаку нужно иметь в виду, что он наиболее эффективен во влажные годы, и малоэффективен – в засушливые годы. В сухие годы отбор рекомендуется проводить в более поздних (F_4 – F_5), а во

влажные – в более ранних (F_2 – F_3) поколениях.

Таблица 4.65 – Эффекты ОКС по диаметру второго надземного междоузлия (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F_1	F_2	F_2	F_3
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	0,19	0,01	0,03	0,15
Омская Степная	♀	0,10	-0,13	-0,18	-0,32
Омский Изумруд	♀	0,25	0,05	0,11	0,13
Горд.01-115-5	♀	-0,16	0,09	0,08	0,10
Омская Бирюза	♀	0,12	-0,04	-0,09	0,31
Лавина	♂	0,08	0,02	-0,28	0,00
Горд.06-5-3	♂	-0,25	0,00	0,07	0,09
Горд.08-55-5	♂	0,39	-0,07	-0,03	0,01
Горд.08-94-3	♂	0,13	-0,05	-0,03	-0,16
Горд.1591д21	♂	0,04	0,04	0,13	0,25
Горд.1560д18	♂	0,31	0,03	0,11	0,20
gi-gi		0,04	0,03	0,05	0,04

Среди изученных сортов наиболее перспективными в селекции на увеличение диаметра второго междоузлия являются: Аметист, Ангел, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Бузенчукская степная, Silver_26/Toska_26, Горд. 1591д21, Горд. 1560д18.

4.1.6. Диаметр узла первого надземного междоузлия

Система dialleльных скрещиваний

В условиях 2000 г. диаметр узла первого надземного междоузлия у родительских форм изменялся от 2,80 мм до 3,37 мм и в среднем по группе сортов составил 3,11 мм (табл. 4.66). В 2001 г. показатель варьировал от 3,14 мм до 4,47 мм при среднем значении 3,71 мм. Наибольший диаметр в течение этих лет формировался у сорта Аметист, а меньшим он был у сорта Саратовская золотистая. В более благоприятных условиях 2001 г. диаметр узла первого междоузлия увеличился в среднем на 0,60 мм. Наиболее сильно это выражалось у сортов, устойчивых к полеганию: Аметист – 1,1 мм, Ангел – 1,03 мм; у сорта Саратовская золотистая значение признака по годам не изменилось. Изменение признака у гибридов F_1 в 2000 году составило от 2,92 мм до 3,45 мм в прямых скрещиваниях и от 2,97 мм до 3,55 мм – в обратных.

Таблица 4.66 – Диаметр узла первого надземного междоузлия у сортов яровой твердой пшеницы, мм

Сорт, показатель	Год		Среднее
	2000	2001	
Омская янтарная	3,1	3,45	3,28
Аметист	3,37	4,47	3,92
Ангел	3,12	4,15	3,64
Зарница Алтая	2,8	3,44	3,12
Дамсинская 90	3,33	3,93	3,63
Светлана	3,2	3,57	3,39
Саратовская золотистая	3,14	3,14	3,14
Оренбургская 10	3,04	3,69	3,37
Безенчукский янтарь	2,93	3,58	3,26
Среднее по родителям	3,11	3,71	3,41
Среднее по прямым гибридам	F ₁	3,16	3,83
Среднее по обратным гибридам		3,23	3,74
Комбинаций с высоким РЭ		15	12
Среднее по прямым гибридам	F ₂	3,12	3,84
Среднее по обратным гибридам		3,16	3,77
Комбинаций с высоким РЭ		10	10
HCP ₀₅		0,05	0,07
			–

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₁ и среды, отражающий 57,1 % фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.11.

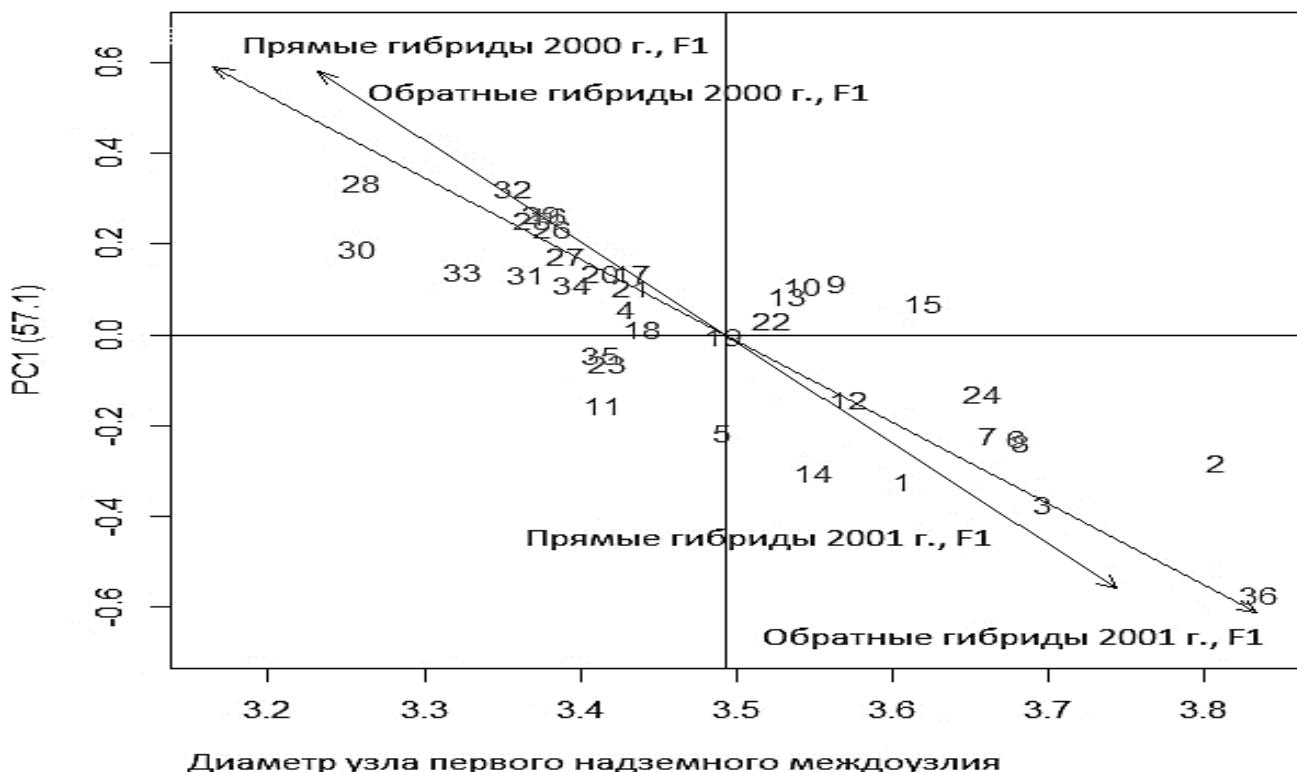


Рисунок 4.11 – Анализ главных компонент диаметра узла первого надземного междоузлия гибридов F₁ твердой пшеницы (2000 и 2001 гг) (нумерация как в Приложении Д., таблица Д. 1)

Высокий реципрокный эффект наблюдался в 15 вариантах скрещиваний, особенно сильно он проявился в комбинации (Зарница Алтая / Саратовская золотистая). В 2001 г. значение признака изменялось от 3,37 мм до 4,46 мм в прямых комбинациях и от 3,27 мм до 4,55 мм – в обратных. Высокий реципрокный эффект выявился по 12 парам и наиболее сильно был выражен в комбинациях: (Омская янтарная / Аметист), (Аметист / Бузенчукская янтарная) и (Дамсинская 90 / Бузенчукская янтарная).

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F_2 и среды, отражающий 57,1 % фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.12.

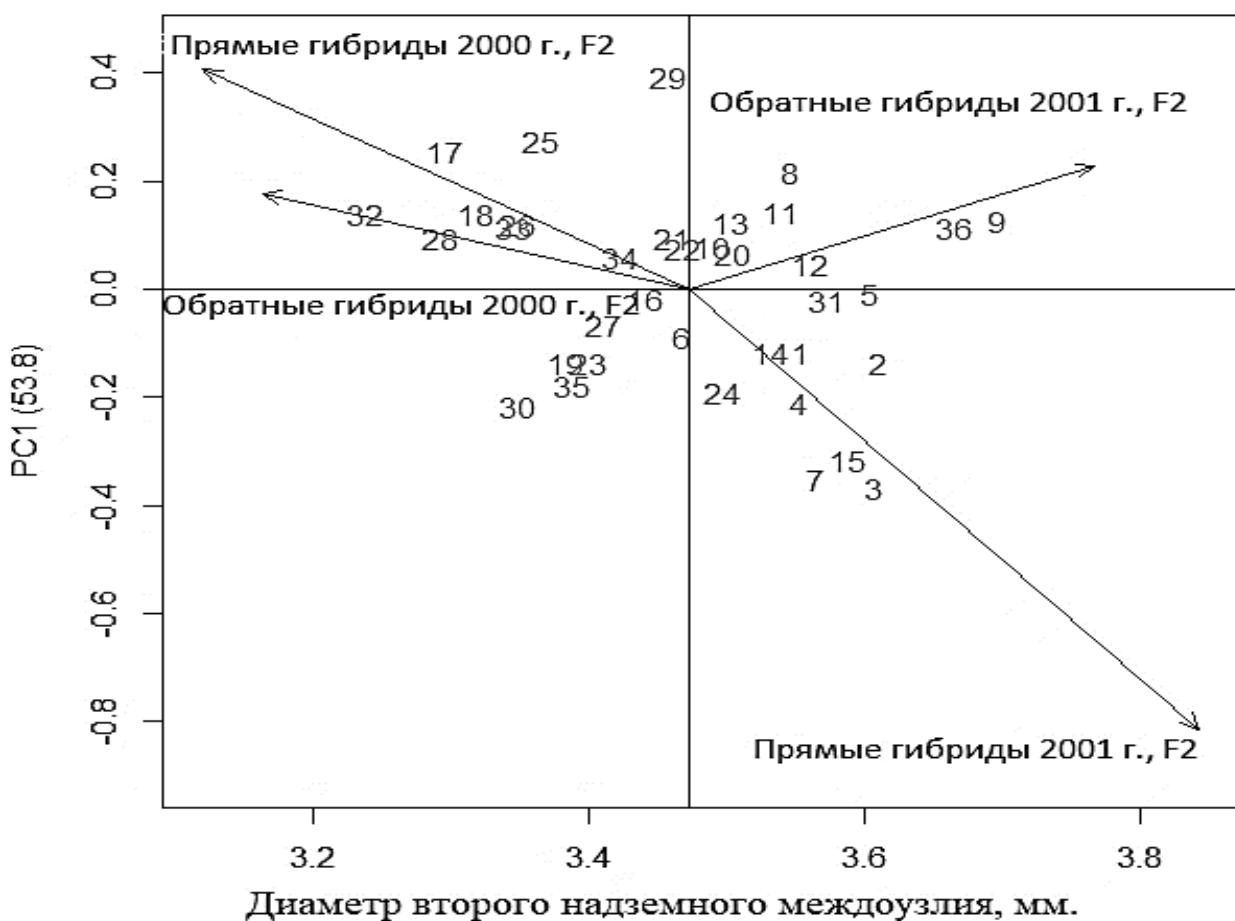


Рисунок 4.12 – Анализ главных компонент диаметра узла первого надземного междоузлия гибридов F_2 твердой пшеницы (2000 и 2001 гг)
(нумерация как в Приложении Д., таблица Д. 1)

У гибридов F_2 среднее значение признака составило в 2000 году 3,12 мм в прямых и 3,16 мм в обратных скрещиваниях и варьировало по комбинациям от 2,84

до 4,32 мм. Высокий реципрокный эффект в 2000 и 2001 г. проявлялся в 10 в комбинациях. В 2001 году значение признака изменялось от 3,58 до 4,32 мм в прямых скрещиваниях и от 3,51 до 4,08 – в обратных. Анализ долевого влияния факторов позволяет отметить, что на выраженность признака наибольший эффект оказывают метеоусловия периода вегетации – 91,5%, доля генотипических особенностей – 5,5%.

Изучение комбинационной способности в F_1 показало, что в засушливый 2000 г. проявляются эффекты аллельного и неаллельного взаимодействия генов (варианса ОКС 26,47 %, СКС – 44,99 %). В 2001 г. наибольшее влияние оказывают аддитивные эффекты генов (табл. 4.67).

Таблица 4.67 – Доля варианс комбинационной способности по диаметру узла первого надземного междоузлия (F_1 , F_2), %

Варианса	F_1		F_2		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
ОКС	26,47*	86,76*	69,20*	77,51*	81,85*	82,20*
СКС	44,99*	8,62*	18,59*	14,40*	12,12*	11,47*
Р.Э.	28,53*	4,62*	12,21*	8,10*	6,01*	6,32*

*F критерий значим при 5% уровне

У гибридов F_2 в 2000 и в 2001 гг. преобладала доля ОКС, при этом необходимо учесть, что в засушливый год доля варианс ОКС снижалась.

В таблице 4.68 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.68 – Доля вариансы комбинационной способности по диаметру узла первого надземного междоузлия в серии опытов (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС	0,096*	10,60	0,071*	13,83
СКС	0,018*	2,02	0,013*	2,48
РЭ	0,007*	0,77	0,005*	1,06
Взаимодействие ОКС x год	0,616*	68,07	0,312*	60,49
Взаимодействие СКС x год	0,101*	11,12	0,068*	13,19
Взаимодействие РЭ x год	0,059*	6,53	0,041*	7,85
случайные отклонения	0,008	0,86	0,006	1,07

*F критерий значим при 5% уровне

Полученные данные свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Тем не менее, чистое влияние аддитивных генов выше, чем неаддитивных и повышается во втором поколении.

Значение эффектов ОКС по диаметру узла первого надземного междоузлия показано в таблице 4.69.

Таблица 4.69 – Оценка эффектов ОКС (g_i) по диаметру узла первого надземного междоузлия стебля сортов твердой пшеницы

Сорт	F_1		F_2		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
Омская янтарная	-0,049	-0,093	-0,064	-0,035	-0,071	-0,049
Аметист	0,014	0,381	0,080	0,218	0,197	0,149
Ангел	0,003	0,211	0,090	0,126	0,107	0,108
Зарница Алтая	-0,006	0,014	-0,055	-0,055	0,004	-0,055
Дамсинская 90	0,067	0,052	0,062	0,120	0,060	0,091
Светлана	0,047	-0,204	0,013	-0,116	-0,079	-0,052
Саратовская золотистая	-0,030	-0,219	0,013	-0,167	-0,124	-0,077
Оренбургская 10	-0,004	-0,112	-0,047	-0,100	-0,058	-0,074
Безенчукский янтарь	-0,042	-0,029	-0,092	0,010	-0,035	-0,041
g_i-g_j	0,058	0,041	0,042	0,039	0,042	0,035

Наиболее ценными эффектами с точки зрения селекции на устойчивость к полеганию являются сорта Аметист, Ангел и Дамсинская 90, которые в скрещиваниях увеличивают диаметр узла во влажный (благоприятный) год и имеют стабильные оценки в первом и втором поколениях.

Анализ графика Хеймана и генетических параметров позволяет отметить следующие закономерности. Линия регрессии в 2000 г. у гибридов F_1 и пересекает ось ординат с отрицательной стороны (Приложение Д., рисунок Д 8). Это говорит о том, что в детерминации признака имеет место внутрилокусное сверхдоминирование, это так же подтверждается параметром $P5=3,20$ (табл. 4.70). А между локусами – неаллельное взаимодействие типа комплементарного эпистаза. Величина показателя $P4$ больше величины показателя $P3$ и показывает, что в системе генетического контроля превалируют неаддитивные гены. В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей асимитрично.

Таблица 4.70 – Генетические параметры диаметра узла первого надземного междуузлия у яровой твердой пшеницы

Параметр	F ₁		F ₂	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
P1 $[r * (Wr + Vr) Xp]$	-0,831*	-0,719*	-0,052*	-0,449*
P2 $F_1 - P$	0,005*	0,001*	0,004*	0,007*
P3 D	0,014*	0,162*	0,148*	0,150*
P4 $H1$	0,142*	0,073*	0,136*	0,051*
P5 $\sqrt{H1/D}$	3,207*	0,671*	0,958*	0,580*
P6 $H2$	0,096*	0,016*	0,094*	0,022*
P7 $1/4 \times H2/H1$	0,173*	0,156*	0,313*	0,192*
P8 F	0,067*	0,025*	0,018*	0,115*
P9 $\frac{1}{2} \times \frac{F}{\sqrt{D * (H1 - H2)}}$	0,010*	0,004*	0,012*	0,021*
P10 h^2	1,320	0,130*	0,115*	0,873*
P11 $\sqrt{4DH1} + F / \sqrt{4DH1} - F$	7,069*	1,260*	1,137*	4,918*
P12 $h^2/H2$	0,101*	0,257*	0,126*	0,983*
H ² Коэффициент наследуемости (широкий)	0,607	0,748	0,876	0,729
hp Коэффициент наследуемости (узкий)	0,299	0,813	0,689	0,624

*достоверно при Р= 0,05

Соотношение доминантных и рецессивных генов у родительских сортов указывает на превалирование первых (параметр Р11=7,06) и это согласуется в полной мере с величиной параметра Р8=0,067. Коэффициент корреляции между средними значениями признака у родителей и уровнем доминантности Р1, значение которого составляет -0,831, свидетельствует о том, что возрастание величины признака определяется доминантными генами. Это подтверждается параметром Р2 (разность средней F₁ и средней родителей), который указывает, что направление доминирования происходит в сторону увеличения признака.

В 2001 году линия регрессии у гибридов F₁ пересекает ось ординат с положительной стороны, параметр Р5=0,67 говорит о частичном доминировании внутри локусов. Сравнивая значения параметров Р4 и Р3 в условиях 2001 года, можно сделать вывод о том, что преобладают гены с аддитивным действием. Величина параметра Р6 меньше Р4, следовательно – частоты аллелей не равны, асимметрия частот у гибридов F₁ (Р7 = 0,156). Значение параметра Р11= 1,26 указывает на преобладание доминантных генов и это подтверждается показателем Р8=0,025.

У гибридов F_2 в 2001 и 2002 году линия регрессии пересекает ось ординат с положительной стороны, параметр $P5=0,580-0,958$ (табл. 4.70) говорит о частичном доминировании внутри локусов. Сравнение значений параметров $P4$ и $P3$ в условиях года показывает, что преобладают гены с аддитивным действием. Величина параметра $P6$ меньше $P4$, следовательно – частоты аллелей неравны, асимметрия частот у гибридов $P7=0,192-0,313$). Значение параметра $P11=1,137-4,918$ указывает на преобладание доминантных генов и это подтверждается показателем $P8$ – (0,018-0,115). Наследуемость данного признака низкая в 2000 году и высокая в 2001 году.

Система топкроссовых скрещиваний.

Диаметр узла первого надземного междуузлия у родительских форм сформировался от 2,67 мм до 3,00 мм (таблица 4.71).

Таблица 4.71 – Диаметр узла первого надземного междуузлия у родителей и гибридов F_1 , F_2 , мм (2006-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
Омская янтарная	2,73	2,77	2,88	2,73	3,13	2,80	3,00	2,77	3,00
Омский корунд	2,76	2,74	3,08	2,72	2,97	3,01	3,13	2,82	3,06
Жемчужина Сибири	2,73	2,80	3,10	2,84	3,15	2,71	3,16	2,78	3,14
Гор.95-139-3	2,84	2,80	3,22	2,61	3,12	2,85	3,28	2,75	3,21
Гор.98-96-3	2,95	2,99	3,16	2,97	3,37	2,85	3,36	2,93	3,30
Омский рубин	3,00	2,88	3,38	2,91	2,96	2,96	3,55	2,92	3,30
♂		2,79		2,68		2,67		–	–
среднее		2,83	2,83	3,14	2,79	3,12	2,86	3,25	2,83
									3,17

Наибольший он был у форм Гордеiforme 98-96-3 и Омский рубин, а наименьший – у сортов Омская степная и Безенчукская степная. По результатам оценки гибридов в F_1 наибольший диаметр формировался в комбинациях: (Омский корунд / Безенчукская степная), (Гордеiforme 98-96-3 / Омский кристалл) и (Гордеiforme 98-96-3 / Омская степная), а наименьший – в комбинации (Гордеiforme

95-139-3 / Омская степная). В среднем по всем гибридам диаметр узла первого междоузлия был 2,83 мм в F_1 и 3,17 мм – в F_2 . Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 85,2%, доля генотипических особенностей 10,3%, а взаимодействие факторов – 4,5%.

Анализ комбинационной способности сортов в F_1 показал преимущество аддитивных эффектов генов в наследовании диаметра узла первого надземного междоузлия (табл. 4.72). Несмотря на то, что наибольшее влияние имеют аддитивные эффекты материнских форм – 22,90-63,80%, в умеренно засушливом 2006 г. преобладают эффекты отцовских форм. Доля вариансы СКС также заметно вносит вклад в изменчивость признака, особенно в засушливые годы.

Расчет комбинационной способности в F_2 показал, что, как и в F_1 , более весомый вклад в наследование признака вносят аддитивные эффекты генов материнских форм – 32,05-72,90% (табл. 4.72).

Таблица 4.72 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру узла первого надземного междоузлия (F_1 , F_2)

Источник измен- чивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
ОКС i	0,016*	22,9	0,107*	52,16	0,035*	63,8	0,029*	56,25
ОКС j	0,040*	56,07	0,059*	28,74	0,005*	9,78	0,014*	26,83
СКС	0,014*	19,25	0,032*	15,67	0,013*	23,82	0,007*	13,24
ошибка -E	0,001	1,78	0,007*	3,43	0,001	2,6	0,002	3,68
F_2								
ОКС i	–	–	0,039*	32,05	0,085*	72,90	0,017*	60,08
ОКС j	–	–	0,027*	22,34	0,014*	11,61	0,007*	25,39
СКС	–	–	0,054*	44,26	0,017*	14,42	0,004*	12,61
ошибка -E	–	–	0,001*	1,36	0,001*	1,06	0,001*	1,93

*F критерий значим при 5% уровне

Доля вариансы СКС так же высока – 14,42-44,26%. Полученные расчеты ОКС и СКС свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных и неаддитивных генов родительских форм от условий среды. В F_1 преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм и с переходом в F_2 это влияние увеличивается. (табл. 4.73).

Таблица 4.73 – Доля варианс комбинационной способности по диаметру узла первого надземного междоузлия в серии опытов (F₁, F₂)

Источник варьирования	F ₁		F ₂	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,0179	7,99	0,0443	19,06
OKC j	0,0136	6,10	0,0260	11,19
СКС	0,0067	3,01	0,0090	3,86
Взаимодействие OKC i x год	0,1100	49,22	0,0965	41,52
Взаимодействие OKC j x год	0,0383	17,14	0,0357	15,36
Взаимодействие СКС x год	0,0359	16,05	0,0203	8,73
Случайные отклонения	0,0011	0,48	0,0007	0,28

*F критерий значим при 5% уровне

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно увеличивают диаметр узла первого междоузлия сорта: Жемчужина Сибири, Омский рубин, Безенчукская степная (таб. 4.74).

Таблица 4.74 – Эффекты ОКС по диаметру узла первого надземного междоузлия среднее по серии опытов (F₁ и F₂)

Сорт		F ₁	F ₂
Омская янтарная	♀	-0,083	-0,105
Омский корунд	♀	0,009	-0,068
Жемчужина Сибири	♀	0,053	0,002
Гор.95-139-3	♀	-0,035	0,054
Гор.98-96-3	♀	0,031	0,015
Омский рубин	♀	0,133	0,105
Омский кристалл	♂	0,033	-0,029
Омская степная	♂	-0,055	-0,009
Безенчукская степная	♂	0,021	0,038
g _i -g _i		0,054	0,043

Система нерегулярных скрещиваний

По степени развития изучаемого признака родительские формы в условиях обоих лет изучения имели существенные различия (Приложение Д., таблица Д.13). Диаметр узла первого надземного междоузлия в 2004 г. изменялся у родительских форм от 2,91 мм (Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls5//Tantlol) и (Sooty15/Kapude1), до 3,5 мм (Гордеiformе 94-9-1). Значение признака у гибридов варьировало от 2,91 мм – в комбинации (Омский корунд // Shake3/Green 18) до 3,63 мм – в комбинации (Жемчужина Сибири / Casoar), при среднем значении по всем гибридам – 3,03 мм.

В 2005 г. значение показателя колебалось от 2,53 до 3,61 мм. У гибридов F₁ признак изменялся от 2,66-2,69 мм в комбинациях: (Омский корунд //

Shake3/Green18) и (Омская янтарная // Shake3/Green18), до 3,40 мм – в комбинации (Жемчужина Сибири // Silver26/Toska26). В F₂ наибольшее значение признака получено в комбинации (Жемчужина Сибири / Casoar).

Характер наследования признака выражается от депрессии до сверхдоминирования. По многим комбинациям происходит смена характера наследования признака, что говорит о том, что за формирование признака в разных экологических условиях отвечают разные генетические системы.

Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 70,16%, а генотипа – 22,00%. Результаты расчета комбинационной способности в F₁ показали, что в 2004 году варианса ОКС по диаметру узла первого междоузлия оказалась выше у отцовских форм (таблица 4.75).

Таблица 4.75 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру узла первого надземного междоузлия (F₁, F₂)

Источник изменчивости	F ₁				Среднее по серии опытов F ₁		F ₂	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,047*	26,86	0,111*	28,96	0,036*	26,14	0,063*	32,68
ОКС ♂	0,086*	49,76	0,095*	24,60	0,043*	30,97	0,028*	14,62
СКС	0,039*	22,60	0,171*	44,57	0,054*	39,00	0,099*	51,23
Ошибка	0,001	0,77	0,007	1,85	0,005	3,87	0,003	1,45

*F критерий значим при 5% уровне

Следует так же отметить высокое влияние неаддитивных эффектов генов. В среднем по серии опытов за детерминацию признака отвечают в равной степени аддитивные эффекты генов отцовских и материнских форм, а также аллельное и неаллельное взаимодействие. Анализ варианс комбинационной способности в F₂ отчасти подтверждает наши выводы по F₁, но при этом увеличивается доля влияния неаддитивных эффектов и снижается роль отцовских форм.

Коэффициенты наследуемости в узком смысле низкие, и снижаются в засушливый год. Наилучшей комбинационной способностью по диаметру узла первого междоузлия из материнских форм обладают Гордеiforme 94-9-1 и Жемчужина Сибири (таблица 4.76); из отцовских генотипов – Casoar и Silver26/Toska26. Во второй

схеме опытов нерегулярных скрещиваний по диаметру узла первого надземного междоузлия сортовые различия у родителей в 2017 г. составили от 2,0 до 2,3 мм (Приложение Д., таблица Д.14), в 2018 г. – от 2,5 до 3,9 мм, в 2019 г. – от 3,3 до 4,2 мм.

Таблица 4.76 – Эффекты ОКС по диаметру первого надземного междоузлия

Сорт	F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂ 2005 г.
	2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀ 0,029	0,155	0,09	0,04
Жемчужина Сибири	♀ 0,242	0,310	0,28	0,28
Гордеiforme 441	♀ -0,063	-0,136	-0,10	-0,03
Омская янтарная	♀ -0,054	-0,190	-0,12	-0,15
Омский корунд	♀ -0,164	-0,190	-0,18	-0,13
Casoar	♂ 0,282	0,175	0,23	0,05
Shake3/Green18	♂ -0,210	-0,212	-0,21	-0,02
Silver26/Toska26	♂ 0,137	0,270	0,20	0,20
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂ -0,077	-0,043	-0,06	-0,09
Sooty15/Kapude1	♂ -0,046	-0,127	-0,09	-0,04
gi-gi	0,04	0,05	0,04	0,02

Диаметр междоузлия стебля гибридов F₁ в 2017 году изменялся от 2,2 мм до 2,5 мм. В 2018 году у гибридов F₂ варьирование признака составило 3,5- 3,8 мм, а 2019 году – 3,6-4,2 мм, в F₃ – 3,4-4,1 мм. В наследовании признака в F₁ и F₂ выявлены все типы доминирования.

Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными эффектами генов, при этом необходимо учесть, что в F₁ наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов родительских форм с сильным подключением неаддитивных эффектов (табл. 4.77).

Таблица 4.77 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру узла первого надземного междоузлия

Источник из-менчивости	F ₁		F ₂		F ₂		F ₃	
	2017 г.	2018 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.	2019 г.	2019 г.	2019 г.
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,02*	39,47	0,016*	42,9	0,11*	45,95	0,13*	48,76
ОКС ♂	0,01*	20,61	0,015*	39,13	0,09*	41,13	0,05*	19,12
СКС	0,01*	33,41	0,005*	14,49	0,02*	7,87	0,07*	27,17
Ошибка	0,001	6,52	0,001	3,43	0,01	5,05	0,01	4,96

*F критерий значим при 5% уровне

В F_2 признак также контролируется преимущественно влиянием неаддитивных эффектов как материнских, так и отцовских форм. В F_3 доля влияния эффектов материнских форм увеличивается, также во влажный 2019 г. увеличивается доля неаддитивных эффектов. Значения коэффициентов наследуемости в широком смысле были высокие для всех трех поколений, а в узком смысле снизились к F_3 (Приложение Д., таблица Д.3).

Эффекты ОКС, представленные в таблице 4.78, показывают, что стабильно признак увеличивают образцы: Омский изумруд, Горд.1591д21, Горд.1560д18. Наследуемость толщины узла первого междуузлия в сильной степени зависит как от погодных условий, так и от генотипов, включенных в скрещивания. В детерминации признака в засушливых условиях имеет место внутрилокусное сверхдоминирование, а между локусами неаллельное взаимодействие типа комплементарного эпистаза.

В комбинациях при скрещивании среднестебельных и короткостебельных образцов по диаметру узла генетический контроль определяется действием аддитивных генов отцовских и материнских форм, со значительным влиянием неаддитивных эффектов генов материнских и отцовских форм, причем гетерогенность популяции по толщине первого узла возрастает во влажный год.

Таблица 4.78 – Эффекты ОКС по диаметру узла первого надземного междуузлия (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F_1	F_2	F_2	F_3
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	-0,06	0,01	0,21	-0,22
Омская Степная	♀	0,04	-0,19	-0,27	0,03
Омский Изумруд	♀	0,09	0,08	0,12	0,36
Горд.01-115-5	♀	-0,09	0,08	0,12	-0,08
Омская Бирюза	♀	0,02	0,00	-0,18	-0,03
Лавина	♂	0,05	0,05	-0,21	-0,08
Горд.06-5-3	♂	-0,12	0,05	-0,27	-0,04
Горд.08-55-5	♂	0,06	-0,10	0,28	0,13
Горд.08-94-3	♂	0,02	-0,08	-0,08	0,20
Горд.1591д21	♂	0,00	0,02	0,18	0,04
Горд.1560д18	♂	0,01	0,01	0,06	0,20
gi-gi		0,03	0,05	0,05	0,05

В стратегии отбора по этому признаку нужно иметь в виду, что он наиболее эффективен во влажные годы, и малоэффективен в засушливые годы. В сухие годы отбор рекомендуется проводить в более поздних (F_4 и F_5), а во влажные – в более ранних (F_2 и F_3) поколениях.

Среди изученных сортов наиболее перспективными в селекции на увеличение диаметра узла первого междоузлия можно считать сорта: Аметист, Ангел, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Casoar, Silver26/Toska26, Омский изумруд, Горд. 1591д21, Горд. 1560д18.

4.1.7. Диаметр узла второго надземного междоузлия

Система диаллельных скрещиваний

В наших исследованиях диаметр узла второго надземного междоузлия определялся как, генотипическими особенностями сортов, так и гидротермическими условиями вегетации. Так в засушливых условиях 2000 г. средний диаметр узла второго надземного междоузлия у родителей составил 3,70 мм (табл. 4.79).

Таблица 4.79 – Диаметр узла второго надземного междоузлия у сортов яровой твердой пшеницы, мм

Сорт	Год		Среднее
	2000	2001	
Омская янтарная	3,7	4,07	3,95
Аметист	3,87	4,84	4,35
Ангел	3,57	4,68	3,93
Зарница Алтая	3,54	3,86	3,93
Дамсинская 90	3,91	4,49	4,26
Светлана	3,91	4,09	4,16
Саратовская золотистая	3,8	3,79	3,69
Оренбургская 10	3,51	4,19	3,63
Безенчукский янтарь	3,61	4,07	3,78
Среднее по родителям	3,7	4,23	3,96
Среднее по прямым гибридам	3,78	4,33	4,055
Среднее по обратным гибридам	F ₁	3,87	4,22
комбинаций с высоким РЭ		10	12
Среднее по прямым гибридам		3,51	4,19
Среднее по обратным гибридам	F ₂	3,59	4,14
комбинаций с высоким РЭ		8	6
HCP ₀₅		0,023	0,042
			–

Сортовые различия проявились следующим образом: Ангел, Зарница Алтая,

Оренбургская 10 и Безенчукский янтарь формировали диаметр узла второго междоузлия 3,51-3,61 мм; Омская янтарная, Саратовская золотистая и Аметист – 3,70-3,87 мм; Дамсинская 90 и Светлана – 3,91 мм. В более благоприятных условиях 2001 г. диаметр узла увеличился в среднем на 0,51 мм. Наиболее сильно это выражалось у сортов, устойчивых к полеганию: Аметист – 4,84 мм, Ангел – 4,68 мм, в меньшей степени – у сорта Саратовская золотистая.

Среднее значение признака у гибридов F₁ в 2000 году было 3,78 мм и изменение составило от 3,57 мм до 4,11 мм в прямых скрещиваниях и от 3,42 мм до 4,31 мм – в обратных. Высокий реципрокный эффект наблюдался в 10 комбинациях, особенно сильно он проявился у (Зарница Алтая / Саратовская золотистая) и (Зарница Алтая / Безенчукский янтарь). В 2001 году значение признака изменялось от 3,77 мм до 4,89 мм в прямых комбинациях и от 3,70 мм до 4,93 мм – в обратных.

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F₁ и среды, отражающий 59,1% фенотипического варьирования, показан на рисунке 4.13.

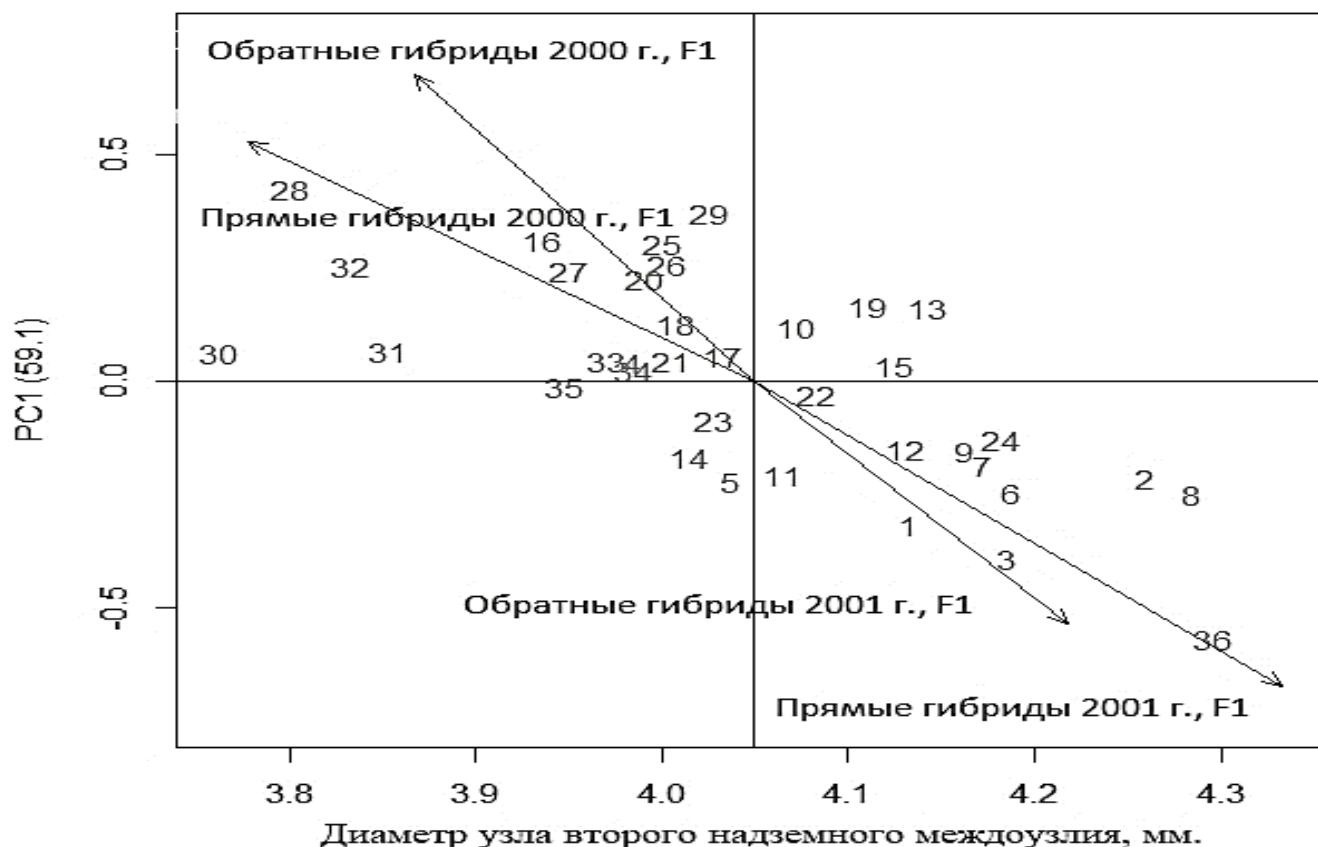


Рисунок 4.13 – Анализ главных компонент диаметра узла первого надземного междоузлия гибридов F₁ твердой пшеницы (2000 и 2001 гг.)
(нумерация как в Приложении Д., таблица Д. 1)

Роль цитоплазмы выявлена по 12 комбинациям и наиболее сильно был выражен у (Аметист / Бузенчукский янтарь), (Аметист / Светлана) и (Дамсинская 90 / Светлана).

Средний (основной эффект) взаимодействия гибридов F_2 и среды, составляет 59,1% фенотипического варьирования (рис.4.14).

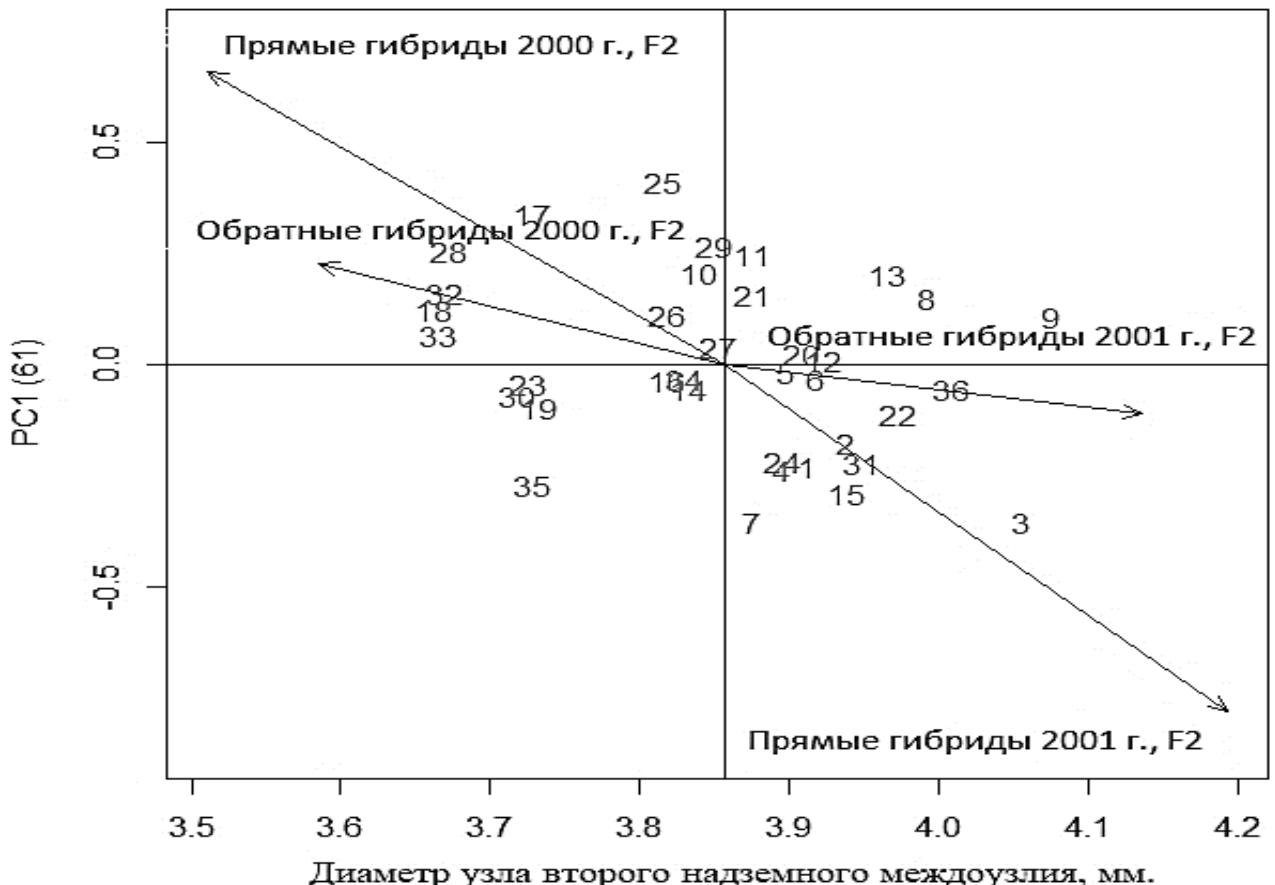


Рисунок 4.14 – Анализ главных компонент диаметра узла второго надземного междоузлия гибридов F_2 твердой пшеницы (2000 и 2001 гг.)
(Нумерация как в Приложении Д., таблица Д. 1)

У гибридов F_2 среднее значение признака в 2000 году 3,51 мм в прямых и 3,59 мм – в обратных скрещиваниях и варьировало по комбинациям от 3,23 до 3,84 мм. Высокий реципрокный эффект в 2000 г. проявлялся в восьми комбинациях.

В 2001 году значение признака изменялось от 3,70 до 4,75 мм в прямых скрещиваниях и от 3,85 до 4,46 – в обратных. Существенный реципрокный эффект наблюдался у шести гибридов и особенно сильно выражен в комбинациях: (Аметист / Дамсинская 90), (Аметист / Светлана), (Аметист / Бузенчукский янтарь), (Светлана / Саратовская зо-

лотистая). Анализ долевого влияния факторов позволяет отметить, что на выраженность признака наибольший эффект оказывают метеоусловия периода вегетации – 88,6%, доля генотипических особенностей 9,1%. В условия обоих лет проявляется тенденция слабого гетерозиса в F_1 и депрессия в F_2 .

Изучение комбинационной способности в F_1 показало, что в засушливый 2000 г. проявляются эффекты аллельного и неаллельного взаимодействия генов (варианта СКС – 45,26%, ОКС – 26,51%, а реципрокного эффекта – 28,23%). В 2001 г. наибольшее влияние оказывают аддитивные эффекты генов (табл. 4.80).

Таблица 4.80 – Доля варианс комбинационной способности по диаметру узла второго надземного междоузлия (F_1, F_2)

Варианта	F_1		F_2		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F_1	F_2
ОКС	26,51*	84,30*	55,73*	82,43*	71,610*	79,45*
СКС	45,26*	10,47*	29,08*	11,05*	19,638*	13,67*
Р.Э.	28,23*	5,23*	15,19*	6,51*	8,752*	6,86*

*F критерий значим при 5% уровне

У гибридов F_2 в 2000 и в 2001 г. преобладала доля варианс ОКС, при этом необходимо учесть, что в засушливый год их доля снижается. В целом по серии опытов в F_1 и F_2 детерминация признака определяется аддитивными эффектами генов. Расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Тем не менее, чистое влияние аддитивных генов выше, чем неаддитивных и повышается во втором поколении (табл.4.81)

Таблица 4.81 – Доля вариансы комбинационной способности по диаметру узла второго надземного междоузлия в серии опытов (F_1, F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС	0,058*	7,00	0,060*	10,72
СКС	0,020*	2,46	0,013*	2,37
РЭ	0,007*	0,85	0,005*	0,92
Взаимодействие ОКС x год	0,541*	65,78	0,351*	62,74
Взаимодействие СКС x год	0,119*	14,44	0,078*	13,91
Взаимодействие РЭ x год	0,068*	8,30	0,044*	7,83
случайные отклонения	0,009	1,13	0,008	1,47

*F критерий значим при 5% уровне

Значение эффектов ОКС по диаметру узла второго надземного междоузлия показано в таблице 4.82.

Таблица 4.82 – Оценка эффектов ОКС (gi) по диаметру узла второго надземного междуузлия стебля сортов твердой пшеницы

Сорт	F ₁		F ₂		По серии опытов	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	F ₁	F ₂
Омская янтарная	-0,07	-0,06	-0,09	-0,03	-0,07	-0,06
Аметист	-0,04	0,32	0,02	0,21	0,14	0,11
Ангел	-0,02	0,23	0,09	0,09	0,10	0,09
Зарница Алтая	0,03	-0,01	-0,04	-0,09	0,01	-0,07
Дамсинская 90	0,02	0,07	0,05	0,18	0,05	0,12
Светлана	0,09	-0,22	0,06	-0,10	-0,07	-0,02
Саратовская золотистая	0,02	-0,16	0,05	-0,19	-0,07	-0,07
Оренбургская 10	-0,01	-0,11	-0,04	-0,05	-0,06	-0,05
Безенчукский янтарь	-0,01	-0,07	-0,09	-0,02	-0,04	-0,06
gi-gj	0,07	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04

Наиболее ценными эффектами с селекционной точки зрения будут обладать сорта, которые в скрещиваниях увеличивают диаметр узла во влажный (благоприятный) год и имеют стабильные оценки в первом и втором поколениях, это сорта: Аметист, Ангел и Дамсинская 90.

Анализ графика Хеймана и генетических параметров позволяет отметить следующие закономерности. Линия регрессии в 2000 г. у гибридов F₁ и F₂ пересекает ось ординат с отрицательной стороны (Приложение Д., рис. Д.9). Это говорит о том, что в детерминации признака в F₁ и F₂ имеет место внутрилокусное сверхдоминирование, об этом же свидетельствует P5>1. (табл. 4.83), а между локусами – комплементарный эпистаз. Величина показателя P4 больше величины показателя P3, и показывает, что в системе генетического контроля превалируют неаддитивные гены. В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей асимметрично в F₁ и еще больше ассиметрия в F₂. Соотношение доминантных и рецессивных генов у родительских сортов указывает на превалирование первых – параметр P11 как в F₁, так и F₂ больше 1,0). И это согласуется в полной мере с величиной параметра P8. В 2001 году линия регрессии у гибридов F₁ и F₂ пересекает ось ординат с положительной стороны (Приложение Д., рис. Д.9). Параметр P5 <1 говорит о частичном доминировании внутри локусов. Сравнивая значения параметров P4 и P3 в условиях 2001 года можно сделать вывод, что пре-

обладают гены с аддитивным действием. Величина параметра Р6 меньше Р4, следовательно, частоты аллелей неравны, асимметрия частот у гибридов F₁ (Р7=0,23), и еще больше увеличивается у гибридов F₂ (Р7=0,14).

Таблица 4.83 – Генетические параметры признака диаметр узла второго надземного междуузлия у яровой твердой пшеницы

Параметр	F ₁		F ₂	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
P1 $[r * (Wr + Vr) X P]$	-0,78*	-0,74*	0,22*	0,32*
P2 $F_1 - P$	0,01*	0,02*	0,01*	0,01*
P3 D	0,02*	0,02*	0,12*	0,12*
P4 $H1$	0,04*	0,03*	0,06*	0,06*
P5 $\sqrt{H1/D}$	1,63*	1,07*	0,73*	0,71*
P6 $H2$	0,03*	0,02*	0,04*	0,01*
P7 $1/4 \times H2/H1$	0,14*	0,12*	0,23*	0,14*
P8 F	0,02*	0,01*	0,02*	0,06*
P9 $\frac{1}{2} \times \frac{F}{\sqrt{D * (H1 - H2)}}$	0,02*	0,08*	0,01*	0,01*
P10 h^2	1,05	0,41	0,17	0,42
P11 $\sqrt{4DH1} + F / \sqrt{4DH1} - F$	2,44*	1,73*	1,23*	2,14*
P12 $h^2/H2$	0,62	5,19	0,01	0,53
H ² Коэффициент наследуемости (широкий)	0,75	0,84	0,82	0,70
hp Коэффициент наследуемости (узкий)	0,52	0,45	0,71	0,67

*достоверно при Р= 0,05

Значение параметра (Р11) 1,23 и 2,12 указывает на преобладание доминантных генов, и это подтверждается показателем Р8 (0,02 и 0,06). В целом генетическая система рассматриваемого признака нестабильна, коэффициенты корреляции Р1 в 2000 году отрицательные, что говорит о том, что признак определяется доминантными генами; а в 2001 г. – положительные, что говорит о не направленности доминирования. Таким образом, в засушливых условиях диаметр узла второго надземного междуузлия могут увеличивать доминантные гены. Во влажных условиях признак могут увеличивать или уменьшать как доминантные, так и рецессивные гены. Наследование данного признака достаточно высокое как 2000, так и в 2001 г. Оценка эффектов ОКС показала, что лучшими донорскими свойствами по данному признаку обладают сорта: Аметист, Ангел, Дамсинская 90.

Система топкроссных скрещиваний.

Диаметр узла второго надземного междоузлия у родительских форм изменился от 3,20 мм до 3,72 мм (табл. 4.84). Наибольший диаметр имели: Омский рубин, Гордеиформе 98-96-3 и Гордеиформе 95-139-3, а наименьший – Омская степная. По результатам оценки гибридов, в F₁ наибольший диаметр формировался в комбинациях: (Омский корунд / Бузенчукская степная), (Гордеиформе 95-139-3 / Омский кристалл) и у гибридов, полученных с участием сорта Омский рубин. В среднем по всем гибридам диаметр узла второго междоузлия был 3,28 мм в F₁ и 3,34 мм – в F₂. Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 86,2%, доля генотипа 10,7%, а взаимодействие факторов – 3,1%.

Таблица 4.84 – Диаметр узла второго надземного междоузлия у родителей и гибридов F₁, F₂, мм (2006-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Бузенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	3,26	3,38	3,09	3,17	3,32	3,34	3,15	3,30	3,18
Омский корунд	3,27	3,42	3,23	3,39	3,19	3,54	3,28	3,45	3,24
Жемчужина Сибири	3,24	3,40	3,40	3,34	3,41	3,35	3,31	3,36	3,37
Гор.95-139-3	3,42	3,51	3,36	3,17	3,35	3,39	3,41	3,36	3,37
Гор.98-96-3	3,57	3,14	3,26	3,40	3,47	3,31	3,53	3,28	3,42
Омский рубин	3,72	3,48	3,53	3,51	3,17	3,66	3,67	3,55	3,46
♂		3,36		3,20		3,31		–	–
среднее		3,41	3,39	3,31	3,33	3,32	3,43	3,39	3,38
									3,34

Анализ комбинационной способности сортов в F₁ выявил преимущество аддитивных эффектов генов в наследовании диаметра узла второго надземного междоузлия. Несмотря на то, что наибольшее влияние имеют аддитивные эффекты материнских форм – 33,47-74,27% (табл. 4.85), в умеренно засушливом 2006 г. преобладают эффекты материнских форм, а в сильно засушливом 2008 г. к ним добавляется сильное влияние аллельного и неаллельного взаимодействия. Во влажный год эффекты влияния генов распределились почти поровну, а в целом по опыту детерминация признака зависит от аддитивных генов материнских форм.

В F_2 вариансы комбинационной способности показывают значительную вариацию, во влажный год преобладают неаддитивные эффекты и в меньшей степени – аддитивные эффекты материнских форм. В засушливый 2008 г. увеличивается доля влияния аддитивных эффектов материнских и отцовских форм, и в целом по опыту наследование признака определяется вкладами аддитивных эффектов материнских и отцовских форм (табл. 4.85).

Таблица 4.85 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру узла второго надземного междоузлия (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
OKC i	0,20*	74,27	0,03*	33,47	0,04*	49,86	0,03*	50,80
OKC j	0,05*	17,88	0,03*	33,10	0,001*	5,20	0,02*	26,26
CKC	0,02*	6,26	0,03*	31,24	0,04*	42,35	0,01*	19,95
ошибка -E	0,001	1,58	0,002	2,19	0,001	2,59	0,001	2,99
F_2								
OKC i			0,042*	42,99	0,108*	56,84	0,015*	53,57
OKC j			0,010*	10,24	0,041*	21,58	0,007*	25,00
CKC			0,045*	46,06	0,037*	19,47	0,005*	17,86
ошибка -E			0,001	0,72	0,004	2,11	0,001	3,57

*F критерий значим при 5% уровне

В таблице 4.86 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды. Полученные данные свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных эффектов генов материнских форм от условий среды. Исключив влияние внешней среды можно сказать, что в F_1 и F_2 преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм, а также проявляется значительное влияние неаддитивных эффектов.

Таблица 4.86 – Доля варианс комбинационной способности по диаметру узла второго надземного междоузлия в серии опытов F_1 , F_2

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,031*	12,85	0,015*	11,63
OKC j	0,016*	6,64	0,006*	4,20
CKC	0,012*	5,05	0,008*	6,36
Взаимодействие OKC i x год	0,118*	48,48	0,057*	43,33
Взаимодействие OKC j x год	0,031*	12,68	0,018*	13,94
Взаимодействие CKC x год	0,034*	13,87	0,026*	19,92
Случайные отклонения	0,001	0,43	0,001	0,61

*F критерий значим при 5% уровне

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что лучшими донорами увеличения диаметра узла второго междоузлия являются сорта Жемчужина Сибири, Омский рубин и Безенчукская степная (таблица. 4.87).

Таблица 4.87 – Эффекты ОКС по диаметру узла второго надземного междоузлия, среднее по серии опытов F₁ и F₂. (2006-2008 гг.)

Сорт		F ₁	F ₂
Омская янтарная	♀	-0,086	-0,104
Омский корунд	♀	0,070	-0,070
Жемчужина Сибири	♀	0,021	0,022
Гор.95-139-3	♀	-0,026	0,020
Гор.98-96-3	♀	-0,103	0,053
Омский рубин	♀	0,167	0,079
Омский кристалл	♂	0,005	-0,020
Омская степная	♂	-0,054	-0,015
Безенчукская степная	♂	0,049	0,035
g _i -g _i		0,053	0,047

Система нерегулярных скрещиваний.

По степени развития изучаемого признака родительские формы в условиях обоих лет изучения имели существенные различия (Приложение Д., таблица Д.15). В 2004 г. наибольший диаметр узла второго надземного междоузлия (3,74 – 3,83 мм) формировали образцы: Гордеиформе 94-9-1 Casoar, Жемчужина Сибири, Омский корунд. Размах изменчивости составлял от 3,13 мм (Sooty_15/Kapude_1), до 3,83 мм (Гордеиформе 94-9-1). В 2005 году размах изменчивости составил от 2,82 мм – у Sn Turk Mi83-84375/Nldkls_5//Tantlo, до 3,87 мм – у Casoar. Также значительными были различия у гибридов F₁ в 2005 г. Значения признака у гибридов F₂ превышали средние значения по комбинациям в F₁, за исключением комбинации (Гордеиформе 94-9-1 / Casoar). По всем комбинациям в 2004 г. наблюдается увеличение признака по сравнению с материнской или отцовской формой и снижение в более влажном 2002 г. Наследование признака в 2004 г. идет по типу неполного доминирования или сверхдоминирования, а в 2005 г. преобладает депрессивный характер наследования.

Результаты F₁ показали, что в 2004 г. вариансы ОКС незначительно выше у отцовских форм по сравнению с материнскими (таблица. 4.88). а в 2005 г. преобладают вариансы ОКС материнских форм и с существенным вкладом неаллельного

взаимодействия (доминирования и эпистаза). Это свидетельствует о том, что в годы с лучшими условиями, проявляется сильное влияние аддитивных генов отцовских образцов и несколько меньше влияние материнских форм, а в более худших условиях проявляется комплекс аддитивных и неаддитивных генов с преобладанием последних. В целом же по серии опытов проявляется влияние аддитивных генов отцовских форм, со значительным влиянием неаддитивных эффектов генов материнских и отцовских форм. Выраженность признака в сильной степени зависит от погодных условий.

Таблица 4.88 – Анализ варианс комбинационной способности по диаметру узла второго надземного междуузлия (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,088	37,141	0,103	31,448	0,022	26,882	0,119	33,582
ОКС ♂	0,116	49,027	0,083	25,278	0,032	39,098	0,032	9,119
СКС	0,026	10,895	0,138	41,804	0,025	30,188	0,190	53,886
Ошибка	0,007	2,937	0,005	1,470	0,003	3,832	0,012	3,413

*F критерий значим при 5% уровне

Наилучшей комбинационной способностью по диаметру узла второго междуузлия из материнских форм обладает Жемчужина Сибири, а из отцовских – Casoar, Shake3/Green18, Silver_26/Toska_26 (таблица 4.89). Характерной особенностью этого признака является высокая степень модифицируемости в зависимости от условий среды. Таким образом, при скрещивании среднестебельных и короткостебельных образцов, по диаметру узла второго междуузлия генетический контроль определяется действием аддитивных генов отцовских и материнских форм со значительным влиянием неаддитивных эффектов генов обоих родительских генотипов.

Диаметр узла второго надземного междуузлия у родителей в опытах 2017-2019 гг. был следующим: в 2017 г. изменялся от 2,0 до 2,6 мм (Приложение Д., таблица Д.16), в 2018 г. – от 3,5 до 4,0 мм и в 2019 г. – от 3,2 до 4,2 мм. Диаметр второго надземного междуузлия стебля гибридов F_1 в 2017 г. изменился от 2,3 мм до 2,7 мм; в 2018 г. у гибридов F_2 варьирование признака составило 3,7-4,1 мм, а

2019 г. – 3,7-4,2 мм, в F_3 – 3,4-4,2 мм. В наследовании признака в F_1 и F_2 выявлены все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными эффектами генов, при этом необходимо учесть, что в F_1 наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов материнских форм.

Таблица 4.89 – Эффекты ОКС по диаметру узла второго надземного междоузлия

Сорт		F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂
		2004 г.	2005 г.		2005 г.
Гордеiforme 94-9-1	♀	-0,15	0,13	-0,01	0,01
Жемчужина Сибири	♀	0,19	0,28	0,23	0,36
Гордеiforme 441	♀	-0,19	-0,15	-0,17	-0,01
Омская янтарная	♀	0,27	-0,26	0,00	-0,26
Омский корунд	♀	-0,02	-0,11	-0,06	-0,21
Casoar	♂	0,29	0,24	0,26	0,32
Shake3/Green18	♂	0,24	0,08	0,16	0,21
Silver26/Toska26	♂	0,01	0,19	0,10	0,23
SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	-0,17	-0,02	-0,09	-0,08
Sooty15/Kapude1	♂	0,19	-0,26	-0,04	-0,08
g _i -g _j		0,05	0,05	0,02	0,04

В F_2 признак также определяется преимущественно влиянием аддитивных эффектов как материнских, так и отцовских форм с сильным влиянием неаддитивных эффектов. В F_3 доля влияния эффектов отцовских форм увеличивается, также во влажный 2019 г. увеличивается доля неаддитивных эффектов (таблица 4.90).

Таблица 4.90 - Анализ варианс комбинационной способности по диаметру узла второго надземного междоузлия

Источник изменчивости	F ₁		F ₂		F ₂		F ₃	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	MS	%	MS	%	MS	%	MS	%
OKC ♀	0,07	62,14	0,01	22,04	0,05	26,87	0,03	13,89
OKC ♂	0,02	16,50	0,02	30,72	0,04	22,80	0,09	43,30
CKC	0,02	16,97	0,02	42,44	0,08	44,29	0,09	41,83
Ошибка	0,00	4,39	0,00	4,79	0,01	6,04	0,00	0,98

*F критерий значим при 5% уровне

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно признак увеличивают образцы: Омский изумруд, Лавина, Горд. 1591д21, Горд. 1560д18 (таблица 4.91).

Таблица 4.91 – Эффекты ОКС по диаметру узла второго надземного междоузлия (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F_1	F_2	F_2	F_3
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	-0,17	-0,07	0,01	-0,01
Омская Степная	♀	0,18	-0,08	-0,14	0,11
Омский Изумруд	♀	0,16	0,08	0,08	0,08
Горд. 01-115-5	♀	-0,16	0,03	0,17	-0,15
Омская Бирюза	♀	0,05	0,01	-0,13	0,03
Лавина	♂	0,01	0,02	0,24	0,31
Горд. 06-5-3	♂	-0,08	0,13	-0,23	0,04
Горд. 08-55-5	♂	0,14	-0,12	0,27	-0,05
Горд. 08-94-3	♂	0,06	-0,08	-0,05	-0,07
Горд. 1591д21	♂	0,01	0,02	0,15	0,24
Горд. 1560д18	♂	0,10	0,01	0,04	0,20
gi-gi		0,03	0,06	0,04	0,05

Значения коэффициентов наследуемости в широком смысле были высокие во всех трех поколениях, а в узком смысле снизились к в F_2 и F_3 (Приложение Д., таблица Д.3).

Наследуемость толщины узла второго междоузлия в сильной степени зависит и от погодных условий, и от сортообразцов, включенных в скрещивания. Генетический контроль определяется действием аддитивных генов материнских и отцовских форм, со значительным влиянием неаддитивных эффектов генов материнских и отцовских форм, причем гетерогенность популяции по толщине второго узла возрастает в засушливый год. Ненаправленное доминирование, а также различия в сочетании доминантных и рецессивных генов, вносят определенные трудности в прогнозе отбора. Следовательно, в стратегии отбора по этому признаку нужно иметь в виду, что он наиболее эффективен как во влажные годы, так и в засушливые годы. Учитывая результаты исследований, можно в сухие годы рекомендовать отбор в более поздних (F_3 – F_4), а во влажные – в более ранних (F_2 – F_3) поколениях. Лучшими донорскими свойствами по данному признаку обладают сорта: Аметист, Ангел, Дамсинская 90, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Бузенчукская степная, Casoar, Shake3/Green18, Silver_26/Toska_26.

4.2 Элементы урожайности и показатели качества зерна яровой твердой пшеницы

Создание сорта твердой пшеницы с максимально возможным уровнем продуктивности является конечной целью селекционной работы. Урожайность растения является сложным признаком, фенотипическое выражение которого зависит от функционирования и взаимодействия многих генетических, биохимических, физиологических и морфологических систем. Все эти признаки имеют полигенный контроль, их формирование во многом зависит от складывающихся в течение вегетационного периода погодных условий (Савицкая В.А. и др., 1987; Голик В.С., 1996; Васильчук Н.С., 2001; Юсов В.С., 2001; Евдокимов М.Г., 2006).

4.2.1 Длина колоса

Длина колоса, как селекционный признак, имеет важное значение, поскольку, в пределах его оптимальной плотности, определяет число колосков в колосе, а в конечном итоге и его озерненность (Зыкин В.А., Таран Л.Д., 1971; Зыкин В.Л., Сапега В.А, 1973; Леонтьев С.И., 1980). Кроме того, длина колоса оказывает влияние на его фотосинтетическую активность, поскольку увеличивает его поверхность. Одни исследователи указывают на доминирование длинного колоса или промежуточное наследование; согласно данным других, наблюдается полное отсутствие доминантности (Голик В.С., 1996; Васильчук Н.С, 2001; Грабовец А.И., Фоменко М.А., 2003; Пискарев В.В. и др., 2010; Кадушкина В.П., Грабовец А.И., 2019).

Диаллельный анализ выявил также довольно сложную генетическую систему контроля длины колоса. Показано, что при внутрилокусном взаимодействии возможно неполное и полное доминирование, сверхдоминирование, а межлокусном – аддитивность и комплементарный эпистаз. У твердой пшеницы выявлено, что доля вклада аддитивных эффектов значительно выше, чем неаддитивных. В более засушливые годы эффект неаддитивных взаимодействий увеличивается (Драгавцев В.А. и др., 1984; Абдуллаев К.К., 1997; Евдокимов М.Г., 2006).

Система нерегулярных скрещиваний.

Степень развития изучаемого признака представлена в Приложении Д. (таблица Д.17). Длина колоса родительских форм изменялась в 2004 г. от 5,0 см

(Shake3/Green18) до 7,10 см (Гордеиформе 441). В 2005 г. вариация составила от 4,40 до 7,32 см. Наименьшая длина колоса наблюдалась у короткостебельных образцов CIMMYT.

Длина колоса гибридов F_1 изменялась: в 2004 году от 5,52 см (Омский корунд // Sooty15/Kapude1) до 6,54 см (Гордеиформе 94-9-1 / Casoar). В 2005 г. у гибридов F_1 и F_2 наибольшая длина колоса также наблюдалась в комбинации (Гордеиформе 94-9-1 / Casoar). В наследовании признака в F_1 в засушливый год выявляются все типы доминирования, а в благоприятный – доминирование и сверхдоминирование; во втором гибридном поколении – по типу неполного доминирования или сверхдоминирования.

Анализ комбинационной способности сортов в F_1 и F_2 показал преимущество аддитивных эффектов генов материнских форм, а также высокое влияние неаддитивных эффектов (таблица 4.92).

Коэффициент наследуемости в широком смысле был высоким как в F_1 , так и в F_2 ; а в узком смысле был незначительным в засушливых условиях 2004 года и повышался в благоприятных условиях 2005 г. (Приложение Д., таблица Д.18).

Таблица 4.92 – Анализ вариансы комбинационной способности по длине колоса (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,10*	33,56	0,49*	36,89	0,11*	35,58	0,60*	38,40
ОКС ♂	0,06*	20,65	0,28*	21,65	0,07*	21,23	0,19*	12,55
СКС	0,13*	43,99	0,53*	40,39	0,13*	41,76	0,74*	47,84
Ошибка	0,01	1,80	0,01	1,06	0,00	1,43	0,02	1,21

*F критерий значим при 5% уровне

Наилучшей комбинационной способностью по увеличению длины колоса обладают образцы: Жемчужина Сибири, Гордеиформе 441, Casoar (таблица 4.93).

Все короткостебельные формы CIMMYT снижают длину колоса, что также подтверждается результатами изучения фенотипического проявления у твердой пшеницы аллеля Rht- B1p (Rht- 17) в семьях B2F2:3, полученных в результате скрещивания (Chris Mutant/#517//LD222) (Черноок А.Г. и др., 2019).

Таблица 4.93 – Эффекты ОКС по длине колоса.

Сорт		F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂
		2004 г.	2005 г.		
		gij	gij		
Гордеiforme 94-9-1	♀	-0,10	-0,17	-0,38	-0,11
Жемчужина Сибири	♀	0,37	0,71	0,63	0,60
Гордеiforme 441	♀	0,16	0,19	0,15	0,23
Омская янтарная	♀	-0,07	-0,41	0,10	-0,62
Омский корунд	♀	-0,11	-0,47	-0,40	-0,61
Casoar	♂	0,27	0,59	0,49	0,39
Shake3/Green18	♂	-0,04	-0,16	-0,18	-0,06
Silver26/Toska26	♂	0,10	-0,16	-0,03	-0,28
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	-0,08	0,13	-0,02	-0,16
Sooty15/Kapude1	♂	-0,17	-0,38	-0,44	-0,36
g _i -g _i		0,03	0,05	0,03	0,05

Система топкроссных скрещиваний

Длина колоса у родительских форм варьировала от 6,30 см у Бузенчукской степной до 8,86 см у Омского рубина. У гибридов F₁ наибольшая длина была в комбинациях (Гор. 95-139-3 / Омский кристалл), (Омский рубин / Омский кристалл), (Омский рубин / Омский кристалл) (таблица 4.94).

Таблица 4.94 – Длина колоса у родителей и гибридов F₁, F₂, см. (2006-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Бузенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	6,76	7,07	6,65	6,81	6,78	6,48	6,65	6,79	6,69
Омский корунд	6,71	6,87	6,89	6,79	7,17	6,57	6,65	6,74	6,90
Жемчужина Сибири	6,94	7,11	7,55	7,00	7,31	6,70	7,01	6,93	7,29
Гор.95-139-3	6,90	7,21	7,13	6,76	7,09	6,55	6,87	6,84	7,03
Гор.98-96-3	7,23	6,94	7,27	7,00	7,54	6,89	7,45	6,94	7,42
Омский рубин	7,86	7,22	7,41	7,27	6,85	6,81	7,93	7,10	7,40
♂		7,36		6,77		6,30		–	–
среднее	7,07	7,07	7,15	6,94	7,12	6,67	7,09	6,89	7,12

HCP₀₅ = 0,16

По результатам оценки гибридов F₂ наибольшая длина колоса составила 7,93 см в комбинации (Омский рубин / Бузенчукская степная). Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной климатическими факторами, составил 90,0%, а доля генотипических особенностей 10,0%.

Анализ комбинационной способности сортов в F_1 выявил преимущество аддитивных эффектов генов в наследовании длины колоса, при этом необходимо учесть, что в засушливые 2006 и 2008 гг. преобладали аддитивные эффекты отцовских форм, а во влажный 2007 г. эффекты материнских и отцовских форм были равны (таблица 4.95).

Значения комбинационной способности в F_2 показали, что, как и в F_1 , за наследование длины колоса отвечают аддитивные эффекты генов, и так же, преобладают аддитивные эффекты отцовских форм с подключением неаддитивных эффектов.

Таблица 4.95 – Анализ варианс комбинационной способности по длине колоса (F_1, F_2)

Источник из-менчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
ОКС i	0,057*	12,56	0,195*	42,87	0,132*	29,95	0,051*	15,25
ОКС j	0,332*	73,43	0,201*	44,15	0,245*	55,39	0,249*	75,08
СКС	0,058*	12,93	0,044*	9,55	0,047*	10,60	0,017*	5,08
ошибка - E	0,005	1,06	0,016	3,41	0,018	4,04	0,015	4,59
F_2								
ОКС i	–	–	0,909*	23,63	0,439*	12,07	0,710*	18,76
ОКС j	–	–	1,771*	46,04	2,289*	62,94	2,030*	53,63
СКС	–	–	0,961*	24,99	0,849*	23,34	0,905*	23,91
ошибка - E	–	–	0,205	5,34	0,060	1,65	0,140	3,70

*F критерий значим при 5% уровне

В таблице 4.96 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.96 – Доля варианс комбинационной способности по длине колоса в серии опытов F_1, F_2 (2006-2008гг.)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС i	0,05	6,20	0,05	5,19
ОКС j	0,25	30,52	0,31	31,78
СКС	0,02	2,06	0,02	1,95
Взаимодействие ОКС i x год	0,17	20,47	0,21	21,83
Взаимодействие ОКС j x год	0,26	32,42	0,30	30,55
Взаимодействие СКС x год	0,07	8,09	0,08	8,61
Случайные отклонения	0,00	0,23	0,00	0,10

*F критерий значим при 5% уровне

Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды.

Исключив, влияние внешней среды можно сказать, что в F_1 и в F_2 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов отцовских форм. Наследуемость признака высокая (Приложение Д., таблица Д.18).

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно увеличивают длину колоса сорта: Жемчужина Сибири, Гор. 98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл (таблица 4.97).

Таблица 4.97 – Эффекты ОКС по длине колоса, среднее по серии опытов (F_1 и F_2)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-0,105	-0,428
Омский корунд	♀	-0,149	-0,221
Жемчужина Сибири	♀	0,042	0,170
Гор.95-139-3	♀	-0,049	-0,094
Гор.98-96-3	♀	0,051	0,298
Омский рубин	♀	0,210	0,273
Омский кристалл	♂	0,176	0,027
Омская степная	♂	0,047	0,001
Безенчукская степная	♂	-0,223	-0,028
$g_i \cdot g_j$		0,041	0,115

Исходя из выше изложенного, отбор генотипов по данному признаку довольно эффективен. В скрещиваниях длинностебельный на длинностебельный генотип коэффициенты наследуемости высокие, как в засушливых, так и во влажных условиях, поэтому отбор форм с более длинным колосом можно начинать с более ранних поколений (F_2). В случае скрещивания с сортами, имеющими аллели короткостебельности, отбор надо проводить в более поздних поколениях (F_4 – F_5). При этом необходимо учесть, что низкие коэффициенты наследуемости и высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу. На основании анализа комбинационной способности в качестве исходного материала в селекционных программах рекомендуются сорта: Жемчужина Сибири, Гордеiforme 441, Casoar, Гордеiforme 98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл.

4.2.2 Количество колосков в колосе

Количество колосков в колосе является показателем потенциальной озернённости, а, следовательно – и продуктивности как колоса, так и всего растения. В условиях Западной Сибири в начале вегетации, когда идет закладка колосковых бугорков, условия бывают малоблагоприятные. Часто повторяющиеся раннелетние засухи, которые сопровождаются недостатком доступной влаги в пахотном слое, высокой температурой и сухостью воздуха, ограничивают формирование большого числа колосков (Савицкая В.А. и др., 1987). У мягкой пшеницы фенотипическое проявление признака у гибридов F₁ осуществляется по типу полного или неполного доминирования (Драгавцев В.А. и др., 1984), неполного и полного доминирования родителя с большей выраженностью признака, сверхдоминирования (Цильке Р.А., 2003). По литературным данным, основные локусы, определяющие проявление длины колоса мягкой пшеницы, расположены в хромосомах 1B, 4A, 5A и 5D (Kato K. et al, 2000; Sourdille P. et al., 2003; Pestsova E.G et al., 2006). Для признака длина колоса было найдено 9 основных QTL, причем 8 из них располагались в хромосоме 4A, а один – в 5A (Чесноков Ю.В. и др., 2012). Диаллельный анализ показал, что по количеству колосков в колосе наблюдается высокая наследуемость, обусловленная главным образом аддитивным действием генов (Цильке Р.А., 2003).

У твердой пшеницы также показано, что основную роль в детерминации признака играют аддитивные эффекты генов с достоверным влиянием неаллельного взаимодействия (Абдуллаев К.К., 1997). Генетическая система контроля количества колосков в колосе во многом зависит от условий внешней среды (Евдокимов М.Г., 2006).

Система нерегулярных скрещиваний

Количество колосков в колосе родительских форм изменилось в 2004 г. от 13,15 шт. – (Sooty15/Kapude1) до 17,35 шт. – (Жемчужина Сибири).

В 2005 г. вариация составила от 14,10 до 18,0 шт. (Приложение Д., таблица Д.19). Количество колосков у гибридов F₁ в 2004 году изменилось от 14,25 шт. в комбинации (Омский корунд // Shake3/Green18) до 15,52 шт. – (Гордеиформе 94-9-1 / Casoar). В 2005 г. наибольшее количество колосков у гибридов F₁

также наблюдалась в комбинации (Гордеiforme 94-9-1/ Casoar), а у гибридов F₂ в комбинациях (Гордеiforme 94-9-1 / Silver26/Toska26 и Гордеiforme 441/ Shake3/Green18).

Нами установлено, что в наследовании признака F₁ в засушливый год преобладает депрессия, а в благоприятный выявляются все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов в F₁ и F₂ показал преимущество аддитивных эффектов генов материнских форм, а также высокое влияние неаддитивных эффектов (таблица 4.98).

Таблица 4.98 – Анализ вариансы комбинационной способности по количеству, колосков в колосе (F₁, F₂)

Источник изменчивости	F ₁				Среднее по серии опытов F ₁	F ₂		
	2004 г.		2005 г.			2005 г.		
	ms	%	ms	%		ms	%	
OKC ♀	0,34*	49,74	0,49*	39,84	0,20*	44,78	1,21* 49,67	
OKC ♂	0,12*	17,10	0,43*	35,07	0,12*	26,57	0,31* 12,80	
CKC	0,22*	31,62	0,29*	23,55	0,12*	27,07	0,88* 36,23	
Ошибка	0,01	1,54	0,02	1,54	0,01	1,59	0,03 1,29	

*F критерий значим при 5% уровне

Наилучшей комбинационной способностью по увеличению количества колосков обладают образцы: Жемчужина Сибири, Гордеiforme 441, Casoar, Shake3/Green18 (таблица 4.99).

Таблица 4.99 – Эффекты ОКС количеству колосков в колосе

Сорт	♀	F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂
		2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀	-0,29	-0,47	-0,38	0,34
Жемчужина Сибири	♀	0,57	0,69	0,63	0,40
Гордеiforme 441	♀	-0,20	-0,09	-0,15	0,55
Омская янтарная	♀	-0,18	-0,01	-0,10	-0,22
Омский корунд	♀	-0,41	-0,40	-0,40	-1,31
Casoar	♂	0,36	0,62	0,18	0,07
Shake3/Green18	♂	0,09	0,28	0,03	0,13
Silver26/Toska26	♂	-0,12	-0,07	-0,02	-0,38
SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	-0,05	-0,10	-0,44	-0,15
Sooty15/Kapude1	♂	-0,28	-0,59	-0,05	-0,48
gi-gi		0,03	0,04	0,06	0,03

Коэффициент наследуемости в широком смысле был высоким как в F₁, так и

в F₂, а в узком смысле был незначительным в засушливых условиях 2004 года и повышался в благоприятных условиях 2005 года (Приложение Д., таблица Д.18).

Система топкроссовых скрещиваний.

Количество колосков в колосе у родительских форм варьировала от 16,14 шт. – (Омский корунд) до 18,10 шт. – (Омский рубин). У гибридов F₁ варьирование признака составило от 15,95 до 16,78 (таблица 4.100).

По результатам оценки гибридов F₂ изменения были от 16,20 до 17,31 колосков в колосе. В среднем гибриды F₂ формировали несколько больше колосков в колосе, чем гибриды F₁. Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами составил 30,0-42,0%, а доля генотипа 10,0-13,4%.

Таблица 4.100 – Количество колосков в колосе у родителей и гибридов F₁, F₂, 2006-2008 гг., шт.

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	16,33	16,45	16,10	16,28	16,27	15,74	16,21	16,16	16,20
Омский корунд	16,14	15,95	16,47	16,15	16,42	16,19	16,11	16,10	16,34
Жемчужина Сибири	16,48	16,62	16,88	16,34	17,06	16,13	16,59	16,37	16,84
Гор.95-139-3	16,95	16,48	16,54	16,16	16,59	16,06	16,75	16,23	16,63
Гор.98-96-3	17,25	16,18	16,92	16,63	16,86	16,19	17,03	16,33	16,94
Омский рубин	18,10	16,78	17,31	16,74	16,73	16,08	17,21	16,53	17,08
♂		16,93		16,48		16,36			
среднее	16,88	16,41	16,70	16,38	16,66	16,06	16,65	16,29	16,67

HCP₀₅ = 0,16

Определение комбинационной способности сортов в F₁ показало преимущество аддитивных эффектов генов отцовских форм в наследовании количества колосков в колосе, так же достоверно в засушливых условиях 2006 и 2008 г. возрас- тала роль и неаддитивных эффектов (таблица 4.101). Анализ комбинационной способности в F₂ продемонстрировал, что происходит увеличение влияния аддитивных эффектов материнских форм и снижение влияния отцовских с подключением неаддитивных эффектов

Таблица 4.101 - Анализ варианс комбинационной способности по количеству колосков в колосе (F_1 , F_2)

Источник из-менчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
OKC i	0,124*	29,67	0,119*	22,83	0,111*	12,91	0,053*	14,50
OKC j	0,159*	38,11	0,278*	53,46	0,530*	61,52	0,223*	61,15
CKC	0,130*	31,02	0,105*	20,10	0,206*	23,87	0,075*	20,62
ошибка - E	0,005	1,19	0,019	3,60	0,015	1,68	0,014	3,73
F_2								
OKC i			0,354*	46,04	0,417*	68,96	0,654*	69,35
OKC j			0,182*	23,63	0,059*	9,70	0,154*	16,33
CKC			0,192*	24,99	0,101*	16,69	0,123*	13,04
ошибка - E			0,041	5,34	0,028	4,65	0,012	1,27

*F критерий значим при 5% уровне

В таблице 4.102 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды. Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Исключив влияние внешней среды можно сказать, что в F_1 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов отцовских форм, а в F_2 –материнских. Наследуемость признака высокая (Приложение Д., таблица Д.18).

Таблица 4.102. – Доля варианс комбинационной способности количеству колосков в колосе в серии опытов (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,075*	7,07	0,134*	19,28
OKC j	0,223*	20,98	0,090*	12,95
CKC	0,053*	4,98	0,070*	10,07
Взаимодействие OKC i x год	0,284*	26,79	0,190*	27,34
Взаимодействие OKC j x год	0,275*	25,95	0,156*	22,45
Взаимодействие CKC x год	0,146*	13,80	0,054*	7,77
Случайные отклонения	0,004	0,42	0,001	0,14

*F критерий значим при 5% уровне

При изучении оценок эффектов ОКС выявилось, что достоверно увеличивают количество колосков в колосе сорта: Жемчужина Сибири, Гор. 98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл (таблица 4.103).

Таблица 4.103 – Эффекты ОКС по количеству колосков в колосе, среднее по серии опытов F₁ и F₂ (2006-2008)

Сорт		F ₁	F ₂
Омская янтарная	♀	-0,455	-0,492
Омский корунд	♀	-0,250	-0,418
Жемчужина Сибири	♀	0,207	0,137
Гор.95-139-3	♀	-0,182	0,094
Гор.98-96-3	♀	0,294	0,238
Омский рубин	♀	0,386	0,441
Омский кристалл	♂	0,172	0,101
Омская степная	♂	-0,033	0,005
Безенчукская степная	♂	-0,138	-0,096
g _i -g _i		0,094	0,095

Исходя из выше изложенного, отбор генотипов по данному признаку довольно эффективен. В скрещиваниях между длинностебельными генотипами коэффициенты наследуемости высокие, как в засушливых, так и во влажных условиях, поэтому отбор форм с большим количеством колосков можно начинать с более ранних поколений (F₂). В случае скрещиваний с сортами, имеющими аллели короткостебельности, отбор надо проводить в более поздних поколениях (F₄ и F₅).

При этом необходимо учесть, что отбор в засушливые годы менее эффективен. На основании анализа комбинационной способности в качестве исходного материала в селекционных программах рекомендуются сорта: Жемчужина Сибири, Гордеиформе 441, Casoar, Shake3/Green18, Гор. 98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл.

4.2.3 Площадь флагового листа

Главным направлением в селекции яровой твердой пшеницы является повышение общего потенциала продуктивности данной культуры. Вместе с тем, селекция на увеличение продуктивности представляет одну из самых трудных задач. Продуктивность растения – это комплексный признак, контролируемый сложной генетической системой, тесно взаимодействующей со многими факторами внешней среды. Одним из таких факторов является поглощение и аккумулирование фотосинтетически активной радиации, который находится в прямой зависимости от величины ассимилирующей поверхности растения и продолжительности ее работы.

По мнению многих исследователей (Бегишев А.Н., 1983; Митрофанов Б.А., 1969; Spagnoletti Zeuli P. L, 1990; Farouk S., 2011; Голева Г.Г., 2016), до 90-95% сухой массы урожая создается благодаря фотосинтезу листьев. Поэтому величину ассимилирующей поверхности растений зачастую характеризуют только площадью листьев, о чем свидетельствует большое число работ, посвященных изучению влияния площади листьев на урожайность, продуктивность и ее элементы. В результате этих исследований было установлено наличие положительной сопряженности между урожаем и площадью листовой поверхности от сильной ($r = 0,95-0,98$) до средней ($r = 0,45-0,56$) (Джубатырова С.О., 2001). В опытах В.И. Кандаурова, В.К. Мовчан (1971), удаление всех листьев, кроме флагового, не у всех сортов мягкой пшеницы приводило к уменьшению продуктивности колосьев и было сделано предположение, что работу удаленных листьев у отдельных сортов компенсирует верхний лист. Н.И. Володарский и О.Д. Циунович (1978) отмечают, что флаговый лист высокоурожайных сортов имеет большую продолжительность жизни и высокую фотосинтетическую активность. На различных сортах конкурсного испытания В.П. Каспаровой (1972) установлено, что удаление верхнего (флагового) листа сразу после колошения снизило у изучаемых сортов массу 1000 зерен от 5 до 28,8% и массу, зерна на колос – от 15 до 24,9%.

К настоящему времени накоплен достаточно большой экспериментальный материал о роли листьев в увеличении урожайности пшеницы. Главным образом, эти данные касаются яровой мягкой пшеницы. В этих исследованиях показано, что общая генетическая вариабельность признаков листового аппарата определяется аддитивными генетическими эффектами, а также отмечаются случаи полного и не-полного доминирования, включающие аддитивность, доминирование и межаллельные взаимодействия (Пшеница и ее улучшение, 1970; Simón M.R., 1999; Ali Dib Tarek, 2005). Исследованиями В.С. Голика (1996), проведенными на твердой пшенице, показано, что площадь листовых пластинок наследуется по промежуточному типу.

Генетическая система контроля площади флагового листа довольно сложная и

зависит, как от набора изучаемых генотипов, так и условий вегетации. Степень развития изучаемого признака представлена в таблице 4.104. Родительские формы в условиях обоих лет изучения имели существенные различия. Площадь флагового листа изменялась от 11,49 см² – у Омской янтарной до 16,38 см² – у Гор. 95-139-3. Также значительными были различия у гибридов F₁ и F₂.

Таблица 4.104 – Площадь флагового листа у родителей и гибридов F₁, F₂, см²
(2007-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	11,49	12,66	11,79	12,20	11,38	12,65	13,12	12,51	12,10
Омский корунд	13,22	12,49	14,43	13,88	14,39	13,92	14,20	13,43	14,34
Жемчужина Сибири	12,65	13,44	14,52	13,18	13,25	12,67	14,01	13,10	13,93
Гор.95-139-3	16,38	14,81	13,45	13,20	13,86	14,91	14,55	14,31	13,95
Гор.98-96-3	14,99	13,94	13,51	13,29	14,02	14,64	15,91	13,96	14,48
Омский рубин	13,00	12,53	15,44	15,76	13,51	13,54	15,08	13,94	14,68
♂		13,46		12,11		12,43		–	–
среднее	13,62	13,31	13,86	13,59	13,40	13,72	14,48	13,54	13,91

HCP₀₅ = 0,16

О довольно сложном характере наследования признака свидетельствуют результаты анализа комбинационной способности (таблица 4.105).

Таблица 4.105 – Анализ варианс комбинационной способности по площади флагового листа (F₁, F₂)

Источник изменчивости	2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%
F ₁						
OKC i	1,749*	56,96	1,566*	21,12	1,328*	38,41
OKC j	0,744*	24,22	2,955*	39,85	0,805*	31,77
CKC	0,457*	14,89	2,692*	36,31	1,388*	25,44
ошибка - E	0,121	3,92	0,201	2,71	0,656	4,39
F ₂						
OKC i	5,917*	55,71	1,865*	32,63	1,168*	50,66
OKC j	1,635*	15,40	2,567*	44,92	0,777*	33,70
CKC	2,868*	27,00	1,034*	18,09	0,219*	9,48
ошибка - E	0,201	1,89	0,249	4,36	0,142	6,16

*F критерий значим при 5% уровне

Вариансы ОКС и СКС значительно варьируют в зависимости от условий вегетации. Наибольшее влияние на признак оказывают аддитивные гены, причем в благоприятных условиях проявляются аддитивные гены материнских форм, а в неблагоприятные – отцовских. Неаддитивные гены также вносят свой вклад в величину формирования признака. Расчет комбинационной способности в F_2 показал, что наибольшее влияние на признак, как и F_1 , в благоприятных условиях оказывают аддитивные гены материнских форм, а в неблагоприятные – отцовские. Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Без учета влияния внешней среды можно сказать, что в F_1 и F_2 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм. Рассматривая изменения комбинационной способности в ряду поколений, можно отметить увеличение влияния аддитивных генов материнских образцов и снижение влияния неаддитивного взаимодействия (доминирования и эпистаза). Учитывая наследуемость признака (Приложение Д. Таблица Д.18) и соотношение варианс ОКС и СКС гетерозисный эффект может возникнуть, как за счет аддитивно-доминантной системы генов, так и за счет доминантно-эпистатической.

В таблице 4.106 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.106 – Доля варианс комбинационной способности флагового листа в серии опытов F_1 , F_2 .

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС i	1,328*	12,61	1,168*	12,87
ОКС j	0,805*	7,65	0,777*	8,56
СКС	1,388*	13,18	0,219*	2,41
Взаимодействие ОКС i x год	1,776*	16,87	3,307*	36,43
Взаимодействие ОКС j x год	2,924*	27,77	1,713*	18,87
Взаимодействие СКС x год	2,227*	21,15	1,842*	20,29
Случайные отклонения	0,082	0,78	0,052	0,58

*F критерий значим при 5% уровне

Наилучшей комбинационной способностью обладают: Гор. 98-96-3, Омский рубин, Безенчукская степная (таблица 4.107). Сорта Омский корунд, Жемчужина

Сибири, Омский кристалл обладают несколько худшей комбинационной способностью, однако стабилизация признака в комбинациях с этими сортами происходит быстрее, так как оценки эффектов ОКС повышаются во втором поколении.

Таблица 4.107. – Эффекты ОКС по площади флагового листа, среднее по серии опытов (F_1 и F_2)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-2,765	-0,863
Омский корунд	♀	-0,143	0,993
Жемчужина Сибири	♀	0,658	0,231
Гор.95-139-3	♀	0,689	-0,605
Гор.98-96-3	♀	0,590	0,551
Омский рубин	♀	0,970	0,555
Омский кристалл	♂	-0,219	0,328
Омская степная	♂	-0,596	-0,426
Безенчукская степная	♂	0,376	0,753
$g_i \cdot g_i$		0,149	0,166

Таким образом, характер наследования площади флагового листа довольно сложный. Он детерминируется как аддитивной, так и неаддитивной системой генов, причем вторая система обуславливает либо гетерозисный эффект, либо депрессию. Прогноз отбора затрудняется тем, что в наследовании признака наблюдается свердоминирование, поэтому его надо осуществлять в более поздних поколениях. Донорами на повышение площади флагового листа могут служить: Гор. 98-96-3, Омский рубин, Безенчукская степная.

4.2.4 Количество зерен в колосе

Продуктивность растения представляет собой комплексный признак, контролируемый сложной генетической системой, тесно взаимодействующей со многими факторами внешней среды. В конечном итоге она определяется числом плодоносящих стеблей и продуктивностью колоса (Максименко В.П., Бикбулатов Ж., 1960; Жуков В., 1971; Лелли Я., 1980; Савицкая В.А. и др., 1987; Ершов В.Л., 2001; Васильчук Н.С., 2001). Однако по данным М.В. Семеновой (1985), наибольшее влияние на урожайность твердой пшеницы оказывают количество и масса зерна главного колоса, масса 1000 зерен и отмечено слабое влияние продуктивного кущения. В ранее проведенных нами исследованиях (Юсов В.С., 2001; Евдокимов М.Г.,

Юсов В.С., 2008) показано, что по значимости основные элементы структуры урожая располагаются следующим образом: масса зерна главного колоса ($r = 0,77$), озерненность колоса ($r = 0,71$) и в меньшей степени – масса 1000 зерен ($r = 0,36$) и густота продуктивного стеблестоя ($r = 0,35$).

Возделываемые в настоящее время сорта имеют продуктивную кустистость в пределах 1,1-1,3 и рассчитывать на значительное увеличение этого признака в условиях Западной Сибири не приходится. Более реальным резервом повышения продуктивности является увеличение количества зерен в колосе и крупности зерна. Большое значение озерненности колоса в селекционной работе отмечал Н.И. Вавилов (1964), указывая, что идеальный сорт пшеницы должен иметь колос с возможно большим количеством зерен. Многими исследованиями было показано, что практически во всех хромосомах генома мягкой пшеницы расположены гены, отвечающие за развитие этого признака (Лелли Я., 1980; Евдокимов М.Г., 1978; Арбузова В.С., Майстренко О.И., 1986; Цильке Р.А., 2003; Gonzalez. F.G. et al, 2005). Диаллельный анализ, проведенный рядом исследователей по твердой пшенице, свидетельствует о сложности наследования этого признака, в генетическом контроле которого – преобладают аддитивные эффекты, но также достоверно значение и неаддитивных (Абдуллаев К.К., 1997). В отдельных случаях аддитивные эффекты значительно сильнее эффектов доминирования (Евдокимов М.Г., 2006).

Система нерегулярных скрещиваний

Количество зёрен в колосе родительских форм изменялась в 2004 г. от 23,40 шт. (Омской янтарной) до 31,25 шт. (Casoar). В 2005 г. вариация составила от 15,75 до 38,20 шт. (Приложении Д., таблица Д.20). Количество зерен у гибридов F_1 в 2004 году сформировалось от 30,17 шт. (Гордеиформе 441 // Shake3/Green18) до 42,76 шт. (Гордеиформе 94-9-1 // Silver26/Toska26). В 2005 году у гибридов F_1 и F_2 наибольшее количество зерен также наблюдалась в комбинации (Гордеиформе 94-9-1 // Silver26/Toska26). В наследовании признака F_1 в основном преобладает сверхдоминирование, а в F_2 – сверхдоминирование и неполное доминирование. Анализ комбинационной способности сортов в F_1 и F_2 показал, что на признак в равной степени оказывают влияние аддитивные эффекты генов как материнских, так и от-

цовских форм, а также проявляется высокое влияние неаддитивных эффектов (таблица 4.108).

Таблица 4.108 – Анализ вариансы комбинационной способности по количеству зерен в колосе (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.		2005 г.		2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	10,92*	23,59	10,27*	20,16	4,86*	27,96	49,45*	27,56
ОКС ♂	21,65*	46,77	8,01*	15,71	4,84*	27,86	42,85*	23,89
СКС	12,74*	27,51	31,61*	62,05	7,13*	41,04	83,52*	46,56
Ошибка	0,99	2,14	1,06	2,08	0,55	3,15	3,57	1,99

*F критерий значим при 5% уровне

Коэффициент наследуемости в широком смысле был высоким в F_1 и F_2 , а в узком смысле был незначительным (Приложение Д., таблица Д.18). Наилучшей комбинационной способностью по увеличению количества зерен обладают образцы: Гордеiforme 94-9-1, Жемчужина Сибири, Casoar, Silver26/Toska26, Sooty15/Kapude1 (таблица 4.109).

Таблица 4.109 – Эффекты ОКС по количеству зерен в колосе

Сорт	F_1		Среднее по серии опытов F_1	F_2
	2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀ 2,08	1,98	2,03	1,81
Жемчужина Сибири	♀ 1,39	1,72	1,56	6,63
Гордеiforme 441	♀ -3,06	-3,25	-3,15	-0,35
Омская янтарная	♀ -1,42	-0,44	-0,93	-4,25
Омский корунд	♀ 1,43	-1,00	0,22	-5,64
Casoar	♂ 0,47	1,51	1,40	1,12
Shake3/Green18	♂ -3,58	0,79	3,19	-2,53
Silver26/Toska26	♂ 4,52	1,86	2,37	7,67
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂ -1,82	-2,92	0,58	-0,11
Sooty15/Kapude1	♂ 0,27	0,90	0,40	4,00
gi-gi	0,03	0,40	0,41	0,30

В следующем опыте (2006-2008 гг.) количество зерен в колосе у родительских форм варьировала от 27,33 у Омской янтарной до 34,72 у Омского рубина (Таблица 4.110). У гибридов F_1 варьирование признака составило от 32 до 41 шт. у гибридов F_2 изменения составили от 30 до 36 зерен в колосе. В среднем гибриды F_1 формировали несколько больше зерен в колосе, чем гибриды F_2 .

Таблица 4.110 – Количество зерен в колосе у родителей и гибридов F₁, F₂, 2006-2008 гг., шт.

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	27,33	36,69	31,55	33,08	30,50	38,03	32,34	35,93	31,46
Омский корунд	28,16	34,34	33,75	34,01	33,69	37,11	30,93	35,15	32,79
Жемчужина Сибири	29,38	37,55	32,56	34,50	31,92	40,05	34,00	37,37	32,83
Гор.95-139-3	29,83	37,95	34,92	33,63	34,73	37,81	35,41	36,47	35,02
Гор.98-96-3	31,96	34,37	35,26	35,62	32,13	31,90	33,23	33,96	33,54
Омский рубин	34,72	34,44	33,91	35,52	28,59	40,38	36,03	36,78	32,84
♂		29,65		29,21		31,64		–	–
среднее	30,23	35,89	33,66	34,39	31,93	37,55	33,66	35,94	33,08

HCP₀₅ = 0,16

Долевое влияние факторов следующее: вклад изменчивости, вызванной условиями среды, составил 45,0-52,0%, а доля генотипа – 16,0-20,2%.

Анализ комбинационной способности сортов в F₁ показал преимущество аддитивных эффектов генов отцовских форм в наследовании количества зерен в колосе (таблица 4.111).

Таблица 4.111 – Анализ варианс комбинационной способности количеству зерен в колосе (F₁, F₂)

Источник изменчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F ₁								
OKC i	16,35*	43,43	24,36*	29,04	6,97*	25,53	4,52*	18,44
OKC j	11,07*	29,42	48,27*	57,55	16,08*	58,86	14,92*	60,80
СКС	9,15*	24,33	9,03*	10,77	3,50*	12,81	4,36*	17,80
ошибка - E	1,05	2,81	2,20	2,62	0,76*	2,78	0,72	2,96
F ₂								
OKC i			4,57*	14,15	1,89*	12,63	3,12*	12,91
OKC j			16,64*	51,50	10,14*	67,65	14,31*	59,20
СКС			10,26*	31,78	2,32*	15,52	6,74*	27,88
ошибка - E			0,83	2,57	0,62	4,20	0,01	0,02

*F критерий значим при 5% уровне

Детерминация признака в F₂ также определяется влиянием аддитивных эффектов отцовских форм и неаддитивными эффектами материнских и отцовских форм. В таблице 4.112. приведены оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды. Зависимость от условий лет очень высокая. При

этом можно сказать, что в F_1 и F_2 (без учета эффектов взаимодействия) всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов отцовских форм. Наследуемость признака высокая (Приложение Д., таблица Д.18)

Таблица 4.112 – Доля варианс комбинационной способности количеству зерен в колосе в серии опытов F_1 , F_2 (2006-2008)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС i	4,52*	5,35	0,02*	9,09
ОКС j	14,9*	17,63	0,07*	30,83
СКС	4,369*	5,16	0,02*	8,30
Взаимодействие ОКС i x год	21,58*	25,49	0,03*	12,25
Взаимодействие ОКС j x год	30,2*	35,73	0,06*	25,69
Взаимодействие СКС x год	8,663*	10,23	0,03*	13,44
Случайные отклонения	0,34	0,40	0,01	0,40

*F критерий значим при 5% уровне

Установлено, что достоверно увеличивают количество зерен в колосе сорта: Жемчужина Сибири, Гор. 95-139-3, Омский рубин, Омский кристалл, Безенчукская степная (таблица 4.113).

Таблица 4.113 – Эффекты ОКС по количеству зерен в колосе, среднее по серии опытов F_1 и F_2 (2006-2008гг.)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-0,01	-1,621
Омский корунд	♀	-0,791	-0,291
Жемчужина Сибири	♀	1,424	0,250
Гор.95-139-3	♀	0,522	1,939
Гор.98-96-3	♀	-1,980	0,462
Омский рубин	♀	0,835	0,238
Омский кристалл	♂	0,051	0,578
Омская степная	♂	-1,551	-1,154
Безенчукская степная	♂	1,603	0,576
g _i -g _j		0,550	1,012

Система топкроссных скрещиваний.

Во втором опыте количество зерен у родителей в 2017 г. изменялось от 18,5 до 38,6 шт. (Приложение Д., таблица Д.21), в 2018 году – от 39,6 до 46,5 шт. и в 2019 г. – от 25,4 до 37,6 шт. Количество зерен у гибридов F_1 в 2017 г. колебалось от 25,3 до 41,32 шт. В 2018 г. у гибридов F_2 варьирование признака составило от 35,6 до 45,4 шт., а 2019 г. – 25,7-38,1 шт., в F_3 – 23,4-38,7 шт. В наследовании признака

выявлены все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными эффектами генов, при этом необходимо учесть, что в F_1 наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов материнских форм. В F_2 признак контролируется преимущественно влиянием аддитивных эффектов отцовских форм с сильным влиянием неаддитивных эффектов, в F_3 доля влияния эффектов материнских и отцовских форм равна. Также во влажный 2019 г. увеличивается доля неаддитивных эффектов (таблица 4.114).

Таблица 4.114 – Анализ варианс комбинационной способности по количеству зерен в колосе.

Источник изменчивости	F_1		F_2		F_2		F_3	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	35,39*	47,94	13,11*	29,41	6,12*	13,43	25,97*	27,45
ОКС ♂	25,40*	34,41	14,64*	32,84	10,06*	22,09	26,43*	27,93
СКС	9,63*	13,05	15,60*	34,99	26,80*	58,84	39,06*	41,28
Ошибка	3,40	4,61	1,23	2,76	2,57	5,64	3,16	3,34

*F критерий значим при 5% уровне

Значения коэффициентов наследуемости в широком смысле были высокие для всех трех поколений, а в узком смысле снизились к F_3 (Приложение Д., таблица Д.18).

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно признак увеличивают образцы: Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский изумруд, Омская бирюза (таблица 4.115). Наследуемость количества зерен зависит в первую очередь от генотипов, включенных в скрещивания генетический контроль определяется действием аддитивных генов материнских и отцовских форм со значительным влиянием неаддитивных эффектов.

Следовательно, в стратегии отбора по этому признаку нужно иметь в виду, что он эффективен как во влажные, так и в засушливые годы. В скрещиваниях между длинностебельными генотипами коэффициенты наследуемости высокие, как в засушливых, так и во влажных условиях, поэтому отбор форм с большим количеством колосков можно начинать с более ранних поколений (F_2). В случае скрещивания с сортами, имеющими аллели короткостебельности, отбор надо проводить

в более поздних поколениях (F_4 и F_5). При этом необходимо учесть, что отбор в засушливые годы менее эффективен.

Таблица 4.115 – Эффекты ОКС по количеству зерен в колосе (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F_1	F_2	F_2	F_3
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	0,87	0,33	0,65	0,58
Омская степная	♀	0,32	-4,50	-1,45	2,46
Омский изумруд	♀	3,53	1,68	1,46	3,98
Горд.01-115-5	♀	-5,25	0,91	-1,99	-3,16
Омская бирюза	♀	2,56	0,50	0,60	2,14
Лавина	♂	0,28	-0,84	-1,87	-3,90
Горд.06-5-3	♂	-2,49	4,22	-0,83	2,34
Горд.08-55-5	♂	4,08	-2,57	-1,77	0,86
Горд.08-94-3	♂	4,20	-2,56	-0,70	1,57
Горд.1591д21	♂	-2,01	-1,19	-2,40	-3,41
Горд.1560д18	♂	-3,55	-1,53	-2,78	-4,52
gi-gi		0,35	0,57	0,59	0,65

На основании анализа комбинационной способности в качестве исходного материала в селекционных программах рекомендуются сорта: Гордеинформе 94-9-1, Жемчужина Сибири, Casoar, Silver26/Toska26, Sooty15/Kapude1, Гор. 95-139-3, Омский рубин, Омский кристалл, Безенчукская степная, Омская степная, Омский изумруд, Омская бирюза.

4.2.5 Масса зерна главного колоса

В полевых условиях визуальный фенотипический отбор проводится, как правило, по главному колосу. Масса зерна главного колоса является одним из основных элементов при создании сортов интенсивного типа (Лукьяненко П.П., 1973). Масса зерна в колосе (продуктивность колоса) – это комплексный признак, зависящий в большей степени от озерненности колоса и крупности зерна и находится в тесной прямой связи с числом зерен колоса и числом колосков (Голик В.С., 1996; Кузьмин В.П., 1965; Леонтьев С.И., 1980; Савицкая В.А., 1971). Связь между этими показателями наиболее устойчива по годам.

Селекционная работа с этим признаком осложняется тем, что продуктивность колоса отражает суммарное выражение ряда компонентов, каждый из которых контролируется большим числом генов (Dreisigacker S. et al., 2016; McIntosh

R.A. et al., 2003 и 2011). Имеются данные, масса зерна колоса в основном контролируется генами с аддитивным действием, также есть сведения о часто проявляющемся комплементарном эпистазе с неполным доминированием и сверхдоминированием (Драгавцев В.А. и др., 1984), а в некоторых случаях – о доминантном взаимодействии генов (Hsu P., Walton P.D., 1970; Sheikhet S. et al, 2009). У твердой пшеницы отмечены все типы действия и взаимодействия генов аддитивности, а внутри локусов – доминирование разных типов и комплементарный эпистаз (Абдуллаев К.К., 1997). Продуктивность колоса контролируется доминантными генами, а в условиях Западной Сибири происходит переопределение генетической формулы признака (Евдокимов М.Г., 2006).

Система топкроссовых скрещиваний.

Масса зерна главного колоса у родительских форм варьировала от 1,18 г (Омская янтарная) до 1,57 г (Безенчукская степная). У гибридов F₁ варьирование признака составило от 1,46 до 1,79 г (таблица 4.116). У гибридов F₂ изменения были от 1,02 до 1,44 г. В среднем гибриды F₂ формировали меньшую массу зерна главного колоса. Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной условиями среды, составил 40,0-45,0%, а доля генотипических особенностей 15,0-16,4%.

Таблица 4.116 – Масса зерна главного колоса у родителей и гибридов F₁, F₂, г (2006-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	1,18	1,70	1,09	1,46	1,02	1,79	1,16	1,65	1,09
Омский корунд	1,24	1,63	1,36	1,55	1,27	1,75	1,18	1,64	1,27
Жемчужина Сибири	1,24	1,78	1,37	1,53	1,23	1,99	1,45	1,77	1,35
Гор.95-139-3	1,37	1,79	1,37	1,61	1,31	1,69	1,34	1,70	1,34
Гор.98-96-3	1,41	1,59	1,44	1,54	1,16	1,59	1,40	1,57	1,34
Омский рубин	1,30	1,53	1,15	1,59	1,02	1,84	1,27	1,65	1,15
♂		1,20		1,24		1,57		–	–
среднее	1,29	1,67	1,30	1,55	1,17	1,77	1,30	1,66	1,26

HCP₀₅ = 0,16

Анализ комбинационной способности сортов в F₁ показал, что признак опре-

деляется преимущественно аддитивными генами с преобладающей ролью отцовских форм (таблица 4.117).

Таблица 4.117 – Анализ варианс комбинационной способности по массе зерна главного колоса (F_1 , F_2)

Источник измен- чивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F_1								
OKC i	0,083*	38,54	0,063*	29,36	0,049*	37,80	0,061*	37,89
OKC j	0,097*	44,92	0,106*	49,74	0,064*	49,40	0,078*	48,75
CKC	0,030*	13,75	0,041*	18,95	0,013*	10,04	0,018*	11,18
ошибка - E	0,006	2,77	0,004*	1,93	0,004	2,74	0,003	2,16
F_2								
OKC i	–	–	0,037*	22,39	0,008*	10,63	0,030*	17,75
OKC j	–	–	0,100*	60,45	0,061*	80,42	0,123*	72,78
CKC	–	–	0,023*	14,04	0,005*	7,25	0,012*	7,10
ошибка - E	–	–	0,005	3,10	0,001	1,69	0,004	2,37

*F критерий значим при 5% уровне

В F_2 происходит увеличение влияния аддитивных эффектов отцовских форм и снижение влияния материнских эффектов.

Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм под воздействием условий среды (табл. 4.118).

Таблица 4.118 – Доля варианс комбинационной способности массе зерна главного колоса в серии опытов (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,01	3,85	0,030	7,32
OKC j	0,08	24,19	0,145	35,37
CKC	0,01	3,04	0,032	7,80
Взаимодействие OKC i x год	0,09	28,14	0,034	8,29
Взаимодействие OKC j x год	0,09	29,14	0,156	38,05
Взаимодействие CKC x год	0,04	11,31	0,012	2,93
Случайные отклонения	0,00	0,34	0,001	0,24

*F критерий значим при 5% уровне

И в то же время в F_1 и F_2 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов отцовских форм. Наследуемость признака высокая (Приложение Д, таблица Д.18).

При изучении оценок эффектов ОКС выяснилось, что достоверно увеличивают массу зерна в колосе сорта: Жемчужина Сибири, Гор. 95-139-3, Гор. 98-96-3, Омский кристалл, Безенчукская степная (таблица 4.119).

Таблица 4.119 – Эффекты ОКС по массе зерна главного колоса, среднее по серии опытов F_1 и F_2 (2006 – 2008 гг.)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	-0,016	-0,152
Омский корунд	♀	-0,022	0,015
Жемчужина Сибири	♀	0,102	0,092
Гор.95-139-3	♀	0,036	0,112
Гор.98-96-3	♀	0,091	0,075
Омский рубин	♀	-0,009	-0,121
Омский кристалл	♂	0,006	0,042
Омская степная	♂	-0,117	-0,086
Безенчукская степная	♂	0,111	0,044
gi-gi		0,031	0,032

Система нерегулярных скрещиваний

Масса зерна главного колоса родительских форм изменялась в 2004 г. от 1,35 г (Sooty15/Kapude1) до 1,79 г (Casoar). В 2005 году вариация составила от 0,55 до 1,37 г (Приложение Д, таблица Д.22). Масса зерна у гибридов F_1 в 2004 г. изменилась от 1,48 г – в комбинации (Гордеиформе 441 // Shake3/Green18) до 2,12 г – в комбинации (Гордеиформе 94-9-1 // Silver26/Toska26).

В 2005 г. у гибридов F_1 наибольшая масса зерна главного колоса наблюдалась в комбинации (Омский корунд // Sooty15/Kapude1), а у гибридов F_2 – в комбинациях (Гордеиформе 94-9-1 // Silver26/Toska26) и (Гордеиформе 94-9-1 // Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls5//Tantlol). В наследовании признака F_1 преобладает сверхдоминирование и в то же время проявляются другие типы действия генов.

Анализ комбинационной способности сортов в F_1 показал преимущество аддитивных эффектов генов материнских форм, а также высокое влияние неаддитивных эффектов. В F_2 доля влияния материнских эффектов увеличивается (таблица 4.120). Коэффициент наследуемости в широком и узком смысле был высоким как в F_1 , так и в F_2 (Приложение Д., таблица Д.18).

Таблица 4.120 – Анализ вариансы комбинационной способности по массе зерна главного колоса (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,01*	12,40	0,03*	23,76	0,01*	22,85	0,08*	35,71
ОКС ♂	0,05*	44,81	0,02*	17,58	0,01*	16,13	0,05*	22,07
СКС	0,04*	39,99	0,07*	56,61	0,02*	57,15	0,08*	38,31
Ошибка	0,001	2,81	0,001	2,05	0,001	3,87	0,01	3,91

*F критерий значим при 5% уровне

Наилучшей комбинационной способностью по увеличению массы зерна главного колоса обладают образцы: Гордеiforme 94-9-1, Жемчужина Сибири, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15/Kapude1 (таблица 4.121).

Таблица 4.121 – Эффекты ОКС по массе зерна главного колоса.

Сорт		F_1		Среднее по серии опытов F_1	F_2
		2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀	0,10	0,05	0,08	0,01
Жемчужина Сибири	♀	-0,01	-0,04	-0,02	0,31
Гордеiforme 441	♀	-0,10	-0,18	-0,14	-0,03
Омская янтарная	♀	0,04	0,06	0,05	-0,24
Омский корунд	♀	0,02	0,14	0,08	-0,05
Casoar	♂	-0,04	0,10	-0,11	-0,02
Shake3/Green18	♂	-0,19	-0,02	0,03	-0,09
Silver26/Toska26	♂	0,20	0,13	0,06	0,13
SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	0,02	0,10	0,06	0,21
Sooty15/Kapude1	♂	0,03	0,09	0,02	0,14
gi-gi		0,02	0,02	0,02	0,04

Масса зерна главного колоса у родителей в 2017 году в схеме нерегулярных скрещиваний варьировала от 0,8 до 1,44 г (Приложение Д., таблица Д.23), в 2018 году – от 1,5 до 2,0 г и в 2019 году – от 0,8 до 1,5 г. Масса зерна главного колоса гибридов F_1 в 2017 году изменялась от 1,3 г до 2,1 г. В 2018 году у гибридов F_2 изменчивость признака составила 1,3-2,1 г, а 2019 году – 0,8-1,5 г, в F_3 – 0,8-1,5 г. В наследовании признака в F_1 и F_2 , и F_3 выявлены все типы доминирования. Анализ комбинационной способности сортов показал, что признак контролируется преимущественно аддитивными эффектами генов, при этом необходимо учесть, что во всех трех поколениях наибольшее влияние оказали аддитивные эффекты генов

отцовских форм и, начиная F_2 , увеличивается влияние неаддитивных (таблица 4.122).

Таблица 4.122 – Анализ варианс комбинационной способности по массе зерна главного колоса

Источник из-менчивости	F ₁		F ₂		F ₂		F ₃	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,08*	35,88	0,05*	23,82	0,06*	42,06	0,06*	28,29
ОКС ♂	0,10*	45,62	0,10*	42,60	0,05*	35,34	0,09*	40,76
СКС	0,03*	11,41	0,06*	27,64	0,03*	19,59	0,06*	26,06
Ошибка	0,02	7,10	0,01	5,94	0,00	3,01	0,01	4,89

*F критерий значим при 5% уровне

Значения коэффициентов наследуемости в широком смысле были высокие во всех трех поколениях, а в узком смысле снизились в F_2 (Приложение Д., таблица Д.18). Установлено, что достоверно признак увеличивают образцы: Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский изумруд, Горд. 01-115-5, Горд. 08-55-5 (таблица 4.123). Короткостебельные формы: Горд. 1591д21 и Горд. 1560д18 увеличивают признак в F_2 и снижают в F_3 .

Таблица 4.123 – Эффекты ОКС по массе зерна главного колоса (F_1 , F_2 , F_3)

Сорт		F ₁	F ₂	F ₂	F ₃
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	0,01	0,11	0,08	0,07
Омская степная	♀	-0,03	-0,14	-0,09	0,12
Омский изумруд	♀	0,26	0,17	0,24	0,17
Горд.01-115-5	♀	0,19	0,10	0,01	0,08
Омская бирюза	♀	0,08	-0,11	-0,13	-0,19
Лавина	♂	-0,05	-0,06	-0,21	-0,20
Горд.06-5-3	♂	-0,13	0,35	0,01	-0,06
Горд.08-55-5	♂	0,26	0,13	0,03	0,25
Горд.08-94-3	♂	0,28	-0,27	-0,14	0,08
Горд.1591д21	♂	-0,13	0,05	0,19	-0,24
Горд.1560д18	♂	-0,23	0,14	0,14	-0,19
gi-gi		0,35	0,07	0,11	0,02

Наследуемость массы зерна главного колоса в сильной степени зависит и от погодных условий, и от сортообразцов, включенных в скрещивания. Генетический контроль определяется действием аддитивных генов материнских и отцовских форм со значительным влиянием неаддитивных эффектов. Исходя из выше изло-

женного, отбор генотипов по данному признаку довольно эффективен. В скрещиваниях между длинностебельными генотипами коэффициенты наследуемости высокие, как в засушливых, так и во влажных условиях, поэтому отбор форм с большей массой зерна главного колоса можно начинать с более ранних поколений (F_2).

В случае скрещивания с сортами, имеющими аллели короткостебельности, отбор надо проводить в более поздних поколениях (F_4 и F_5). При этом необходимо учесть, что отбор в засушливые годы менее эффективен.

На основании анализа комбинационной способности в качестве исходного материала в селекционных программах рекомендуются сорта: Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Sooty15/Kapude1, Гор. 95-139-3, Гор. 98-96-3, Омский кристалл, Безенчукская степная, Омская степная, Омский изумруд, Горд. 01-115-5, Горд. 08-55-5.

4.2.6 Натура зерна

Натура зерна – наиболее простой критерий качества зерна. Она определяет плотность зерна, однородность его размеров. Согласно (ГОСТ 9353-2016) для первого класса натура зерна должна быть не менее 770 г/л. Высокий коэффициент корреляции наблюдается между натурой и выходом семолины (Самсонов М.М., 1967; Vasiljevik S., Banasik O.J., 1980; Семенова М.В., 1983; Васильчук Н.С., 2001). R.R. Matsio и J.I. Dexter установлена тесная взаимосвязь натуры с признаками качества зерна, мукомольной характеристикой и качеством макарон. При этом уменьшение натуры привело к снижению выхода крупки и увеличению содержания белка в ней (Matsio R.R., Dexter J.I., 1980; Dexter J.E. et al, 2006). На изменение натуры зерна сильное влияние оказывают погодные условия (Тихонов В.Е. и др., 2005; Кадушкина В.П. и др., 2018; Евдокимов М.Г. и др., 2021). По данным G.M. и F.N. Derera (1975), коэффициент наследуемости признака в зависимости от условий среды варьирует от 0,44 до 0,83. В условиях Самары П.Н. Мальчиковым с коллегами (2014) было установлено, что признак наследуется соответствии с аддитивно-доминантной моделью и увеличение признака идет за счет доминантных генов.

Система топкросовых скрещиваний.

В среднем за 2006 – 2008 гг. сортовые различия по натуре зерна у родительских форм составляли от 733 г/л – у Гор. 98-96-3 до 800 г/л – у Омского корунда. У гибридов F_1 варьирование признака составило от 750 до 793 г/л (таблица 4.124); F_2

изменения были от 697 до 764 г/л. В среднем гибриды F₂ формировали меньше натуру зерна, чем гибриды F₁. Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад в изменчивость, вызванный генотипическими особенностями, составил 40,0-45,5%, а экологическими факторами – 25,0-35,50.

Таблица 4.124 – Натура зерна у родителей и гибридов F₁, F₂, г/л
(2006-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	760	768	751	762	757	779	725	769	744
Омский корунд	800	793	754	782	752	766	745	780	750
Жемчужина Сибири	755	770	750	754	754	764	764	762	756
Гор.95-139-3	737	755	741	761	726	756	726	757	731
Гор.98-96-3	733	766	740	751	730	750	697	755	722
Омский рубин	760	763	732	768	758	771	735	767	742
♂		780		785		758		–	–
среднее	757	769	744	763	746	764	732	765	741

HCP₀₅ = 5,13

Анализ комбинационной способности сортов в F₁ показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными генами с преобладающей ролью материнских форм (таблица 4.125).

Таблица 4.125 – Анализ варианс комбинационной способности по натуре зерна (F₁, F₂)

Источник изменчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F ₁								
OKC i	381,7*	38,3	1133,4*	85,1	368,8*	51,8	248,6*	63,1
OKC j	149,3*	14,9	15,8*	1,1	138,3*	19,4	61,5*	15,6
СКС	440,0*	44,1	150,3*	11,2	191,0*	26,8	75,0*	19,0
ошибка - E	24,80	2,4	31,7	2,3	13,4	1,8	8,4	2,1
F ₂								
OKC i	–	–	466,2*	46,1	143,5*	19,6	342,4*	36,9
OKC j	–	–	374,8*	37,0	421,3*	57,7	435,6*	46,9
СКС	–	–	157,9*	15,6	153,4*	21,0	137,5*	14,8
ошибка - E	–	–	12,10	1,20	11,3	1,55	11,7	1,2

*F критерий значим при 5% уровне

Результаты анализа комбинационной способности в F₂ показали, что проис-

ходит увеличение влияния аддитивных эффектов отцовских форм и снижение влияния материнских эффектов.

В таблице 4.126 приведены оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды.

Таблица 4.126 – Доля варианс комбинационной способности по натуре зерна (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
ОКС i	248,60*	14,73	235,60*	13,66
ОКС j	61,50*	3,64	321,42*	18,63
СКС	75,00*	4,44	134,50*	7,80
Взаимодействие ОКС i x год	702,43*	41,63	345,30*	20,01
Взаимодействие ОКС j x год	236,25*	14,00	438,50*	25,42
Взаимодействие СКС x год	353,23*	20,93	236,40*	13,70
Случайные отклонения	10,43	0,62	13,56	0,79

*F критерий значим при 5% уровне

Полученные расчеты свидетельствуют о значительном изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Исключив влияние внешней среды можно сказать, что в F_1 преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм, а в F_2 – отцовских. Сорта Омская янтарная, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Омский кристалл представляют интерес, как доноры увеличения натуры зерна (таблица 4.127). Наследуемость признака высокая (Приложение Д., таблица Д.32).

Таблица 4.127 – Эффекты ОКС натуры зерна, среднее по серии опытов F_1 и F_2 (2006 – 2008 гг.)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	4,11	3,333
Омский корунд	♀	14,89	9,333
Жемчужина Сибири	♀	-2,89	15,167
Гор.95-139-3	♀	-8,06	-10,000
Гор.98-96-3	♀	-9,94	-18,667
Омский рубин	♀	1,89	0,833
Омский кристалл	♂	3,64	3,750
Омская степная	♂	-2,28	5,333
Безенчукская степная	♂	-1,36	-9,083
$g_i \cdot g_i$		3,04	1,159

Система нерегулярных скрещиваний

Родительские формы сформировали натуру зерна в 2004 году от 803 г/л (Омская янтарная) до 844 г/л (Гордеинформе 94-9-1). В 2005 г. вариация составила от 660 до 739 г/л (Приложение Д, таблица Д.24). Натура зерна у гибридов F_1 в 2004 г. изменялась от 821 г/л (Жемчужина Сибири / Casoar), до 845 г/л (Гордеинформе 94-9-1 / Casoar). В 2005 г. у гибридов F_1 наибольшая натура зерна также наблюдалась в комбинации (Гордеинформе 94-9-1 / Casoar), а у гибридов F_2 – в комбинации (Жемчужина Сибири / Casoar). В наследовании признака F_1 и F_2 проявляются все типы доминирования.

Анализ комбинационной способности сортов в F_1 показал преимущество аддитивных эффектов генов материнских форм, а также высокое влияние неаддитивных эффектов. В F_2 доля влияния материнских эффектов увеличивается (таблица 4.128). Коэффициент наследуемости в широком и узком смысле был высоким как в F_1 , так и в F_2 (Приложение Д, таблица Д.18).

Таблица 4.128 Анализ вариансы комбинационной способности натуры зерна (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	101,48*	48,77	545,93*	32,41	97,06*	32,63	660,41*	54,19
ОКС ♂	21,30*	10,24	434,98*	25,82	58,58*	19,69	357,59*	29,34
СКС	78,88*	37,91	660,49*	39,21	129,57*	43,56	178,52*	14,65
Ошибка	6,39	3,07	43,18	2,56	12,25	4,12	22,11	1,81

*F критерий значим при 5% уровне

Наилучшей комбинационной способностью по увеличению натуры зерна обладают образцы: Гордеинформе 94-9-1, Гордеинформе 441, Casoar, SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol (таблица 4.129). Сорт Жемчужина Сибири увеличивает комбинационную способность в F_2 . Наследуемость натуры зерна в сильной степени зависит и от погодных условий, и от генотипов, включенных в скрещивания. Генетический контроль определяется действием аддитивных генов материнских и отцовских форм. Исходя из выше изложенного, отбор генотипов по данному при-

знаку довольно эффективен. Коэффициенты наследуемости высокие, как в засушливых, так и во влажных условиях, поэтому отбор форм на увеличение признака можно начинать с более ранних поколений (F_2).

Таблица 4.129 – Эффекты ОКС по натуре зерна

Сорт		F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂
		2004	2005		
Гордеiforme 94-9-1	♀	5,65	3,38	4,51	5,14
Жемчужина Сибири	♀	-9,02	-18,08	-13,55	22,37
Гордеiforme 441	♀	7,83	0,79	4,31	26,46
Омская янтарная	♀	-3,01	26,65	11,82	8,75
Омский корунд	♀	-1,84	-6,10	-3,97	2,00
Casoar	♂	4,73	12,40	8,56	19,25
Shake3/Green18	♂	-1,47	-4,35	-2,91	-6,50
Silver26/Toska26	♂	0,89	-24,85	-11,98	-16,00
SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	3,48	7,48	2,00	4,97
Sooty15/Kapude1	♂	-2,02	3,77	0,87	0,67
gi-gi		1,01	2,63	1,40	1,88

На основании анализа комбинационной способности в качестве исходного материала в селекционных программах рекомендуются сорта: Гордеiforme 94-9-1, Гордеiforme 441, Casoar, SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Омская янтарная, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Омский кристалл.

4.2.7. Цвет макарон

Цвет зерна твердой пшеницы, а в последующем – и цвет макарон, определяется содержанием каротиноидных пигментов. На мировом рынке ценятся макароны янтарного или лимонно-желтого цвета. Янтарная окраска сцеплена с высоким содержанием каротиноидных пигментов в эндосперме зерна, главным образом, лютеинов и ксантафиллов. Хороший золотисто- желтый цвет готовых макаронных изделий обеспечивается при содержании пигментов в зерне не менее 4-4,5 мг/кг (Васильчук Н.С., 2001).

Оценку можно проводить как по желтизне крупки, так и по готовым макаронным изделиям, поскольку существует положительная высокая корреляционная связь между ними (Синицын С.С., Семенова М.В., 1981; Надиров Б.Т. и др., 1988; Янченко В.И. и др., 2001; Васильчук Н.С., 2001). При этом необходимо иметь в виду, что цвет семолины не всегда может служить точным показателем качества

готовых изделий, поскольку фермент липоксидаза в процессе выработки макаронных изделий разрушает часть желтого пигмента (Ирвин Г.Н., 1968; Lamkin W.M. et al., 1981; Delcros J.F. et al., 1998; Feillet P., 2000; Fu B.X. et al., 2017). Поэтому более надежной оценкой является анализ готовых макаронных изделий. Этот признак в большей степени зависит от генотипа, чем от условий выращивания, и наследуемость его очень высокая. Так же установлено, что этот признак могут контролировать гены с сильными аддитивными эффектами (Johnston R.A., Quick J.S., Hammond J.J., 1983; Васильчук Н.С., 2001; Elouafi I et al., 2001; Pozniak C.J. et al., 2007; Мальчиков П.Н., 2009; Colasuonno P. et al., 2019).

Система нерегулярных скрещиваний

По цвету макарон родительские формы различались в 2004 г. от 3,25 баллов – у Гордеiformе 441 до 3,80 балла – у Жемчужина Сибири. В 2005 г. вариация составила от 2,70 до 3,70 баллов (Приложение Д, таблица Д.25).

Цвет макарон у гибридов F_1 в 2004 г. оценивался от 3,23 (Гордеiformе 441 // Shake3/Green18) до 4,00 баллов (Гордеiformе 94-9-1 // Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls5//Tantlol). В 2005 г. у гибридов F_1 лучший цвет макарон наблюдался также в комбинации (Гордеiformе 94-9-1 // Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls5//Tantlol), а у гибридов F_2 – в комбинациях (Гордеiformе 94-9-1 // Sn Turk Mi83-84 375/Nldkls5//Tantlol) и (Жемчужина Сибири / Silver26/Toska26). В наследовании признака F_1 и F_2 проявляются все типы доминирования. Итог анализа комбинационной способности сортов в F_1 и F_2 выявил преимущество аддитивных эффектов генов материнских форм, а также высокое влияние неаддитивных эффектов. В F_2 доля влияния отцовских эффектов снижается (таблица 4.130).

Таблица 4.130 – Анализ вариансы комбинационной способности цвета макарон (F_1 , F_2)

Источник изменчивости	F_1				Среднее по серии опытов F_1		F_2	
	2004 г.		2005 г.				2005 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	0,08*	35,87	0,04*	32,73	0,03*	35,48	0,05*	34,87
ОКС ♂	0,03*	15,88	0,05*	36,90	0,02*	21,95	0,02*	12,45
СКС	0,10*	47,51	0,03*	26,94	0,03*	40,60	0,08*	49,81
Ошибка	0,00	0,74	0,00	3,43	0,00	1,96	0,00	2,87

*F критерий значим при 5% уровне

Коэффициент наследуемости в широком и узком смысле был высоким как в F₁, так и в F₂ (Приложение Д, таблица Д.18). Высокой комбинационной способностью по улучшению цвета макарон обладают образцы: Гордеiforme 94-9-1, Жемчужина Сибири, Омская янтарная, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol (таблица 4.131).

Таблица 4.131 – Эффекты ОКС по цвету макарон

Сорт		F ₁		Среднее по серии опытов F ₁	F ₂ 2005 г.
		2004 г.	2005 г.		
Гордеiforme 94-9-1	♀	0,13	-0,03	0,05	0,01
Жемчужина Сибири	♀	0,12	0,18	0,14	0,19
Гордеiforme 441	♀	-0,28	-0,19	-0,05	-0,22
Омская янтарная	♀	0,08	0,03	0,06	0,13
Омский корунд	♀	0,17	0,12	-0,09	-0,09
Casoar	♂	-0,09	0,03	0,12	-0,12
Shake3/Green18	♂	-0,16	-0,10	-0,11	-0,04
Silver26/Toska26	♂	-0,01	-0,14	0,10	0,03
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol	♂	0,12	0,24	0,03	0,14
Sooty15/Kapude1	♂	0,08	-0,02	-0,04	-0,02
gi-gi		0,02	0,03	0,02	0,03

Наследуемость цвета макарон в сильной степени зависит и от погодных условий, и от сортообразцов, включенных в скрещивания. Генетический контроль определяется действием аддитивных генов материнских и отцовских форм. Исходя из выше изложенного, отбор генотипов по данному признаку довольно эффективен. Коэффициенты наследуемости высокие, как в засушливых, так и во влажных условиях, поэтому отбор форм на улучшение признака можно начинать с более ранних поколений (F₂).

Система топкроссовых скрещиваний

Цвет макарон у родительских форм варьировал от 3,07 баллов (Омский рубин) до 3,62 баллов (Гор. 98-96-3). У гибридов F₁ признак варьировал от 3,08 до 3,58 (таблица 4.132). У гибридов F₂ результаты оценки изменились от 3,00 до 3,75 баллов. Анализ долевого влияния факторов показывает, что вклад изменчивости, вызванной экологическими факторами, составил 22,5-35,6,0%, а доля генотипических особенностей 45,0-56,7%.

Таблица 4.132 – Цвет макарон у родителей и гибридов F₁, F₂, балл (2006-2008 гг.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма						Среднее	
		Омский кристалл		Омская степная		Безенчукская степная			
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Омская янтарная	3,43	3,45	3,20	3,35	3,05	3,42	3,35	3,41	3,20
Омский корунд	3,52	3,58	3,40	3,45	3,40	3,57	3,75	3,53	3,52
Жемчужина Сибири	3,55	3,35	3,10	3,23	3,00	3,37	3,40	3,32	3,17
Гор.95-139-3	3,15	3,25	3,40	3,08	3,35	3,27	3,10	3,20	3,28
Гор.98-96-3	3,62	3,35	3,40	3,37	3,15	3,40	3,25	3,37	3,27
Омский рубин	3,07	3,28	3,30	3,22	3,30	3,25	3,05	3,25	3,22
♂		3,35		3,32		3,58			
среднее	3,39	3,38	3,30	3,28	3,21	3,38	3,32	3,35	3,28

HCP₀₅ = 0,012

Анализ комбинационной способности сортов в F₁ показал, что признак детерминируется преимущественно аддитивными генами с преобладающей ролью материнских форм (таблица 4.133). Причем эти показатели довольно стабильны по годам. В F₂ наряду с превалированием аддитивных эффектов, происходит увеличение влияния неаддитивных. Наследуемость признака высокая (Приложение Д., таблица Д.18).

Таблица 4.133 – Анализ варианс комбинационной способности цвета макарон (F₁, F₂)

Источник изменчивости	2006 г.		2007 г.		2008 г.		По серии опытов	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
F ₁								
ОКС i	0,07*	57,26	0,05*	47,45	0,05*	56,66	0,04*	67,13
ОКС j	0,03*	27,99	0,04*	36,14	0,01*	22,47	0,01*	28,22
СКС	0,01*	11,10	0,01*	13,64	0,01*	17,05	0,001*	2,32
ошибка Е	0,004	3,63	0,003	2,76	0,003	3,805	0,001	2,32
F ₂								
ОКС i	–	–	0,05*	47,51	0,05*	51,87	0,05*	44,14
ОКС j	–	–	0,02*	20,36	0,03*	34,37	0,03*	30,71
СКС	–	–	0,03*	29,71	0,01*	11,32	0,02*	22,79
ошибка Е	–	–	0,00	2,42	0,00	2,43	0,00	2,36

*F критерий значим при 5% уровне

В таблице 4.134 показаны оценки ОКС и СКС по серии опытов и взаимодействие их с условиями среды. Полученные расчеты свидетельствуют о значительном

изменении влияния аддитивных генов родительских форм от условий среды. Исключив, влияние внешней среды можно сказать, что в F_1 и F_2 всё-таки преобладают аддитивные эффекты генов материнских форм.

Таблица 4.134 – Доля варианс комбинационной способности цвета макарон (F_1 , F_2)

Источник варьирования	F_1		F_2	
	ms	%	ms	%
OKC i	0,042*	24,14	0,035*	23,99
OKC j	0,018*	10,15	0,014*	9,53
СКС	0,001*	0,84	0,002*	1,48
Взаимодействие OKC i x год	0,059*	33,58	0,042*	28,72
Взаимодействие OKC j x год	0,035*	19,82	0,032*	22,47
Взаимодействие СКС x год	0,020*	11,15	0,020*	13,55
Случайные отклонения	0,001	0,33	0,000	0,25

*F критерий значим при 5% уровне

Оценки эффектов ОКС свидетельствуют о том, что достоверно улучшают цветовую окраску макарон: Омская янтарная, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский кристалл, Безенчукская степная (таблица 4.135).

Таблица 4.135 – Эффекты ОКС цвета макарон, среднее по серии опытов F_1 и F_2 (2006 -2008гг.)

Сорт		F_1	F_2
Омская янтарная	♀	0,059	0,075
Омский корунд	♀	0,187	0,242
Жемчужина Сибири	♀	0,030	0,108
Гор.95-139-3	♀	-0,146	0,008
Гор.98-96-3	♀	0,026	-0,008
Омский рубин	♀	-0,096	-0,058
Омский кристалл	♂	0,031	0,025
Омская степная	♂	-0,063	-0,067
Безенчукская степная	♂	0,031	0,042
gi-gi		0,023	0,022

На основании анализа комбинационной способности в качестве доноров по улучшению цвета макарон в селекционных программах рекомендуются сорта: Гордеиформе 94-9-1, Жемчужина Сибири, Омская янтарная, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Омский корунд, Омский кристалл, Безенчукская степная.

4.2.8. Устойчивость к стеблевой ржавчине

Стеблевая ржавчина пшеницы, вызываемая биотрофным грибом *Russinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Eriks. et Henn., – опасное заболевание, наносящее серьезный экономический ущерб возделыванию твердой пшеницы. Мониторинг развития возбудителя этой болезни показывает, что наблюдается сильное изменение расовного состава, появляются более агрессивные биотипы (Meshkova L.V., 2006; Yusov V.S. et al., 2018a, 2018b; Gulyaeva E. et al., 2020).

Существует опасность проникновения из стран Ближнего Востока и Средней Азии вредоносной расы стеблевой ржавчины Ug99 (Уганда 99), названной так по месту ее первого обнаружения на Африканском континенте (Шаманин В.П. и др., 2015; Shamanin V.P. et al., 2016; Rsaliyev A.S., Rsaliyev Sh.S., 2018). В 2015 г. в Омской области и соседних с ней районах Р. Казахстана эпифитотия стеблевой ржавчины пшеницы охватила более 1 млн га пашни. Повторилась ситуация и в 2016 г., патоген был обнаружен на всех обследованных полях Северо-Казахстанской области, вследствие чего отмечалось заметное снижение не только урожайности, но и качества зерна (Lapochkina I.F. et al., 2016; Rsaliyev A.S. et al., 2018).

Ученые GRRC определили, что расы *P. graminis* в Омской области имеют необычную вирулентность по сравнению с расами, распространенными в других азиатских и африканских странах. Расы Ug99 и ее биотипов в регионе не обнаружено, а раса TTTTF, выделенная из популяции 2016 года, отличается от «сицилийской» TTTTF (Hovmöller M.S., 2017).

Оценка устойчивости набора линий с известными генами Sr показала, что в 2018 г. иммунными к популяции *P. graminis* в Западной Сибири (Омск) являлись линии с генами: Sr23, Sr31, Sr38. В 2019 г. высокую устойчивость к популяции *P. graminis* продемонстрировали линии с генами Sr38, Sr39, Sr40 и комбинациями генов Sr6, 24, 36 и 1RS-Am, Sr21, Sr31 (Глушаков, Д. А. и др. 2021)

Селекция на устойчивость к болезням – это беспрерывный процесс, А.А. Жученко (2001) указывает, что сорта с генами вертикальной устойчивости только в течение 4–5 лет могут культивироваться без опасности массового поражения.

Устойчивость к стеблевой ржавчине Ug99

Степень поражения стеблевой ржавчиной популяции Ug99 родительских форм варьировала от 5% (Омская янтарная и Бузенчукская степная) до 60-70% (Омский кристалл) и Омская степная. Поражение гибридов составило от 5 до 40% (таблица 4.136). Коэффициенты наследуемости $H^2 = 0,719$ и $h^2 = 0,438$ достаточно высокие.

Таблица 4.136 – Поражение стеблевой ржавчиной Ug99 родителей и гибридов F_1 , Кения, % (2009 г.)

Материнская форма	♀	Отцовская форма			Среднее
		Омский кристалл	Омская степная	Бузенчукская степная	
Омская янтарная	5	40	30	5	25
Омский корунд	10	20	10	10	13
Жемчужина Сибири	30	10	20	15	15
Гор.95-139-3	30	20	20	15	18
Гор.98-96-3	30	20	10	15	15
Омский рубин	30	30	30	20	27
♂		60	70	5	45
среднее	22	23	20	13	–

$HCP_{05} = 3,13$

Анализ комбинационной способности образцов показал, что детерминация признака определяется аддитивными эффектами генов (таблица 4.137).

Таблица 4.137 – Анализ варианс комбинационной способности твердой пшеницы по устойчивости к стеблевой ржавчине Ug99, F_1 , (2009 г.)

Источник изменчивости	ms	%
ОКС ♀	117,01*	27,19
ОКС ♂	233,68*	54,30
СКС	76,60*	17,80
Ошибка	3,04	0,71

*F критерий значим при 5% уровне

По результатам оценки эффектов ОКС в качестве доноров устойчивости к расе Ug99 рекомендуются образцы: Омская янтарная, Жемчужина Сибири, Гордеевформе 98-96-3, Бузенчукская степная (таблица 4.138).

Таблица 4.138 – Эффекты ОКС к стеблевой ржавчине Ug99, F_1 , (2009 г.)

Сорт		F_1
Омская янтарная	♀	-5,97
Омский корунд	♀	5,69
Жемчужина Сибири	♀	-4,02
Гор.95-139-3	♀	-0,69

Окончание таблицы 4.138

Гор.98-96-3	♀	-4,86
Омский рубин	♀	9,30
Омский кристалл	♂	5,13
Омская степная	♂	1,80
Безенчукская степная	♂	-6,94
gi-gi		1,01

Устойчивость к стеблевой ржавчине омской популяции

В 2017 г. поражение родительских форм и гибридов в местных полевых условиях было незначительное от 0,0 % до 10,0% (Приложение Д, таблица Д.26). Поражение в 2018 и 2019 г. увеличилось до 50%. Степень поражения у гибридов F_2 в 2018 г. составила от 15 до 55%, а 2019 году – от 36 до 47%, в F_3 – от 37 до 53%. В исследовании признака в F_1 преобладает сверхдоминирование, а в F_2 и F_3 проявляется депрессивный эффект. Анализ комбинационной способности по устойчивости к стеблевой ржавчине показал: в годы с умеренным проявлением болезни вклад в изменчивость ОКС у гибридов преимущественно вносится аддитивными генами материнских форм, а в годы эпифитотий преимущественно имеют аддитивные гены отцовских и материнских форм. Таким образом, устойчивость может передаваться как от материнской, так и отцовской формы (таблица 4.139).

Таблица 4.139 – Анализ варианс комбинационной способности твердой пшеницы по устойчивости к стеблевой ржавчине омской популяции.

Источник изменчивости	F_1		F_2		F_2		F_3	
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г.	
	ms	%	ms	%	ms	%	ms	%
ОКС ♀	1,11*	56,30	166,00*	49,81	21,24*	37,80	10,36*	24,00
ОКС ♂	0,26*	12,50	115,00*	30,85	28,73*	51,15	26,8*	56,32
СКС	0,55*	26,10	48,80*	13,14	1,74*	6,70	6,82*	14,33
Ошибка	0,17	5,10	2,60	6,20	0,77	4,35	1,11	5,35

*F критерий значим при 5% уровне

По результатам оценки эффектов ОКС в качестве доноров устойчивости к омской популяции *P. graminis* рекомендуются сорта: Горд. 1591д21, Гордеиформе 06-5-3, Омский изумруд (таблица 4.140).

Достаточно высокие коэффициенты наследуемости $H^2 = 0,54–0,790$ и $h^2 = 0,430–0,630$ позволяют проводить отбор на устойчивость при благоприятных условиях, начиная с F_2 .

Таблица 4.140 – Эффекты ОКС по устойчивости к стеблевой ржавчине омской популяции, (F₁, F₂, F₃)

Сорт		F ₁	F ₂	F ₂	F ₃
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г.
Жемчужина Сибири	♀	0,32	-2,32	-1,21	-1,66
Омская Степная	♀	-2,65	-0,66	2,22	0,64
Омский Изумруд	♀	-1,44	-8,80	-1,52	0,90
Горд.01-115-5	♀	2,24	11,76	-1,50	1,99
Омская Бирюза	♀	1,40	1,09	2,81	-1,18
Лавина	♂	-1,84	1,91	2,50	1,31
Горд.06-5-3	♂	2,22	-5,42	-1,10	-2,35
Горд.08-55-5	♂	-1,79	-2,69	1,15	0,28
Горд.08-94-3	♂	2,04	13,63	3,92	6,14
Горд.1591д21	♂	-0,96	-3,49	-4,87	-3,92
Горд.1560д18	♂	-0,69	-5,69	-0,99	-1,71
g _i -g _i		0,39	2,38	0,89	0,37
Коэффициент наследуемости (широкий)		0,54	0,686	0,790	0,751
Коэффициент наследуемости (узкий)		0,43	0,456	0,463	0,630

5. ЗАВИСИМОСТЬ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СТЕБЛЯ ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ У ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

5.1 Влияние норм высева, сроков посева и предшественников на изменение морфологических, анатомических признаков стебля и устойчивости к полеганию сортов твердой пшеницы

В Западно-Сибирском регионе твердая пшеница возделывается в южной лесостепи и степи. Это зоны с дефицитом влаги, с неустойчивым и неравномерным распределением осадков, как по годам, так и в течение вегетационного периода, с ограниченным периодом вегетации. Поэтому выбор оптимальных сроков посева в регионе имеет важнейшее значение в повышении урожайности твердой пшеницы и стабилизации производства высококачественного зерна. С учетом распределения осадков, продолжительности безморозного периода, засоренности полей, технического обеспечения, оптимальные сроки посева твердой пшеницы в южной лесостепи приходятся в большинстве лет на 15-25 мая (Максименко В.П., Бикбулатов Ж., 1960; Кравченко В.Н., Насибулин В.Д., 1974; Летова Г.М., Денисов Д.П., 1984), а в отдельные годы наблюдается преимущество при раннем (4-5 мая) и среднем (15-16 мая) сроках (Ершов В.Л., 2001). Несколько другие результаты получены в работе Ю.Ю. Паршуткина (2022) – рекомендуются оптимальные сроки с 14 по 21 мая по пару и с 14 по 28 мая – по предшественнику зерновые. Оптимальная норма высева по пару – 5,0; по зерновому предшественнику – 4,0 млн. всхожих зерен на га. Для лесостепной и предгорной зон Алтайского края оптимальным сроком посева твердой пшеницы является начало мая (Янченко В.И. и др., 1986). По результатам Т.Н. Ефремовой (2009), в Кузнецкой лесостепи посев твердой пшеницы необходимо производить во второй половине мая для получения агрономической и экономической выгоды с оптимальной нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на гектар.

Правильно выбранный срок посева может удвоить и даже утроить урожайность (Ершов В.Л., 2001; Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2008). Ж.А. Каскараев (2001) пришёл к выводу, что в Северном Казахстане доля влияния сроков посева на урожайность составляет от 12 до 73%. Оптимальными сроками посева являются

такие сроки, которые обеспечивают совмещение критической фазы растений по потребности в воде с максимумом выпадающих осадков. Для пшеницы этот период включает 20 дней до колошения и 10 дней после него.

Несмотря на общий дефицит влаги, в Западной Сибири в отдельные годы наблюдается сильное полегание твердой пшеницы, которое вызывает недобор зерна, снижает качество, поскольку его формирование происходит в неблагоприятных условиях.

В основу выбора оптимальных сроков в условиях Западной Сибири, прежде всего, закладывается многолетний максимум осадков за определенный период вегетации и критический период культуры по влагообеспеченности. Средний многолетний максимум осадков приходится на I и II декады июля. Однако доля ливневых дождей с их случайным распределением по территории очень высока (Ананьев В.А., 1974; Макаров А.Р., 1972), поэтому определенная доля риска неизбежна. Кроме того, необходимо учитывать биологические особенности твердой пшеницы: критический период по влагообеспеченности приходится на период от выхода в трубку до колошения; твердая пшеница более требовательна к тепловому режиму во вторую половину вегетации. При среднесуточной температуре воздуха ниже 16°C энергии прорастания и всхожесть существенно понижаются. При дальнейшем снижении температуры фактически прекращается накопление сухого вещества в зерне, а энергия и всхожесть семян снижаются до уровня не кондиционных. Поэтому сроки посева оказывают заметное влияние на качество семян. Первостепенное влияние на биологическую полноценность семян оказывают температуры в период формирования, налива и дозревания зерновки. Если в эти периоды среднесуточная температура воздуха составляет + 18-21°C, то семена будут иметь высокую всхожесть и энергию прорастания (Носатовский А.И., 1965; Реймерс Ф.Э., 1974).

Известно, что изреженные посевы сильнее страдают от сорняков, вредителей, в них больше побегов кущения, которые, расходуя влагу и питательные вещества в отдельные годы, не формируют нормальный колос и хорошее зерно. Слишком загущенные посевы во влажные годы сильнее полегают, а при недостатке влаги в почве страдают от засухи (Иванов П.К., 1971).

Уменьшение норм высева предполагается в качестве одного из агротехнических приемов предотвращения полегания растений (Гальченко И.Н., 1954; Ильинская-Центилович М.А., 1962; Пасечнюк А.Д., 1972). Такие рекомендации обычно подтверждаются примерами, которые, как правило, не отражают явления в целом и не принимают в расчет специфические особенности сорта. Положительное влияние предшественников определяется их биологическими свойствами, агротехнической, местными почвенно-климатическими условиями и их различная роль в урожайности обусловлена особенностями водного, пищевого режимов и засоренности почвы после данной культуры. Эффективность одного и того же предшественника может меняться в разных природных и хозяйственных условиях.

Лучшим предшественником для твердой пшеницы является чистый пар (Савицкая В.А. и др., 1987; Янченко В.И. и др., 1986; Бебякин В.М. и др., 1983; Производство..., 2010). Однако в опытах В.Л. Ершова (2001) урожайность твердой пшеницы по пару была ниже, чем по гороховоовсяной смеси; показано, что экономически выгоднее возделывать эту культуру после однолетних трав. В условиях лесостепи и предгорных районов Алтайского края так же отмечена положительная роль паро-занимающих культур – донника, эспарцета, викоовсяной смеси (Янченко В.И. и др., 1986; Розова М.А. и др., 2013).

Изучение влияния норм высева на изменение анатомо-морфологических признаков стебля, в связи с устойчивостью к полеганию, проводилось в основном на озимой пшенице и ячмене. По твердой пшенице такие исследования, в условиях Западной Сибири не известны, также не существует единого мнения в определении оптимального срока посева.

Экспериментальная часть работы проводилась в три этапа на опытных полях СибНИИСХ (г. Омск) южной лесостепной зоны.

В первом этапе с 1997 по 1999 гг. изучалось 11 образцов (Омский рубин, Алтайская нива, Ангел, Аметист, Омская янтарная, Саратовская золотистая, Леукурум 71-5-1, Гордеiformе 9-2, Леукурум 90-8-4, Гордеiformе 90-156-1, Харьковская 37 по двум предшественникам (пар и однолетние травы) в двух сроках по-

сева 16 и 26 мая с нормой высева 4,5 млн. всх. зёрен. Нами установлено, что анатомо-морфологические признаки по-разному реагируют на сроки посева и предшественники. Во втором сроке посева по пару идет увеличение длины первого междоузлия, длины стебля, соотношения длины к диаметру стебля, толщины механической ткани. Остальные признаки существенно не изменяются. По непаровому предшественнику происходит снижение длины стебля и толщины междоузлий и их узлов. При этом проявляется сортовая специфичность по сочетанию отдельных элементов. Морфологические элементы более постоянны, чем анатомические, в зависимости от сроков и предшественников (Юсов В.С., 2001).

Во втором этапе (2006 по 2010 гг.) изучались сорта: Омская янтарная, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский кристалл и Омская степная, а в третий (2014 и 2015 гг.): Омская янтарная, Омский циркон, Жемчужина Сибири, Омский изумруд и Омская бирюза, в трех сроках посева 15-16, 22-23 и 27-28 мая с нормой высева 3,5; 4,5 и 5,5 млн. всх. зёрен.

Анализ средних показателей морфологических элементов за 2006-2015 гг. показал, что увеличение нормы высева наиболее сильно оказывает влияние на удлинение нижних междоузлий, повышение длины стебля и верхнего междоузлия. Так же загущение посевов вызывает уменьшение диаметров и толщины узлов первого и второго нижних междоузлий. В следствие этого увеличилось полегание твердой пшеницы (рис. 5.1; Приложение Е, табл. 1, табл. 2). При этом наблюдаются четкие сортовые особенности. В период изучения в 2006-2010 гг. у сортов Омский корунд и Омский кристалл с увеличением нормы высева существенно возрастает длина стебля на 4,1-4,9 см; длина первого надземного междоузлия – на 0,42-0,72 см, в то время как у Омской янтарной этот признак укорачивается. У остальных сортов различия не существенны.

Длина верхнего междоузлия увеличилась на 2,4-2,7 см у сортов Омский корунд, Омский кристалл, Омская степная. Длина второго междоузлия у всех сортов возросла на 0,6-1,1 см. Снижение диаметра первого междоузлия на 0,06 мм произошло при норме 4,5 млн. у Омского кристалла, а у сорта Жемчужина Сибири оно увеличилось на эту же величину при норме 5,5 млн., при отсутствии вариабельности по

остальным сортам. Диаметр второго междоузлия при загущении возрос на 0,06 мм у сортов Омская янтарная, Омский корунд и понизился у сорта Омская степная. Толщина узла первого междоузлия снизилась на 0,08-0,15 мм у всех сортов, за исключением сорта Омский корунд при норме 5,5 млн., а второго междоузлия, у сортов Омский кристалл, Жемчужина Сибири (0,13-0,16 мм) с повышением на 0,08 у сорта Омская янтарная.

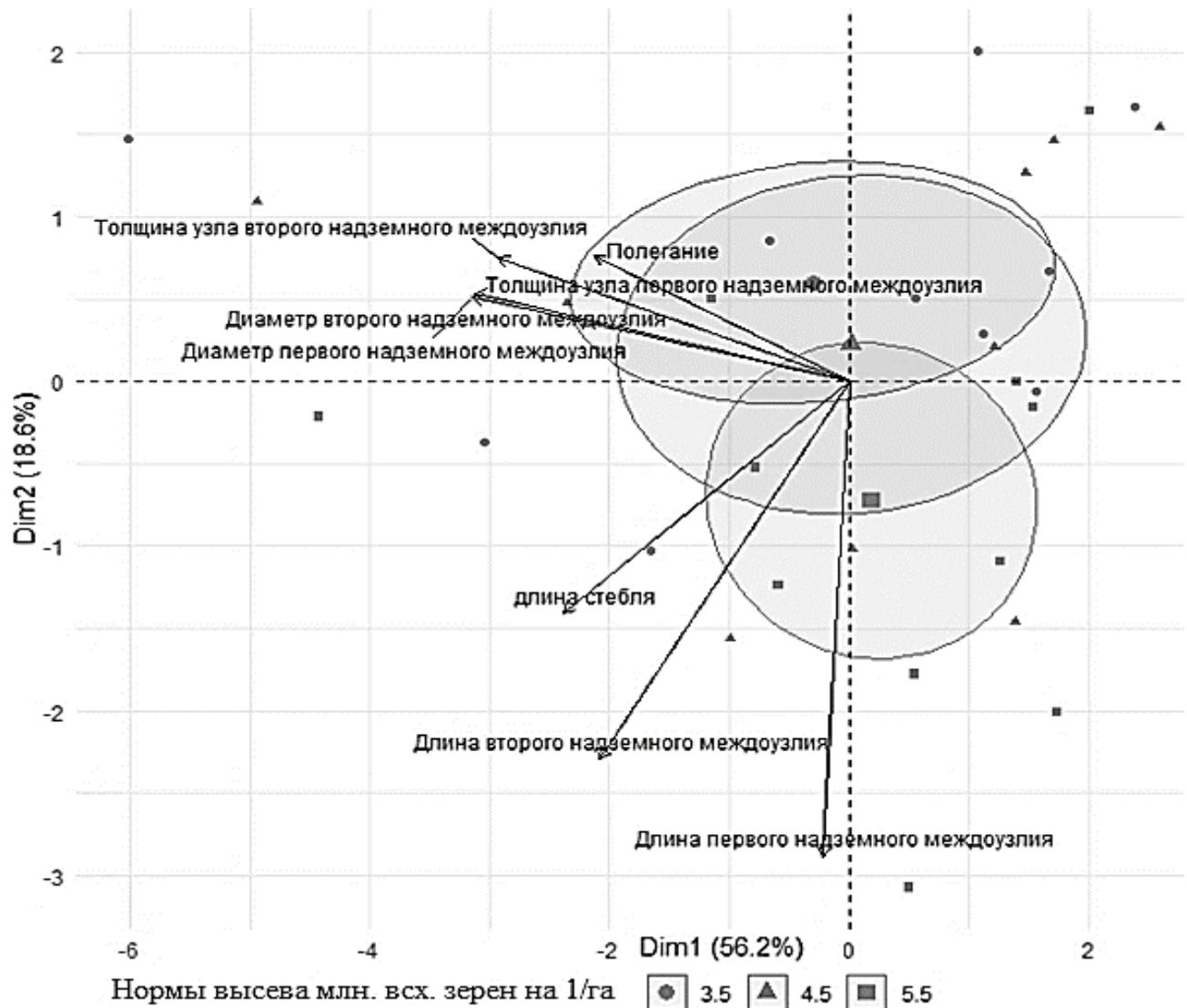


Рисунок 5.1 – Распределение морфологических признаков стебля твердой пшеницы в зависимости от нормы высева в плоскости главных компонент, (2006–2015 гг.)

В опыте 2014 и 2015 гг. удлинение стебля на 3,8 см наблюдалось только у Жемчужины Сибири при норме 4,5 млн. и, наоборот, у Омской янтарной длина стебля сократилась на 3,3 и 4,4 см в вариантах 4,5 и 5,5 млн. соответственно (Приложение Е, табл. Е 2). Длина первого междоузлия возросла на 0,42-0,52 см у сортов

Жемчужина Сибири и Омский изумруд. Длина второго междоузлия у Жемчужины Сибири увеличилась на 0,8 см при 4,5млн., у Омского циркона сократилась на 0,82 см при 5,5 млн. реакция остальных сортов была не существенной. Наибольшее понижение диаметра 1-го междоузлия наблюдалось у сортов Омский циркон – -0,12 мм, Омский изумруд – -0,11мм, при норме 5,5 млн. и Омская бирюза – -0,12 мм при 4,5 млн. Диаметр второго междоузлия снизился на -0,09 – -0,17 мм при загущенном посеве у всех сортов, за исключением Жемчужины Сибири, у которой он повысился на 0,06 мм. Толщина узла первого и второго междоузлия уменьшалась у всех сортов при постепенном повышении нормы высеава.

В наших исследованиях возрастание нормы высеава повлекло за собой увеличение толщины склеренхимы у всех сортов, кроме Омской янтарной, при этом максимальное увеличение достигалось при норме 5,5 млн. всх. зерен, особенно у Омского изумруда (на 136,7 мкм) (Приложение Е, табл. Е 5).

Толщина выполненной части стебля так же изменяется при загущенном посеве. Неустойчивый к полеганию сорт Омский циркон с увеличением нормы высеава уменьшает толщину выполненной части стебля, особенно при норме высеава 4,5 млн. всх. зерен. Среднеустойчивые сорта Жемчужина Сибири и Омская бирюза увеличивают значение признака с повышением нормы на 12,6-16,5 мкм при 4,5 млн., но при максимальной норме она начинает снижаться. Наиболее выраженно увеличение толщины выполненной части (34,5 мкм) у устойчивого к полеганию сорта Омский изумруд.

Количество проводящих пучков в склеренхиме в зависимости от нормы высеава почти не меняется. Исключение составляет сорт Омский изумруд, у которого происходит незначительное увеличение проводящих пучков (на 3 пучка). Общее количество проводящих пучков так же изменяется незначительно и зависит от сортовых особенностей: у Омской янтарной загущение не влияет на количество проводящих пучков; Омский циркон увеличивает на 3-4 пучка по сравнению с разреженным посевом; Жемчужина Сибири при загущении незначительно снижает количество пучков; более резко реагирует на повышение нормы высеава сорт Омский изумруд (на 4-6 пучков).

По срокам посева твердой пшеницы проявляется четкая закономерность снижения устойчивости к полеганию от первого срока посева к третьему (рис. 5.2.; Приложение Е, таблица Е 3, 4, 6). Изменение же морфологических признаков стебля зависит от сортовых особенностей. Так длина стебля у сортов Омская янтарная и Жемчужина Сибири, Омская степная в 2006-2010 гг. изменялась в сторону увеличения от 1 до 3 срока посева (до + 2,8-4,6 см), а у сортов Омский корунд и Омский кристалл во втором сроке посева снижалась по сравнению с первым и третьим, а в третьем возрастала (до 6,7-10,5 см).

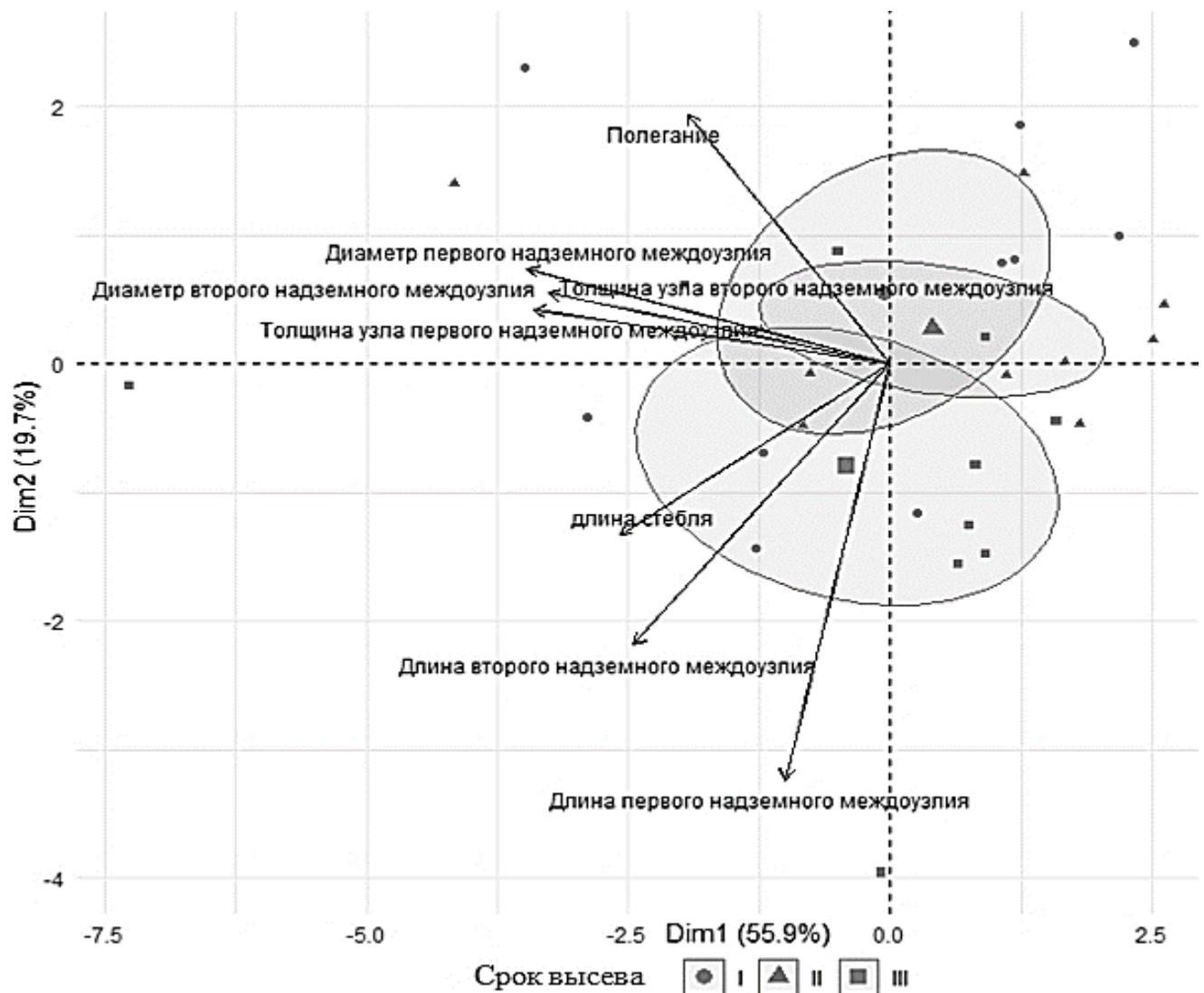


Рисунок 5.2 – Распределение морфологических признаков стебля твердой пшеницы в зависимости от срока посева в плоскости главных компонент, (2006–2015 гг.)

По длине верхнего междоузлия у всех сортов, за исключением Омской степ-

ной, проявляется закономерность удлинения признака в третьем сроке и незначительное укорачивание при втором сроке посева от первого.

Длина 1-го и 2-го междоузлия в среднем по группе сортов также увеличивается от раннего к позднему сроку посева. Однако сортовые различия и здесь имеют свое место, сорт Омский корунд, наоборот, укорачивает междоузлия при втором сроке посева (на 0,41-0,67 см). Изменения диаметров 1-го и 2-го междоузлия в зависимости от сроков посева в среднем по группе сортов не наблюдается. Если характеризовать каждый сорт в отдельности, то у Омской янтарной и Жемчужины Сибири диаметр 1-го междоузлия возрастает на 0,06-0,07 мм в третьем сроке. Диаметр 2-го междоузлия у сортов Омская янтарная, Омский корунд во втором сроке снижается, а в третьем сроке увеличивается на 0,08 мм.

По толщине узлов обоих междоузлий снижение прослеживается у сортов Омский кристалл, Жемчужина Сибири в третьем сроке на 0,09-0,13 мм, а у Омской степной – увеличение на 0,06-0,08 мм. В 2014 и 2015 гг. длина стебля у всех сортов, за исключением Жемчужины Сибири, в последнем сроке увеличилась на 5,7-8,6 см (Приложение Е, табл. 4). Длина обоих нижних междоузлий возросла на 0,9-2,5 см у Омского изумруда в позднем сроке, у сортов Омский циркон, Жемчужина Сибири, Омская бирюза, наоборот, понизилась от 0,5-0,7 см у первого, и 0,8-1,8 см – у второго междоузлия.

Диаметр обоих междоузлий увеличился у Омского изумруда на 0,2 мм, но произошло снижение на 0,7 и 0,9 мм у сорта Омская бирюза. Утолщение узла первого междоузлия до 0,3 мм произошло у сорта Омский изумруд, у Жемчужина Сибири – до 0,15 мм, во втором и третьем сроке и у Омской бирюзы во втором – до 0,2 мм. Толщина второго узла в третьем сроке также возросла на 0,1 мм у Омского изумруда и сократилась у сортов Омская янтарная, Омский циркон, Омская бирюза на 0,06-0,12 мм.

Из всех изученных признаков больше всего изменяются толщина выполненной части стебля и толщина склеренхимы. Толщина склеренхимы уменьшается у всех сортов к более позднему сроку, однако можно выделить сорт Омский изумруд, у которого эти изменения минимальны. Толщина выполненной части стебля так же

варьирует в зависимости от сорта, наибольшее снижение наблюдается у сортов Омский циркон и Омская бирюза и увеличивается признак у сорта Омская янтарная. Количество проводящих пучков в склеренхиме в зависимости от срока посева почти не изменяется. Общее количество проводящих пучков, в среднем по всем сортам, изменяется также незначительно, но у сортов Омская янтарная, Омский циркон, Омская бирюза оно выросло на 4-6 пучков в позднем сроке, а Омского изумруда и Жемчужины Сибири снизилось на 3-4 пучка.

Таким образом, на основании выше приведенных результатов можно сделать следующее заключение. У твердой пшеницы наблюдается сортовая специфика устойчивости к полеганию, обусловленная различными вкладами морфологических признаков. Снижение норм высеива не всегда приводит к большей устойчивости твердой пшеницы к полеганию, зато более поздние сроки посева однозначно ведут к полеганию, т.к. Происходит удлинение первого и второго междуузлия, и в целом длины стебля, изменение остальных показателей зависит от особенностей сорта. Поэтому, только изучив биологические особенности каждого сорта, можно снизить вред, наносимый этим явлением. Для посева на товарное зерно в южной лесостепи Западной Сибири можно рекомендовать: Жемчужину Сибири высевать с 15 до 27 мая с нормой от 4,5 до 5,5 млн. всх. зерен на гектар; Омскую янтарную, Омский корунд – с 15 до 22 мая с нормой 4,5 млн. всх. зерен на гектар; Омскую степную – 15 - 22 мая с нормой 4,0 млн. всх. зерен на гектар; Омский изумруд – 15 -18 мая с нормой 4,5 млн. всх. зерен на гектар.

5.2. Динамика формирования основных морфологических элементов стебля, обуславливающих устойчивость к полеганию

У пшеницы наблюдаются определенные закономерности в последовательности роста отдельных междуузлий. Обычно растут не более двух междуузлий одновременно, причем интенсивный рост следующего междуузлия начинается тогда, когда заканчивается рост предыдущего. Для роста стебля необходимы определенные условия освещения, длины дня, температуры. При дефиците влаги или резком понижении температуры воздуха рост очередного междуузлия приостанавливается.

ется, и оно остается укороченным (Куперман Ф.М., 1984). При стеблевом полегании стебель, чаще всего, изгибаются в первых двух надземных междуузлиях и к моменту колошения длина их уже полностью сформирована.

Все изучаемые сорта по степени полегания и высоте растений можно разделить на несколько групп: короткостебельные устойчивые к полеганию – Mexicali 75, Yavaros 79, Kucuk; среднестебельные устойчивые к полеганию – Жемчужина Сибири, Омский рубин, Безенчукская короткостебельная, Омская янтарная, Омский корунд; среднестебельные неустойчивые к полеганию – Саратовская золотистая, Casoar, Дамсинская янтарная, Алтайская нива.

В изучаемом наборе сортов средняя длина 1-го надземного междуузлия колебалась от 2,39 до 3,96 см, а 2-го – от 3,70 до 8,83 см. Наименьшую длину первого и второго междуузлия формировали короткостебельные сорта Mexicali 75, Yavaros 79, Kucuk (табл.5.1).

Различия между сортами в этой группе составляли соответственно 0,5 и 0,8 см. Среди среднестебельных образцов, сортовые особенности в формировании длины 1-го и 2-го междуузлия проявлялись значительно сильнее. Среди устойчивых к полеганию они достигали по 1 междуузлию 0,6 см и 2,5 см – по второму. В группе полегающих сортов отмечены отличия 0,8 и 1,6 см соответственно.

Из приведенных данных видно, что длина междуузлия, особенно 2-го, не является решающим элементом устойчивости к полеганию, поскольку сорт Омский рубин, формирующий самое длинное междуузлие, является устойчивым, а Саратовская золотистая с коротким междуузлием полегает. Существенные изменения длины междуузлий по годам исследований были характерны для всех сортов не зависимо от группы. Наиболее выраженными они были в 1-ой группе у сорта Yavaros 79 (1,4 см), во 1-ой – у Омского рубина (1,4 см), в 3-ей – у Саратовской золотистой (1,3 см).

Варьирование длины 2-го междуузлия в первой группе было наибольшим у Mexicali 75 – 0,8 см; во 2-ой – у Омского рубина – 3,0 см, у Омской янтарной – 2,7 см; в 3-ей – у Алтайской нивы – 2,3 см.

Таблица 5.1 – Особенности формирования длины первого и второго междоузлия, (2005-2007 гг.)

Сорт	Полегание, балл	Длина стебля, см	Длина 1-го надземного междоузлия, см				Длина 2-го надземного междоузлия, см			
			2005 г.	2006 г.	2007 г.	средняя	2005 г.	2006 г.	2007 г.	средняя
Короткостебельные, устойчивые к полеганию										
Mexicali75	5,00	46,97	3,10	2,86	2,59	2,85	4,94	4,20	4,10	4,41
Yavaros79	5,00	43,13	3,15	1,75	2,30	2,40	3,95	3,45	3,70	3,70
Kucuk	5,00	44,73	2,41	2,35	2,40	2,39	4,70	4,60	4,10	4,47
Среднее по группе	5,00	44,94	2,89	2,32	2,43	2,55	4,53	4,08	3,97	4,19
Среднестебельные, устойчивые к полеганию										
Омский рубин	4,77	83,87	4,50	3,10	4,10	3,90	8,70	7,40	10,40	8,83
Омская янтарная	4,67	74,40	4,15	3,50	4,09	3,91	8,30	5,55	6,65	6,83
Омский корунд	4,50	86,95	3,95	3,25	3,87	3,69	8,10	7,09	8,45	7,88
Жемчужина Сибири	4,90	75,83	3,60	2,85	4,20	3,55	6,40	5,55	7,05	6,33
Безенчукская короткостебельная	4,80	70,47	3,54	3,30	3,11	3,32	6,55	6,14	6,20	6,30
Среднее по группе	4,73	78,30	3,95	3,20	3,87	3,67	7,61	6,35	7,75	7,23
Среднестебельные, не устойчивые к полеганию										
Дамсинская янтарная	4,20	81,73	3,31	3,10	3,00	3,14	7,30	7,25	7,13	7,23
Casoar	4,10	79,87	3,60	3,40	3,10	3,37	8,90	7,15	8,20	8,08
Алтайская нива	4,33	79,88	4,10	2,85	4,05	3,67	8,20	5,85	7,64	7,23
Саратовская золотистая	3,67	78,33	4,60	3,93	3,34	3,96	6,05	6,60	6,90	6,52
среднее по группе	4,08	79,95	3,90	3,32	3,37	3,54	7,61	6,71	7,47	7,27
Среднее по выборке	4,62	70,51	3,67	3,02	3,35	3,34	6,84	5,90	6,71	6,48
HCP ₀₅			0,11	0,17	0,15	0,14	0,23	0,28	0,27	0,24

Однако для всех сортов характерно уменьшение длины первого и второго междоузлия в засушливых условиях и удлинение – во влажных, поскольку корреляция длины междоузлий и влагообеспеченности в период интенсивного роста очень высокая – $r=0,779-0,827$ (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Корреляция между параметрами междуузлий и метеофакторами, среднее 2005-2007 гг.

Метеофактор	Период	Междоузлия			
		длина 1-го	диаметр 1-го	длина 2-го м	диаметр 2-го
Сумма осадков	май	0,932	0,969	0,958	0,552
	июнь +1 декада июля	0,779	0,998	0,827	0,778
Температура воздуха	май	0,254	-0,359	0,175	-0,592
	июнь +1 декада июля	-0,943	-0,960	-0,967	-0,925

$$Sr_{05}=0,31$$

На рост междуузлий оказывает влияние не только наличие влаги, но и температурный режим. Высокая отрицательная корреляция длины обоих междуузлий со среднесуточной температурой воздуха прослеживается на протяжении всех лет изучения. Подтверждением этому являются условия 2007 года, когда наблюдалось снижение температуры в период интенсивного роста междуузлий, и особенно это сказалось на скороспелых сортах Омская янтарная, Саратовская золотистая, Алтайская нива.

Изгиб первых двух надземных междуузлий также зависит от их толщины. Фактически диаметры нижних междуузлий увеличиваются по нарастающей. Но нижние междуузлия характеризуются более мощной толщиной стенки соломины и самым сильным одревеснением. Согласно исследованиям, наиболее устойчивыми к стеблевому полеганию являются растения с наибольшим диаметром соломины (Ильинская-Центилович М.А., Гурьев Б.П., 1957; Струцовская Е.С., 1966; Юсов В.С., 2001).

Динамика формирования диаметра 1-го и 2-го междуузлия представлена на рисунках 5.3 и 5.4. В изучаемом наборе сортов диаметр 1-го надземного междуузлия колебался в среднем от 1,82 до 2,25 мм, а 2-го – от 1,97 до 2,58 мм. Проведенные исследования показали, что основной рост первого и второго надземного междуузлия в толщину происходит до фазы колошения, и лишь незначительная часть прироста (в пределах 5-10%) приходится на межфазный период колошение восковая-спелость.



Рисунок 5.3. – Динамика формирования толщины первого надземного междоузлия, мм

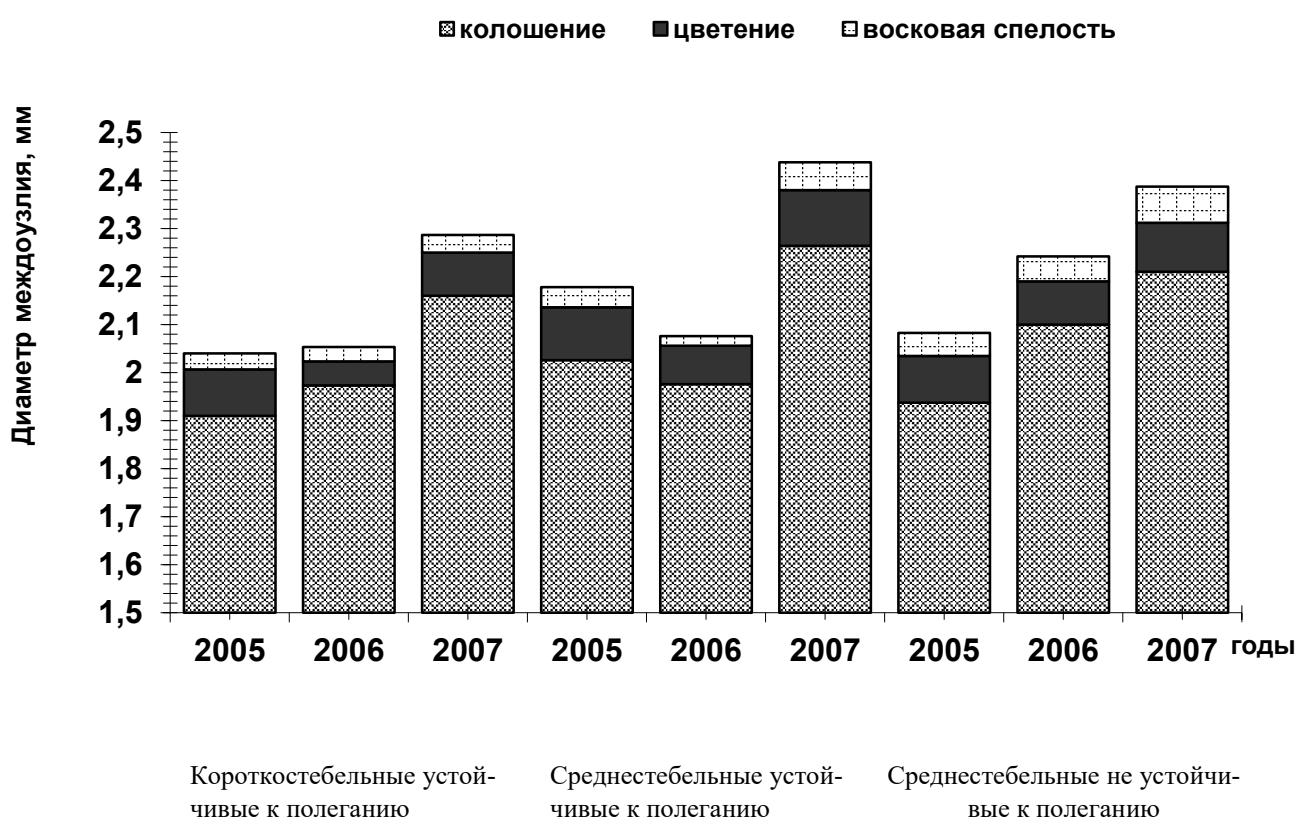


Рис. 5.4 – Динамика формирования толщины второго надземного междоузлия, мм

При сравнении динамики прироста механических тканей, видно, что наибольший прирост наблюдается у 1-го надземного междоузлия в период колошение-цветение.

Это связано с наибольшей нагрузкой, приходящейся на 1-е надземное междоузлие и, начиная с фазы цветения до восковой спелости, происходит их одревеснение. Наиболее сильно это проявляется у короткостебельных сортов и сортов, устойчивых к полеганию. Сорта подверженные полеганию продолжают формирование механических тканей до фазы восковой спелости. Такие же закономерности проявляются и по второму надземному междоузлию. При этом толщина 2-го междоузлия всегда больше, чем 1-го. Существенное влияние на динамику формирования толщины 1-го и 2-го надземного междоузлия оказывает обеспеченность влагой и температурный режим.

Чем больше обеспеченность влагой, тем толще формировались междоузлия, независимо от типа полегания. Высокая среднесуточная температура воздуха в период их основного роста оказывает отрицательное воздействие на толщину междоузлий ($r = -0,925-0,960$).

В результате проведенных исследований выяснено, что длина первого и второго междоузлий в сильной степени зависит от сортовых особенностей. Основное 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 сильно степени оказывают влияние погодные условия.

6. СЕЛЕКЦИОННОЕ УЛУЧШЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

6.1 История, итоги и перспективы селекции

Селекционная работа по твердой пшенице в Западной Сибири прошла несколько этапов. Начало положено в 1911 г. известным сибирским агрономом Н.Л. Скалозубовым, который для этой цели организовал в Курганском уезде в хозяйстве Л.Д. Смолина селекционную станцию. После его смерти, в 1915 г. весь материал был передан в Омск. Осенью 1917 г. Омское сельскохозяйственное общество, взявшее на себя заботы по созданию Западно-Сибирской селекционной станции, в качестве организатора и руководителя пригласило В.В. Таланова. Основой селекционного фонда явился материал Н.Л. Скалозубова и селекционные линии, привезенный В.В. Талановым с Екатеринославской селекционной станции (Берг В., 1931).

Первым сортом яровой твердой пшеницы, созданным на Западно - Сибирской станции, был Гордеiforme 10. Он был получен путем отбора из сорта Ноэ (Гущин Н.В., 1961). Гордеiforme 10 был районирован с 1929 года и долгое время оставался основным сортом в регионе и возделывался до 1960 года. В довоенные годы площади его по стране достигали почти 1 млн. гектаров (Евдокимов М.Г., 2006).

Второй сорт твердой пшеницы, созданный А.В. Вараксиным и Г.П. Высокосом путем индивидуально-семейственного отбора из Кахетинской ветвистой пшеницы (разновидности церрулесценс), получил название Черноколоска 1. Сорт был районирован с 1960 г. для степной зоны Омской области, но большого распространения не получил и находился в районировании до 1965 г. (Вараксин А.В., Высокос Г.П., 1957).

После длительного перерыва с 1978 г. начинается второй этап селекции твердой пшеницы, связанный с именем известного селекционера В.А. Савицкой. В этот период селекция была направлена на создание засухоустойчивых и жаростойких сортов степного экотипа, а также интенсивных сортов лесостепного экотипа,

устойчивых к весеннеи и раннелетней засухе. Все сорта должны быть комплексно-устойчивы к основным заболеваниям и иметь отличное качество макарон. Основной метод селекции твердой пшеницы в этот период – сложная внутривидовая и межвидовая гибридизация с использованием местного материала, в качестве материнских форм и экологически отдаленных отцовских компонентов (засухоустойчивые и жаростойкие полбы-двузернянки Эфиопии, жаростойкие образцы Алжира, Марокко, Австралии, высокопродуктивные сорта США и Канады).

В 1975 году в государственное испытание был передан сорт Алмаз. В 1979 году он был районирован в Омской области, а в период 1980-1982 гг. – в Алтайском Крае, Кокчетавской, Курганской, Кустанайской областях и в Татарстане. Посевные площади в отдельные годы достигали 340 тысяч га. В 1991 году был районирован сорт Омский рубин в Северо-Казахстанской области, а с 1992 года – в Омской, Кустанайской, Пермской, Кокчетавской областях. В 1994 году был передан в государственное испытание сорт Ангел. По результатам двухлетнего испытания он был внесен в Государственный реестр с 1997 г. по Западно-Сибирскому, а позднее – и по Восточно-Сибирскому региону (Евдокимов М.Г., 2006).

С 1999 года начался третий этап селекции яровой твердой пшеницы. В этот период стратегия селекции яровой твердой пшеницы в Западно-Сибирском регионе предусматривала создание сортов различных типов спелости, с благоприятным сочетанием межфазных периодов, засухоустойчивых, с низким поражением или устойчивых к болезням и вредителям, способных в отдельные годы противостоять полеганию и прорастанию, отвечать требованиям ГОСТ по качеству зерна и макарон. В 1999 году по результатам двухлетнего испытания был включен в Государственный реестр по Западно-Сибирскому, а с 2000 года – по Уральскому региону сорт Омская янтарная (Евдокимов М.Г., Колмаков Ю.В., 1999).

После успешного изучения в ГСУ, в 2003 году был районирован по Западно-Сибирскому региону сорт Омский корунд. В 2006 г. по 9,10,11 регионам был зарегистрирован в Госреестре РФ сорт Жемчужина Сибири, с 2009 г. сорт районирован в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан (Евдокимов М.Г. и др.,

2011). С 2012 года включен в Государственный реестр РФ по 11 региону сорт Омская степная. Этот сорт районирован также в Павлодарской области Республики Казахстан.

С 2014 г. в Государственный реестр РФ по 10 региону включен сорт Омский изумруд, а позднее – в Госреестр Республики Казахстан и рекомендован для возделывания в Северо-Казахстанской области (Юсов В.С., и др., 2011).

С 2017 года начался четвертый этап селекции яровой твердой пшеницы в «Омском АНЦ». В 2023 году по 10 и 11 региону был районирован сорт Омский лазурит.

В 2021 г. по 10 региону был районирован сорт Омский коралл, сочетающий в себе высокую продуктивность, адаптивность, устойчивость к стеблевой ржавчине местной популяции и race Ug99 с отличными макаронными свойствами (Юсов В.С. и др., 2021; Евдокимов М.Г. и др., 2022).

В настоящее время 7 омских сортов твердой пшеницы включено в Государственный реестр селекционных достижений. Получено 10 авторских свидетельств и 10 патентов на сорта в РФ и 4 патента – в Республике Казахстан.

В связи с внедрением европейскими макаронными фабриками, а в последние годы и российскими переработчиками, высокотемпературной и сверхвысокотемпературной сушки макарон, ими стали предъявляться дополнительные требования к качеству клейковины. Переработчикам потребовались сорта с более сильной и эластичной клейковиной. С 2023 г. на ГСУ РФ испытываются сорта Омский малахит, а с 2024 – Омский топаз. Основное достоинство генотипов – адаптивность, высокая урожайность и качество зерна (с хорошей физической силой клейковины), наличие неидентифицированных генов устойчивости к твердой головне, бурой ржавчине, мучнистой росе.

Основными направлениями в селекции яровой твердой пшеницы на ближайшую перспективу являются:

- дальнейшее повышение урожайности сортов путем оптимального соотношения элементов структуры урожая, длительности межфазных периодов; адап-

тивности к засухе, экологической пластиности и стабильности. Лучшее сочетание взаимодействия генотипа с окружающей средой ($G \times E$) и механизмов адаптации твердой пшеницы;

- создание сортов, способных противостоять натиску болезней, в первую очередь листовых грибных (стеблевой и бурой ржавчине, мучнистой росе), колосовых (септориоз, фузариоз, гельминтоспориоз), а также бактериальных (бактериоз). Поиск новых нерассоспецифических генов устойчивости к стеблевой и бурой ржавчине. Большинство известных Sr и Lr генов относятся к группе, так называемых проростковых генов. Они все являются расоспецифическими и только единичные из них контролируют устойчивость, как проростков, так и взрослых растений. Пирамидирование нескольких генов расоспецифической устойчивости теоретически обеспечат длительную устойчивость растений;
- создание сортов с высоким качеством зерна и макаронных свойств – продукция должна соответствовать всем требованиям по содержанию белка и клейковины и ее качеству, стекловидности, цвету макаронных изделий (с янтарным оттенком);
- поиск правильного соотношения ростовых процессов, функций корневой системы и фотосинтетического аппарата для условий Западной Сибири;
- в отдельные годы, несмотря на континентальность климата, наблюдается полегание растений, которое приводит к снижению урожайности и качества зерна. Поэтому на перспективу – создание сортов, устойчивых к полеганию остается актуальным.

6.2 Методы создания, отбора и оценки селекционного материала

Основным методом селекционной работы с яровой твердой пшеницей в Сибири является внутривидовая гибридизация с последующим направленным отбором растений и оценкой их по потомству (Программа работ..., 1990; Программа работ..., 2011). За годы исследований нами проведена гибридизация в объеме 2747 гибридных комбинаций скрещиваний, получено 193868 гибридных зерен. Для достижения выше перечисленных объемов нами в скрещивания было использовано

839 родительских компонентов. Из них число образцов мировой коллекции ВИР и ЭСИ составило 169 или (19,8%), СИММИТ - 81 (9,5%), а КАСИБ -56 (6,6%). Следует отметить, что среди исходного материала 64% образцов составляли линии собственной селекции, как база, адаптированная к местным условиям (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Объемы скрещиваний, проводимых в годы исследований, и количество использованных исходных форм различного происхождения, шт.

Количество, шт	Период проведения скрещиваний			Итого
	2000-2009 гг.	2010-2019 гг.	2020-2022 гг.	
Комбинаций скрещиваний	1287	1053	407	2747
Сортов и линий Омской селекции	226	254	66	546
Образцов мировой коллекции ВИР и ЭСИ	79	45	45	169
Образцов СИММИТ	35	35	11	81
Образцов КАСИБ	38	10	8	56
Получено гибридных зерен	112167	67019	14682	193868

В зависимости от задач селекции, использовали различные типы скрещиваний. При планировании скрещиваний принимали также во внимание устойчивость родительских форм к полеганию и болезням, качеству зерна и макарон. По каждому направлению работ использовали специфические источники и доноры признаков, в том числе выявленные в процессе наших исследований. Успех комбинационной селекции в значительной степени зависит от удачного подбора родительских форм для гибридизации. Зачастую при скрещиваниях хозяйствственно-ценные признаки не всегда передаются потомству, а также многие инорайонные образцы – ценные по отдельным признакам, имеют низкую адаптивность к условиям Западной Сибири. Поэтому перед включением генотипов в гибридизацию желательно изучить их по комплексу хозяйственно - ценных признаков и в местных условиях выявить их донорские свойства. При создании сортов твердой пшеницы широко использовался принцип экологической отдаленности и генетической дивергенции исходного материала. При анализе результатов селекции яровой твердой пшеницы, обращает на себя внимание тот факт, что из всех используемых в качестве родительских форм образцов, высокую сортообразующую способность проявили лишь немногие (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Оценка сортов яровой твердой пшеницы по сортообразующей способности (1991-2022 гг.)

Сорт (линия)	Количество комбинаций, с участием сорта, шт.	Отобрано линий			PBV, %		Создано сортов и перспективных линий, шт
		СП-1	СП-2	КСИ	к СП-2	к КСИ	
Горд. ЗЛ35-2	61	1600	158	30	9,9	1,9	7
Горд.90-37-4	15	914	65	15	7,1	1,6	1
Горд.91-76-3	15	858	65	5	7,6	0,6	1
Горд.94-8-5	4	100	13	2	13	2	1
Pod11/Yazi1	17	640	30	3	4,7	0,5	1
Ангел	86	3284	243	15	7,4	0,5	3
Воронежская 9	11	482	39	7	8,1	1,5	1
Горд. ДК 64-2	14	432	31	2	7,2	0,5	1
Горд. ЕК27-1-1	8	363	25	1	6,9	0,3	1
Горд. ЗП 135-3	7	240	24	1	10	0,4	1
К 47117 (Tehuacan-67)	4	46	11	1	23,9	2,2	1
Омский изумруд	35	668	81	1	12,1	0,1	1
Омская янтарная	167	2040	158	14	7,7	0,7	3
Оренбургская 10	26	703	62	6	8,8	0,9	1
Светлана	62	1104	80	5	7,2	0,5	1
Жемчужина Сибири	76	1450	98	19	6,8	1,3	1
Омский рубин	38	642	28	1	4,4	0,2	1
Безенчукский янтарь	6	1092	83	8	7,6	0,7	–
Безенчукская степная	32	481	115	11	23,9	2,3	–
Саратовская золотистая	103	2283	175	19	7,7	0,8	–
Омский корунд	82	2036	186	31	9,1	1,5	–
Омский кристалл	20	424	34	1	8	0,2	–
Омская степная	15	590	100	3	16,9	0,5	–
Горд.94-94-3	32	541	33	1	6,1	0,2	1
Горд.01-115-5	10	120	25	1	20,8	0,8	1
Безенчукская золотистая	46	620	34	6	5,5	1,0	1
Горд.05-61-1	4	35	4	1	11,4	2,9	1
Горд. 05-12-7	16	25	5	1	20,0	4,0	1
Горд.02-156-1	21	57	3	1	5,3	1,8	1
Елизаветинская	76	578	135	5	23,4	0,9	1
Горд.05-7-2-1	2	31	5	1	16,1	3,2	1
Омский коралл	123	1827	153	1	8,4	0,1	1

Лидером на современном этапе селекции 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 условиях не обладают сортообразующей способностью – линии с их участием начинают исключаться, начиная с СП-2, и полностью отбраковываются после КСИ. Так в родословные сорта Ангел существует образец К-43101 из Канады (ДТ – 136 RL 3206), в Омском корунде – мексиканская форма К - 47117 (Tehnacan 67), в Омском коралле – мексиканская форма POD11/YAZI1. Кроме того, нашло отражение и межвидовое использование форм в гибридизации: полба К-5173 была использована в более ранних этапах родословной сортов Омская янтарная и Аметист.

Кокчетавская полба через Алмаз участвовала в родословные сорта Жемчужина Сибири. Линии: Горд. 94-94-3, Горд. 01-115-5, Безенчукская золотистая, Горд. 05-61-1, Горд. 05-12-7, Горд. 02-156-1, Елизаветинская, Горд. 05-7-2-1 использовались в создании новых перспективных образцов: Омский малахит, Горд. 12-11-5, Горд. 12-75-3, Горд. 12-30-3, Горд. 13-60-5.

На основании проведенных нами ранее 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), выявлены доноры и предложена стратегия отбора генотипов в гибридных комбинациях яровой твердой пшеницы по отдельным признакам (табл. 6.3).

Таблица 6.3 – Доноры и особенности проведения отбора из гибридных комбинаций

Признак	Донор	Особенности проведения отбора
Длина стебля	Сокращение: Гор. 95-139-3, Омский рубин, Безенчукская степная, Омская янтарная Значительное сокращение : Shake3/Green18, Silver26/ Toska26, Sn Turk Mi83-84 375/ Nldkls5//Tantlol, Sooty15/ Kapu de1, Горд.1591д21, Горд.1560д18	Отбор более высокорослых растений можно проводить в ранних поколениях гибридов (F ₂), а низкорослых – в более поздних поколениях (F ₄ - F ₅).

Продолжение таблицы 6.3

Признак	Донор	Особенности проведения отбора
Длина первого надземного междоузлия	Сокращение: Оренбургская10, Бензенчукский янтарь, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5/ /Tantlol, Омская янтарная и Омская степная, Жемчужина Сибири, Лавина, Горд.1591д 21, Горд.1560д18.	Отбор проводить при благоприятных условиях начиная с ($F_2 - F_3$), наиболее эффективен во влажные годы, Низкие коэффициенты наследуемости и высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу. В комбинациях с короткостебельными сортами отбор вообще малоэффективен.
Длина второго надземного междоузлия	Сокращение длины: Омская янтарная, Бензенчукский янтарь Аметист, Shake3/Green18, Sooty15/Kapude1, Жемчужина Сибири, Омская степная, Горд.1591д21, Горд.1560д18.	Отбор на снижение длины будет эффективен в более поздних поколениях ($F_4 - F_5$) во влажных условиях. В комбинациях с короткостебельными сортами отбор малоэффективен.
Диаметр первого надземного междоузлия	Увеличение: Аметист, Ангел, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Бензенчукская степная, Casoar, Silver26/Toska26, Горд.1560д18	Отбор на увеличение признака в сухие годы в более поздних (F_4 и F_5), во влажные – в более ранних (F_2 и F_3) поколениях.
Диаметр второго надземного междоузлия	Увеличение: Аметист, Ангел, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Бензенчукская степная, и Silver26/TOSKA26, Горд.1591д21, Горд.1560д18.	Отбор на увеличение признака в сухие годы в более поздних (F_4 и F_5), во влажные – в более ранних (F_2 и F_3) поколениях
Диаметр узла первого надземного междоузлия	Увеличение: Аметист, Ангел, Гордеиформе 94-9-1, Жемчужина Сибири, Casoar, Silver26/Toska26, Омский рубин, Бензенчукская степная, Омский изумруд, Горд.1591д21, Горд.1560д18.	Отбор наиболее эффективен во влажные годы, и малоэффективен в засушливые годы. В сухие годы отбор в более поздних ($F_3 - F_4$), а во влажные – в более ранних ($F_2 - F_3$) поколениях.
Диаметр узла второго надземного междоузлия	Увеличение: Аметист, Ангел, Жемчужина Сибири, Casoar, Омский рубин, Бензенчукская степная, Casoar, Shake3/Green18, Silver26/Toska26, Горд.1591д21, Горд.1560д18.	Отбор признака наиболее эффективен во влажные годы, и малоэффективен в засушливые годы. В сухие годы отбор в более поздних ($F_3 - F_4$), а во влажные – в более ранних ($F_2 - F_3$) поколениях. В комбинациях при скрещивании среднестебельных и короткостебельных образцов гетерогенность популяции по толщине первого узла возрастает во влажный год.
Длина колоса	Увеличение: Жемчужина Сибири, Гор.98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл	Отбор эффективен. В скрещиваниях длинностебельных генотипов отбор форм с более длинным колосом можно начинать с F_2 . В случае скрещиваний с сортами, имеющими аллели короткостебельности отбор надо проводить ($F_4 - F_5$). Низкие коэффициенты наследуемости и высокая роль неаддитивных эффектов генов снижают эффективность отбора генотипов по фенотипу.

Окончание таблицы 6.3

Признак	Донор	Особенности проведения отбора
Число колосков в колосе	Увеличение: Жемчужина Сибири, Горд. 441, Casoar, Shake3/Green18, Гор.98-96-3, Омский рубин, Омский кристалл.	В скрещиваниях между длинностебельными генотипами отбор с F ₂ . В скрещивании с короткостекельными сортами, отбор с (F ₄ - F ₅).
Площадь флагового листа	Увеличение площади флагового листа: Гор.95-139-3, Гор.98-96-3, Омский рубин, Безенчукская степная.	Детерминируется как аддитивной, так и неаддитивной системой генов, причем вторая система обуславливает либо гетерозисный эффект, либо депрессию. Отбор затрудняется тем, что в наследовании признака наблюдается свердоминирование. Отбор в (F ₄ - F ₅)
Количество зерен в колосе	Увеличение: Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Casoar, Silver26/Toska26, Sooty15/Kapude1, Гор.95-139-3, Омский рубин, Омский кристалл, Безенчукская степная, Омская степная, Омский изумруд, Омская бирюза.	Эффективен как во влажные годы, так и в засушливые годы. В скрещиваниях между длинностебельными генотипами отбор в F ₂ . В скрещивании с сортами, имеющими аллели короткостебельности отбор в (F ₄ - F ₅).
Масса зерна главного колоса	Увеличение: Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/ Nldkls5// Tantlol, Sooty15/Kapude1, Гор.95-139-3, Гор.98-96-3, Омский кристалл, Безенчукская степная, Омская степная, Омский изумруд, Горд.01-115-5, Горд.08-55-5.	
Натура зерна	Увеличение: Горд. 94-9-1, Горд. 441, Casoar, SN TURK MI83-84-375/Nldkls5// Tantlol, Омская янтарная, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Омский кристалл.	Генетический контроль определяется действием аддитивных генов. Отбор с F ₂ .
Цвет макарон	Улучшение цвета: Горд. 94-9-1, Жемчужина Сибири, Омская янтарная, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5// Tantlol, Омский корунд, Омский кристалл, Безенчукская степная.	Отбор эффективен. Коэффициенты наследуемости высокие, как в засушливых, так и во влажных условиях, отбор с F ₂ .
Стеблевая ржавчина	Устойчивость к расе Ug99: Омская янтарная, Жемчужина Сибири, Горд. 98-96-3, Безенчукская степная; к Омской популяции <i>P. graminis</i> : Горд.1591д21, Лавина, Горд. 08-94-3, Горд. 01-115-5, Омский изумруд	Детерминация признака определяется аддитивными эффектами генов достаточно высокие коэффициенты наследуемости позволяют проводить отбор на устойчивость при благоприятных условиях, начиная с F ₂ .

В основу стратегии отбора по яровой твердой пшенице заложен следующий принцип:

- 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 оствей, 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 ($F_4 - F_5$) отбор на снижение длины первого и второго междоузлия, увеличение диаметра междоузлий и узлов, а во влажные годы отбор в более ранних ($F_2 - F_3$) поколениях;
- отбор низкорослых растений следует начинать не ранее ($F_4 - F_5$).

Такой принцип мы считаем реальным и правомочным при целенаправленных скрещиваниях, когда необходимо улучшить отдельный количественный признак.

Как правило, в комбинациях предусматривается скрининг по совокупности признаков. В этом случае мы вынуждены прибегать к повторяющемуся отбору ($F_3 - F_4$) (по качественным и количественным признакам), а также если отбор идет по признакам с разной степенью наследуемости (красная окраска колоса, натура зерна).

В позднем поколении (F_5) отбор по признакам: короткостебельность; продуктивная кустистость, длина колоса, длина оствей (во влажные годы); число зерен в колосе, масса зерна в колосе, урожайность.

В селекционных питомниках проводится негативный отбор, который заключается в том, что менее урожайные, с проявлением болезней линии при полевой

оценке выбраковываются. В ранних питомниках этот отбор более жесткий с тем, чтобы не переполнять излишним объемом последующие этапы селекции. При создании сортов твердой пшеницы важным моментом является не только их высокий уровень продуктивности, но и их экологическая устойчивость (стабильность), поэтому на завершающих этапах селекции обязательно 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.

Ранее, в главе 3, были показаны преимущества и недостатки исходного материала из СИММИТ. С 2007 по 2011 г. в общей схеме селекционного процесса почти во всех селекционных питомниках, за исключением конкурсного, в изучении находились образцы, полученные с участием мексиканских форм: в СП-1 – 1650 линий, в СП-2 – 115 номеров, в СП-3 – 19 образцов и 2 номера в предварительном сортоиспытании. Более 98% образцов, полученных от скрещиваний с линиями СИММЫТ, браковался в первом и втором селекционном питомнике. Выделенные генотипы в СП-3 и ПСИ, представляют интерес по продуктивности, устойчивости к болезням, качеству зерна и макарон, но почти весь материал отличается слабой адаптивностью к условиям Западной Сибири (слабая засухоустойчивость, короткостебельность, пониженная сохранность к уборке).

Конкурсное сортоиспытание прошел только один сорт Омский коралл (селекционная линия Гордеiforme 04-85-4), полученный от скрещивания в 2004 г. сорта Омская янтарная и линии Pod 11/Yazi 1 и включенный в Государственный реестр селекционных достижений РФ по 10 региону с 2021 г. (Юсов В.С. и др., 2022; Евдокимов М.Г. и др., 2022).

Вовлечение во второй этап скрещиваний лучших отобранных линий, полученных с участием образцов из СИММЫТ и наиболее адаптивных, с высоким качеством зерна и макарон образцов омской селекции, позволило улучшить адаптивность к условиям Западной Сибири и сохранить качество зерна, устойчивость к стеблевой и бурой ржавчине, что подтверждается расположением сортов вдоль главных компонент (рис 6.1).

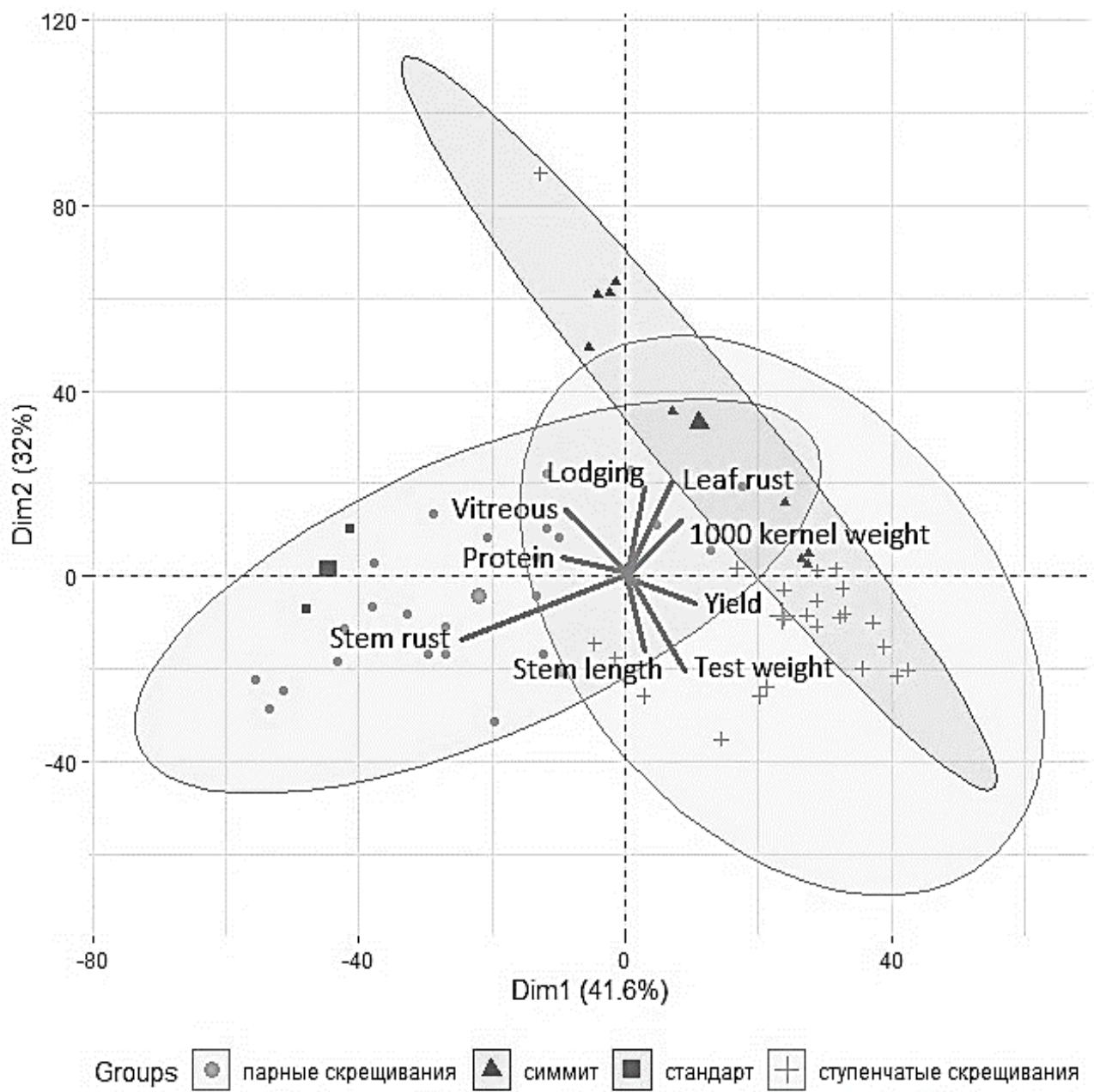


Рисунок 6.1 – Анализ главных компонент основных хозяйствственно ценных признаков линий твердой пшеницы селекции CIMMYT и Омского АНЦ (2012–2020 гг.)

Для того, чтобы дать полную характеристику селекционному материалу необходимо его изучение во всех питомниках в течение 5-6 лет. Интенсивность отбора линий, полученных от скрещиваний с созданной биоресурсной коллекцией, в селекционных питомниках поэтапно выглядит следующим образом (табл.6.4). Основной объём линий бракуется в питомниках СП-2 и СП-3. На 2022 г. в КСИ находилось 20 перспективных линий.

Таблица 6.4 – Объем изучаемых линий в селекционных питомниках, полученных в результате использования генетических ресурсов ВИР, ЭСИ, СИММИТ, КАСИБ.

Год	Питомник	Количество образцов, шт.		
		мировая коллекция ВИР и ЭСИ	СИММИТ	КАСИБ
2017	КСИ	-	13	3
	ПСИ	15	5	2
	СП-3	59	54	53
	СП-2	128	105	70
2018	КСИ	10	2	1
	ПСИ	12	3	6
	СП-3	42	27	35
	СП-2	127	105	135
2019	КСИ	9	–	5
	ПСИ	5	4	5
	СП-3	35	43	19
	СП-2	71	81	133
2020	КСИ	8	–	6
	ПСИ	7	4	4
	СП-3	10	12	26
	СП-2	21	35	60
2021	КСИ	9	1	6
	ПСИ	5	9	10
	СП-3	12	17	33
	СП-2	18	19	37
2022	КСИ	7	5	8
	ПСИ	5	9	18
	СП-3	14	12	20
	СП-2	31	8	14

В таблице 6.5, рисунках 6.2 и 6.3 показано сравнение сортов различных этапов селекции и новых перспективных линий яровой твердой, полученных от скрещиваний с созданной биоресурсной коллекцией пшеницы, адаптивной к условиям Западной Сибири.

Сорта первого и второго этапа селекции – экстенсивные сорта с невысокой, но стабильной урожайностью, отличающиеся средним качеством зерна, поражающиеся современными расами стеблевой ржавчины.

Сорта третьего этапа селекции представлены как интенсивными, так и экспенсивными, в разной степени, поражающиеся стеблевой ржавчиной, отличающиеся хорошими показателями качества, и в первую очередь цветом макарон.

Таблица 6.5 – Урожайность и параметры экологической пластиичности по S.A. Eberhart, W.A. Russel твердой пшеницы (2019 - 2022 гг.)

№	Сорт	Этап селекции	Средняя урожайность, т/га	Параметры по S.A. Eberhart, W.A. Russell	
				Bi	$\sigma d2$
1	Гордеiformе 10	1	2,76	0,57	0,01
2	Алмаз	2	2,92	0,47	0,04
3	Омский рубин	2	2,82	0,30	0,03
4	Ангел	2	3,16	0,99	0,03
5	Омская янтарная	3	3,74	0,78	0,01
6	Омский корунд	3	3,45	1,10	0,15
7	Жемчужина Сибири	3	3,64	0,44	0,23
8	Омская степная	3	3,46	0,77	0,05
9	Омский изумруд	3	3,54	1,48	0,04
10	Омский коралл	3	3,48	1,42	0,01
11	Омский лазурит	3	3,39	0,59	0,15
12	Омский малахит	4	4,17	0,78	0,01
13	Г.12-11-5 (Омский топаз)	4	3,88	1,18	0,24
14	Г.12-30-3	4	4,18	1,32	0,02
15	Г.13-60-5	4	4,09	1,15	0,01
16	Г.12-75-3	4	3,89	0,98	0,05
17	Г.12-54-3	4	3,07	1,41	0,21
18	Г.13-61-3	4	3,98	0,62	0,17
19	Г.13-37-2	4	3,76	1,02	0,10
20	Г.14-41-2	4	4,40	0,96	0,02
21	Г.15-27-1	4	4,48	1,55	0,12
22	Г.15-42-1	4	3,91	0,78	0,06
23	Г.15-56-1	4	4,70	1,92	0,03
24	Г.16-22-1	4	4,58	1,44	0,05

Сорта четвертого этапа селекции – 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.

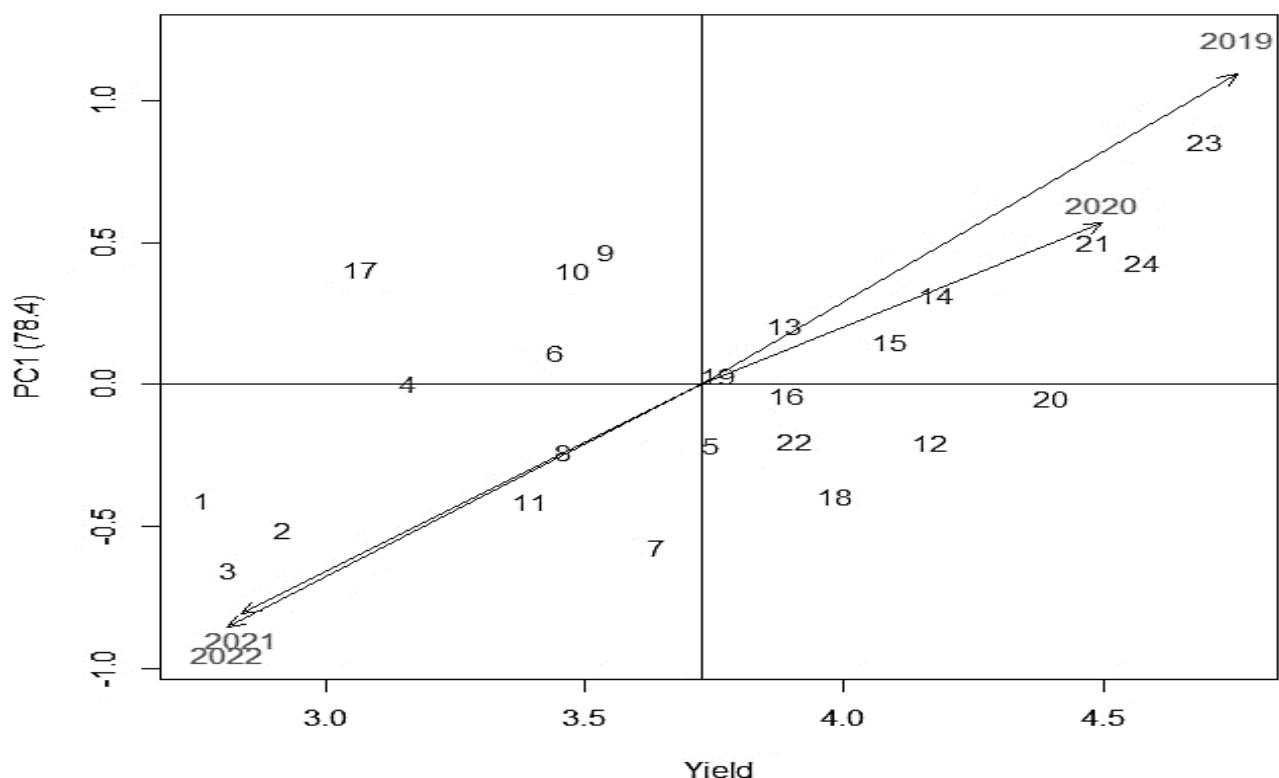


Рисунок 6.2 – АММІ биплот генотипов твердой пшеницы (2019-2022 гг.) (нумерация сортов как в таблице 6.5)

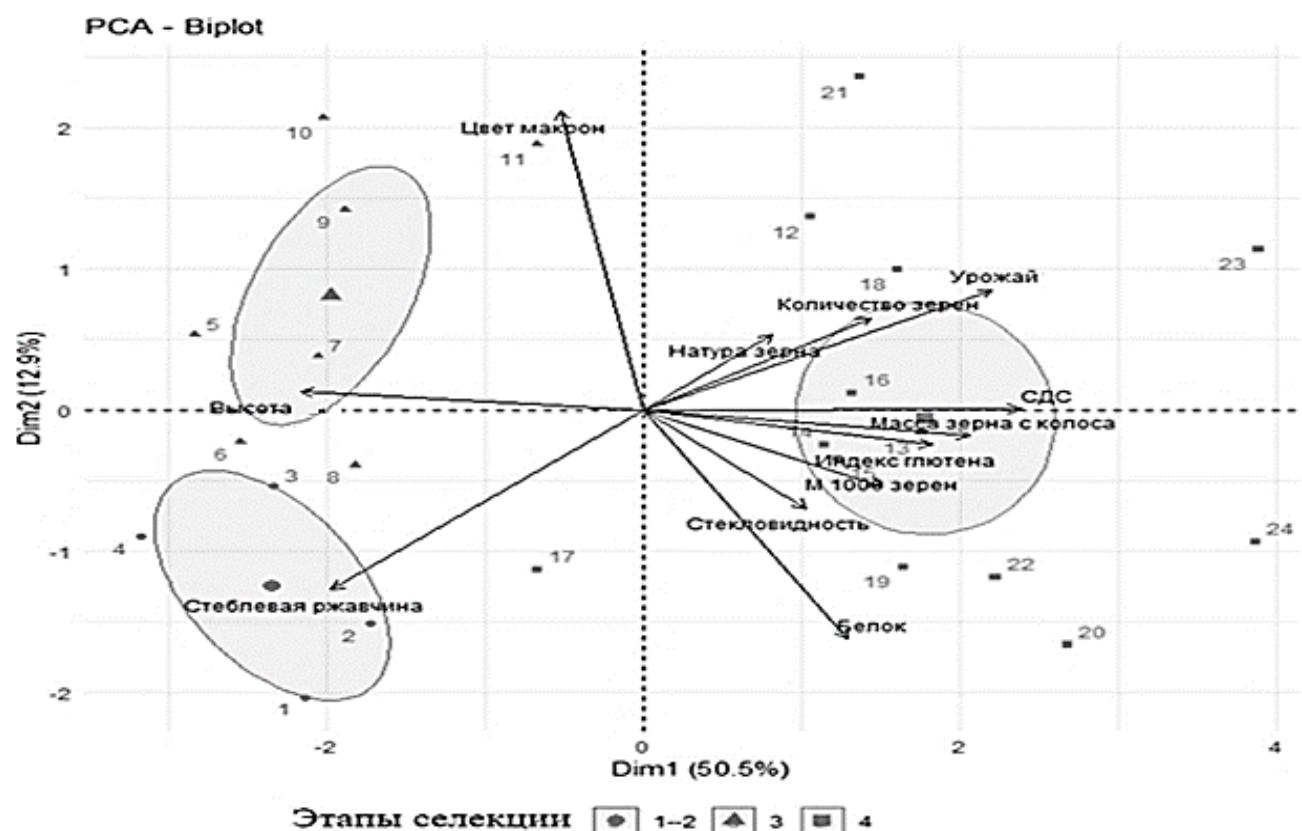


Рисунок 6.3 – Распределение сортов и линий твердой пшеницы в плоскости главных компонент в полевых условиях (2019–2022 гг.) (нумерация сортов как в таблице 6.5)

Таким образом, в результате изучения сортов и линий яровой твердой пшеницы «Омского АНЦ» (СибНИИСХ), созданных на разных этапах селекции, выделены образцы экстенсивного и интенсивного типа с высоким потенциалом формирования урожайности, качества зерна и различными эффектами взаимодействия генотипа х среда. Показано, что на каждом этапе селекции происходило улучшение качества твердой пшеницы, соответствующее требованиям переработчиков и производителей зерна.

6.3 Хозяйственно-биологическая характеристика созданных с участием диссертанта сортов и перспективных линий яровой твердой пшеницы

На основе 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 Омском АНЦ созданы сорта и перспективные линии, характеристика которых представлена в данном разделе (Сорта сельскохозяйственных...,2023).

Яровая твердая пшеница Омский корунд

Создан в ГНУ СИБНИИСХ. Авторы сорта: 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.

Происхождение. (Ангел / К – 47117, Мексика).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, остистый, неопущенный, цилиндрический, длиной 6 -7 см. Зерно белое, крупное, удлиненное с неглубокой бороздкой. Масса 1000 зерен 37-48 г.

Биологические особенности. Сорт среднеспелый, вегетационный период от 71 до 91 сут. В естественных условиях устойчив к поражению бурой ржавчиной, не поражается пыльной головней, в меньшей степени поражается корневыми гнилями в сравнении с Омской янтарной.

Основное достоинство. Сочетание высокой продуктивности с уникальными макаронными свойствами. Средняя урожайность по пару составила 3,6 т/га. Максимальная урожайность 5,77 т/га была получена в 2009 г. на Щербакульском ГСУ Омской области.

Сорт включен в Государственный реестр РФ с 2003 г. по 9 и 10 регионам – а.с. № 33459. Патент № 2051, зарегистрирован в Госреестре РФ 26.12.2003 г. (Приложение Ж, рис. Ж1).

Патентообладатель – ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Жемчужина Сибири

Создан в ГНУ СИБНИИСХ. Авторы сорта: 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.

Происхождение. (Антей / Леукурум 6959 /3/ Алмаз // Омский рубин /4/ Светлана).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, цилиндрический, длиной 6-8 см, остистый, неопущенный. Ости длиной 14-16 см, зазубренные, светло-коричневого цвета. Колосковая чешуя овальная, длиной 10-13 мм, со средне выраженной нервацией. Плечо узкое, приподнятое, киль выражен сильно. Зерно белое, средней крупности, удлиненное с неглубокой бороздкой. Масса 1000 зерен 41,6 г (35,2-46,6 г).

Биологические особенности. Сорт среднеспелый, вегетационный период от 82-103 суток, в среднем – 91 сут. В естественных условиях не поражается бурой ржавчиной, пыльной и твердой головней. На инфекционном фоне устойчив к бурой ржавчине, меньше, чем стандарт, поражается твердой и пыльной головней.

Основное достоинство. Сочетание высокой продуктивности с уникальными макаронными свойствами. Средняя урожайность по пару составила 3,8 т/га. Максимальная урожайность 6,93 т/га была получена в 2009 г. на Щербакульском ГСУ Омской области.

Сорт включен в Государственный реестр РФ с 2006 г. по 9, 10 и 11 регионам – а.с. № 39100. Патент № 3087, зарегистрирован в Госреестре РФ 10.04.2006 г. (Приложение Ж., рис. Ж2), с 2009 г. сорт районирован в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан. Патент РК №763, 15.05.2017 (Приложение Ж., рис. Ж3).

Патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Омская степная

Создан в ГНУ СИБНИИСХ. Авторы сорта: М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, В.М. Рассеев, В.С. Амельченко.

Происхождение. (Оренбургская 10 / Омская янтарная).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, цилиндрический, длиной 6-7 см, остистый, неопущенный. Ости длиной 14-16 см,

зазубренные, коричневого цвета. Колосковая чешуя овальная, длиной 10-11 мм, шириной 3-4 мм. Нервация чешуи выше средней. Зубец колосковой чешуи короткий, сильно изогнутый. Плечо узкое, приподнятое, киль выражен сильно. Зерно белое, крупное, полуудлиненное, с неглубокой бороздкой.

Биологические особенности. Сорт среднеспелый, степного экотипа. Вегетационный период 81-99 суток (в среднем – 88 суток) – на 4 суток скороспелее сорта Жемчужина Сибири. Сорт с высокой стабильной урожайностью, устойчивостью к засухе и полеганию.

Основное достоинство. Сочетание высокой стабильной продуктивности с засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и хорошим качеством зерна. Средняя урожайность по чистому пару составила 3,6 т/га. В степной зоне Омской области – в среднем 3,4 т/га. Максимальная урожайность 6,93 т/га была получена в 2009 г. на Щербакульском ГСУ Омской области.

Сорт включен в Государственный реестр РФ с 2012 г. по 11 региону – а.с. № 49274. Патент № 5355, зарегистрирован в Госреестре РФ 7.04.2010 г. (Приложение Ж., рис. Ж4). С 2009 г. сорт районирован в Павлодарской области Республики Казахстан. Патент РК № 837, зарегистрирован 06.06.2018. (Приложение Ж, рис. Ж5).

Патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Омский изумруд

Создан в ГНУ СИБНИИСХ. Авторы сорта: М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин и др.

Происхождение. (Гордеiforme 94-8-5 / Омская янтарная).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, цилиндрический, длиной 6-8 см, остистый, неопущенный. Зерно белое. Ости длиной 12-14 см, зазубренные, коричневого цвета, с темными продольными полосками в нижней части. Зерно крупное, полуудлиненное, с неглубокой бороздкой.

Биологические особенности. Сорт среднепозднеспелый, лесостепного экотипа. Вегетационный период 81-101 суток (в среднем 93 сут.). Сорт характеризуется устойчивостью к бурой ржавчине, твердой головне, мучнистой росе; в меньшей степени поражается стеблевой ржавчиной и пыльной головней. Сорт устойчив к полеганию и засухоустойчив на 4,8 балла.

Основное достоинство. Сочетание высокой и стабильной продуктивности с засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и хорошим качеством зерна. Средняя урожайность сорта Омский изумруд по пару 4,1 т/га.

Сорт включен в Государственный реестр РФ с 2014 г. по 10 региону – а.с. № 55746. Патент № 6952 от 17.07.2013 г. (Приложение Ж., рис. Ж6). С 2016 г. сорт включен в Госреестр Республики Казахстан и рекомендован для возделывания в Северо-Казахстанской области. Патент РК № 838, 06.06.2018 (Приложение Ж, рис. Ж 7).

Патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Омский циркон

Создан в ГНУ СИБНИИСХ. Авторы сорта: М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Б.М. Татина, Г.М. Летова, Ю.В. Колмаков, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин.

Происхождение сорт выведен в результате внутривидовой гибридизации из гибридной популяции от скрещивания двух селекционных линий, с участием сортов Ангел, К-16400, Светлана, линии Г. 27715/25.

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, остистый, неопущенный, зерно белое. Ости длиной 10-12 см, зазубренные, светло-коричневого цвета. Колос цилиндрический, длиной 6-7 см. Колосковая чешуя овальная, длиной 10-11 мм, шириной 4-5 мм. Нервация чешуи выше средней. Зубец колосковой чешуи короткий, слегка изогнутый. Зерно крупное, удлиненное, с неглубокой бороздкой.

Биологические особенности. Сорт среднеранний. Вегетационный период от 73 до 89 суток (в среднем 83 сут.).

Сорт с высокой стабильной урожайностью, устойчивый к засухе, к полеганию. Сорт не поражается бурой ржавчиной, пыльной головней, в меньшей степени твердой головней.

Основное достоинство. Сочетание высокой стабильной продуктивности с устойчивостью к болезням и отличными макаронными свойствами. Циркон имеет крупное зерно: масса 1000 зерен 41,9 г. Цветовая оценка макарон 3,9 балла соответствует мировому уровню. Средняя урожайность по чистому пару составила 2,77

т/га. В условиях степной зоны превышение над стандартом достигало 0,25 т/га. А.с. № 63046. Патент № 8068 от 02.12.2015 г. (Приложение Ж, рис. Ж 8).

Патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Оазис

Создан совместно Алтайским НИИСХ и ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Авторы сорта: М.А. Розова, Е.Е. Егиазарян, А.И. Зиборов, В.М. Мельник, М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева.

Происхождение. (Ангел / Саратовская золотистая). Скрещивание проведено в 1997 г. в Сибирском НИИСХ, в 2002 г. популяция F₅ передана в Алтайский НИИСХ, где и произвели отбор элитного растения.

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос пирамидальный, средней плотности или рыхлый, остистый, красный, слабо окрашенный; чешуи неопущенные, зерно белое. Ости тонкие, зазубренные, длиннее колоса, расходящиеся к вершине. Колосковая чешуя ланцетная, средней величины. Плечо узкое, приподнятое; килевой зубец слегка изогнутый, короткий или средний. Зерно крупное, удлиненное, янтарного цвета, бороздка средняя, хохолок короткий.

Биологические особенности. Сорт среднепоздний, в условиях Омской области в среднем за 2013-2017 гг. продолжительность вегетационного периода составила 94 суток, что больше, чем у сорта Жемчужина Сибири на 4 суток. По устойчивости к основным болезням и вредителям он близок к стандартам, но уступает им по устойчивости к пыльной головне. Сорт имеет удовлетворительную и хорошую устойчивость к полеганию (от 3,0 до 4,0 баллов).

Основное достоинство. Высокая продуктивность и хорошее качество зерна. По результатам КСИ Алтайского НИИСХ в 2006-2016 гг. сорт Оазис формировал урожайность 3,60 т/га, при урожайности стандарта Памяти Янченко 3,21 т/га. В сортоиспытании средняя урожайность за 2013-2017 гг. составила 2,91 т/га. Хорошие качество зерна и продуктов его переработки. Зерно стекловидное (79%), высоко натурное (799 г/л).

Сорт включен в Государственный реестр РФ с 2017 г. по 10 и 11 региону – а.с. № 65923. Патент № 8768 от 20.12.2016 г. (Приложение Ж, рис. Ж 9).

Патентообладатель Алтайский НИИСХ (ФАНЦА).

Яровая твердая пшеница Омская бирюза.

Создан в ФГБНУ «Омский АНЦ».

Авторы сорта: М.Г. Евдокимов, В.В. Андреева, В.С. Юсов, Т.Ю. Сенкевич, И.В. Пахотина, Т.С. Зверовская, П.В. Поползухин.

Происхождение. (Жемчужина Сибири / Воронежская 9).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, цилиндрический, длиной 5,5-7 см, остистый, неопущенный. Зерно белое. Ости длиной 12-12 см, зазубренные, коричневого цвета, с темными продольными полосками в нижней части. Зерно крупное, полуудлиненное, с неглубокой бороздкой.

Биологические особенности. Сорт среднеспелый, степного экотипа. Вегетационный период в среднем 86 сут.

Основное достоинство. Высокая и стабильная урожайность, хорошее качество зерна и макаронных изделий. По сравнению со стандартом более засухоустойчив, формирует зерно с высокой натурой, устойчив к бурой ржавчине, твердой головне. Слабее поражается пыльной головней и мучнистой росой. Цветовая оценка макарон 3,3 балла. Средняя урожайность по чистому пару составила 3,3 т/га. А.с. № 68822 (рис. 6.10). Патент № 9735 от 11.07.2018 г. (Приложение Ж., рис. Ж10).

Патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Омский коралл

Создан в ФГБНУ «Омский АНЦ». Авторы сорта: М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева, Т.Ю. Сенкевич, Л.В. Мешкова, И.В. Пахотина, Ю.Ю. Паршуткин.

Происхождение. (Омская янтарная //POD11 / YAZI 1)

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, остистый, неопущенный, средней длины 6-8 см. Зерно белое. Ости длиной 11-13 см, зазубренные, светло-коричневого цвета. Зерно крупное, яйцевидное, с неглубокой бороздкой, белое; хохолок короткий.

Биологические особенности. Сорт среднеспелый, вегетационный период 83-92 сут.

Основное достоинство. Адаптивность, высокая продуктивность, устойчивость к бурой ржавчине, стеблевой ржавчине местной популяции и UG 99, отличные макаронные свойства. Средняя урожайность по чистому пару за 2014-2020 гг. в КСИ – 4,5 т/га. Средняя урожайность в Западно-Сибирском регионе – 2,93 т/га. Максимальная урожайность – 6,20 т/га, получена в 2019 г. в Новосибирской области. Масса 1000 зёрен – 36-45 г. Цветовая оценка макарон 3,5 балла.

Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2021 г. по 10 региону. А.с. № 77707. Патент № 11525, зарегистрирован 25.03.2021 г. (Приложение Ж., рис. Ж11). Патент РК № 1076, 25.08.2023 (Приложение Ж., рис. Ж 12).

Патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Омский лазурит

Создан в ФГБНУ «Омский АНЦ».

Авторы сорта: 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.

Происхождение. (Гордеiforme 98-48-4 / Гордеiforme 99-200-4).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, остистый, неопущенный, призматический, длиной 5,2-7,1 см. Ости длиной 11-12 см, зазубренные, светло-коричневого цвета. Зерно белое, крупное, удлиненное, с неглубокой бороздкой.

Биологические особенности. Сорт среднеспелый, вегетационный период от 89-98 сут. (на уровне сорта Жемчужина Сибири); формирует крупное зерно с массой 1000 зерен 42,5 г.

Основное достоинство. Сорт сочетает в себе высокую продуктивность, адаптивность, устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе; в меньшей степени поражается твердой головней; с отличными макаронными свойствами. Средняя урожайность по чистому пару за 2017-2020 гг. в КСИ ФГБНУ «Омский АНЦ» составила 4,57 т/га, что на 0,37 т/га выше стандарта Жемчужина Сибири. В условиях степи, в среднем за 2017-2019 гг. превышение над стандартом составило

0,94 т/га при урожайности 4,32 т/га. Максимальная урожайность 6,07 т/га была получена в 2018 г. в КСИ ФГБНУ «Омский АНЦ». Цветовая оценка макарон 3,6 балла.

Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2023 г. по 10 и 11 региону А.с. № 81692. Патент № 12915 зарегистрирован 27.06.2023 г. (Приложение Ж, рис. Ж 13).

Патентообладатель ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Яровая твердая пшеница Омский малахит

Создан в ФГБНУ «Омский АНЦ».

Авторы сорта: М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, Ю.Ю. Паршуткин, М.Н. Кирьякова, Д.А. Глушаков, Т.Ю. Сенкевич.

Происхождение - (Гордеiformе 94-94-3 / Ангел).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiformе. Колос красный, остистый, неопущенный. Зерно белое. Зерно крупное, удлиненное, с неглубокой бороздкой.

Биологические особенности. Сорт среднеспелый. Вегетационный период от 84 до 94 суток (в среднем 88 сут.) - скороспелее сорта Жемчужина Сибири, на 3 суток. Сорт с высокой стабильной урожайностью, устойчивый к засухе. Сорт практически устойчив к бурой и стеблевой ржавчине, в меньшей степени поражается твердой головней, мучнистой росой.

Основное достоинство - адаптивность, высокая урожайность и качество зерна (с хорошим показателем индекса глютена), наличие не идентифицированных генов устойчивости к твердой головне, бурой ржавчине, мучнистой росе. Максимальная урожайность 6,52 т/га была сформирована в 2018 году. Сорт формирует высокое качество зерна. Натура зерна в среднем за годы испытаний 791 г/л при значении 778-807 г/л у стандартов. Стекловидность зерна на 1-4% выше, чем у стандартов. Показатели качества клейковины: по значениям (ИДК) отличий не выявлено, но показатель седиментации SDS (42) выше на 9-14 единиц. По индексу глютена преимущество очень существенное: 67 против 7-37 единиц у стандартов. По цветовой оценке, макарон сорт имеет преимущество на 0,4 балла.

Сорт проходит государственное испытание в РФ на ГСУ лесостепи и степи Урала и Сибири с 2023 г. (Приложение Ж, рис. Ж 14).

Яровая твердая пшеница Омский топаз

Создан в ФГБНУ «Омский АНЦ».

Авторы сорта: М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, М.Н. Кирьякова, И.В. Пахотина, Л.В. Мешкова, Ю.Ю. Паршуткин, Д.А. Глушаков, Т.Ю. Сенкевич.

Происхождение: (Гордеiforme 01-115-5 / Омский изумруд).

Ботаническая характеристика. Разновидность гордеiforme. Колос красный, сильно окрашенный, остистый, неопущенный.

Биологические особенности. Сорт среднеспелый. Вегетационный период от 84 до 99 суток (в среднем 89 сут.) – на уровне сорта Жемчужина Сибири, скороспелее Омского изумруда на 4 суток. Сорт с высокой стабильной урожайностью, устойчивый к засухе, Сорт практически устойчив к бурой ржавчине, твердой головне, в меньшей степени поражается стеблевой ржавчиной.

Основное достоинство - адаптивность, высокая урожайность и качество зерна, хорошие физические свойства клейковины (сила и эластичность), хорошие макаронные свойства, наличие не идентифицированных генов устойчивости к твердой головне, бурой, стеблевой ржавчине. Сорт формирует высокое качество зерна. Натура зерна в среднем за годы испытаний 780 г/л при значении 772 г/л у стандарта. Стекловидность зерна на 6 % выше, чем у стандарта. По индексу глютена преимущество очень существенное: 70,8 против 21,6 единиц у стандарта. По показателям глютографа Е новый сорт обладает более эластичной клейковиной, индекс глютографа 5,5 у стандарта Жемчужина Сибири – 4,3. По цвету макарон сорт имеет оценку на уровне Жемчужина Сибири. Сорт передан в ГСИ РФ в 2023 г. (Приложение Ж, рис. Ж 15).

Таким образом, на основании проработки и изучения большого набора исходного материала с целью выявления перспективных источников и доноров основных хозяйствственно-ценных признаков; целенаправленного подбора родительских компонентов; разработки методов отбора в гибридных популяциях, учитывающих характер наследования признаков; селекционной оценки полученного нами нового генетического материала созданы адаптивные сорта для условий Западной

Сибири и Республики Казахстан. Они имеют высокий потенциал продуктивности, формируют хорошее качество зерна и макарон, обладают в разной степени устойчивостью к распространенным грибным болезням. При этом прослеживается четкий селекционный прогресс по: продуктивности; устойчивости к грибным болезням с учетом эволюционного развития возбудителей; показателям качества зерна, макаронным свойствам в соответствии с требованиями зернопроизводителей и перерабатывающей промышленности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате изучения нового исходного материала образцов твёрдой 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 СИММИТ 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 СИММИТ 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 СИММИТ 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 междуузлий оказывает влияние наличие влаги и температурный режим. Формирование толщины первого и второго междуузлий 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 междуузлий 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 междуузлия, а по толщине узла первого и второго междуузлий 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 междуузлия, толщине узла обоих междуузлий и не существенна – по диаметру первого междуузлия.

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

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 цвету макарон и низкая – количеству зерен в колосе, массе зерна в колосе, длине второго нижнего междоузлия, диаметру первого и второго междоузлий.

13. Даны 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 сорта, характеризующиеся высокой урожайностью и меньшим взаимодействием GxE - 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, Линия 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); 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. 1355Д-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); 653д – 44 (Безенчукская золотистая), Леук. 1469д-21, Горд.1591-21 (Триада), Лин.1970д-5, Лин. 2021д-1 (Самарский НИИСХ); Луч 25, Лин. Д-2165 (ФГБНУ "ФАНЦ Юго-Востока), Меляна (Оренбургский НИИСХ).

1.3. Адаптивные линии из генофонда СИММЫТ, устойчивые к болезням с вы-

соким качеством зерна. Особую ценность представляет селекционный материал, ранее полученный от гибридизации с мексиканскими формами, который рекомендуется для использования в дальнейшей селекции.

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

- для повышения основных компонентов продуктивности: Жемчужина Сибири, Гор.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/Kapude1, 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/Kapude1, Гор.95-139-3, Гор.98-96-3, Омский кристалл, Безенчукская степная, Омская степная, Омский изумруд, Горд.01-115-5, Горд.08-55-5 (продуктивность колоса), Гор.95-139-3, Гор.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), Гордеiforme 94-9-1, Жемчужина Сибири, Омская янтарная, Silver26/Toska26, Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol, Омский корунд, Омский кристалл, Безенчукская степная (цвет макарон);
- Устойчивости к полеганию: Омская янтарная, Светлана, Саратовская золотистая, Гор.95-139-3, Омский рубин, Безенчукская степная, Гордеiforme 441, Омский корунд, SHAKE3/GREEN18, SILVER26/TOSKA26, SN TURK MI83-84-375/Nldkls5//TANTLO1, SOOTY15/KAPUDE1, 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//TANTLO1, SOOTY15

/КАПУДЕ1, Омская янтарная, Омская степная, Жемчужина Сибири, Горд.1591д21, Горд.1560д18, Аметист, Гордеiforme 98-96-3, Горд. 441 (сокращение длины нижних междоузлий); Аметист, Ангел, Жемчужина Сибири, Омский рубин, Бузенчукская 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, Бузенчукская 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 остьей, 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 (F_4 - F_5) отбор на снижение длины первого и второго междоузлия, увеличение диаметра междоузлий и узлов, а во влажные годы отбор в более ранних (F_2 - F_3) поколениях;
- отбор низкорослых растений следует начинать не ранее (F_4 - F_5).

2.2. Отбор по совокупности признаков:

- повторяющийся отбор ($F_3 - F_4$) (по качественным и количественным признакам), а также, если отбор идет по признакам с разной степенью наследуемости (красная окраска колоса, натура зерна).
 - в позднем поколении (F_5) отбор по признакам: короткостебельность, продуктивная кустистость (во влажные годы), длина колоса (во влажные годы), длина остатей (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.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В диссертации применяются следующие сокращения и обозначения:

Бур. рж. – бурая ржавчина

Г., горд. – гордеиформе

г – грамм

га – гектар

ГП – гибридный питомник

КАСИБ – Казахстанско-Сибирская сеть

КСИ – конкурсное сортоиспытание

Мучн. рос. – мучнистая роса

НСР₀₅ – наименьшая существенная разность

Откл. – отклонение

ОКС ♀ – Общая комбинационная способность материнских форм

ОКС ♂ – Общая комбинационная способность отцовских форм

СКС – Специфическая комбинационная способность

СИММИТ – Международный центр улучшения кукурузы и пшеницы

СП-1 – селекционный питомник первого года изучения

СП-2 – селекционные питомники второго года изучения

СП-3 – селекционные питомники третьего года изучения

ПСИ – Предварительное сортоиспытание

Ср. мнгл. – среднее многолетнее

Тверд.голов. – твердая головня

F₁₋₅ – поколения гибридов

т/га – тонн на гектар

°С – градусы Цельсия, обозначающие температуру

м² – квадратный метр

см – сантиметр

РЭ – реципрокный эффект

% – процент

St – стандарт

Макс. – Максимальное значение

Мин. – Минимальное значение

Л., леук. – леукурум

Yield – урожайность

g_i-g_j – ошибка эффекта ОКС

Sr₀₅ – ошибка коэффициента корреляции

[r * (Wr + Vr) xp]

Коэффициент корреляции между средними значениями признака у родителей и уровнем доминантности

F₁ – P

Разность средней гибридов и средней родителей)

D^λ

Аддитивный параметр популяции

H₁

Дисперсионная мера разнообразия

$\sqrt{H_1 / D}$

Средняя степень доминирования

H_2	Параметр доминирования
$1/4 \times H_2^2/H_1$	Среднее отклонение частот аллелей
F	Направление доминирования
$\sqrt{1/2} \times \frac{F}{\sqrt{D * (H_1 - H_2)}}$	Наличие рецессивных или доминантных аллелей
h^2	Доминантный эффект
$\sqrt{4DH_1} + F / \sqrt{4DH_1} - F$	Показатель соотношения доминантных и рецессивных генов
h^2/H_2	Количество эффективных доминантных генов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев, К. К. Эколо-генетические основы селекции твердой пшеницы в Казахстане: автореф. дис. доктора с.х. наук: 06. 01. 05 / Абдуллаев Кенже Кожахметович. – Алматы, 1997. – 44 с.
2. Агапкин, А. М. Российский рынок макаронных изделий: структура, экспорт и импорт, динамика развития. / А. М. Агапкин, И. А. Махотина, Ю. Д. Белкин //Международная торговля и торговая политика. 2019. № 2 (18). С. 72–83.
3. Агроклиматические ресурсы Омской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. –188 с.
4. Агрохимические методы исследования почв / АН СССР и др. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Наука, 1975. – 494 с.
5. Адхам Аль Лаббан Ахмед Потенциал гексаплоидных синтетических пшениц как источников устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе: автореферат дис. ... кандидата биологических наук: 03.02.07, 06.01.05 / Адхам Аль Лаббан Ахмед; [Место защиты: Рос. гос. аграр. ун-т]. – Москва, 2012. – 22с.
6. Айриян, М. Обзор российского рынка макаронных изделий // Российский продовольственный рынок. – 2018. – № 7. – URL: <http://www.foodmarket.spb.ru/current?article=2576> (дата обращения 01.07.2023).
7. Альдеров, А. А. Генетика короткостебельности тетраплоидных пшениц. ВНИИР им. Н.И.Вавилова / А. А. Альдеров. – СПб: ВИР, 2001 – 166 с.
8. Альдеров, А. А. К генетике полудоминантного фактора низкорослости твердой пшеницы / А. А. Альдеров // Науч. техн. бюл. / ВИР. 1990. – Вып. 199.
9. Альдеров, А. А. Наследование короткостебельности при гибридизации твердых пшениц / А. А. Альдеров // Науч. техн. бюл. ВИР. 1979. – Вып. 89.
10. Альдеров, А. А. Наследование короткостебельности при гибридизации твердых пшениц / А. А. Альдеров // Науч. техн. бюл. Л., 1978. – Вып. 84. С. 68-70
11. Ананьев, В. А. Еще раз о сроках посева яровой пшеницы. / В.А. Ананьев // Агротехника зерновых культур в Западной Сибири: Тр. Омсхи. – Омск, 1974. – С.47-52.
12. Арбузова, В. С. Изучение серий моносомных линий сортов пшеницы

Саратовская 29 и Диамант I в разные годы вегетации по ряду количественных признаков. Сообщение I. Число колосков и зерен главного колоса. В. С. Арбузова, О. И. Майстренко / Генетика. 1986; XXII (9):2317-2325.

13. Ахметов, А. З. Наследование высоты растений и длины вегетационного периода гибридами F1 озимой пшеницы / А. З. Ахметов, П.Ф. Федоров // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 1974. – № 3. – С. 32-34.

14. Бабаджанян, Г. А. Особенности наследования высоты растений при скрещивании коротко- и высокостебельных сортов пшеницы / Г. А. Бабаджанян, Г. А. Саакян, Ж. Г. Хачатрян // Биол. журн. Армении. – 1974. – № 27. – С. 96-104.

15. Базавлук, И.М. Ускоренный метод полумикроКъельдаля для определения азота в растительном материале при генетических и селекционных исследованиях / И.М. Базавлук // Цитология и генетика. – Том. 2. – № 3. – 1968. – С. 249.

16. Барышева, Н. В. Устойчивость генотипов твердой пшеницы к черному зародышу / Н. В. Барышева, М. А. Розова, А. И. Зиборов, Л. П. Хлебова, А. П Крайнов //Acta Biologica Sibirica, 2016, 2 (4), 45–51.

17. Бебякин, В. М. Генетический контроль некоторых количественных признаков / В. М. Бебякин // Биологические основы селекции: сб. науч. тр. – Саратов, 1991. – С. 84-92.

18. Бебякин, В. М. Диаллельный анализ линий яровой мягкой пшеницы по содержанию белка в зерне / В. М. Бебякин, Л. А. Шибаева, Р.Г. Сайфуллин // Сельскохозяйственная биология. – 1998. №5. – С. 37-40.

19. Бебякин, В. М. Прогрессивные технологии выращивания, уборки и заготовок зерна сильной, ценной мягкой и твердой классной пшениц в Саратовской области. / В. М. Бебякин, З. Н. Бобкова, Н. С. Васильчук и др. – Саратов, 1983. – 31с.

20. Бегишев, А.Н. Работа листьев разных сельскохозяйственных растений в полевых условиях / А.Н. Бегишев // Тр. Ин-та физиологии растений им. К.А. Тимирязева АН СССР. – 1983 – Т. 8, вып. 1 – С. 229-263.

21. Белан, И.А. Экологическая пластичность яровой пшеницы и признаки, ее определяющие в условиях Южной лесостепи Западной сибири: Автореф. дис...

канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Белан, Игорь Александрович – Екатеринбург, 1994. – 21с.

22. Браун, Х. И. Повышение эффективности селекции, использования генетических ресурсов и агротехнологий для улучшения пшеницы в Казахстане и Западной Сибири / Х. И. Браун, А. И. Моргунов, А. К. Ахметова, и др. // Земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе. Шортанды, 2016. – С.142-149.

23. Брежнев, Д. Д. Культурная флора СССР. Пшеница. – Ленинград, Колос, 1979. – С.280- 298

24. Бурдун, А. М. Оценка экологической адаптивности сортов на ранних этапах селекции А. М. Бурдун, Л. М. Лопатина, А. Н. Гайда // Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале. – Одесса, 1981. – 169 с.

25. Вавилов, Н. И. Мировые ресурсы хлебных злаков. Пшеница. / Н. И. Вавилов. – М., Л.: Наука, 1964. – 124с.

26. Вавилов, Н. И. Научные основы селекции пшеницы / Н. И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений. – М., 1935. – Т. 2. -С. 3-244

27. Вавилов, Н. И. Проблемы иммунитета культурных растений / Н.И. Вавилов // Избр. труды. Т. IV. М. 1964. – С. 520.

28. Вараксин, А. В. Новый сорт твердой пшеницы Черноколоска/ А. В. Вараксин, Г. П. Высокос. // Бюл. НТИ. – 1957. – №1. – С. 6-10.

29. Вареница, Е.Т. Селекция и семеноводство озимой пшеницы в Италии / Е.Т. Вареница, В.А. Пухальский // С.-х. наука и практика за рубежом. – 1966. – Вып. 15 (70). – С. 90.

30. Васильчук, Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы / Н. С. Васильчук. – Саратов, 2001 – 124 с.

31. Володарский, Н. И. Морфологические особенности растений пшеницы в связи с разработкой моделей высокопродуктивного сорта / Н. И. Володарский, О. Д. Циунович // Сельскохозяйственная биология. – 1978. – Т. 13. №3. – С. 323-332.

32. Вольф, В. Г. Методика изучения комбинационной способности при использовании неполных диаллельных скрещиваний //Селекция и семеноводство.

Киев: Наукова думка, 1969. – Вып. 12. – С. 38-47.

33. Вольф, В.Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных при изучении комбинационной способности. / В. Г. Вольф, П. П. Литун, А. В. Хавелова, Р. И. Кузьменко // Харьков: 1980 - 75с.

34. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 г. / Т. Ю. Гагкаева, Ф. Б. Ганнибал, О. П. Гаврилова / Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.

35. Гагкаева, Т.Ю. Фузариоз зерновых культур Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, М. М. Левитин, К. В. Новожилов // Приложение к журналу “Защита и карантин растений”. 2011. N 5. С. 69-120

36. Гальченко, И. Н. Полегание пшеницы при орошении и борьба с ним: автореф. дис. д-ра. биолог. наук: 03.00.00 / Гальченко, Иван Наумович. М., 1954. – 31с.

37. Гамзикова, О.И. Генетика признаков пшеницы на фоне питания / О. И. Гамзикова, Н. А. Калашник. – Новосибирск: Наука, 1988. – 127с

38. Генкель, П.А. Физиология жаро и засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1982.

39. 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

40. Голева, Г. Г. Роль флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (*triticum aestivum* l.) / Г. Г. Голева, Т. Г. Ващенко, Т. И Крюкова, А. Д. Голев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016 – № 2 (49), 31-24с.

41. Голик, В. С. Селекция *triticum durum* Desf. Харьков, 1996. –387с.

42. Гончаров, Н. П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей / Н. П. Гончаров. – Новосибирск: Сиб. университетское изд – во, 2002. – 252с.

43. Гончаров, С. В. Перспективы развития российского рынка твердой

пшеницы / С. В. Гончаров, М. Ю. Курашов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (57)

44. ГОСТ Р 51404-99 и ГОСТ Р 51415-99. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. М.: Госстандарт России. – 10 с. и 12 с.

45. ГОСТ Р 54478 – 2011 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице». М.: Стандартинформ. 2012. – 19 с.

46. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 646 с.

47. Грабовец, А. И. Генетика и селекция растений на Дону. / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко // Вып. 3. Ростов-на-Дону: Акра, 2003. – 320 с.

48. Гусейн-Заде, А.А. Некоторые итоги изучения поведения гибридов тетрапloidных видов пшеницы в условиях Апшерона / А.А. Гусейн-Заде // Труды Аз. НИИ земледелия. Баку. 1968. Т.14. – С. 42-47.

49. Гущин, Н. В. Сильные и твердые пшеницы. / Н. В. Гущин. - М., 1961. – 41с.

50. Джадарова, Р.Г. Характер наследования количественных признаков у межвидовых гибридов / Р.Г. Джадарова // Пути создания новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений. Сер. сельское хозяйство. - Аз. ИНТИ. Баку. 1968. – С. 29-31.

51. Джубатырова, С. О формировании листовой поверхности у твердой пшеницы в условиях Западного Казахстана / С. Джубатырова // Селекция и семеноводство. – 2001 – № 1-2. – С. 54-56.

52. Дорофеев, В. Ф. Культурная флора СССР. 1. Пшеница / В. Ф. Дорофеев, А. А. Филатенко, Э. Ф. Мигушова и др. – Л.: Колос, 1979. – 346с.

53. Дорофеев, В.Ф. Пшеницы Закавказья / В. Ф. Дорофеев // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 1972. – Т. 47. – Вып.1. – С. 3-206.

54. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. 6 е изд. доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

55. Драгавцев, В. А. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / В. А. Драгавцев, Р. А. Цильке, Б. Г. Рейтер и др. – Новосибирск: Наука, 1984. – 229с.
56. Дхоте, А. К. Характер наследования высоты соломины у гибридов карликовых сортов пшеницы / А. К. Дхоте // Селекция и семеноводство. – 1972. – № 2. – С. 34-36
57. Дюран, Б. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 2012. – 130с.
58. 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.
59. Евдокимов, М. Г. Адаптивный потенциал сортов твердой яровой пшеницы Омской селекции / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов // АгроЭкоИнфо. – 2018 – № 4 (34) – С. 45
60. 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
61. 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
62. 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.
63. 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
64. Евдокимов, М. Г. Моносомный анализ устойчивости к бурой ржавчине и основных хозяйствственно – ценных признаков у яровой пшеницы: Автореф. дис...

- канд. биол. наук: 03.00.15/ Евдокимов, Михаил Григорьевич. – Л., 1978. – 21с.
65. 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
66. 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 (Agris, личный вклад – 20 %).
67. 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
68. 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.
69. 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.
70. Евдокимов, М. Г. Селекция адаптивных сортов яровой твердой пшеницы / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане: Материалы семинара, Алтай, 27–28 февраля 2001 года. – Алтай: Некоммерческое партнерство "Азбука", 2001. – С. 16-22.
71. Евдокимов, М. Г. Селекция яровой твердой пшеницы в условиях юга Западной Сибири: диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.05 / Евдокимов Михаил Григорьевич – Омск, 2006. – 483 с.
72. 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
73. Евдокимов, М. Г. Сравнительная характеристика новых сортов яровой

твёрдой пшеницы / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов, Ю. В. Колмаков, Л. В. Мешкова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 12. – С. 10-13

74. Евдокимов, М. Г. Сравнительный анализ методов оценки яровой твёрдой пшеницы на адаптивность / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов // Селекция и семеноводство. – 2004. – № 2. – С. 31

75. Евдокимов, М. Г. Стекловидность зерна твёрдой 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

76. Евдокимов, М. Г. Твердая пшеница Омская янтарная. / М. Г. Евдокимов, Ю. В. Колмаков // Селекция и семеноводство. – 1999. – С. 19-20.

77. Евдокимов, М. Г. Уборочный индекс и соотношение зерновой и незерновой части колоса у сортов твёрдой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 2 (56). – С. 29-34

78. Евдокимов, М. Г. Формирование и налив зерна яровой твёрдой 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 (Agris, личный вклад – 30 %).

79. Евдокимов, М. Г. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов. – Омск, 2008. – 160 с.

80. Евдокимов, М. Г. Яровая твердая пшеница Жемчужина Сибири. / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов, Ю. В. Колмаков // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1 (1). – С. 19-23.

81. Ершов, В. Л. Обоснование технологии возделывания яровой твёрдой пшеницы в системе почвозащитного земледелия южной лесостепи Западной Сибири: Автореф. дис... доктора с. – х. наук: 06.01.01 / Василий Леонидович Ершов. – Омск, 2001. – 32с.

82. Ефремова, Т. Н. Сроки и нормы высева сортов яровой твёрдой пшеницы при возделывании в Кузнецкой лесостепи: диссертация ... кандидата сельско-

хозяйственных наук: 06.01.09 / Ефремова Татьяна Николаевна; [Новосиб. гос. аграр. ун-т]. - Новосибирск, 2009. - 178

83. 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

84. Жуков, В. О нормах высева твердой пшеницы / В. Жуков // Земледелие. – 1971. - №4. – С. 45.

85. Захаров, В. Г. Сопряженность анатомо-морфологических признаков с устойчивостью к полеганию яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. / В. Г. Захаров, В. В. Сюков, О. Д. Яковлева. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014– №18(3) – С. 506-510.

86. Зеленева, Ю. В. Обоснование генетической защиты пшеницы от вредоносных болезней в условиях Центрально-Чернозёмного региона: специальность 06.01.07 "Защита растений": диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Ю. В. Зеленева. – СПб-Пушкин, 2019. – 473 с.

87. Зенищева, Л. С. Пути изучения причин полегания ярового ячменя и методы оценки различной стойкости сортов к полеганию //Автореф. дис. кан. с-х. наук. - Воронеж, 1963. – 26 с.

88. Зыкин, В. А. Изменчивость и связь количественных признаков яровой пшеницы в условиях севера Казахстана. / В. А. Зыкин, В. А. Сапега // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в западной Сибири – Новосибирск, 1983. – С.9-20

89. Зыкин, В. А. О модификационной изменчивости признаков яровой пшеницы в условиях Западной Сибири. / В. А. Зыкин, Л. Д. Таран // Доклад ВАСХНИЛ – 1971., – №11: С.7-8.

90. Зыкин, В. А. Расчёт и оценка параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов, С. П. Корнева // Методические указания – Омск: Изд-во ОМГАУ, 2007. – 38с.

91. Зыкин, В. А. Экологическая пластиность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов – Уфа, 2011. – 97с.
92. Иванов, П. К. Яровая пшеница / П. К. Иванов. – М.: Колос, 1971. – 328с
93. Ильина, Л. Б. Изучение наследования количественных признаков у мягкой яровой пшеницы. Сообщение I. Длина стебля / Л. Б. Ильина [и др.] // Селекционно-генетические исследования пшениц. – Уфа, 1977. – С. 168-179.
94. Ильинская – Центилович, М. А. Полегание озимой пшеницы / М. А. Ильинская – Центилович // Тр. ХСХИ. 1962 - Т. 37. – С. 11-96.
95. Ильинская – Центилович, М. А. Особенности процесса формирования стебля у сортов озимой пшеницы в связи с полеганием. / М. А. Ильинская – Центилович, Б. П. Гурьев // Докл. АН. СССР. – 1957. – Т113, №1. – С. 45-57.
96. Ионова, Е. В. Устойчивость к полеганию растений озимой твердой пшеницы. Аграр. вестн. Урала. – 2009. – №8(62) – С.56-57.
97. Ирвин, Г.Н. Пшеница дурум и макаронные изделия / Г. Н. Ирвин // Пшеница и оценка ее качества: Перевод К. М. Селивановой, И. Н. Серебровского. – М.: Колос, 1968. – С. 459-475.
98. Кадушкина, В. П. Качество зерна сортов яровой твердой пшеницы Донской селекции / В. П. Кадушкина, А. И. Грабовец, О. В. Бирюкова, Коваленко С. А. // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации № 4(32), 2018 г.– С.266–276
99. Кадушкина, В. П. Наследование элементов продуктивности у гибридов F1 яровой твёрдой пшеницы и возможность прогноза их перспективности / В. П. Кадушкина, А. И. Грабовец // Известия Оренбургского ГАУ № 3(77): Оренбург – 2019. – С.54-56
100. Калинина, С. Л. Оценка зерновых культур на полегаемость морфологическим методом / С. Л. Калинина // Тез. докл Всесоюзной школы молодых ученых по теории и практики селекции растений – М.,1979. – С 38-39.
101. Кандауров, В. И. Фотосинтетический потенциал и продуктивность сортов яровой пшеницы в сухостепной зоне севера Казахстана / В. И. Кандауров, В. К.

Мовчан // Сельскохозяйственная биология. – 1971. – Т.6. – №1. – С. 16-21.

102. Карабаев, М. Программа СИММИТ по улучшению пшеницы в Казахстане: вместе в XXI веке / М. Карабаев, А. Моргунов, Х. Браун //Агромеридиан. – 2007. № 2. – С. 9.

103. Каскарбаев, Ж. А. Формирование продуктивности посевов твердой пшеницы при разных сроках сева в зависимости от сортовых особенностей / Ж. А.Каскарбаев // Зерновое хозяйство. – 2001. - N2(5). – С.30-31.

104. Каспарова, В. П. Особенности формирования зерна твердых и мягких озимых пшениц. / В. П. Каспарова // Тезисы докладов Всесоюзного семинара. Физиолого-биохимические процессы, определяющие величину и качество урожая. Казань, ноябрь, 1972. – С. 5-6.

105. Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными СибНИИСХ и включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ за период 1924-2020 гг. – Омск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Омский аграрный научный центр", 2021. – 112 с.

106. Кильчевский, А. В. Генотип и среда в селекции растений. / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Наука и техника. – 1989. – 191с

107. 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.

108. 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

109. 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

110. 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.

111. Колмаков, Ю. В. Качество зерна пшеницы и пути его улучшения: специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений", 06.01.09: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Колмаков Юрий Владимирович. – Омск, 2004. – 360 с.

112. Колмаков, Ю. В. Технология производства муки, крупы, макарон и хлеба на предприятиях разной мощности. / Ю. В. Колмаков, Л. А. Зелова, В. И. Капис и др.– Омск, 2001. – 178с.

113. Комплексная оценка источников устойчивости к ржавчинным и головневым болезням твердой пшеницы селекции Омского АНЦ / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Л. В. Мешкова, О. А. Шмакова // Современная интегрированная защита растений: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции Сибирской научной школы по защите растений, Новосибирск, 22 апреля 2022 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2022. – С. 108-112.

114. Конарев, В.Г. О природе и происхождении геномов пшеницы по данным биохимии и иммунологии белков зерна. / В.Г. Конарев, И.П. Гаврилюк, Т.И. Пенева и др. // Сельскохозяйственная биология. – 1976. – т.11. – №5. – С. 656-665.

115. Корнилов, А. А. Биологические основы высоких урожаев зерновых культур / А. А. Корнилов. – М.: Колос, 1969. – 240 с.

116. Кочергин, А. Е. Режим подвижных форм азота в чернозёмах Западной Сибири и эффективность минеральных удобрений / Результаты исследования почв, питания растений и применения удобрений в условиях Северного Казахстана. Целиноград. – ЦСХИ. – 1972. – Т.7. – Вып. 2. – С. 121-123

117. Кочергин, А.Е. Условия питания зерновых культур азотом, фосфором и калием и применение удобрений на черноземах Западной Сибири: автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 01.06.04. /Кочергин Алексей Ефимович. М., 1965. - 40 с.

118. Кочерина, Н. В. Алгоритмы эколого-генетического улучшения продуктивности растений: Автореф. дис... канд. б. наук. 03.00.15 – Генетика - Москва, 2009. – 24с
119. Кравченко, В. Н. Полевая всхожесть и сохраняемость растений яровой пшеницы при разных сроках посева. / В. Н. Кравченко, В. Д. Насибулин // Агротехника зерновых культур в Западной Сибири: Науч. тр. / ОмСХИ. Омск, 1974. – С. 75-77.
120. Крупнов, В. А. Проблемы создания модельного сорта / В. А. Крупнов // Селекция и семеноводство. – 1981. – №9. – С. 7-11.
121. Крупнов, В.А. Засуха и селекция пшеницы: системный подход // С.-х. биология. – 2011. № 1. – С. 12–23.
122. Кузьмин, В. П Селекция и семеноводство зерновых культур в Целинном крае Казахстана. – М. Целиноград, 1965. – 199 с.
123. Кумаков, В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В. А. Кумаков – М.: Колос, 1985. - 270 с.
124. Куперман, Ф. М. Морфофизиология растений / Куперман Ф. М. // Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений / М.– 1984. – 240 с
125. Лапочкина, И. Ф. Цитогенетическое изучение коллекции синтетической пшеницы из Национальной коллекции злаков США (National Small Grain Collection of USDA-ARS) в условиях Нечерноземной зоны России./ И. Ф. Лапочкина, И. В. Иорданская, Г. Л. Ячевская, А. А. Лаббан // С.-х. биология. 2014 – 3– С.77-82.
126. Лелли, Я. Селекция пшеницы / Я. Лелли // Пер. с англ. Н.Б. Ронис. – М.– Колос, 1980. – 384с.
127. Леонова, И. Н. Молекулярные маркеры: использование в селекции зерновых культур для идентификации, интродукции и пирамидирования генов / И.Н. Леонова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17. – № 2. – С. 314–325.
128. Леонтьев, С. И. Основные параметры модели сортов яровой пшеницы

интенсивного типа для степи и южной лесостепи Западной Сибири: Учебное пособие / С. И. Леонтьев. – Омск, 1980. – 56с.

129. Летова Г. М. Изучение агротехники новых сортов твердой пшеницы. / Г. М. Летова, Д. П. Денисов. // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1984. – С. 29-37.

130. Литун, П. П. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных при изучении комбинационной способности. / П. П. Литун. Харьков. – 1980. – 60 с

131. Лобачев, Ю. В. Селекционная ценность и проявление генов низкорослости у яровых пшениц в Нижнем Поволжье: автореферат дис. доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.05, 03.00.15. – Саратов, 2000. – 36 с.

132. Лубнин, А. Н. Гетерозис и наследование основных селекционных признаков в F1 от скрещивания некоторых сортов озимой пшеницы / А. Н. Лубнин // Бюл. ВНИИ растениеводства, – 1973. – Вып. 32. – С. 10-18.

133. Лубнин, А. Н. Наследование устойчивости к полеганию гибридами пшеницы в F1 и F2 // Селекция, семеноводство, и агротехника полевых культур в Сибири. – 1976 – С. 67-73.

134. Лукьяненко, П. П. Избранные труды / П. П. Лукьяненко. – Москва: Агропромиздат. – 1990 – 428 с.

135. Лукьяненко, П. П. Селекция и семеноводство озимой пшеницы: Избранные. Тр. М.– 1973. – 448с.

136. Ляпунова, О. А. История макарон / О. А. Ляпунова // V Вавиловская международная конференция: тезисы докладов, к 135-летию со дня рождения Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, 21–25 ноября 2022 года., 2022. – С. 81-82.

137. Ляпунова, О. А. Селекция твердой пшеницы в Италии / О. А. Ляпунова // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 5, № 1. – С. 19-34.

138. Ляпунова, О. А. Сорта и линии, пополнившие генофонд твердой пшеницы ВИР в 2000-2019 гг / О. А. Ляпунова, А. С. Андреева // Труды по прикладной

ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181, № 1. – С. 7-16.

139. Ляпшина, Э. Ф. Зависимость продуктивности различных органов мягких и твердых пшениц от размера листовой поверхности и накопления веществ в онтогенезе / Э. Ф. Ляпшина // Сб. науч. трудов ВНИИЗХ, 1969. – Т. 3. – С. 107 -111.

140. Макаров, А. А. Методы полевой и лабораторной оценки неспецифической устойчивости растений к болезням. / А. А. Макаров, Е. Д. Коваленко Д. А. Соломатин, Н. М. Маторина // В кн. Типы устойчивости растений к болезням. Материалы научного семинара. Санкт-Петербург – 2003. – С.17-24

141. Макаров, А. Р. Влагонакопление и урожай полевых культур в засушливых условиях Западной Сибири /Макаров А. Р., Сницарь А. Е. // – Омск, 2000. С. 78 – 98.

142. Макаров, А. Р. Вопросы водного и теплового режимов почвы в зависимости от ее обработки в южной лесостепи Омской области: Дис... канд. с. х. наук: 06.01.01 / Макаров, Александр Романович. – Омск, 1972. – 173

143. Макаронные изделия <https://aemcsx.ru/wp-content/uploads/2021/03/> Обзор ВЭД_Макаронные-изделия_23.03.21.pdf (дата обращения 05.08.2022).

144. Максименко, В. П. Возделывание твердой пшеницы / В. П. Максименко, Ж. Бикбулатов, - Новосибирск, 1960. – 39с.

145. Максютов, Н. А. Влияние густоты стояния растений яровой твёрдой пшеницы на её урожайность в степной зоне Южного Урала / Н. А. Максютов, В. Ю. Скороходов, Ю. В. Кафтан [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3(65). – С. 16-18.

146. Мальченко, В. В. Генетика высоты растений зерновых культур в системе dialлельных скрещиваний / В. В.Мальченко, В. А. Пухальский, В. Г. Кызласов и др. // Селекция зерновых культур на стабильность урожайности, иммунитет и качество зерна в нечерноземной зоне / Сб. науч. трудов. – М., 1986 – С. 113-124.

147. Мальчиков, П. Н. Адекватность оценки качества клейковины твёрдой пшеницы в соответствии с параметрами, регламентированными ГОСТом / П. Н. Мальчиков, Е. Н. Шаболкина, М. Г. Мясникова, В. С. Сидоренко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2(30). – С. 118-124.

148. Мальчиков, П. Н. Исходный материал яровой твёрдой пшеницы для селекции сортов устойчивых к патогенам, вызывающим почернение зародыши зерна / П. Н. Мальчиков, Т. В. Чахеева, М. Г. Мясникова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 5. – С. 13-18.

149. Мальчиков, П. Н. Наследование содержания каротиноидных пигментов в зерне твердой пшеницы / П.Н. Мальчиков // Проблемы увеличения производства и повышения качества зерна в Российской Федерации. – Саратов, 1997. – С.41-42.

150. Мальчиков, П. Н. Перспективы улучшения качества твердой пшеницы в процессе селекции в среднем Поволжье. / П. Н. Мальчиков, М. Г. Мясникова, Е. Н. Шаболкина [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5-3. – С. 1143-1152.

151. Мальчиков, П. Н. Результаты и перспективы селекции яровой твердой пшеницы / П. Н. Мальчиков, М. Г. Мясникова, А. А. Вьюшков; Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова. – Самара: Автономная некоммерческая организация «Издательство Самарского Научного Центра», 2022. – 295 с.

152. Мальчиков, П. Н. Результаты селекции сортов яровой твердой пшеницы с укороченной соломиной. / П. Н.Мальчиков, В. С. Сидоренко, М. Г. Мясникова, и др. // научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» – №4(24) – 2017– 97-106

153. Мальчиков, П. Н. Селекция яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье // Автореферат дисс.докт.с.. х. наук: 06.01.05 / Безенчук, 2009 – 56 с.

154. Мережко, А. Ф. Наследование длины соломины и анатомического строения стебля межсортовыми гибридами мягкой пшеницы / А.Ф. Мережко, О.Д. Градчанинова // Бюл. / ВИР. – 1982. – Вып. 122. – С. 18-21.

155. Мережко, А.Ф. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы, гилопса и тритикале / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, В.Е. Зуев. — С.-Петербург: ВИР им. Н.И. Вавилова, 1997 – С. 59

156. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. – Вып. 1. 384 с.

157. Митрофанов, Б. А. Роль листьев, стеблей и колосьев озимой пшеницы в фотосинтезе посева / Б. А. Митрофанов // Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза. – Киев: Наукова думка, 1969 – 220 с.
158. Митрофанова, О.П. Генетические ресурсы пшеницы в России: состояние и предселекционное изучение / О.П. Митрофанова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – № 16 (1). – С. 10–20.
159. Мищенко Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование Омск: ОмСХИ, 1991. – 162 с.
160. Моргунов, А. И. Результаты и перспективы сотрудничества в рамках Казахстано-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы. Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. Алматы, 2003 – 1(4) – С.7-15
161. Мудрова, А. А. Результативность использования исходного материала при селекции сортов пшеницы твердой озимой в условиях Кубани./ А. А.Мудрова, А. С. Яновский // Зерновое хозяйство России. – 2016 – С. 24-27
162. Надиров, Б. Т. Информативность признаков качества зерна яровой твердой пшеницы / Б. Т. Надиров, Г. М. Морунова, Л. М. Драчева // Селекция и урожай, 1988. – С.57-63.
163. Неттевич, Э. Д. Повышение генетического потенциала продуктивности яровой пшеницы в процессе селекции / Э. Д.Неттевич, Н. С.Щеглова, Л.М. Эзрохин и др. //Тр./ НИИСХ Центр. р-нов Нечернозёмной зоны. – 1979. – Вып. 47. – С 36-42
164. Неттевич, Э. Д. Стабильность, урожайность и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов., М. И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
165. Новохатин, В.В Наследование элементов стебля у гибридов яровой пшеницы в условиях Посеверного Зауралья // Селекция и семеноводство зерновых культур Новосибирск, – 1980 – С 37-42
166. Носатовский, А.И. Пшеница. / А.И. Носатовский. – М.: Колос, 1965. – 568с.

167. Особенности возделывания яровой твердой пшеницы в Алтайском крае: рекомендации / Под ред. М. А. Розовой. - Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии 2013. – 57 с
168. Оценка качества зерна: Справочник / Сост.: И.И. Василенко, В.И. Комаров. - М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.
169. Пакудин, В. З. Методы оценки экологической пластиичности сортов сельскохозяйственных растений. / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Селекция и генетика кукурузы. – Краснодар, 1979. – С.113-121
170. Паршуткин, Ю. Ю. Особенности формирования урожайности качества зерна и семян яровой твердой пшеницы в южной лесостепи западной Сибири: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Паршуткин Юрий Юрьевич; [Красноярский государственный аграрный университет]. – Красноярск, 2022. – 205с.
171. Пасечнюк, А. Д. Агрометеорологические условия полегания зерновых культур // Метеорология и гидрология. – 1972. №4. – С.97-101.
172. Пахотина, И. В. Совершенствование системы оценки качества зерна селекционного материала яровой твердой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: диссертация на соискание ученой степени канд. с.-х.н.:06.01.05/ Пахотина Ирина Владимировна – Омск, 2011. – С. 163-164.
173. Пенева, Т. И. К вопросу о происхождении генома *B* у *Tr. dicoccum* (Schrank) Schuebl. / Т.И. Пенева // Бюл. ВНИИ растениеводства. – Л.: 1979. – №2. – С. 10-13.
174. Першина, Л. А. Хромосомная инженерия растений – направление биотехнологии / Л.А. Першина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18. – № 1. – С. 138–146.
175. Першина, Л. А. Межвидовая несовместимость при отдаленной гибридизации растений и возможности ее преодоления / Л. А. Першина, Н. В. Трубачеева // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20, № 4. – С. 416-425.
176. Пискарев, В. В. Изменчивость и наследование количественных признаков

ков мягкой яровой пшеницы в контрастных эколого-климатических условиях Западной Сибири и Северного Казахстана / В. В. Пискарев, Р. А. Цильке, В. М. Мокаленко, А. А. Тимофеев; Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции Российской академии сельскохозяйственных наук. – Новосибирск: Издательство ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2010. – 160 с.

177. 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

178. Попов, П. Изучение гетерозиса мягкой озимой пшеницы / П. Попова, И. Станков // Генетика и селекция (НРБ). – 1972. – Т. 5, №2. – С. 93-101.)

179. Потоцкая, И.В. Создание и селекционно-генетическая оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции в условиях Западной Сибири и Южного Урала диссертация на соискание ученой степени доктора. с.-х.н.: 06.01.05 / Потоцкая Инна Владимировна // Красноярск, 2020. – 321с.

180. Проблема засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири и современные экспресс-методы ее оценки в полевых условиях / В. П. Шаманин, А. Ю. Трущенко, А. В. Пинкаль [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2016. – № 3(40). – С. 57-64.

181. Проблемы отдаленной гибридизации [Текст]: [Сб. статей] / АН СССР, Гл. ботан. сад; [Отв. ред. Н. В. Цицин]. - Москва: Наука, 1979. – 278 с

182. Программа работ ЗападноСибирского селекцентра до 2010 года. Принципы и методы создания новых сортов зерновых, зернобобовых, кормовых культур и картофеля / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, СибНИИСХ. – Омск, 1990. – 230 с.

183. Программа работ селекционного центра Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства на период 2011 – 2030 гг. / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, СибНИИСХ; под ред. Р.И.Рутца. – Новосибирск, 2011. – 203 с.

184. Производство высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье: науч.-практ. руковод. / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И.

Горянин, П.Н. Мальчиков, А.А. Вьюшков, А.П. Чичкин; науч. ред., сост. В.А. Корчагин; Самарский НИИСХ. – Самара: СамНЦ РАН, 2010. - 75

185. Пшеница и ее улучшение: Перевод с англ. Н.А. Емельяновой, Н.М. Резниченко. – М.: Колос, 1970. – 519 с.

186. Регламент Комиссии (ЕС) от 20.07.2010 № 642/2010 : <http://data.europa.eu/eli/reg/2010> (дата обращения 10.09.2022).

187. Результаты селекции яровой твердой пшеницы на устойчивость к пыльной головне в Алтайском селекцентре / М. А. Розова, В. И. Янченко, В. М. Мельник, Л. Н. Кисилева // Современные проблемы сельского хозяйства и пути их решения: Юбилейный сборник научных трудов. – Барнаул: Сибирское отделение Российской академии сельскохозяйственных наук, 2000. – С. 166-176.

188. Реймерс, Ф. Э. Физиология семян культурных растений Сибири. / Ф. Э. Реймерс, И. Э. Илли. – Новосибирск: Наука, 1974. – 142с

189. Ремесло, В. В Наследование хозяйственно ценных признаков гибридами озимой пшеницы в условиях лесостепи Украины: Афтореф. дис... канд. с.-х наук.: 06.01.05/ Ремесло Владимир Васильевич - Киев, 1979. –19с

190. Розова, М. А. Актуальные направления селекционных исследований по яровой твердой пшенице на Алтае / М. А. Розова, А. И. Зиборов, Е. Е. Егиазарян, Н. В. Барышева // Актуальные вопросы АПК Сибири: итоги и перспективы: Сборник научных работ (к 65-летию Алтайского НИИ сельского хозяйства). – Барнаул: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2015. – С. 136-149.

191. Розова, М. А. Всходжест и ее влияние на параметры густоты посева и урожайность яровой твердой пшеницы / М. А. Розова, А. И. Зиборов, Е. Е. Егиазарян // Достижения науки и техники АПК. – 2018. Т. 32. – № 6. С. 29-33.

192. Розова, М. А. Корреляционные связи урожайности яровой твердой пшеницы с элементами ее структуры в зависимости от уровня продуктивности генотипов и погодных условий в Приобской лесостепи Алтайского края / М. А. Розова, А. И. Зиборов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2(136). – С. 44-49.

193. Розова, М. А. Результаты изучения допущенных к использованию в России сортов яровой твердой пшеницы по урожайности и качеству зерна в условиях Алтайского края / М. А. Розова, Е. Е. Егиазарян, А. И. Зиборов // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 7. – С. 56-61.
194. Розова, М. А. Связь температурных показателей периода вегетации с основными агрономически значимыми характеристиками сортов яровой твердой пшеницы на Алтае / М. А. Розова, А. И. Зиборов, Е. Е. Егиазарян // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 5. – С. 9-15.
195. Розова, М. А. Характеристика сортов яровой твердой пшеницы, возделываемых в Алтайском крае / М. А. Розова, Е. Е. Егиазарян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2(220). – С. 5-14.
196. Розова, М. А. Экологическая пластиность яровой твердой пшеницы в условиях Алтая: монография / М. А. Розова, В. И. Янченко, В. М. Мельник; М. А. Розова, В. И. Янченко, В. М. Мельник; Российская акад. с.-х. наук, Сибирское отделение Гос. науч. учреждение Алтайский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва. – Барнаул: Азбука, 2010. –76 с.
197. Розова, М. А. Экологические, генетические и эволюционные аспекты варьирования урожайности и ее структурных элементов у сортообразцов яровой твердой пшеницы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края / М. А. Розова, А. И. Зиборов, Е. Е. Егиазарян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 11(157). – С. 5-13.
198. Розова, М. А. Экологические, генетические и эволюционные аспекты варьирования урожайности и ее структурных элементов у сортообразцов яровой твердой пшеницы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края / М. А. Розова, А. И. Зиборов, Е. Е. Егиазарян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 11(157). – С. 5-13.
199. Рутц, Р. И. Оценка исходного материала по комбинационной способности в регулярных скрещиваниях генетически разнокачественных наборов родительских форм. Омск, 1977 – 24с.
200. Рынок макаронных изделий. Маркетинговое исследование Источник

<https://www.indexbox.ru/reports/marketingovoe-issledovanie-rynok-makaronnykh-izdelij> (дата обращения 10.07.2023).

201. Савицкая В.А. Твердая пшеница в Сибири / В. А. Савицкая, С. С. Синин, А. И. Широков М.: Агропромиздат, 1987. – 112с.
202. Савицкая, В. А. Корреляция между продуктивностью и важнейшими количественными признаками яровой твердой пшеницы. // Науч. труды/ СибНИИСХ. – 1971. – Т1(16). – С. 31-36.
203. Савченко, В. К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях [Текст] / В. К. Савченко; АН БССР, Ин-т генетики и цитологии, Белорусское о-во генетиков и селекционеров. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с
204. Самофалова, Н. Е. Достижения и проблемы в селекции твердой озимой пшеницы. / Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, М. А. Лещенко [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 6. – С. 15-22.
205. Самсонов, М. М. Сильные и твердые пшеницы СССР / М. М. Самсонов. – М.: Колос, 1967. – 168с.
206. Санин, С. С. Влияние вредных организмов на качество зерна // Защита и карантин растений. – 2004. – № 11. – С. 14–18.
207. Санин, С. С. Прогноз риска развития эпифитотий септориоза листьев и колоса пшеницы / С. С. Санин, Л. Г. Корнева, Т. М. Полякова // Защита и карантин растений. – 2015. – №3. – С.33-36.
208. Сапега, В. А. Урожайность и параметры стабильности сортов зерновых культур / В. А. Сапега, Г. Ш. Турсумбекова, С. В. Сапега // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 10. – С. 22–26.
209. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы / А. А. Вышков, П. Н. Мальчиков, В. В. Сюков, С. Н. Шевченко. – 2-е изд. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. – 266 с.
210. Селекция яровой пшеницы в Западной Сибири / Леонтьев С.И., и др. ОМСХИ. – Омск, 1987 – 108 с
211. Семенова, М. В. Корреляция хозяйственно – полезных признаков твер-

дой пшеницы / М. В. Семенова // Резервы увеличения производства зерна в Западной Сибири: Сб. науч. трудов / ОмСХИ, 1985. – С.83-87.

212. Семенова, М. В. Особенности селекции твердой пшеницы на продуктивность и качество зерна в Западной Сибири: Автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.05/ Семенова Маргарита Вениаминовна – Харьков, 1983. – 23с.

213. Синицын, С. С. Микропресс для оценки макаронных свойств пшеницы на ранних этапах селекции и в генетических опытах / С. С. Синицын, М. В. Семенова // Инф. листок. №67-8/ Ом.ЦНТИ. –Омск, 1981. – 4 с.

214. Синицын, С. С. Многокамерная микропурка для определения натуры зерна на навесках от 15 до 1,3 г/ С. С. Синицын, Ю. В. Колмаков, Н. А. Синютин // Растениеводство и селекция с.-х. культур в Сибири. – Новосибирск, 1974. – С. 85-89.

215. Синицын, С. С. Новая методика массового определения макаронных свойств пшеницы / С. С. Синицын, Ю. В. Колмаков, А. И. Юферова // Селекция и семеноводство. –1972. – №2. –С. 30-34.

216. Скрининг устойчивости исходного материала зерновых культур к грибным заболеваниям в Омской области / Л. В. Мешкова, Т. С. Зверовская, О. В. Пяткова, О. Б. Сабаева // Аграрная наука Сибири XXI века: Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 180-летию основания сибирской аграрной науки. – Омск: Сибирский Научно-Исследовательский Институт Сельского Хозяйства, 2008. – С. 150-156.

217. Смяловская, Я. Э. Комбинационная способность сортов мягкой яровой пшеницы в разных экологических точках: автореф. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Смяловская Ядвига Эдуардовна - Новосибирск 1984. -20 с.

218. Соколов Б. С. Справочник агрогидрологических свойств почв Омской и Тюменской (южной части) областей. –Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 217 с

219. Сорта селекции Алтайского НИИ сельского хозяйства: каталог/ Рос.акад.с.-х. наук Сиб.регион. отд-ние. Алтайский науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства. Барнаул, 2010. – 64 с.

220. Сорта сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ "Омский

АНЦ". – Омск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Омский аграрный научный центр", 2022. – 148 с.

221. Струцовская, Е. С. Механические показатели прочности стебля пшеницы. //Сб. трудов аспирантов и молодых научных сотрудников. ВИР, 1966. – Т. 7(11). – С. 32-34.

222. Сулима, Ю. Г. Оценка косвенных методов определения устойчивости тритекале к полеганию / Ю.Г.Сулима, А. И. Синкевич //Научн. техн. бюл. /ВСГИ. – 1980 – Вып 36 – С. 28-31.

223. Сюков, В. В. Экологическая селекция растений: типы и практика / В. В. Сюков, В. Г. Захаров, А. И. Менибаев // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21, № 5. – С. 534-536.

224. Тихонов, В. Е. Влияние погодных факторов на формирование качества зерна твердой пшеницы в природных зонах Оренбургского Приуралья / В. Е. Тихонов, М. П. Долгалев, К. В. Митрофанов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – № 9(47). – С. 155-158.

225. Тихонов, В. Е. Селекционные индексы и тактика отбора зерновых культур в степной зоне Урала / В. Е. Тихонов // Аграрная наука. – 2010. – № 7. – С. 12-14.

226. Тютерев, С.Л. Изучение содержания белка и незаменимых аминокислот в зерне видов пшеницы и ее диких сородичей / Тютерев, С.Л. // Тр. по прикл. бот. гент. и сел. – Л.: (Б.и.), 1973. - Т. 53. – Вып. 1. – С. 222-241

227. Удовенко, Г.В. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Л.: ВИР, 1988.

228. Устойчивость перспективных образцов яровой твердой пшеницы к листвостебельным болезням / А. С. Рсалиев, Е. И. Гультяева, П. Н. Мальчиков [и др.] // Вестник защиты растений. – 2020. – Т. 103, № 2. – С. 105-112

229. Устойчивость твердой пшеницы к бурой ржавчине / Д. А. Глушаков, В. С. Юсов, Л. Я. Плотникова [и др.] // Актуальные направления развития аграрной науки: Сборник научных статей, посвященный 50-летию селекционного центра ФГБНУ "Омский АНЦ", Омск, 04 августа 2020 года / ФГБНУ "Омский АНЦ". –

Омск: ИП Макшеева Е.А., 2020. – С. 42-47.

230. Федин, М.А. Использование диаллельных скрещиваний в генетическом анализе признака высоты растений / М. А. Федин, Л. М. Лямбортай, Д. Я. Силис // Доклады ВАСХНИЛ. – 1972. – №5. – С.3-6.
231. Фляксенберг, К.А. Пшеницы / К.А. Фляксенберг // М.: (Б.и.), – 1935.
232. Хакимова, А. Г. Генетическое разнообразие и селекционная ценность синтетической гексапloidной пшеницы, привлеченной в коллекцию ВИР. А. Г. Хакимова, Н. К. Губарева, В. А. Кошкин, О. П. Митрофанова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23, № 6. – С. 108-115.
233. 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 [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 72. – С. 386-390.
234. 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 [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2(32). – С. 30.
235. Хлесткина, Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции / Е.К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 14. – № 4/2. – С. 1044-1054.
236. Цильке, Р. А. Генетика, цитогенетика и селекция растений. Собрание науч. тр. / Р. А. Цильке. Новосибирск: Новосиб. гос. аграрн. ун-т, 2003 622 с.
237. Цильке, Р.А. Изменчивость генетических параметров при диаллельном анализе количественных признаков мягкой яровой пшеницы. Сообщение 4. Длина стебля / Р.А. Цильке, О.Т. Качур, С.А. Садыкова // Генетика. – 1978. – Т.14. №8. – С. 1409-1422.
238. Цильке, Р.А. Изучение наследования количественных признаков мягкой яровой пшеницы в топкроссных скрещиваниях. Сообщение I. Длина стебля / Р.А. Цильке // Генетика. – 1975. – Т. XI, № 2. – С. 14-23.

239. Цыганков, И. Г. Использование разнообразия морфологических признаков при создании экологически устойчивых сортов яровой пшеницы в Западном Казахстане. И. Г Цыганков., В. И Цыганков. Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. – Алматы, 2003. – 1(4). – С. 140-143.
240. Цыганков, И.Г. использование разнообразия морфологических признаков при создании экологически устойчивых сортов яровой пшеницы в Западном Казахстане / И.Г. Цыганков, В. И. Цыганков // Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. – Алматы, 2003. – №1(4). – С. 140-143.
241. Черноок, А. Г. Фенотипическое проявление аллеля низкостебельности Rht-B1p (Rht-17) у яровой твердой пшеницы в двух климатических условиях. / А. Г. Черноок, П. Ю. Крупин, Л. А. Беспалова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23, № 7. – С. 916-925
242. Чесноков, Ю. В. Картрирование QTL, определяющих проявление агрономически и хозяйственно ценных признаков у яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) в различных экологических регионах России / Ю. В. Чесноков, Н. В. Почепня, Л. В. Козленко [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 4-2. – С. 970-986.
243. Чиков, В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений / В. И. Чиков // Физиология растений. – 2008 – Т. 55, № 1 – С. 140-154.
244. Чулкина, В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. – 187 с
245. Шайдаюк, Е. Л. Популяционные исследования возбудителя бурой ржавчины на твердой пшенице в Омской области / Е. Л. Шайдаюк, В. С. Юсов, Е. И. Гультяева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 54. – С. 64-69
246. Шаманин В.П. Оценка линий синтетической пшеницы (*Triticum durum/Aegilops tauschii*) по вегетационному периоду и устойчивости к болезням. / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, С. С. Шепелев [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21, № 3. – С. 347-353.

247. Шаманин, В. П. Оценка сибирской коллекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях Южной лесостепи Западной Сибири / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, М. В. Клевакина // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11, № 2(40). – С. 55-59.
248. Шаманин, В. П. Синтетическая пшеница / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, С. С. Шепелев, и др.: монография: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. – 170 с.
249. Шаманин, В.П. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в Западной Сибири / В. П. Шаманин, А. И. Моргунов, С. Л. Петуховский, и др. // Омск: ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2015. – 149 с
250. Шевченко, Ф. П. Корневые гнили яровой пшеницы в западной Сибири и система мер борьбы с ними. / Ф. П. Шевченко // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. ВАСХНИЛ.М.: Колос,1970, – С.14-17
251. Шмакова, О. А. Оценка образцов твердой пшеницы на устойчивость к твердой головне в условиях южной лесостепи Омской области / О. А. Шмакова, Л. В. Мешкова, А. П. Кашинская // Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Курск, 13–15 июля 2022 года. – Курск: 2022. – С. 46-49.
252. 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. – Т. 36, № 9. – С. 55-59.
253. Юсов В.С. Создание сортов яровой твердой пшеницы, устойчивых к стеблевой ржавчине в Западной Сибири. / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Л. В. Мешкова, Д. А. Глушаков // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – Т. 182, № 2. – С. 131-138.
254. Юсов, В. С. Аддитивные основные эффекты и мультиплекативные взаимодействия в стабильности накопления белка сортами твердой пшеницы в условиях омской области / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, И. В. Пахотина // Петропав-

ловск: Некоммерческое акционерное общество "Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева", 2022. – С. 316-320.

255. Юсов, В. С. Влияние генотипа и среды на показатели качества сортов яровой твёрдой пшеницы в условиях Омской области / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 27 февраля 2023 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 252-257.

256. Юсов, В. С. Влияние генотипа и среды на урожайность сортов яровой твёрдой пшеницы в условиях Омской области / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 4 т., Благовещенск, 20–21 апреля 2022 года. Том 1. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 359-365.

257. Юсов, В. С. Влияние норм высеива 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

258. Юсов, В. С. Влияние норм высеива 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

259. Юсов, В. С. Влияние площади флагового листа и длины остатей 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

260. 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

261. Юсов, В. С. Использование кластерного анализа для группировки образцов твердой пшеницы по сходным признакам на примере питомников КАСИБ. / Юсов В. С., Евдокимов М. Г. // Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, - Новосибирск, 2015. – с.115-120
262. 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
263. 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. 5-9
264. 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
265. 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
266. 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.
267. 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
268. 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

269. 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

270. Юсов, В. С. Сравнительная оценка параметров экологической пластиичности и стабильности сортов яровой твердой пшеницы / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Сельское хозяйство Сибири на рубеже веков: итоги и перспективы развития: Материалы конференции молодых ученых СО РАСХН, Новосибирск, 16 мая 2001 года. – Новосибирск: Сибирское отделение РАСХН, 2001. – С. 88-90.

271. 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

272. Юсов, В. С. Формирование анатомо-морфологических и хозяйствственно-ценных признаков и их стабильность у сортов твердой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири // дис. к. с-х. н: 06.01.05/ Юсов Вадим Станиславович Омск, 2001. – 174с.

273. 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

274. 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

275. 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

276. Юсов, В.С. Результативность использования исходного материала в селекции яровой твердой пшеницы для западной Сибири. / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, М. Н. Кирьякова, Д. А. Глушаков //Аграрная наука в современном мире: проблемы, инновации, достижения: Сборник научных трудов, посвященный 90-летию со дня основания Карабалыкской СХОС, Научный, –2019 – 150-154 с.
277. Юсов, В.С. Характеристика устойчивости образцов пшеницы твердой из питомников КАСИБ к возбудителю буровой ржавчины в условиях Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Л. В. Мешкова [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 72. – С. 386-390.
278. Юсов, В.С., Евдокимов М.Г. Сравнение методик оценки комбинационной способности. Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: тр. II Междунар. науч.-практ. конф. мол. ученых 20-21 апреля 2006г., пос. Краснообск / РАСХН, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2006. – С. 311-315
279. Янченко, В. И. Интенсивная технология возделывания нового сорта твердой пшеницы Алтайка / В. И. Янченко, Н. Ф. Сильченко, Ф. П. Шевченко, В. П. Суворов. – Новосибирск, 1986. – 27с.
280. Янченко, В.И. Использование генофонда твердой яровой пшеницы в создании высокоадаптивных сортов Сибирского экотипа. / В. И. Янченко, М. А. Розова, В. М. Мельник // Материалы 1-ой Центрально- Азиатской конференции по пшенице, Алматы, 10-13 июня.: Алматы, – 2003. –С.151-152.
281. A large nested association mapping population for breeding and quantitative trait locus mapping in Ethiopian durum wheat / Y.G. Kidane [et al.] // Plant Biotechnology Journal. – 2019. – V. 17 (7). – P. 1380–1393.
282. Abdullah, S. Insights into tan spot and stem rust resistance and susceptibility by studying the pregreen revolution global collection of wheat. / S. Abdullah, S.K. Sehgal // Jin Plant Pathol. – 2017– Vol 33(2). – P.125–132
283. Adorn, K. K. Antioxidant activity of grains. / K. K. Adorn, R. H. Liu, // J. Agric. Food Chem. – 2002. – Vol. 50. –P.6182-6187.
284. Ainouche, M. L. Spartina anglica C.E. Hubbard: a natural model system for analyzing early evolutionary changes that affect allopolyploid genomes. / M. L.

- Ainouche, A. Baumel, A. Salmon // Biol. J. Linn. Soc. – 2004. – Vol. 82. P.475-484
285. Akinci, C. Heterosis and combining ability estimates in 6×6 half-diallel crosses of durum wheat (*Triticum durum* Desf.). / C. Akinci // Bulg. J. Agric. Sci. – 2009. – Vol. 15(3). – P.214-221
286. Allan, R Inheritance and differentiation on of semidwarf culm length of wheat/ R. Allan, O. A. Vogel, C. I Peterson. // Crop Sci. – 1968. V8. N6
287. Allard, R. W. History of Plant Population Genetics / R. W. Allard //Annual Rev. Genetics. – 1999. – Vol. 33. – P.1-27.
288. Altenbach, S. B. Temperature, water and fertilizer influence the timing of key events during grain development in a US spring wheat. / S. B. Altenbach, F. M. DuPont, K. M. Kothari et al. // J Cereal Sci. – 2003. – Vol. 37(1). – P. 9–20
289. Alvaro, F. Old and modern durum wheat varieties from Italy and Spain differ in main spike components. / F. Alvaro, J. Isidro, D. Villegas, L. Garcha del Moral, C. Royo // Field Crop. Res. – 2008. – Vol.106(1). P/86-93.
290. Ammar, K. Durum wheat breeding. Annual Wheat Newsletter 2009 Vol. 55 Available from: <https://wheat.pw.usda.gov/ggpages/awn/55/> (дата обращения 02.6.2023)
291. Angelino, D. Glucose- and lipid-related biomarkers are affected in healthy obese or hyperglycemic adults consuming a whole-grain pasta enriched in prebiotics and probiotics: A 12-week randomized controlled tria. / D. Angelino, A. Martina, A. Rosi Et al. // The Journal of Nutrition. 2019. Vol. 149. Iss. 10. Pp. 1714–1723.
292. Arduini, I. Sowing date affect spikelet number and grain yield of durum wheat. / I. Arduini, L. Ercoli, M. Mariotti, et al. // Cereal Research Communications. – 2009/ – Vol.37. P. 469–478
293. Bassi, F. Annual planning meeting: Durum wheat breeding 2018.
294. Bhatt, G. M. Genotype x Environment interaction for, heritabilities of, and correlations among quality in wheat. / G. M. Bhatt, F.N. Derera // Euphytica 24. – 1975. – P. 5977604.
295. Bhattacharya, S. Deadly new wheat disease threatens Europe's crops. Nature. – 2017 – Vol.542. P.145–146

296. Boggini, G. Other Durum Wheat Derived Products, in Durum Wheat, Chemistry and Technology. / G. Boggini, H. Namoune, J. Abeccassis, et. al. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists Inc: St Paul, Minnesota USA // – 2012
297. Bolton, M. D. Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. / M. D. Bolton, J. A. Kolmer, D. F. Garvin Mol Plant Pathol. – 2008. – Vol. 9(5) – P.563–575
298. Borlaug, N. Feeding a hungry world. Science 318. – 2007. – P. 359.
299. Borrelli, G. Distribution along durum wheat kernel of the components involved in semolina colour. G. Borrelli, A. De Leonardis, C. Platani, A. J. Troccoli Cereal Sci. 2008. – Vol.48. – P.494–502.
300. Cecchini, C. Assessing the Rheological Properties of Durum Wheat Semolina: A Review. / C. Cecchini, A. Bresciani, P. Menesatti, et.al. // Foods. –2021. Vol. 10. P. 2947.
301. Chen, W. Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. / W. Chen, C. Wellings, X. Chen et. al. // Mol Plant Pathol. 2014. – Vol.15(5). – P.433–446
302. Cheshkova, A.F. A comparison of statistical methods for assessing winter wheat grain yield stability. / A. F. Cheshkova, P. I. Stepochkin, A. F. Aleynikov [et al.] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2020. – Vol. 24, No. 3. – P. 267-275.
303. Cockerham, C. C. Simultaneous selling and partial diallel test crossing. / C. C. Cockerham, D. F. Matzinger // Optimum selection procedures//Austr. J. Biol. Sci.– 1966. – Vol. 19. – P. 795-805.
304. Colasuonno, P. Carotenoid pigment content in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var durum): an overview of quantitative trait loci and candidate genes. / P. Colasuonno, I. Marcotuli, A. Blanco, M. Maccaferri, et.al.// Front. Plant Sci. –2019. – Vol.10 P.1347.
305. Conner, R. L. Influence of irrigation timing on black point incidence in soft white spring wheat. / Conner, R. L // Can. J. Plant Pathol. – 1987. – Vol. 9. – P. 301–306.
306. Cooper J. K. Increasing hard winter wheat yield potential via synthetic wheat: I. Path-coefficient analysis of yield and its components. / J. K. Cooper, A. Ibrahim,

- J. Rudd, S. Malla, D. B. Hays, J. Baker // *Crop Sci.* – 2012. – Vol.52. – P.2014-2022
307. Crossa, J. The Modern Plant Breeding Triangle: Optimizing the Use of Genomics, Phenomics, and Enviromics Data. *Front. / J. Crossa, R. Fritsche-Neto, O. A Montesinos-Lopez, G. Costa-Neto, et. al. // Plant Sci.* – 2021. – Vol.12. P.651480.
308. Cubadda, F. Effect of technological processing on twenty major and trace elements in durum wheat. / F. Cubadda, A. Raggi, G. Rufo, and E. J. Marconi *Cereal Sci. In press. 2012.*
309. Cynthia, G. Vitamins, minerals, and nutritional value of durum wheat. In book: Durum Wheat. / G. Cynthia, F. Cubadda, M. Carcea, N. Pogna // Chemistry and Technology, 2nd edition. – 2012. – P.125-137.
310. Dahl, C. Global Durum Outlook. Available online: http://www.italmopa.com/wp-content/uploads/2017/05/144_all_1.pdf (доступ апрель 2023).
311. Del Moral, L.G.; Rharrabti, Y.; Villegas, D.; Royo, C. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. *Agron. J.* 2003, 95, 266–274.
312. Delcros, J.F. Effect of mixing on the behavior of lipoxygenase, peroxidase and catalase in wheat flour doughs. / J.F. Delcros, L. Rakotozafy, A. Boussard, S. Davidou, et. al. // *Cereal Chemistry.* – 1998. – Vol. 75. – P.85593.
313. Dello Russo, M. Nutritional Quality of Pasta Sold on the Italian Market: The Food Labelling of Italian Products (FLIP) Study / M. Dello Russo, C. Spagnuolo, S. Moccia, D. Angelino, N. Pellegrini, D. Martini // *Nutrients* 2021. No. 13. Iss. 1. Article number 171. URL:<https://pdfs.semanticscholar.org/e397/d6f6513711c1bf23398bbd6651db9cfe80a4.pdf> (дата обращения: 20.05.2022).
314. Dexter, J. E. Canadian wheat / J. E. Dexter, K. R. Preston, N. J. Woodbeck Chapter 6 Future of flour a compendium of flour improvement. – 2006. – P. 43–62.
315. Dhonekshe, B.L. Use of F2 in combining ability studies in durum wheat / B.L. Dhonekshe // *J. Maharashtra Agr. Univ.* – 1983. – V.8, №1. – P.51-53.
316. Digesù, A. Genetic variability in yellow pigment components in cultivated and wild tetraploid wheats. / A. Digesù, C. Platani, L. Cattivelli, G. Mangini, A. J. Blanco

// Cereal Sci. 2009 – Vol. 50. P.210 – 218.

317. Dragov, R. G. Combining ability for quantitative traits related to productivity in durum wheat / R. G. Dragov // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2022. – Vol. 26, No. 6. – P. 515-523.

318. Dreisigacker, S. CIMMYT Wheat Molecular Genetics: Laboratory Protocols and Applications to Wheat Breeding. / S. Dreisigacker, D. Sehgal, A. E. Reyes, et.al. // Mexico, D.F.: CIMMYT.2016

319. Dreisigacker, S. Use of synthetic hexaploid wheat to increase diversity for CIMMYT bread wheat improvement. / S. Dreisigacker, M. Kishii, J. Lage, M. Warburton // Australian Journal of Agricultural Research - AUST J AGR RES. – 2008. –Vol.59

320. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties. / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – N 1. – P. 3.

321. El-Nagar, G. Rheological quality and stability of yogice cream with added inulin. / G. El-Nagar, G. Clowes, C. Tudorică, V. Kuri, C.S. Brennan // Int J Dairy Technol – 2002. – Vol.55. – P.89–93

322. Elouafi I. Identification of a microsatellite on chromosome 7B showing a strong linkage with yellow pigment in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) / I. Elouafi, M. M. Nachit, L. M. Martin// Hereditas. – 2001. – Vol.135. P.255-261

323. Erdman, J. A. Mineral composition of small- grain cultivars from a uniform test plot in South Dakota. / Erdman, J. A., and Moul, R. C. // J. Agric. Food Chem. – 1982. –Vol. 30. – P.169-174.

324. 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

325. 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

326. Farouk, S. Osmotic adjustment in wheat flag leaf in relation to flag leaf area and grain yield per plant. / S. Farouk // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2011. – Vol. 7 – No. 2. – P. 117-138
327. Feillet, P. Pasta brownness: An assessment / P. Feillet // Jornal of Cereal Science. – 2000. – Feillet, P. Vol.32. – P.2155233.
328. Feldman, M. New evidence on the origin of the B genome of wheat. / M. Feldman // Proceed. 5th Intern. Wheat Genet. Symp. - 1978. - V. 1. - P. 120-132.
329. Felice, E. La Società Produttori Sementi (1911-2011). Alle origini del made in Italy Edition: Publisher: Il Mulino. – 2011. – 16 P.
330. Fernandez, G.C.J. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo C.G. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Tainan, Taiwan. – 1992.
331. Fischer, R. A. Drought resistance in spring wheat cultivars. I., / Fischer, R.A., R. Maurer // Grain yield response. Aust. J.Agric. – 1978. – Res. 29, P.897-907
332. Fones, H. The impact of *Septoria tritici* Blotch disease on wheat: an EU perspective. / H. Fones, S. Gurr // Fungal Genet Biol. – 2015. – Vol.79. P.3–7
333. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Statistical Database; FAO: Rome, Italy, 2022; Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (дата обращения: 01.02.2023).
334. Foulkes, M. J. Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. / M. J. Foulkes, G. A. Slafer, W. J. Davies, P. Berry, R. Sylvester-Bradley, P. Martre, et al. // J. Exp. Bot. – 2011 – Vol. 62. P.469–486.
335. Freeman, G.F. The heredity of quantitative characters in wheat / G.F. Freeman // Genetics. – 1919. – Vol. 4, № 1. – P. 1-93.
336. Fu, B.X. Total phenolic and yellow pigment contents and antioxidant activities of durum wheat milling fractions. / B. X Fu., C. Chiremba, Pozniak, K. Wang, S. Nam // Antioxidants. –2017. – Vol.6. P.78.
337. Gauch H.G. Identifying Mega-Environments and Targeting Genotypes. /

H.G. Gauch, R.W. Zobel // *Crop Science*. – 1997. – Vol.37. – P. 311-326.

338. Genome-wide association mapping of root system architecture traits in common wheat (*Triticum aestivum* L.) / P. Liu [et al.] // *Euphytica*. –2019. – V. 215 (7). – P. 121.

339. Gillezeau, C. Update on human exposure to glyphosate, with a complete review of exposure in children. / C. Gillezeau, W. Lieberman-Cribbin, E.T aioli, // *Environ Health* 19. – 2020. – P.115.

340. Gluten Index for Wheat Products: Main Variables in Affecting the Value and Nonlinear Regression Model / N. A. Oikonomou, S. Bakalis, M. S. Rahman, et al. // *International Journal of Food Properties*. 2015. Vol. 18. 11 p. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2013.772198> (дата обращения 10.10.2022).

341. Gonzalez, F.G. Photoperiod during stem elongation in wheat: is its impact on fertile oret number and grain number determination similar to that of radiation Funct. / F.G. Gonzalez, G.A. Slafer, D. J. Miralles // *Plant Biol*. – 2005. V.32. P.181-188.

342. Goswami, Heading for disaster: *Fusarium graminearum* on cereal crops. / Goswami, Rubella & Kistler, Harold. // *Mol. Plant Pathol*. 5, 515-525. Molecular plant pathology. – 2004. – Vol. 5. – P.515-25.

343. Griffing, B., Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*. – 1956. – Vol. 9. – P.463–493.

344. Guedira, M. Distribution of Rht genes in modern and historic winter wheat cultivars from the eastern and central USA / M. Guedira, G. B. Guedira, I'D. Sanford, C. Sneller, E. Souza, D. Marshall // *Crop Science*. – 2010. – Vol.50. – P. 1811-1822

345. Gulyaeva, E. Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens. / E. Gulyaeva, V. Yusov, M. Rosova, P. Mal'chikov, E. Shaydayuk, N. Kovalenko, Et al. // *Cereal Research Communications*. – 2020. – Vol. 48(2). – P.71-79.

346. 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 (Web of Science, Scopus, личный вклад – 20 %).

347. GWAS of highly heritable agronomic traits in durum wheat / S. Wang [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2019. – (дата обращения 10.10.2022): <https://www.frontiersin.org>.

348. Herdam, H. Niitzung „Unsystematischer Kreuztingen“ fur die Schatzung der Allgemeinen Kombinationseignung. — Acta Univ. Agr. Fac. Brno. — 1973. — Band 21. Heft 2. S. 383 – 391.

349. Hinkelmann, K. Kreuzungsplane zur Selektionsziichtung bei Waldbau- men // Silvae Genetica. – 1960. – Band 9. Heft 5. – S. 121 —133.

350. Hinkelmann, K. Two classes of group divisible partial diallel crosses. / K. Hinkelmann., O. Kempthorne // Biometrics. – 1963. – V. 50. – P. 281-291.

351. Hoff, J. C Inheritance of coleoptile length in crosses involving Olesens Dwarf spring wheat / J.C. Hoff, B.J. Kolp, K.E. Bohnenblust // Crop Sci. – 1973. – V. 13, № 2. – P. 181-184.;

352. Hongyu, K. Statistical Analysis of Yield Trials by AMMI Analysis of Genotype \times Environment Interaction. / K. Hongyu, M. Garcia-Pena, L. B. de Araujo, C. T. S. Dias // Biometrical Letters. – 2014. – V.51. – P.89-102.

353. Houben, A., Sanei M., Pickering R. Barley doubled-haploid production by uniparental chromosome elimination. / A. Houben, M. Sanei, R. Pickering // Plant Cell Tiss. Org. – 2011. V.104. – P.321-327.

354. Hovmoller, M.S. 2018. Global Rust Reference Centre. <http://wheatrust.org> (дата обращения: 20.05.2023).

355. Hsu, P. The inheritance of morphological and agronomic characters inspring wheat / P. Hsu, P.D. Walton // Euphytica. – 1970. –V. 19, № 1. – P. 54-60

356. Huerta-Espino, J. First detection of virulence in *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* to wheat resistance genes Yr10 and Yr24 (=Yr26) in Mexico. / J. Huerta-Espino, R. P. Singh, // Plant Diseases. 2017. – V.101(9). P.1676.

357. I.A. del Blanco [et al.] Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations // Crop Sci. – 2000. – V. 40. – P. 1257–1263.

358. ICS67.060GB1351200http://centr.fczerna.ruupload/iblock/70f/....pdf (дата обращения 02.6.2023)
359. International trade in goods statistics by product Imports 2001-2022 <https://intracen.org/resources/data-and-analysis/trade-statistics>. (дата обращения 02.6.2023)
360. Johnson, B. L. Identification of the apparent B - genome donor of wheat. / B.L. Johnston // Canad. J. Genet. and Cytol. – 1975. – v. 17, №1. – P. 21-39
361. Johnston, R.A. Inheritance of semolina color in six durum wheat crosses / R.A. Johnston, J.S. Quick, J.J. Hammond. // Crop Sci. – 1983. – Vol.23. – P.607-610.
362. Kabbaj, H. Genetic diversity within a global panel of durum wheat (*Triticum durum*) landraces and modern germplasm reveals the history of alleles exchange. / H. Kabbaj, A.T. Sall, A. Al-Abdallat, et.al. // Front. Plant Sci. – 2017. Vol.8. – P. 1277.
363. Kahiluoto, H. Decline in climate resilience of European wheat / H. Kahiluoto, J. Kaseva, J. Balek at al. // Proc Natl Acad Sci. USA. – 2019. Vol.116 (1). – P. 123–128.
364. Kato, K. Mapping QTLs controlling grain yield and its components on chromosome 5A of wheat. / K. Kato, H. Miura, S. Sawada // Theor. Appl. Genet. – 2000. – V. 101 – P. 1114–1121.
365. Khola, R. Evaluation of wheat A- and B-genome-based amphiploids for powdery mildew resistance: morpho-molecular characterization, diversity, and utilization potential for wheat improvement. / R. Khola, F. Naz, A. G. Kazi, and eds. // Annual Wheat News letter. – 2009. Vol.56. – P.132-140.
366. Kidane, Y.G. A large nested association mapping population for breeding and quantitative trait locus mapping in Ethiopian durum wheat / Y.G. Kidane, et al. // Plant Biotechnology Journal. – 2019; V. 17 (7). – P. 1380–1393.
367. Kihara, H. Discovery of the DD-analyser, one of the ancestors of *Triticum vulgare*. / H. Kihara // Agric. Hortic. – 1944. – V.19. – P.889-890.
368. KILIÇ, H. Assessment of Parametric and Non-Parametric Methods for Selecting Stable and Adapted Durum Wheat Genotypes in Multi-Environments. / KILIÇ, Hasan, Akçura, Mevlüt, Hüsnü, Aktaş // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-

Napoca. – 2010. – P. 38.

369. Kimber, G. A reassessment of the origin of the poliploid wheats. / G. Kimber // *Genetics (USA)*. – 1974. – v. 78, №1. – P. 487-492.
370. Knopf, C. Occurrence of three dwarfing Rht genes in German winter wheat varieties. / C. Knopf, H. Becker, E. Ebmeyer, V. Korzun // *Cereal Res. Commun.* – 2008. – Vol. 36(4) – P.553-560.
371. Knutsen, H. KRisks to human and animal health related to the presence of deoxynivalenol and its acetylated and modified forms in food and feed. / H.K Knutsen, J. Alexander, L. Barregard et al // *EFSA J* 2017. – V.15(9) – P.4718
372. Koishybayev M. Wheat diseases. Ankara: FAO; 2018. URL: <http://unisz.bg/truni11/wp-content/uploads/biblioteka/file/TUNI10042659.pdf> (дата обращения: 07.07.2022).
373. Kokhmetova, A. Evaluation of wheat cultivars growing in Kazakhstan and Russia for resistance to tan spot. / A. Kokhmetova, O. Kremneva, G. Volkova, M. Atishova, Z. Sapakhova // *J Plant Pathology*. – 2017. – Vol. 99(1) – P.161–167.
374. Kosner, J. Lokalizace nekterych genu u obrudy «Kavkaz » promoci monosomické analyzy v generaci F1 / J. Kosner, I. Bares // *Genet. a slecht.* – 1975. – V. 11, №4. – P.271-274.
375. Kthiri, D. Characterization and mapping of leaf rust resistance in four durum wheat cultivars. / D. Kthiri, A. Loladze, P. R. MacLachlan, A. N'Diaye, et. al. // *PLoS ONE* – 2018. – V.13.
376. Kushnir, U. Evidence for *Aegylops sharonensis* Eig as the donor of the B genome of wheat. /U. Kushnir, G.M. Halloran // *Genetics (USA)*. – 1981. – Vol. 99, №3-4. – P. 495-512.
377. Lamkin, W.M. Polyphenol oxidase activites of hard red winter, soft red winter. Hard red spring, white common, club, and durum wheat cultivars / W.M. Lamkin, B.S. Miller, S.W. Nelson, D.D. Traylor, M.S. Lee // *Cereal Chemistry*. 1981.– Vol 58. – P.27731.
378. Lapochkina, I.F. The development of winter wheat lines with several genes for resistance to *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* for use in breeding programs in

- Russia. / I.F. Lapochkina, O.A. Baranova, N. R. Gainullin, G. V. Volkova, E. V. Gladkova, E. O. Kovaleva, A.V. Osipova // Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii=Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2018. – Vol.22(6) – P.676-684.
379. Lewis, C. M. Potential for re-emergence of wheat stem rust in the United Kingdom. / C. M. Lewis, A. Persoons, D. P Bebber, et. al. // Communications Biology 1. Communications Biology – 2018., Volume: 1 – Issue: 1 – P. 2399-3642
380. Li, J. Wheat in breeding processes / J. Li [et al.] // Evol. – 2014. – V. 52. – P. 735–742.
381. Liu, R. H. Whole grain phytochemicals and health. J. Cereal Sci. –2007. – Vol.46. P. 207-219.
382. Lopes, M.S. Drought adaptive traits and wide adaptation in elite lines derived from resynthesized hexaploid wheat / M.S. Lopes, M.P. Reynolds // Crop Sci. – 2011. – V. 51. – P. 1617–1626.
383. Malcolmson, L. J Textural optimization of spaghetti using response surface methodology: Effects of drying temperature and durum protein level. / L.J Malcolmson, R.R Matsuo, and R. Balshaw. //Cereal Chemistry. – 1993. – V.70. P/417-423
384. Marcotuli, I. Non-starch polysaccharides in durum wheat: A review. / I Marcotuli, P Colasuonno, Y.S. Hsieh, G.B. Fincher, A. Gadaleta // Int J Mol Sci 2020. – Vol. 21. – P.2933
385. Martynov, S.P. A Method for the Estimation of Grop Varieties Stability / S.P. Martynov // Biom, J.32–1990. – N7. – P.887-893
386. Martnez-Moreno, F. Global Changes in Cultivated Area and Breeding Activities of Durum Wheat from 1800 to Date: A Historical Review. / F. Martnez-Moreno, K. Ammar, I. Solhs, // Agronomy. – 2022. –Vol.12. – P. 1135.
387. Matsio, R.R. Reiationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties. / R. R. Matsio, J. I Dexter. // Canada. Plant Soi. – 1980. – Vol. №60. – P. 49.
388. Matsuo, R.R. Durum wheat: Its unique pasta-making properties. In Wheat: Production, Properties and Quality; Bushuk, W., Rasper, V.F., Eds.; Springer: Boston, MA, USA. – 1994. – P. 169–178.

389. Matzinger, D. F., Experimental estimates of genetic parameters and their applications in self-fertilizing plants. NAS-NRC 982. – 1963 – P.253–279.
390. McFadden, E.S. The origin of *Triticum spelta* and its freethreshing hexaploid relatives. / E.S. McFadden, E.R. Sears // *J. Hered.* – 1946. – Vol.37(4) – P.107-116.
391. McIntosh, R. A. Supplements 2013 / R. A. McIntosh, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, C. Morris, R. Appels, X.C. Xia // Catalogue of Gene Symbols for Wheat: 2013, Available at: www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/. (дата обращения: 09.07.2022).
392. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, M. Devos, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, R. Appels // Proc. 10-th Internat. Wheat Genet. Symp. Piestum, Italy, 2003. – Vol.4. (дата обращения: 09.07.2022).
393. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, R. Appels // Catalogue of gene symbols for wheat: 2011 supplement.<http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/> supplement2011.pdf (дата обращения: 09.07.2022).
394. McKeith, B. Nutritional aspects of cereals. *Nutr. Bull.* 2004. – Vol.29 – P.111-142 <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1076.2673&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 09.07.2022).
395. Mettin, D. Wie unser Saatweizen entstanden ist. / D. Mettin // *Wiss. u. Forsch.* (Berlin). – 1964. – №14. – S. 560-564.
396. Mondo, J. M. Genotype x Environment Interactions on Seed Yield of Inter-Racial Common Bean Lines in Kenya. / J. M. Mondo, P. M. Kimani, R. D. Narla // *World Journal of Agricultural Research.* – 2019. – Vol.7(3). – P.76-87.
397. Morgounov, A. Effect of climate change and variety on long-term variation of grain yield and quality in winter wheat in Kazakhstan / A. Morgounov, A. Abugalieva, S. Martynov // *Cereal Research Communications.* – 2014. – Vol. 42, No. 1. – P. 163-172.
398. Mujeeb-Kazi, A. Utilizing Wild Grass Biodiversity in Wheat Improvement: 15 years of Wide Cross Research at CIMMYT. / A. Mujeeb-Kazi, G.P Hettel. (Eds.). // CIMMYT Research Report No. 2, 1995.
399. Ng, D.W. Big roles for small RNAs in polyploidy, hybrid vigor, and hybrid

incompatibility. / D.W. Ng, J. Lu, Z. J. Chen // Curr. Opin. Plant Biol. –2012. – Vol.15. P.154-161.

400. OEC – Economic Complexity Ranking of Countries (2013–2017). available at <https://atlas.media.mit.edu/it>. (дата обращения: 15.07.2022).

401. Ogbonnaya, F. C. Yield of synthetic backcross-derived lines in rainfed environments of Australia / Ogbonnaya F.C et al.// Euphytica. – 2007. – V. 157. – P. 321–336.

402. Ogbonnaya, F.C. Synthetic hexaploids: harnessing species of the primery gene pool for wheat improvement. / F. C. Ogbonnaya, O. Abdalla, A. Mujeeb-Kazi, A. G. Kazi, C. C. Xu, N. Gosman, E. S. Lagudah, D. Bonnett, M. Sorrells, H. Tsujimoto // Plant Breed. Rev.– 2013. – Vol.37. – P.35-122.

403. Olivera, P. F. Characterization of *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* isolates derived from an unusual wheat stem rust outbreak in Germany in 2013. / P. F. Olivera, M. Newcomb, K. Flath, N Sommerfeldt-Impe, L. Szabo, M. Carter, D. Luster // Plant Pathol. –2017. – Vol.66. – P.1258–1266.

404. Ortiz, R. Climate change: can wheat beat the heat? / R. Ortiz, K. D. Sayre, B. Govaerts, R. Gupta, et. al. // Agric. Ecosys. Environ. – 2008. – Vol.126. –P.46–58.

405. Pearce, S. Molecular characterization of Rht-1 dwarfing genes in hexaploid wheat. / S. Pearce, R. Saville, S. P. Vaughan, P. M. Chandler et. al. // Plant Physiol. – 2011. – Vol. 157. – P.1820-1831.

406. Pestsova, E. G. Development and QTL assessment of *Triticum aestivum*–*Aegilops tauschii* introgression lines / E. G. Pestsova, A. Börner, M. S. Röder // Theor. Appl. Genet. – 2006. – V. 112. – P. 634–647.

407. Pollini, C. M THT technology in the modern industrial pasta drying process. In: Pasta and Noodle Technology. / C. M Pollini, J. E Kruger, R. R Matsuo // Dick, eds. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. – 1996. – P. 59-74

408. Pozniak, C. J. Identification of QTL and association of a phytoene synthase gene with endosperm colour in durum wheat / C. J. Pozniak, R. E. Knox, F. R. Clarke, J. M. Clarke// Theoretical Applied Genetics, 2007. – Vol.114. – P.525-537.

409. Rajaram S. Is conventional plant breeding still relevant? Increasing wheat

production in Central Asia through science and international cooperation. / S. Rajaram // Proc. First Central Asia Wheat Conf. Almaty, Kazakhstan, 2003. – P.1–4.

410. Rajaram, S. M, van Ginkel M, and Fischer RA. CIMMYT's wheat breeding mega-environments. / S. M. Rajaram, M. Ginkel, R. A Fischer. // Conference Paper. 8th International Wheat Genetics Symposium. Beijing, China. 1994 Available from: https://www.researchgate.net/ publication/275101052_CIMMYT%27s_wheat_breeding_mega_environments (дата обращения: 15.05.2023).

411. Raque, K. Evaluation of wheat A- and B-genome-based amphiploids for powdery mildew resistance: morpho-molecular characterization, diversity, and utilization potential for wheat improvement. / K. Raque, F. Naz, A. G. Kazi, and eds. // Annual Wheat News letter. – 2009. – Vol. 56.

412. Rebetzke, G. J. Quantitative trait loci on chromosome 4B for coleoptile length and early vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.) / G. J. Rebetzke, R. Appels, Morrison, R. A. Richards, G. McDonald, M. H. Ellis, W. Spielmeyer, D.G. Bonnett // Australian Journal of Agricultural Research. – 2001. – V. 52. – P. 1221-1234.

413. Reynolds, M. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces / M. Reynolds, F. Dreccer, R. Trethowan // J. Exp. Bot. – 2007. – V. 58. – P. 177–186.

414. Riley, R. Cytogenetics and the evolution of wheat. / R. Riley // University Press. Cambridge. – 1965. – P.103-122.

415. Roelfs, A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. / A. P. Roelfs, R. P. Singh, E. E. Saari //Mexico: CIMMYT; 1992. Available from:<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1153/38487.pdf?sequence=1&isAllwed=y> (дата обращения: 14.05.2023).

416. Ross, R. Gluten index compared with SDSsedimentation volume for early generation selection for gluten strength in durum wheat / R. Ross, F. Clarke, J Clarke, N.A. Ames et.al. // CAN J PLANT SCI. – 2010. – V.90. – P.1-11.

417. RoundUp (glyphosate) Causes Cancer, says World Health Organization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naturalon.com/roundup-glyphosate-causes-cancer-says-world-health-organization/view-all/> (дата обращения: 18.04.2022)

418. Rsaliyev, A. S. Principal approaches and achievements in studying race composition of wheat stem rust / A. S. Rsaliyev, Sh. S. Rsaliyev // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2018. – Vol. 22, No. 8. – P. 967-977.
419. Sadeghzadeh-Ahari, D. Estimation of genetic parameters of yield and yield components in rainfed durum wheat through diallel cross. / D. Sadeghzadeh-Ahari, P. Sharifi, R. Karimizadeh, M. Mohammadi // J. Crop Breed. – 2018. – Vol. 10(25). – P.176-184.
420. Saini, P. Nutritional value and end-use quality of durum wheat. / P. Saini, K. Harneet, T. Vikrant, P. Saini, A. Dr-Naseer // Cereal Research Communications. – 2022. – Vol.51 (2). – P. 283-294.
421. Sarkar, P. Morphological evidence concerning the origin of the B genome in wheat. / P. Sarkar, G.L. Stebbins // Amer. J. Bot. – 1956. – Vol.43. – P.297-304.
422. Sears, E. R. The aneuploids of common wheat / E. R. Sears // Univ. Missouri Agr. Eph. Sta. Res. Bul. – 1954. – Vol. №572. – P. 1-88.
423. Sears, E. R. The B genome of *Triticum* wheat. / E. R. Sears // Inform. Serv. (Kyoto). – 1956. – Vol.№4. – P.8-10.
424. Shamanin, V. Genetic diversity of spring wheat from Kazakhstan and Russia for resistance to stem rust Ug99. / V. Shamanin, E. Salina, R. Wanyera, Y. Zelenskiy, P. Olivera, A. Morgounov // Euphytica. – 2016. – Vol.212(2). – P.287-296.
425. Shamanin, V.P. The problem of climate warming and the objectives of spring soft wheat breeding in Western Siberia. / V. P. Shamanin // International Plant Breeding Congress: Abstract book. - Antalya, Turkey. – 2013. – P. 217.
426. Sharma, D. C. Location of genes for some quantitative characters in hexaploid wheat *T. aestivum* L. / D. C. Sharma, J. G. Bhowal // Z. Pflanzenzucht. – 1973. – Bd.70, H.2. – S.157-165.
427. Sharma, S.K. Diallel analysis for combining ability over environments in wheat / S. K. Sharma, R. K. Singh // Haryana Agr. Univ. J. Res. – 1982. – V.12, №4. – P. 675-678.
428. Sheikh, S. Gene effects for different metric traits under normal and high temperature stress environments in wheat (*T. aestivum* L. Em. Thell) / S. Sheikh, R.K.

Behl, S.S. Dhanda, A. Kumar // The South Pacific Journal of Natural Science, 2009. – №27. – P. 33-44.

429. SHIGEN: Shared Information of GENetic Resources. Available at: www.shigen.nig.ac.jp. (дата обращения: 18.04.2022)

430. Simón, M. R. Inheritance of flag-leaf angle, flag-leaf area and flag leaf area duration in four wheat crosses. *Theor Appl Genet.* – 1999. – V.98. P.310—314

431. Singh, R. K. Combining ability analysis for plant vigour, grain yield and its components in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) / R. K. Singh, R. K. Chaudhury // *Haryana Agr. Univ. J. Res.* – 1989. – V.19, №2. – P. 177-179.

432. Singh, R. K. Combining ability and gene effects for harvest index in durum wheat / R. K. Singh, R. S. Sangwan, R. K. Chaudhury // *Ann. Arid Zone.* 1990. -V.29, №2. -P. 117-119.

433. Singh, S. A novel source of resistance in wheat to *Pyrenophora tritici-repentis* race 1. / S. Singh, W. W. Bockus, I. Sharma, R. L. Bowden. // *Plant Disease.* – 2008. – Vol. 92 – P.91-95.

434. Sissons, M. Role of Durum Wheat Composition on the Quality of Pasta and Bread. Carrollton, USA: Global Science Books. – 2008. – P.75-87

435. Sourdille, P. An update of the Courtot × Chinese Spring intervarietal molecular marker linkage map for the QTL detection of agronomic traits in wheat / P. Sourdille, T. Cadalen, H. Guyomarc'h et al. // *Theor. Appl. Genet.* – 2003. – V. 106. – P. 530–538.

436. Spagnolettt Zeuli, P. L. Flag Leaf Variation and the Analysis of Diversity in Durum Wheat. *Plant Breeding.* / P. L Spagnolettt Zeuli. and C. O. Qualset // Calvin. – 1990. – Vol.105. – P.189-202

437. Stakman, E.C. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. / E. C. Stakman, D. M. Steward, W.Q. Loegering // Washington, DC: USDA–ARS. – 1962. – 26 P.

438. Subira, J. Changes in durum wheat root and aerial biomass caused by the introduction of the Rht-B1b dwarfing allele and their effects on yield formation. / J. Subira, K. Ammar, F. Elvaro, L. F. Garchadel Moral, S. Dreisigacker, C. Royo. // *Plant*

and Soil June 2016, Vol. 403, Issue 1, P. 291–304

439. Synthetic hexaploid wheat enhances variation and adaptive evolution of bread. Wan L. J., Yang Hong-shen, Wu-Yun. Journal of Systematics and Evolution. – 2014. – Vol.52(6). – P.12110

440. Tai, G. C. Genotypic stability analysis and its application to Potato Regional trials / G. C. Tai // Crop Science. – 1971. –V.11, N2. – P.184-190

441. 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

442. 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

443. Talebi, R. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). / R. Talebi F. Fayaz and A. M. Naji //General and Applied plant physiology. – 2009. – Vol.35. – P.64-74

444. Tanaki, M. A new amphidiploid from the hybrid Ae. *Sharonensis* x Ae. *Umbellulata*. / M. Tanaki // Wheat Inform. Serv.– 1955. – v.2. – P. 8-10

445. Tarek, A. D. Contribution of flag-leaf in yield and its components in five improved varieties of Durum wheat (*T. turgidum* var. *durum*)) / A. D. Tarek // Damascus University Journal of Agricultural Sciences – 2005 Vol. 21, Issue 1. – P. 37-50

446. Tiwari, R. Combining ability estimates for spike characters in F1 hybrids developed through diallel crosses among macaroni wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes. / R. Tiwari, S. Marker, D. Meghawal // J. Pharmacogn. Phytochem. – 2017. Vol.6(2). – P.237-241.

447. Topal, A. Diallel cross analysis in durum wheat (*Triticum durum* Desf.): identification of best parents for some kernel physical features. / A. Topal, C. Aydin, N. Akgun, M. Babaoglu // Field Crops Res. – 2004. –87(1). – P.1-12.

448. Trethowan, R.M. Coleoptile length variation of near-isogenic Rht lines of

- modern CIMMYT bread and durum wheats. / R. M. Trethowan, R.P. Singh, J. Huerta-Espino, J. Crossa, M. Ginkel // *Field Crops Research.* – 2001. – Vol.70. – P.167-176.
449. Truswell, A. S. Cereal grains and coronary heart disease. / A. S. Truswell // *Eur. I. Clin. Nutr.* – 2002. – Vol.56 P.144.
450. Vassiljevic, S. Quality testing methods for durum wheat and its products / S. Vassiljevic, O.J. Banasik // Fargo (USA). – 1980. – 134p.
451. Verma, P.K. Heterosis and combining ability analysis for yield and its attributes in macaroni wheat / P. K. Verma, O. P. Luthra // *Indian J. Agr. Sci.* – 1983. – V.53, №6. – P. 385-389.
452. Vilmorin, P. On the appearance of dwarfish plants in certain varieties and their peculiar mode of inheritance / P. Vilmorin // *J. Genet.* - 1913. -№ 3. - P. 67-76.
453. Walton, P.D. The use of factor analysis in determininy characters for yield selection in wheat // *Euphytica* – 1971. – Vol.20, N3 – P.416-421
454. Wang H. Rapid genetic and epigenetic alterations under intergeneric genomic shock in newly synthesized *Chrysanthemum morifolium* *Leucanthemum paludosum* hybrids (Asteraceae). / H. Wang, J. Jiang, S. Chen, X. Qi., W. Fang, Z. Guan, N. Teng, Y. Liao, F. Chen // *Genome Biol. Evol.* – 2014. – Vol. 6. P.247-259.
455. Wang, Y. Distribution, pathogenicity and disease control of *Fusarium tricinctum*. / Y. Wang, R. Wang Y. Sha // *Front. Microbiol.* –2022. – Vol.13. P.939927.
456. Wilcoxson, R. D. Evaluation of wheat cultivars ability to retard development of stem rust. / R. D. Wilcoxson, B. Skovmand, A. H. Atif // *Annals of Applied Biology.* – 1975. – Vol.80(3) P.275-281.
457. Wolde, G.M., Mascher, M. & Schnurbusch, T. Genetic modification of spikelet arrangement in wheat increases grain number without significantly affecting grain weight. / G.M. Wolde, M. Mascher, T. Schnurbusch // *Mol Genet Genomics.* – 2019. – Vol.294. P. 457–468.
458. Wurschum, T. A modern Green Revolution gene for reduced height in wheat. / T. Wurschum, S. M. Langer, C. F. H. Longin, M. R. Tucker, W. L. Leiser // *Plant J.* – 2017. – Vol.92. P.892-903.
459. Xiao, Y. Lodging resistance and yield potential of winter wheat: eect of

planting density and genotype. / Y. Xiao, J. Liu, H. Li, X. Cao, X. Xia, Z. He // Front. Agr. Sci. Eng. – 2015. – Vol.2(2). P.168-178.

460. Xynias, I.N. Durum Wheat Breeding in the Mediterranean Region: Current Status and Future Prospects. / I. N. Xynias, I. Mylonas, E. G. Korpetis et. al. // Agronomy. – 2020. – V.10. P.432.

461. Yan, W. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. / W. Yan, M. S. Kang, B. Ma, S. Woods, P. L. Cornelius // Crop Sci. – 2007. – Vol.47. – P.643-655.

462. Yang, W. Synthetic hexaploid wheat and its utilization for wheat genetic improvement in China / W. Yang et. al. // Genet. Genomics. – 2009. – V. 36 (9). – P. 539–546.

463. 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

464. 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

465. Yusov, V.S. Development of spring durum wheat cultivars resistant to stem rust in Western Siberia / 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

466. Yusov, V.S. Using the gene pool of CIMMYT cultivars and lines in spring durum wheat breeding in Western Siberia // 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

467. Zobe, I R.W., Statistical Analysis of a Yield Trial. / R. W. Zobel, M. J. Wright, H. G. Gauch // Agronomy Journal. – 1988. – Vol. 80. P.388-393.

468. Zoltan, B. Az internodiumok hosszusa'ga'nak es vastagsaganak o"roklo"dese felt"orpe es mages fajta'k keresztezeker II. Az intemodimnok vastagsa'ge. /B. Zoltan, L. Balla // No"venytermeles, 1984.- V.33, №1.- P. 1-3.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А Метеорологические показатели

Таблица А.1 – Сумма осадков за вегетационный период, 2000-2022 гг.,
(Омская ОГМС), южная лесостепь

В миллиметрах

Год	май			июнь			июль			август			сен- тябрь
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
2000	14,0	24,0	67,0	20,0	2,0	1,0	1,0	1,0	7,0	62,0	9,0	13,0	0,0
2001	3,0	6,0	6,0	26,0	10,0	13,0	38,0	24,0	4,0	7,0	12,0	37,0	10,0
2002	1,0	11,0	23,0	40,0	38,0	35,0	25,0	15,0	10,0	26,0	26,0	26,0	9,0
2003	5,0	1,0	10,0	12,0	21,0	11,0	36,0	63,0	39,0	18,0	46,0	9,0	7,0
2004	4,3	0,0	20,4	8,8	9,3	46,1	22,8	8,5	0,0	2,0	8,1	17,7	23,0
2005	0,3	6,0	23,0	10,0	44,0	55,0	35,0	12,0	19,6	4,0	6,0	29,0	15,0
2006	0,6	8,0	10,0	7,0	2,0	62,0	11,0	22,0	19,0	6,0	43,0	13,0	0,0
2007	48,0	14,0	10,0	8,0	29,0	99,0	76,0	5,0	21,0	51,0	16,0	6,0	2,0
2008	3,0	2,0	20,0	27,0	5,0	2,0	31,0	18,0	6,0	4,0	12,0	19,0	39,0
2009	10,0	9,0	18,0	0,0	35,0	25,0	20,0	48,0	95,0	104	13,0	27,0	28,0
2010	4,0	1,0	11,4	9,0	17,0	18,0	5,0	9,0	6,0	0,4	11,0	11,0	6,0
2011	0,0	8,0	15,0	18,0	10,0	9,0	10,0	55,0	17,0	28,0	0,0	35,0	4,0
2012	27,4	7,8	3,1	14,2	16,4	17,4	1,9	4,5	1,2	18,9	7,1	22,9	5,9
2013	22,9	12,8	9,1	5,3	7,5	0,0	23,7	54,0	20,9	36,1	1,4	23,2	3,1
2014	0,3	1,8	19,0	3,2	4,9	6,9	19,5	17,0	19,4	16,1	22,1	4,7	3,1
2015	9,5	14,8	6,2	17,6	41,1	0,0	28,6	0,7	24,1	7,5	33,0	28,1	3,0
2016	1,7	2,4	1,3	0,6	40,3	55,3	15,7	19,6	73,6	0,0	9,0	7,3	4,6
2017	7,0	8,0	11,0	29,0	1,0	1,0	11,0	32,0	27,0	10,0	0,0	4,0	14,2
2018	25,0	10,0	37,0	8,0	5,0	49,0	1,0	5,0	40,0	10,0	18,0	34,0	7,0
2019	0,3	13,0	24,0	52,0	21,0	11,0	23,0	0,0	6,0	13,0	12,0	15,0	22,4
2020	1,3	11,0	6,5	1,1	0,3	39,3	8,3	2,7	2,5	0,0	33,3	20,1	18,7
2021	7,8	1,2	4,3	8	21,9	14,8	12,8	12,6	7,4	23,6	13	5,8	11,2
2022	0,0	0	7	13	4	35	7,7	13	96	16	19	1,6	9,7
Средн е много летняя	9,0	11,0	12,0	16,0	20,0	24,0	25,0	24,0	21,0	16,0	14,0	13,0	13,0

Примечание: средние многолетние данные здесь и далее взяты из Справочника по климату СССР (1968)

Таблица А.2 – Температура воздуха за вегетационный, 2000-2022 гг., (Омская ОГМС), южная лесостепь

В градусах

Год	май			июнь			июль			август			сентябрь
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
2000	7,3	14,4	15,3	13,5	21,5	22,0	20,3	19,7	20,0	20,0	17,5	14,0	16,0
2001	16,5	11,3	20,3	15,2	17,9	18,0	15,6	17,5	17,7	19,1	18,9	13,9	13,9
2002	10,7	12,5	12,9	14,1	17,3	17,8	19,0	16,6	18,9	18,9	16,2	12,7	14,0
2003	12,6	18,7	15,0	16,5	17,3	20,3	22,2	15,5	15,4	19,3	18,5	19,8	18,6
2004	11,4	22,6	17,0	18,6	21,5	17,9	17,0	20,5	22,4	16,6	18,5	13,8	11,8
2005	10,4	16,1	13,4	20,4	18,3	20,6	20,3	17,6	20,7	19,4	17,9	13,0	14,6
2006	5,6	13,8	15,9	20,7	22,4	21,2	17,6	21,6	16,7	14,8	15,4	14,3	15,6

Окончание Таблицы А.2

2007	9,4	14,5	13,4	10,4	15,9	21,1	20,9	22,3	17,4	18,6	13,4	19,1	16,7
2008	9,5	16,4	13,2	14,3	18,1	20,3	19,5	23,4	22,3	18,3	17,9	15,7	12,6
2009	10,0	15,4	12,2	20,0	15,9	16,7	19,5	18,5	16,6	16,8	15,1	17,1	11,2
2010	11,7	9,2	13,0	18,5	20,4	17,0	16,4	19,5	17,4	20,2	16,8	18,9	13,3
2011	10,2	11,8	13,6	19,2	18,7	20,1	17,4	17,4	18,9	15,3	18,8	15,4	10,5
2012	6,6	13,5	16,3	20,3	19,8	21,4	20,1	25,6	22,8	19,8	19,6	14,4	15,1
2013	9,9	7,8	13	13,7	16,9	19,4	16,6	19,3	21,1	19,4	17,7	14,2	15
2014	13,6	15	9,5	12,8	20,4	21,4	19,2	15,4	14,8	19,4	19,7	18,4	11,4
2015	14,5	14,1	17,1	20,3	19,4	20,9	16,5	19,7	20,8	16,7	17,7	12,1	14,6
2016	8,8	11,9	17,2	17,3	18,6	18,8	19,6	20,9	18,8	19,7	20,9	17,2	16,8
2017	10,8	12,8	15,5	17	21,8	20,1	18,1	17	20,2	19,7	14,5	20,2	10,3
2018	5,8	6,7	10,3	16,9	16,6	18,2	21,2	21,8	16,7	17,8	16,9	13,7	10,6
2019	13,9	9,6	13,1	14,2	15,6	16,6	18,8	22,2	20,5	19,5	19,2	15,3	11,3
2020	14	20,1	17,8	17	16,2	15,3	21,5	23,9	18,2	24,7	16,4	17,1	12,1
2021	13,8	17	21,2	15	19,1	16,7	23,5	17,1	21,3	20,2	17,8	19,3	11,6
2022	10,20	12,4	18,5	14,8	19,4	18,4	18,5	21,1	20,2	19,4	15,5	15,8	14,3
Средне многолетняя	7,7	10,5	12,8	14,8	16,2	17,7	18,4	18,8	18,1	16,9	15,5	14,2	12,2

Таблица А.3 – Относительная влажность воздуха за вегетационный период 2000-2022 гг., (Омская ОГМС), южная лесостепь

В процентах

Год	май			июнь			июль			август			сентябрь
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
2000	55	57	66	70	61	62	56	57	63	70	67	73	60
2001	45	51	46	73	65	67	71	79	65	67	65	76	71
2002	50	58	58	59	73	78	73	72	69	75	74	82	77
2003	58	50	58	65	69	61	62	75	71	74	80	67	62
2004	45	42	61	53	56	72	71	71	60	66	62	72	77
2005	52	52	62	56	66	71	77	77	75	77	71	85	77
2006	47	50	50	54	52	73	71	68	69	70	78	70	54
2007	64	62	63	60	71	68	83	68	75	73	75	72	60
2008	55	50	68	68	59	62	67	67	65	64	70	68	70
2009	51	56	54	53	64	64	61	82	80	79	73	75	80
2010	61	62	62	52	55	62	65	67	62	63	66	60	58
2011	40	42	66	73	62	65	62	75	65	76	68	76	66
2012	71	54	49	61	73	65	68	53	66	63	61	74	78
2013	60	60	54	55	58	52	72	72	72	84	75	74	78
2014	35	40	61	52	52	63	71	73	72	69	72	65	64
2015	51	61	61	69	64	57	72	61	75	68	69	76	69
2016	47	46	48	49	66	68	77	72	73	69	70	68	62
2017	48	47	49	55	49	55	61	71	71	62	66	62	67
2018	60	53	64	55	58	78	63	62	70	66	72	83	79
2019	43	50	54	73	63	65	66	62	65	59	63	68	77
2020	54	56	59	59	60	72	67	60	64	53	77	78	78
2021	54	55	55	57	58	67	65	63	67	63	73	75	74
2022	45	63	50	54	60	69	71	66	68	69	73	71	70
Средне многолетняя	54	53	50	55	55	61	63	66	70	73	69	71	69

Таблица А.4 – Число дней с относительной влажностью воздуха ниже 30% за вегетационный период 2000-2022 гг., (Омская ОГМС), южная лесостепь

Год	май			июнь			июль			август			сентябрь
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
2000	5	5	2	1	0	1	5	3	0	0	1	0	6
2001	8	7	6	1	0	0	0	0	0	0	4	0	1
2002	7	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	2	6	4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	2
2004	7	8	4	4	1	0	0	0	1	0	3	0	0
2005	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	5	5	4	1	2	0	1	0	0	0	0	0	6
2007	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2008	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2009	6	5	5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	7	3	0	1	0	2	1	3	4	3
2011	10	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2012	0	4	7	4	0	0	0	5	2	3	3	1	3
2013	4	5	6	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0
2014	10	8	0	5	4	3	1	0	0	0	1	3	0
2015	4	5	2	1	0	1	1	0	0	0	1	0	2
2016	0	0	0	7	3	0	1	0	2	1	3	4	3
2017	0	4	7	4	0	0	0	5	2	3	3	1	3
2018	0	5	2	6	3	1	1	1	0	0	0	0	0
2019	9	7	5	0	0	1	0	1	2	3	1	1	1
2020	4	3	1	3	1	0	0	0	0	5	0	1	0
2021	9	7	1	5	2	1	0	0	0	0	0	1	0
2022	9	8	4	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1

Таблица А.5 – Запасы продуктивной влаги в почве в основные фазы вегетации, 2000-2022 гг., мм

Год	Слой, См.	Посев	Кущение	Колошение	Налив
Среднемного-летнее	0-20	28	19	15	14
	0-100	110	93	75	59
2000	0-20	33	21	7	1
	0-100	117	99	87	44
2001	0-20	31	24	19	27
	0-100	144	108	92	69
2002	0-20	25	17	18	6
	0-100	131	98	80	53
2003	0-20	21	19	3	31
	0-100	106	83	51	95
2004	0-20	26	20	24	10
	0-100	143	137	111	61
2005	0-20	20	37	31	20
	0-100	122	165	142	106
2006	0-20	35	6	21	4
	0-100	166	73	95	36

Окончание таблицы А.5

2007	0-20	39	31	37	26
	0-100	190	164	165	142
2008	0-20	24	24	29	17
	0-100	140	129	145	87
2009	0-20	28	27	26	36
	0-100	144	131	130	164
2010	0-20	29	18	16	9
	0-100	158	119	113	36
2011	0-20	28	26	17	29
	0-100	152	157	128	131
2012	0-20	33	18	11	11
	0-100	131	91	88	72
2013	0-20	31	24	25	35
	0-100	176	167	129	166
2014	0-20	30	24	26	18
	0-100	141	138	137	178
2015	0-20	35	38	22	18
	0-100	165	175	159	115
2016	0-20	20	16	18	10
	0-100	131	100	79	61
2017	0-20	22	21	30	18
	0-100	137	129	140	91
2018	0-20	44	37	37	24
	0-100	203	190	193	138
2019	0-20	34	38	31	22
	0-100	205	210	186	148
2020	0-20	19,5	0,4	12,6	0,8
	0-100	120	58,6	94,5	43,1
2021	0-20	23,7	3,0	11,6	14,6
	0-100	102,9	69,2	72,6	28,5
2022	0-20	21,1	14,3	17,6	20,0
	0-100	107,8	78,3	60,3	115,9

Таблица А.6 – Содержание элементов питания в почве в слое 0-40 см

Год	Фаза	N-NO ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅
		мг/кг	мг/кг	мг/кг
2000	Посев	12,0	220,5	118,5
	Молочная спелость	0,5	200,0	106,3
2003	Посев	19,2	180,0	195,9
	Молочная спелость	5,3	170,2	180,0
2004	Посев	25,1	220,1	200,0
	Молочная спелость	10,3	210,5	181,3
2005	Посев	14,7	190,8	186,0
	Молочная спелость	3,2	186,3	154,3
2010	Посев	28,7	150,3	175,0
	Молочная спелость	17,7	145,3	82,0
2011	Посев	22,8	165,2	195,0
	Молочная спелость	5,8	148,5	156,0
2012	Посев	13,8	180,4	255,0
	Молочная спелость	4,6	165,3	245,0
2016	Посев	17,5	201,0	235,0
	Молочная спелость	11,3	198,0	215,0
2020	Посев	17,8	-	172,6
	Молочная спелость	10,5	-	165,1
2021	Посев	23,6	172,3	315
	Молочная спелость	-	-	-
2022	Посев	15,1	157	324
	Молочная спелость	-	-	-
среднее	Посев	19,1	188,5	192,6
	Молочная спелость	7,7	178,0	165,0

Приложение Б Оригинаторы и происхождение линий

Таблица Б.1 – Сорта яровой твердой пшеницы, изученные в питомниках КАСИБ, 2000-2020 гг.

№ п/п	Селекционное учреждение	Экологический пункт (область, город)	Количе- ство сортов, шт.
1	Актюбинская сельскохозяйственная опыт- ная станция (Актюбинская СХОС)	Актюбинская область, Казахстан	34
2	Карабалыкская сельскохозяйственная опыт- ная станция (Карабалыкская СХОС)	Костанайская область (п. Карабалык), Казахстан	40
3	Научно-производственный Центр Зернового хозяйства им. А.И. Бараева (НПЦ ЗХ)	Акмолинская область (п. Шортанды), Казахстан	25
4	ТОО «Казахский НИИ земледелия и расте- ниеводства» (ТОО КАЗНИИЗР)	Алматинская область (п. Алмалыбак), Казах- стан	15
5	Научно-исследовательский институт про- блем биологической безопасности (НИИ ПББ)	Жамбылская область (Отар), Казахстан	1
6	ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр Агробиотехнологий»	г. Барнаул, Россия	28
7	ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,	г. Омск, Россия	47
8	Самарский НИИСХ им. Н. М. Тулайкова	г. Самара, Россия	16
9	Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»	г. Саратов, Россия	5
10	«Оренбургский НИИСХ»,	г. Оренбург, Россия	3
11	Курганский научно-исследовательский ин- ститут сельского хозяйства (Курганский НИИСХ)	г. Курган, Россия	2
12	Местные и региональные стандарты		22
Всего	Без стандартов		

Таблица Б.2 – Происхождение синтетических линий твердой пшеницы селекции CIMMYT

№	Название	ID скрещиваний	Происхождение
1	SH-3	CIGM90.640	STY-US/CELTA//PALS/3/SRN_5/4/T.BOEOTICUM (3)
2	SH-6	CIGM90.669	SCA/T.BOEOTICUM (10)
3	SH-8	CIGM90.774	GARZA/BOY//T.BOEOTICUM (12)
4	SH-9	CIGM90.775	ALG86/4/FGO/PALES//MEXI_1/3/RUFF/FGO/5/ENTE/6/T.BOEOTICUM (13)
5	SH-10	CIGM90.671	SCA/T.BOEOTICUM (14)
6	SH-16	CIGM90.674	SCA/T.BOEOTICUM (23)
7	SH-18	CIGM92.1593	SHAG_22/T.BOEOTICUM (24)
8	SH-19	CIGM90.782	DOY1/T.BOEOTICUM (26)
9	SH-24	CIGM90.677	SCA/T.BOEOTICUM (33)
10	SH-27	CIGM92.443	BOTNO/T.BOEOTICUM (35)
11	SH-30	CIGM90.680	SCA/T.BOEOTICUM (39)
12	SH-31	CIGM90.681	SCA/T.BOEOTICUM (40)
13	SH-34	CIGM90.700	SCOOP/T.BOEOTICUM (50)
14	SH-37	CIGM92.1598	SHAG_22/T.BOEOTICUM (55)
15	SH-41	CIGM90.701	SCOOP/T.BOEOTICUM (59)
16	SH-42	CIGM90.702	SCOOP/T.BOEOTICUM (60)
17	SH-49	CIGM92.446	BOTNO/T.BOEOTICUM (75)
18	SH-61	CIGM90.793	AOS/T.MONOCOCCUM (111)
19	SH-62	CIGM92.463	68.111/RGB-U//WARD/3/T.MONOCOCCUM (112)
20	SH-64	CIGM90.712	SCOOP/T.MONOCOCCUM (118)
21	SH-66	CIGM90.795	FGO/USA2111//T.MONOCOCCUM (119)
22	SH-67	CIGM90.796	FGO/USA2111//T.MONOCOCCUM (122)
23	SH-68	CIGM90.567	DOY1/T.URARTU (542)
24	SH-69	CIGM90.568	DOY1/T.URARTU (543)
25	SH-71	CIGM90.856	68.111/RGB-U//WARD/3/T.URARTU (550)
26	SH-76	CIGM90.573	DOY1/T.URARTU (560)

Таблица Б.3 – Исходные формы для оценки комбинационной способности

Сорт/линия	Оригинатор	Использовались в схемах			
		1	2	3	4
Омская янтарная	Омский АНЦ	+	+	+	
Аметист		+			
Ангел		+			
Гордеiforme 94-9-1			+		
Жемчужина Сибири			+	+	+
Омский корунд			+	+	
Гордеiforme 95-139-3				+	
Гордеiforme 98-96-3				+	
Омский рубин				+	
Омский кристалл				+	
Омская степная				+	+
Омский Изумруд					+
Гордеiforme 01-115-5					+
Омская бирюза					+
Гордеiforme 06-5-3					+
Гордеiforme 08-55-5					+
Гордеiforme 08-94-3					+
Безенчукский янтарь	Самарский НИИСХ им. Н. М. Тулейкова	+			
Безенчукская степная				+	
Гордеiforme 1591д21					+
Гордеiforme.1560д18					+
Зарница Алтая	ФАНЦА	+			
Гордеiforme 441			+		
Светлана	ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»	+			
Саратовская золотистая	Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»	+			
Оренбургская 10	Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий	+			
Дамсинская 90	НПЦЗХ им. А.И.Бараева	+			
Лавина					+
Casoar	Франция		+		
Shake3/Green18	CIMMYT		+		
Silver26/Toska26			+		
Sn Turk Mi83-84-375/Nldkls5//Tantlol			+		
Sooty15/Kapude1			+		

Приложение В Показатели устойчивости к полеганию и качества питомников КАСИБ

Таблица В.1 – Показатели устойчивости к полеганию 8-9 питомника КАСИБ (Омский АНЦ, среднее 2007-2008 гг.)

Сорт	Длина стебля	Полегание балл	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
			Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм	Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм
Каргала 1514/06	96,50	4,75	3,25	2,03	3,03	6,35	2,22	3,02
Каргала 1515/06	92,50	4,40	2,35	2,06	2,92	6,73	2,19	3,13
Каргала 1516/06	94,00	4,25	3,73	2,25	3,18	8,05	2,51	3,25
Алтын шыгыс	91,50	4,40	2,73	2,03	2,35	5,95	2,10	2,47
Алтын дала	90,50	4,50	2,96	2,07	2,76	6,35	2,36	2,96
Наурыз 6	85,50	4,75	2,70	2,12	3,04	6,50	2,38	3,14
Лан	91,00	4,75	2,99	2,15	2,70	6,20	2,27	3,02
Алтайская нива	94,50	4,65	3,34	2,19	2,91	5,68	2,36	3,06
Горд. 462	97,00	4,80	2,77	1,99	2,47	5,05	2,11	2,72
Горд. 553	92,50	4,75	3,20	2,10	2,40	5,50	2,22	2,63
Горд. 94-24-12	94,00	4,05	4,29	2,06	2,51	6,13	2,17	2,65
Горд. 95-139-4	88,00	4,65	2,92	2,14	2,77	7,05	2,43	2,97
Горд. 96-160-8	91,50	4,50	3,14	2,13	2,71	6,80	2,35	3,05
среднее	92,23	4,55	3,10	2,10	2,75	6,33	2,28	2,93
Жемчужина Сибири, ст.	93,5	4,75	3,88	2,14	2,71	6,70	2,17	2,91
HCP ₀₅	0,24	–	0,04	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01

Таблица В.2 – Показатели урожайности и качества 8-9 питомника КАСИБ (Омский АНЦ, среднее 2007-2008 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Количество зерен, шт.	Масса зерна главного колоса, г	DSI *	Цвет макарон, балл	Белок, %
Каргала 1514/06	3,41	18,50	0,82	1,03	3,10	12,10
Каргала 1515/06	3,35	17,45	0,76	0,93	3,35	14,20
Каргала 1516/06	3,24	20,20	0,88	0,72	3,30	13,50
Алтын шыгыс	3,42	15,70	0,66	0,93	3,30	14,20
Алтын дала	3,83	15,65	0,67	1,07	3,35	14,20
Наурыз 6	3,19	14,50	0,52	1,02	3,05	13,10
Лан	3,69	20,35	0,85	0,87	3,30	13,50
Алтайская нива	2,90	18,75	0,71	1,13	2,85	14,80

Окончане таблицы В. 2

Горд. 462	3,61	22,60	0,88	0,94	3,30	14,50
Горд. 553	3,42	18,55	0,73	1,12	3,20	14,30
Горд. 94-24-12	3,45	17,30	0,76	1,17	3,45	13,80
Горд. 95-139-4	3,45	22,90	0,94	0,89	3,25	13,50
Горд. 96-160-8	3,29	22,95	0,87	1,16	3,45	14,70
среднее	3,40	18,88	0,77	1,00	3,25	13,88
Жемчужина Сибири st.	3,63	24,70	0,92	-	3,40	13,80
HCP ₀₅	0,14	2,11	0,15	-	0,04	0,14

*DSI – показатель рассчитан по всем пунктам изучения

Таблица В.3 – Показатели устойчивости к полеганию 10-11 питомника КА-СИБ (Омский АНЦ, среднее 2009-20010 гг.)

Сорт	Длина стебля, см	Полегание, балл	Первое междоузлие			Второе междоузлие		
			Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм	Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм
Каргала 69	86,00	3,85	2,74	2,71	2,38	5,78	2,00	2,47
Каргала 1538	75,65	4,10	3,18	1,89	2,30	4,95	1,92	2,42
Каргала 1540	76,25	4,05	2,85	2,01	2,43	4,90	2,11	2,61
Кустанайская 10	93,45	4,25	2,89	1,89	2,48	5,35	2,02	2,66
Болашак	90,95	4,20	2,77	1,98	2,38	5,75	2,05	2,70
Нурлы	93,45	3,65	4,08	2,14	2,76	8,20	2,32	2,97
18095	75,05	3,95	3,50	2,02	2,41	7,00	2,05	2,70
Ертол (18104)	82,55	3,75	3,13	1,99	2,51	6,35	2,07	2,71
Алтайский янтарь	87,55	3,95	2,82	2,02	2,46	6,75	2,05	2,69
Горд. 543	85,55	4,20	3,25	1,96	2,39	6,61	2,06	2,47
Горд. 561	88,05	4,10	3,25	2,01	2,59	6,35	2,07	2,83
Горд. 97-49-1	87,05	4,15	3,85	2,01	2,41	7,70	2,05	2,58
Горд. 98-42-1	99,50	4,25	3,23	2,08	2,90	7,70	2,26	3,06
Горд. 99-42-2	95,85	4,35	3,30	2,07	2,70	8,50	2,19	2,84
Жемчужина Сибири st.	89,60	4,45	3,03	2,02	2,71	6,65	2,16	2,90
HCP ₀₅	1,03	0,13	0,11	0,01	0,02	0,49	0,01	0,03

Таблица В.4 – Показатели урожайности, качества и устойчивости к стеблевой ржавчине 10-11 питомника КАСИБ (Омский АНЦ, среднее 2009-2010 гг.)

Сорт	Урожай- ность, т/га	Количество зерен, шт.	Масса зерна гл. колоса, г	DSI *	Цвет макарон, балл	Белок, %	Стеблевая ржавчина, % тип	
							Кения, Ug99	Омская популяция
Каргала 69	2,85	19,75	0,83	0,92	3,20	14,90	5MR	5MR
Каргала 1538	2,18	12,10	0,38	0,91	3,50	15,20	5MR	5MR
Каргала 1540	2,47	16,40	0,62	0,81	3,15	14,00	10MR	15MS
Кустанайская 10	2,52	16,50	0,62	0,95	3,00	15,20	30S	20MS
Болашак	2,38	14,40	0,46	0,96	3,20	15,60	20MS	20MS
Нурлы	2,14	16,50	0,71	1,03	3,25	16,00	20MS	15MS
18095	2,50	19,00	0,72	0,87	3,05	16,80	40S	15MS
Ертол (18104)	2,39	15,40	0,51	1,01	2,80	16,70	15MSS	25MS
Алтайский янтарь	2,60	20,85	0,80	1,06	2,75	15,40	60S	30MS
Горд. 543	2,16	14,25	0,47	1,13	2,75	16,20	60S	30MS
Горд.561	2,66	18,40	0,70	1,07	2,95	16,50	25MSS	15MS
Горд.97-49-1	2,78	17,65	0,76	1,10	3,00	14,50	50S	25S
Горд. 98-42-1	2,90	23,50	1,06	1,01	3,00	16,80	40MSS	10MS
Горд. 99-42-2	2,62	23,45	0,77	1,09	2,95	15,30	30MSS	10MS
Жемчужина Сибири st.	3,06	24,7	0,91	-	3,40	15,80	-	5MR
HCP ₀₅	0,15	1,12	0,23	-	0,02	0,11	-	-

*DSI- показатель рассчитан по всем пунктам изучения

Таблица В.5 – Показатели устойчивости к полеганию 12-13 питомника КА-СИБ (Омский АНЦ, среднее 2011-2012 гг.)

Сорт	Длина стебля, см	Полегание, балл	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
			Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм	Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм
Каргала 1538	82,15	4,90	2,43	2,08	2,48	6,48	2,10	2,65
Каргала 1539	78,45	4,90	2,62	2,02	2,39	5,90	2,14	2,56
Каргала 1671	83,45	4,95	3,13	2,06	2,50	5,90	2,14	2,62
Горд. 113/01	91,35	4,25	2,90	2,04	2,40	6,73	2,08	2,56
Горд. 265/01-1	98,10	4,85	2,98	2,30	2,57	6,38	2,11	2,71
Корона	98,75	4,90	3,55	2,18	2,75	7,52	2,28	3,04
Дурум 2	78,95	4,25	3,10	1,99	2,43	5,94	2,16	2,58
Дурум 49	95,10	4,75	3,25	2,12	2,72	6,63	2,33	2,98
Горд. 573	91,70	4,75	3,57	2,01	2,64	7,57	2,12	2,91
Горд. 616	99,20	4,70	2,87	2,08	2,84	6,73	2,62	3,03
Горд. 677	95,10	4,70	3,08	2,05	2,69	7,28	2,21	2,97
688д-4	74,50	4,85	2,52	1,98	2,52	5,32	2,07	2,70
653д - 44	73,85	4,25	3,20	2,02	2,40	5,85	2,07	2,70
Омский изумруд	86,50	5,00	3,01	2,01	2,73	8,13	2,11	2,97
Горд. 98-42-5	78,50	4,90	2,77	2,08	2,76	7,51	2,27	4,02
Горд. 00-96-8	84,90	4,80	3,17	2,02	2,82	6,70	2,10	3,01
Линия 18485-2	78,35	4,75	3,32	1,97	2,50	6,28	2,08	2,69
Линия 18404	87,65	4,75	3,33	2,05	2,68	8,08	2,19	2,98
Жемчужина Сибири st.	87,80	4,90	3,43	1,94	2,49	7,53	2,07	2,80
HCP ₀₅	2,16	0,02	0,09	0,02	0,01	0,24	0,01	0,02

Таблица В.6 – Показатели урожайности, качества и устойчивости к стеблевой ржавчине 12-13 питомника КАСИБ (Омский АНЦ, среднее 2011-2012 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Количество зерен, шт.	Масса зерна главного колоса, г	DSI *	Цвет макарон, балл	Белок, %	Стеблевая ржавчина, % тип.	
							Кения, Ug99	Омская популяция
Каргала 1538	2,85	21,40	0,83	0,96	3,00	14,99	50S	5MR
Каргала 1539	3,34	22,10	0,81	1,00	3,05	14,93	30M	5MR
Каргала 1671	3,06	28,20	1,15	0,98	2,95	16,13	30M	30MS
Горд. 113/01	3,17	23,40	0,96	1,06	2,90	15,39	30M	25MS
Горд. 265/01-1	3,11	20,90	0,82	1,06	2,90	16,36	40S	35MS
Корона	3,13	19,80	0,80	0,82	2,70	15,22	20M	15MS
Дурум 2	2,95	20,70	0,69	1,15	2,80	15,73	40M	15MS
Дурум 49	2,87	30,60	1,03	1,15	2,75	16,13	10MR	15MS
Горд. 573	2,84	20,35	0,81	1,03	3,35	16,81	50S	40MS
Горд.616	3,22	24,35	1,05	0,94	3,05	16,76	60S	35MS
Горд.677	3,83	20,35	0,92	0,96	3,45	16,36	30M	35MS
688д-4	3,38	22,55	0,93	1,01	3,20	16,53	40M	25S
653д - 44	3,50	23,60	1,00	0,93	3,70	16,36	20MR	10R
Омский изумруд	3,94	28,25	1,12	0,91	3,50	15,56	5R	5R
Горд.98-42-5	3,47	25,25	1,11	0,96	3,65	16,36	50S	10R
Горд.00-96-8	3,83	29,65	1,19	0,99	3,70	16,70	30MS	25MS
Линия 18485-2	2,88	20,10	0,76	1,01	3,05	15,16	50MS	25MS
Линия 18404	3,18	17,90	0,69	1,02	3,00	17,16	30MR	25MS
Жемчужина Сибири st.	3,43	28,30	1,01	–	3,05	16,19	–	5MR
HCP ₀₅	0,18	1,10	0,12	–	0,02	0,21	–	–

*DSI- показатель рассчитан по всем пунктам изучения

Таблица В.7 – Показатели устойчивости к полеганию 14-15 питомника КА-СИБ (Омский АНЦ, среднее 2013-2014 гг.)

Сорт	Дли-на стеб-ля, см	Поле-гание, балл	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
			Дли-на, см	Диа-метр, мм	Тол-щина узла, мм	Дли-на, см	Диа-метр, мм	Тол-щина узла, мм
Каргала 1408	61,25	4,75	3,10	1,40	1,82	5,18	1,57	1,95
Каргала 1409	63,15	4,75	2,98	1,62	1,94	5,18	1,73	2,04
Каргала 1411	67,65	4,75	2,75	1,67	2,11	6,03	1,83	2,23
Линия Г1549	70,50	4,65	3,03	1,72	2,06	6,18	1,81	2,14
Линия Г1612	69,95	4,65	2,98	1,82	2,14	5,80	1,93	2,26
Линия э145-з	82,50	4,60	3,10	1,83	2,09	5,55	1,83	2,23
Линия 54-02-2л	76,00	4,65	2,98	1,83	2,12	5,38	1,90	2,26
Линия э147-з	81,60	4,65	3,55	1,89	2,18	6,53	1,92	2,25
Линия 18987	76,45	4,75	3,38	1,95	2,22	6,65	2,02	2,39
Линия 18472-3-2	75,05	4,75	3,23	1,85	2,22	5,85	1,92	2,35
Горд. 587	76,55	4,80	3,42	1,93	2,14	6,45	1,94	2,16
Горд.627	72,00	4,65	2,55	1,88	2,12	5,03	1,93	2,20
Горд.628	72,60	4,60	2,43	1,61	1,90	5,88	1,66	1,98
Леук. 1307D-51	74,65	4,65	3,48	2,03	2,38	5,73	2,10	2,48
Леук. 1355D-1	74,95	4,70	3,15	1,97	2,35	4,98	2,02	2,42
Горд.01-121-3	65,45	4,55	3,83	1,99	2,21	6,10	2,03	2,30
Горд. 02-156-1	70,65	4,75	3,33	1,83	2,08	5,78	1,86	2,15
Горд. 04-85-4	76,00	4,85	3,67	2,01	2,17	6,13	2,04	2,41
Жемчужина Си-бири, st	71,00	4,85	3,55	2,07	2,32	6,58	2,10	2,44
HCP ₀₅	2,12	0,02	0,16	0,01	0,01	0,31	0,01	0,01

Таблица В.8 – Показатели урожайности, качества и устойчивости к стеблевой ржавчине 14-15 питомника КАСИБ
(Омский АНЦ, среднее 2013-2014 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Количество зерен, шт.	Масса зерна главного колоса, г	DSI *	Цвет макарон, балл	Белок, %	Стеблевая ржавчина, % тип	
							Кения, Ug99	Омская популяция
Каргала 1408	2,65	15,15	0,62	0,83	2,60	14,68	10S	5MR
Каргала 1409	1,83	16,60	0,61	0,94	3,00	15,49	10MSS	5MR
Каргала 1411	2,45	15,70	0,66	0,88	2,70	15,73	5M	5MR
Линия Г1549	2,94	16,10	0,63	1,03	2,70	15,93	5MS	5MR
Линия Г1612	2,71	17,75	0,74	1,08	2,85	15,65	10MS	5MR
Линия э145-з	2,58	20,20	0,80	1,02	2,75	15,88	5MSS	5MR
Линия 54-02-2л	2,46	20,70	0,76	0,95	2,65	16,56	5MS	10MS
Линия э147-з	2,58	23,55	0,89	1,11	2,70	15,44	10S	10MS
Линия 18987	1,79	17,65	0,67	1,04	2,80	16,25	5R	10MS
Линия 18472-3-2	2,83	14,75	0,52	1,07	2,85	14,81	-	15MS
Горд. 587	2,26	19,20	0,65	1,06	2,95	16,28	5MS	20MS
Горд.627	2,14	21,20	0,93	0,93	2,70	15,17	5M	20MS
Горд.628	3,53	17,60	0,70	1,06	2,90	16,76	10MS	10MS
Леук. 1307D-51	3,01	22,05	1,00	0,96	3,00	15,72	10M	10MR
Леук. 1355D-1	2,73	23,65	1,21	0,98	3,20	15,36	-	10MR
Горд.01-121-3	2,85	21,55	0,88	0,99	3,05	15,48	10MS	10MR
Горд. 02-156-1	2,33	20,80	0,81	0,97	3,20	15,11	5M	10MR
Горд. 04-85-4	3,00	24,70	0,91	0,98	3,25	15,48	0 R	0R
Жемчужина Сибири ст.	2,37	22,65	0,93	-	3,30	15,11	-	5MR
HCP ₀₅	0,18	0,51	0,18	-	0,02	0,12	-	-

*DSI- показатель рассчитан по всем пунктам изучения

Таблица В.9 – Показатели устойчивости к полеганию 16-17 питомника КАСИБ (Омский АНЦ, среднее 2015-2016 гг.)

Сорт	Длина стебля, см	Полегание, балл	Первое междуузлие			Второе междуузлие			Количество проводящих пучков, шт.	Толщина паренхимы, мкм	Толщина механической ткани, мкм
			Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм	Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм			
Каргала 66	89,10	4,50	3,33	1,97	2,32	6,95	2,07	2,46	31,95	814,10	172,20
Каргала 1412	80,20	4,85	2,87	1,85	2,18	6,08	1,94	2,37	34,40	788,90	186,20
Каргала 1514	84,15	4,75	3,13	2,03	2,52	5,98	2,18	2,69	34,65	778,40	188,30
Шарифа	95,10	4,65	3,03	2,03	2,49	7,08	2,15	2,65	31,95	772,80	177,10
Горд.950/99	101,05	3,35	3,15	2,01	2,57	7,28	2,24	2,78	34,75	816,20	172,90
Лавина	88,25	3,25	3,30	1,97	2,31	6,55	2,05	2,46	32,60	689,50	170,80
Дамсинская юбилейная	99,15	3,90	3,28	2,01	2,44	6,85	2,05	2,58	31,15	812,00	180,60
Шортандинская 256	91,65	4,55	2,88	2,04	2,42	7,18	2,13	2,54	36,00	875,70	179,90
Горд.18567-6	77,70	4,75	2,78	1,99	2,45	5,35	2,05	2,62	31,40	741,30	177,80
Горд.18585-2	89,05	4,65	3,00	2,02	2,37	6,20	2,13	2,56	33,20	752,50	184,10
Горд.719	96,25	4,75	3,23	2,00	2,61	7,53	2,26	2,77	29,85	857,50	177,10
Горд.723	86,90	4,05	2,98	1,98	2,27	5,80	2,04	3,48	30,50	791,00	164,50
Горд.748	98,95	4,15	2,96	2,05	2,47	8,05	2,12	2,65	27,85	853,30	151,90
Горд. 00-178-4	84,35	4,75	2,85	1,94	2,23	6,70	2,00	2,35	35,45	809,20	203,70
Горд.01-115-5	96,30	4,80	2,88	2,10	2,42	7,45	2,21	2,72	35,85	770,70	194,60
Горд. 03-20-18	83,45	4,65	2,97	2,04	2,34	7,05	2,09	2,42	33,45	759,50	182,00
Елизаветинская	86,65	3,50	3,23	1,98	2,24	7,85	2,03	2,44	30,55	814,80	188,30
Валентина	91,40	4,20	3,84	1,99	2,51	6,22	2,08	2,66	29,20	706,30	188,30
Леук.1307д-54	78,50	4,20	2,64	2,03	2,35	6,08	2,08	2,47	31,15	739,20	179,20
Леук. 1469д-21	92,15	4,05	3,13	2,00	2,33	7,15	2,07	2,46	32,15	723,80	177,80
Леук. 1594д-3	88,20	4,35	3,53	1,98	2,37	6,90	2,04	2,56	30,70	703,50	186,90
Безенчукская 139	84,85	3,75	3,53	2,02	2,27	6,48	2,07	2,38	32,20	791,00	175,70
Жемчужина Сибири, ст.	85,55	4,85	3,23	2,06	2,46	7,33	2,13	2,87	37,05	884,10	253,40
HCP ₀₅	2,87	0,02	0,11	0,01	0,01	0,49	0,03	0,01	1,12	23,4	11,5

Таблица В.10 – Показатели урожайности, качества и устойчивости к стеблевой ржавчине 16-17 питомника КАСИБ
(Омский АНЦ, среднее 2015-2016 гг.)

Сорт	Урожай- ность, т/га	Количество зерен, шт.	Масса зерна главного ко- лоса, г	DSI *	Цвет мака- рон, балл	Белок, %	Стеблевая ржавчина, % тип.	
							Кения, Ug99	Омская попу- ляция
Каргала 66	2,65	18,70	0,81	0,81	2,60	13,91	20 MS	5 MS
Каргала 1412	1,83	18,15	0,65	0,82	2,65	15,07	100 S	5 MS
Каргала 1514	2,45	21,25	0,87	0,78	2,85	14,74	20 M	10 MS
Шарифа	2,94	25,75	1,06	0,97	3,00	14,59	20 M	30 MS
Горд.950/99	2,71	24,70	1,09	1,18	2,95	15,49	5 MS	10 MS
Лавина	2,58	23,05	0,90	1,47	3,00	16,19	10 M	5 MS
Дамсинская юбилейная	2,46	20,55	0,85	1,21	2,95	15,45	20 MS	5 MS
Шортандинская 256	2,58	23,00	0,92	1,12	2,75	14,43	20 M	5 MS
Горд.18567-6	1,79	21,45	0,87	0,99	2,75	16,12	20 M	5 MS
Горд.18585-2	2,83	31,00	1,28	0,85	3,00	14,31	60 S	15 MS
Горд.719	2,26	24,35	0,96	1,06	3,25	14,91	20 S	25 MS
Горд.723	2,14	16,65	0,68	1,19	3,15	15,59	20 M	20 MS
Горд.748	3,53	22,20	0,92	1,28	3,05	14,72	5 MS	25 MS
Горд. 00-178-4	3,01	19,80	0,76	1,08	3,25	14,25	70 S	20 MS
Горд.01-115-5	2,73	26,00	1,03	1,05	3,20	13,97	30 M	10 MS
Горд. 03-20-18	2,85	22,25	0,94	0,99	3,10	13,91	80 S	25 MS
Елизаветинская	2,33	25,45	1,00	0,93	2,85	15,20	20 MS	50 S
Валентина	2,31	26,45	1,16	0,94	3,10	15,08	30 M	40 S
Леук.1307д-54	3,15	21,75	0,97	0,78	3,15	14,16	10 MS	30 MSS
Леук. 1469д-21	3,14	26,65	1,13	0,78	3,05	14,88	15 M	45 MSS
Леук. 1594д-3	2,81	24,00	0,96	0,53	2,95	13,85	30MS	40 S
Безенчукская 139	2,69	20,60	0,80	0,89	2,80	14,57	40 S	60 MS
Жемчужина Сибири st.	3,16	24,00	1,01	–	3,25	14,59	–	30 MS
HCP ₀₅	0,19	1,11	0,08	–	0,03	0,21	–	–

*DSI- показатель рассчитан по всем пунктам изучения

Таблица В.11 – Показатели устойчивости к полеганию 18-19 питомника КА-СИБ (Омский АНЦ, среднее 2017-2018 гг.)

Сорт	Длина стебля, см	Полегание, балл	Первое междуузлие			Второе междуузлие		
			Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм	Длина, см	Диаметр, мм	Толщина узла, мм
Каргала 223	97,10	4,15	4,46	2,19	2,75	11,85	2,54	3,10
Каргала 228	91,05	3,90	3,43	2,00	2,41	8,65	2,25	2,69
Каргала 238	90,80	3,25	3,45	1,91	2,37	7,43	2,16	2,57
Линия 19003	85,40	4,25	3,50	1,99	2,47	8,06	2,18	2,78
Линия 19029	94,85	4,40	3,98	2,37	3,12	10,15	2,58	4,08
Горд.69-08-2	107,50	4,65	2,95	2,17	2,62	10,23	2,49	2,93
Горд.178-05-2	102,00	3,85	3,20	2,00	2,59	8,93	2,31	2,82
Горд.2264	103,45	3,40	2,90	2,10	2,56	7,90	2,31	2,79
Горд. 2383	97,25	4,45	3,10	2,15	2,71	8,60	2,43	3,09
Линия 9-25-016	113,75	3,70	2,40	1,86	2,54	9,10	2,29	2,87
Безенчукская 139	100,90	3,90	3,45	2,34	2,91	9,90	2,64	3,21
Горд.829	92,70	3,85	2,90	2,01	2,54	7,00	2,29	2,74
Горд.864	105,70	4,35	2,48	2,03	2,72	8,33	2,38	3,06
Горд.881	108,65	3,20	3,40	1,92	2,58	8,08	2,23	2,97
Горд.04-76-5	100,15	3,25	2,93	2,10	2,74	7,85	2,38	3,00
Горд.05-12-7	101,60	4,40	2,93	2,14	2,75	9,23	2,46	3,04
Горд.05-42-12	101,40	4,85	2,95	2,15	2,73	7,80	2,46	3,05
Леук.1429-10	79,30	4,45	2,85	1,95	2,41	6,05	2,20	2,71
Леук. 1506-36	87,25	4,45	2,60	2,20	2,83	6,83	2,57	3,13
Горд.1591-21	71,40	4,85	2,85	2,05	2,68	6,10	2,41	2,91
Аннушка	92,10	3,70	3,50	2,02	2,55	7,93	2,28	2,88
Луч 25	96,55	3,95	3,55	2,24	2,78	8,42	2,64	3,15
Леук.1469-д21	93,75	3,20	3,43	1,99	2,59	8,25	2,26	2,96
Жемчужина Сибири, ст.	90,20	4,65	2,69	1,73	2,28	7,55	1,99	2,53
HCP ₀₅	3,13	0,02	0,14	0,09	0,02	0,85	0,02	0,01

Таблица В.12 – Показатели урожайности качества и устойчивости к стеблевой ржавчине 18-19 питомника КАСИБ (Омский АНЦ, среднее 2017-2018 гг.)

Сорт	Урожай- ность, т/га	Количе- ство зе- рен, шт.	Масса зерна главного ко- лоса, г	DSI *	Цвет макарон, балл	Белок, %	Стеблевая ржавчина, % тип.	
							Кения, Ug99	Омская популяция
Каргала 223	4,25	24,20	1,17	1,06	2,90	14,39	40M	80SS
Каргала 228	4,89	24,80	1,26	1,06	3,05	13,83	30MSS	80SS
Каргала 238	4,63	24,75	1,22	0,97	3,35	13,48	15MSS	80SS
Линия 19003	4,28	22,70	0,99	1,11	3,25	14,79	40MSS	50SS
Линия 19029	3,99	22,45	1,40	0,95	3,10	16,46	40MSS	40MS
Горд.69-08-2	3,47	29,40	1,21	1,17	2,90	15,39	5R	20MS
Горд.178-05-2	5,16	30,15	1,35	1,00	3,45	14,59	10M	50SS
Горд.2264	4,03	26,20	1,21	1,09	3,15	14,97	50MSS	30MS
Горд. 2383	4,07	23,60	1,24	0,99	3,25	14,28	15M	20MS
Линия 9-25-016	3,63	23,15	0,96	1,09	3,35	15,26	50MSS	75MS
Безенчукская 139	4,06	29,70	1,41	0,97	3,20	14,92	50MSS	80MS
Горд.829	4,82	26,85	1,28	1,09	3,40	15,48	50MSS	50MS
Горд.864	4,79	21,70	1,07	1,10	3,80	15,24	50MSS	60MS
Горд.881	4,05	28,70	1,57	0,98	3,85	14,56	50MSS	90SS
Горд.04-76-5	4,44	29,65	1,30	1,01	3,60	15,13	5MS	60MS
Горд.05-12-7	4,50	27,80	1,32	1,04	3,55	14,45	15MSS	30MS
Горде.05-42-12	4,95	28,25	1,32	0,96	3,60	16,28	20MS	10MR
Леук.1429-10	4,58	32,45	1,45	0,92	3,65	13,77	20M	20MS
Леук. 1506-36	5,27	30,25	1,84	0,96	3,50	13,38	30MSS	20MS
Горд.1591-21	5,42	28,70	1,29	1,13	3,25	13,37	20MSS	10MR
Аннушка	4,01	22,50	1,03	0,89	3,35	14,88	10MSS	40MS
Луч 25	4,78	30,60	1,71	0,86	3,45	14,19	20MSS	25MS
Леук.1469-д21	4,35	29,40	1,59	0,87	3,05	14,76	30MSS	15MS
Жемчужина Сибири, ст.	4,91	23,75	1,11	–	3,55	15,05	–	50MS
НСР05	0,31	1,14	0,06	–	0,03	0,17	–	–

*DSI- показатель рассчитан по всем пунктам изучения

Таблица В.13 – Показатели устойчивости к полеганию 20-21 питомника КА-СИБ (Омский АНЦ, среднее 2019-2020 гг.)

Сорт	Дли-на стеб-ля, см	Поле-гание, балл	Первое междоузлие			Второе междоузлие		
			Дли-на, см	Диа-метр, мм	Тол-щина узла, мм	Дли-на, см	Диа-метр, мм	Тол-щина узла, мм
Р-1409	96,8	4,00	3,92	2,00	2,60	9,94	2,29	2,85
Сояна	88,0	4,00	3,53	1,96	2,49	8,52	2,16	2,77
Янтарная 60	103,7	3,85	3,22	1,96	2,80	8,30	2,33	2,92
Сеймур 17	90,4	3,90	2,89	2,16	2,83	8,72	2,27	2,87
Серке	89,1	3,85	2,75	2,10	2,86	7,38	2,30	3,00
Линия 69-08-2	102,3	3,85	3,23	1,80	2,49	9,02	2,12	2,70
Линия 250-06-14	105,9	3,90	3,75	1,84	2,78	8,82	2,37	3,09
Костанайская 15	104,9	3,90	3,75	2,18	3,06	9,51	2,59	3,33
Горд. 1790	107,0	3,90	3,58	2,14	2,81	8,64	2,29	3,04
Линия №9	117,1	3,95	4,11	2,08	3,00	12,83	2,40	3,22
Безенчукская 139	99,0	3,70	2,86	1,85	2,55	7,71	2,08	2,84
Горд.895	115,7	3,50	4,58	2,25	3,09	10,24	2,59	3,33
Горд.910	99,3	3,35	3,94	2,17	3,13	8,86	2,45	3,34
Горд.924	104,6	3,50	4,49	1,94	2,73	9,86	2,34	2,96
Горд.08-25-2	98,1	3,95	3,38	1,89	2,88	7,91	2,30	3,07
Горд.08-67-1	96,2	4,45	3,84	2,07	3,07	8,80	2,51	3,26
Горд.08-107-5	109,5	4,65	3,48	2,22	3,06	9,98	2,68	3,40
Линия 1693д-71	93,1	3,90	3,27	2,10	2,90	8,07	2,36	3,36
Линия 1970д-5	81,6	4,45	2,42	1,80	2,41	6,25	2,11	2,86
Линия 2021д-1	94,4	4,45	3,11	1,98	2,72	6,78	2,30	3,14
Линия Д-2165	102,2	4,35	3,02	1,85	2,66	6,80	2,12	3,05
Гордея	100,7	3,50	3,15	1,80	2,46	7,00	2,03	3,02
Целинница	100,5	3,70	2,67	1,84	2,63	6,94	2,08	3,03
Меляна	101,6	3,85	3,14	1,90	2,79	7,55	2,24	3,21
Горд.1591-21	83,5	5,00	3,31	2,04	2,78	7,84	2,28	3,20
Жемчужина Си-бири, st.	94,4	4,40	3,02	2,02	2,71	8,16	2,16	3,00
HCP ₀₅	0,38	0,02	0,14	0,01	0,01	1,02	0,01	0,01

Таблица В.14 – Показатели урожайности, качества и устойчивости к стеблевой ржавчине 20-21 питомника КАСИБ
(Омский АНЦ, среднее 2019-2020 гг.)

Сорт	Урожай- ность, т/га	Количество зерен, шт.	Масса зерна глав- ного колоса, г	DSI *	Цвет макарон, балл	Белок, %	Стеблевая ржавчина, % тип	
							Кения, Ug99	Омская популяция
P-1409	4,05	24,00	0,91	1,01	2,90	12,08	5R	90S
Сояна	3,87	24,30	0,80	1,08	2,90	11,39	30M	80S
Янтарная 60	3,75	23,20	0,97	1,03	3,10	10,64	100S	90S
Сеймур 17	3,89	22,05	0,82	1,09	3,00	12,03	5MR	80S
Серке	3,67	23,20	0,84	1,05	2,90	11,97	10M	80S
Линия 69-08-2	4,04	17,90	0,57	1,13	2,95	11,34	1M	70S
Линия 250-06-14	4,21	25,05	1,06	1,05	3,35	12,66	5M	10MS
Костанайская 15	4,05	27,30	1,04	0,98	3,10	11,92	1M	90S
Горд. 1790	3,62	25,25	0,95	1,08	3,10	10,48	5MR	100S
Линия №9	3,64	23,15	0,85	1,07	3,00	12,50	5M	90S
Безенчукская 139	3,55	25,39	1,02	1,01	2,95	11,99	5R	90S
Горд.895	3,57	30,20	1,16	1,10	3,05	11,77	40S	100S
Горд.910	3,74	33,85	1,47	1,07	3,00	10,88	10M	90S
Горд.924	4,26	26,45	0,91	0,93	3,05	10,97	20M	90S
Горд.08-25-2	4,27	30,20	1,02	1,01	3,40	11,73	5M	90S
Горд.08-67-1	4,49	32,05	1,35	1,05	3,45	12,24	5M	40MS
Горд.08-107-5	4,03	33,40	1,30	0,95	3,35	12,46	5M	70S
Линия 1693д-71	4,21	24,30	1,22	0,90	3,15	11,49	5M	100S
Линия 1970д-5	4,30	24,30	1,13	0,83	3,20	10,67	5R	80S
Линия 2021д-1	3,13	25,50	1,00	0,87	3,30	10,74	15MS	100S
Линия Д-2165	4,40	26,55	1,09	0,91	3,35	12,51	5MR	90S
Гордея	3,92	24,85	1,06	0,96	3,15	11,09	10M	90S
Целинница	4,12	27,85	1,22	0,98	3,20	11,42	5MR	100S

Окончание таблицы В.14

Сорт	Урожай- ность, т/га	Количество зерен, шт.	Масса зерна глав- ного колоса, г	DSI *	Цвет макарон, балл	Белок, %	Стеблевая ржавчина, % тип	
							Кения, Ug99	Омская популяция
Меляна	4,65	30,30	1,37	0,91	3,15	11,97	10M	90S
Горд.1591-21	4,65	28,95	1,23	1,12	3,15	10,17	15MS	40MS
Жемчужина Си- бири, ст.	4,45	26,70	1,02	–	3,35	10,81	–	100S
HCP ₀₅	0,38	1,12	0,11	–	0,02	0,12	–	–

*DSI- показатель рассчитан по всем пунктам изучения

Приложение Г Показатели урожайности, качества и устойчивости к болезням синтетических линий СИММЫТ

Таблица Г.1 – Показатели урожайности, качества и устойчивости к болезням синтетических линий СИММЫТ (Омский АНЦ, среднее 2018-2020 гг.)

Образец	Уро- жай- ность г/м ²	Период всходы- коло- шения, сут.	Веге- та- цион- ный peri- од, сут.	Дли- на ко- лоса, см	Коли- чество коло- сков, шт.	Количе- ство зе- рен, шт.	Масса зерна главного колоса, г	Стеб- левая ржав- чина, %	Мучни- стая роса, балл
SH-3	70,6	45	98	7,25	14,50	11,30	0,49	5	7
SH-6	67,3	48	98	7,40	15,30	11,40	0,51	5	8
SH-8	82,5	49	102	7,90	16,60	14,65	0,63	5	8
SH-9	68,0	49	102	6,35	12,80	11,60	0,52	0	8
SH-10	65,3	51	104	6,75	13,50	10,45	0,50	5	8
SH-16	57,5	51	103	7,25	14,00	12,40	0,44	5	8
SH-18	55,5	54	103	6,50	12,35	11,95	0,42	0	8
SH-19	37,6	52	104	9,40	13,70	12,00	0,29	0	8
SH-24	78,1	51	102	7,70	16,30	17,00	0,59	5	8
SH-27	82,5	49	100	6,55	13,55	14,25	0,63	5	8
SH-30	90,4	52	102	8,45	16,05	11,35	0,69	35	7
SH-31	61,4	51	101	6,95	14,70	11,85	0,47	5	7
SH-34	55,5	51	103	8,35	16,00	11,40	0,42	0	8
SH-37	56,8	51	102	6,65	13,85	12,35	0,43	0	8
SH-41	31,1	51	103	7,10	13,40	8,05	0,24	0	8
SH-42	58,1	50	101	6,35	13,50	10,80	0,44	0	8
SH-49	50,8	51	101	6,75	14,40	11,75	0,39	0	7
SH-61	47,5	51	101	6,30	13,60	13,65	0,36	0	8
SH-62	145,5	49	102	8,95	19,00	30,35	1,11	0	8
SH-64	119,5	49	102	6,95	15,10	20,50	0,91	0	8
SH-66	76,6	47	102	6,60	13,40	11,30	0,58	5	7
SH-67	52,8	51	101	6,55	14,20	10,10	0,40	0	8
SH-68	57,4	51	103	7,40	14,30	15,55	0,44	35	8
SH-69	82,5	49	101	5,90	11,20	19,55	0,63	35	8
SH-71	7,06	51	101	4,90	11,90	15,10	0,54	5	8
SH-76	88,4	52	102	4,80	11,75	14,75	0,77	0	7
Среднее	69,6	50	101	7,00	14,19	13,67	0,53		
Жемчу- жина Си- бири	437,0	45	90	6,36	14,40	25,97	1,07	65	7
Омская янтарная	415,8	42	87	6,29	13,75	28,80	1,13	40	7
Омский изумруд	491,7	50	92	6,91	14,40	29,85	1,34	30	7
HCP ₀₅	24,1	—	—	0,21	0,17	1,13	0,21	—	—

Таблица Г.2 – Показатели устойчивости к полеганию синтетических линий
СИММЫТ (Омский АНЦ, среднее 2018-2020 гг.)

Образец	Полегание, балл	Длина стебля, см	Длина междоузлия, см		Диаметр междоузлия, мм		Толщина узла, мм	
			Первого	второго	первого	второго	первого	второго
SH-3	5,00	49,80	4,91	7,76	2,21	2,54	2,00	3,19
SH-6	5,00	70,83	4,94	8,99	2,49	2,90	3,55	3,59
SH-8	5,00	76,73	5,28	10,29	2,49	2,66	3,34	3,44
SH-9	5,00	60,13	6,30	12,80	2,76	3,70	3,30	3,80
SH-10	5,00	58,43	5,36	9,00	2,37	2,73	3,36	3,52
SH-16	5,00	58,33	4,46	6,52	2,04	2,34	2,64	2,86
SH-18	5,00	53,60	3,00	7,15	2,12	2,30	2,75	2,60
SH-19	5,00	67,60	4,90	10,60	2,45	2,70	3,39	3,48
SH-24	5,00	67,67	3,71	7,97	2,58	3,08	3,56	3,79
SH-27	5,00	75,20	7,45	11,00	2,40	2,60	3,35	3,70
SH-30	5,00	74,57	6,10	9,80	2,60	3,40	2,97	3,58
SH-31	5,00	64,87	4,30	9,30	2,63	3,22	3,34	3,62
SH-34	5,00	63,90	4,16	7,86	2,31	2,57	3,10	3,12
SH-37	5,00	64,90	5,25	10,90	2,90	3,10	3,70	3,70
SH-41	5,00	68,13	5,52	10,60	2,70	3,20	3,44	3,78
SH-42	5,00	77,40	5,10	9,90	2,60	2,80	3,60	3,80
SH-49	5,00	79,90	5,90	12,90	2,82	3,12	3,50	3,80
SH-61	5,00	71,37	5,60	9,00	2,65	3,00	3,20	3,40
SH-62	5,00	77,40	6,30	12,70	2,80	2,90	3,60	3,53
SH-64	5,00	78,70	5,04	9,70	2,94	2,90	3,00	3,06
SH-66	5,00	74,30	5,60	8,48	2,46	3,06	3,10	3,56
SH-67	5,00	56,07	5,40	10,30	2,38	2,74	3,00	3,28
SH-68	5,00	72,50	5,20	14,70	3,10	3,70	4,30	4,00
SH-69	5,00	62,73	5,74	10,70	2,42	2,72	2,68	2,96
SH-71	5,00	61,87	6,10	13,00	2,86	3,08	3,26	3,38
SH-76	5,00	50,85	4,71	9,38	2,61	2,84	3,40	3,41
Среднее	5,00	66,84	5,24	10,05	2,56	2,92	3,17	3,46
Жемчужина Сибири	4,43	96,70	2,33	9,83	1,93	1,94	2,29	2,77
Омская янтарная	3,85	92,30	2,09	8,29	1,76	2,13	2,61	3,08
Омский изумруд	4,40	98,73	1,87	9,13	1,77	2,29	2,85	3,11
HCP ₀₅	0,04	11,2	0,12	0,74	0,01	0,01	0,01	0,01

Таблица Г. 3 – Хозяйственно-ценные признаки гибридов и родительских форм F₄ (Омский АНЦ, 2021 г.

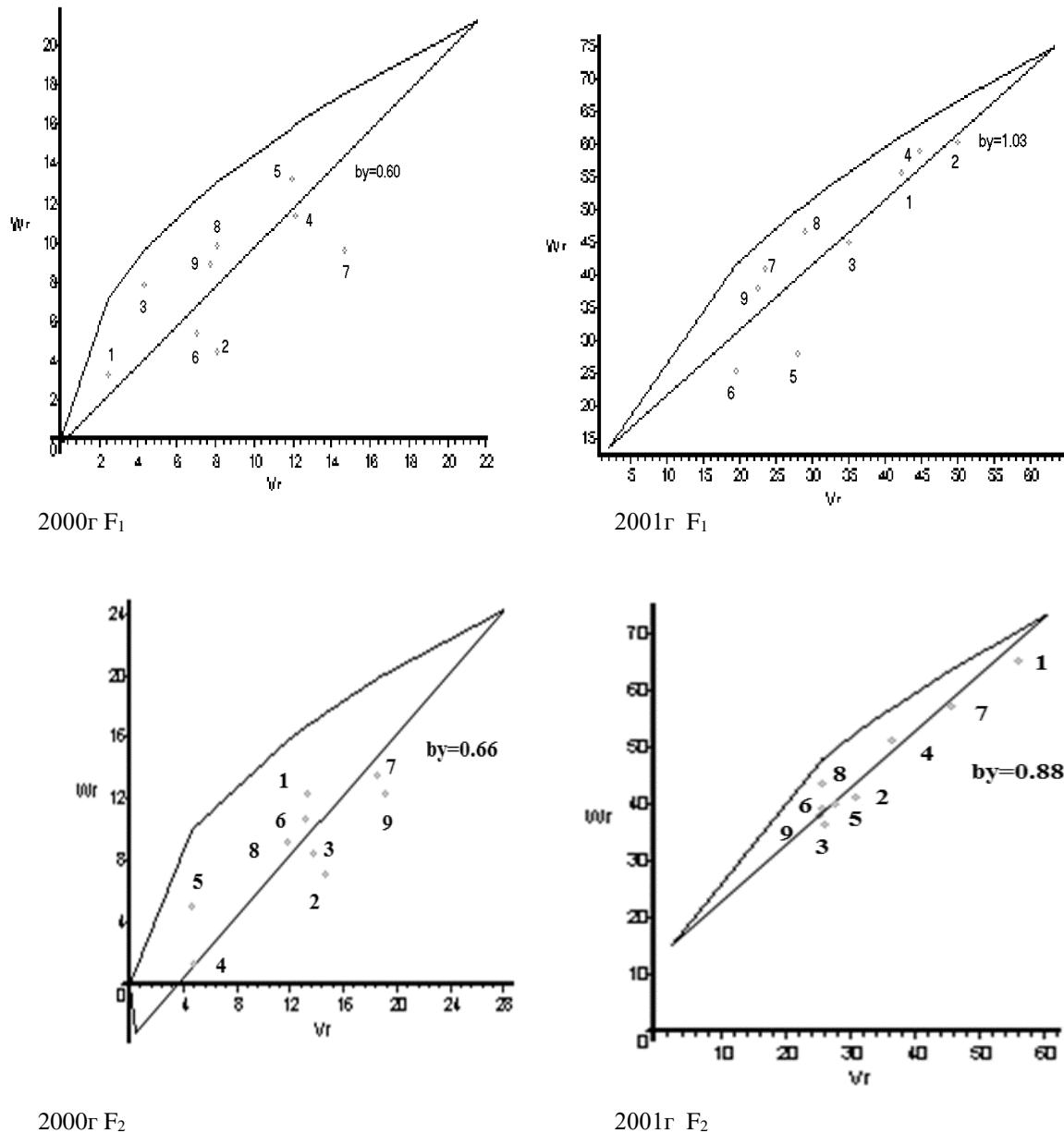
Сорт	ДС*	ДВМ	ДК	ЧКК	Д1М	Д2М	01М	02М	ТУ1М	ТУ2М	ЧЗ	МЗГК	ПК
Жемчужина си- бири/SH27	81,9	38,1	7,9	18,9	4,6	10,6	2,9	3,3	3,7	4,1	39,6	1,4	4,7
SH71/Горд.12-75-3	64,3	33,8	7,0	18,0	2,5	6,1	2,6	3,1	3,6	4,1	13,0	0,4	3,5
Омская янтар- ная/SH27	65,8	32,8	7,1	16,8	4,3	8,5	2,7	3,1	3,7	4,0	32,2	1,2	5,0
SH62/Жемчужина Сибири	66,0	27,8	8,1	20,8	5,6	9,6	3,0	3,1	3,7	4,1	12,2	0,3	5,0
Омский коралл/SH62	82,7	38,5	8,1	20,0	5,5	10,3	3,3	3,5	4,3	4,6	36,0	1,5	3,8
Среднее по гибридам	72,1	34,2	7,6	18,9	4,5	9,0	2,9	3,2	3,8	4,2	26,6	1,0	4,4
SH-27	54,1	28,6	6,2	15,0	2,6	6,7	2,2	2,4	3,1	3,5	21,1	0,8	3,2
SH-62	42,7	21,7	5,3	13,1	2,7	5,7	2,0	2,2	2,8	3,1	19,3	0,5	3,3
SH-71	44,4	19,6	5,2	12,8	3,0	6,2	2,1	2,3	2,5	2,8	18,1	0,4	3,1
Среднее по родите- лям синтетикам	47,1	23,3	5,5	13,6	2,8	6,2	2,1	2,3	2,8	3,1	19,5	0,6	3,2
Омский коралл	86,0	42,0	6,0	16,3	3,0	8,0	2,1	2,8	3,5	3,5	24,4	1,3	1,5
Жемчужина Сибири	79,0	45,1	6,1	16,1	6,0	10,0	2,4	2,7	3,0	3,4	26,1	1,1	1,4
Горд.12-75-3	93,1	42,5	6,4	14,0	1,5	13,0	2,1	2,2	3,0	3,0	33,8	1,0	1,6
Омская янтарная	89,1	52,0	5,9	14,8	4,0	11,0	2,5	2,5	3,1	3,2	31,4	1,1	1,5
Среднее по родите- лям сортам Омского АНЦ	86,8	45,4	6,1	15,3	3,6	10,5	2,3	2,6	3,2	3,3	28,9	1,1	1,5
HCP ₀₅	1,1	1,4	0,7	0,52	0,31	0,42	0,01	0,01	0,01	0,01	1,17	0,01	0,3

*ДС-длина стебля; ДВМ-длина верхнего междоузлия; ДК-длина колоса; ЧКК-число колосков в колосе; Д1М- длина первого надземного междоузлия; Д2М- длина второго надземного междоузлия; 01М- диаметр первого надземного междоузлия; 02М- диаметр второго надземного междоузлия; ТУ1М- толщина узла первого надземного междоузлия; ТУ2М- толщина узла второго надземного междоузлия; ЧЗ-число зерен в колосе; МЗГК- масса зерна главного колоса; ПК- продуктивная кустистость

Приложение Д Показатели диаллельного анализа и комбинационной способности

Таблица Д.1 – Список комбинаций в диаллельных скрещиваниях

№ п/п	Гибрид
1	Омская янтарная / Аметист
2	Омская янтарная / Ангел
3	Омская янтарная / Зарница Алтая
4	Омская янтарная / Дамсинская 90
5	Омская янтарная / Светлана
6	Омская янтарная / Саратовская золотистая
7	Омская янтарная / Оренбургская 10
8	Омская янтарная / Безенчукский янтарь
9	Аметист / Ангел
10	Аметист / Зарница Алтая
11	Аметист / Дамсинская 90
12	Аметист / Светлана
13	Аметист / Саратовская золотистая
14	Аметист / Оренбургская 10
15	Аметист / Безенчукский янтарь
16	Ангел / Зарница Алтая
17	Ангел / Дамсинская 90
18	Ангел / Светлана
19	Ангел / Саратовская золотистая
20	Ангел / Оренбургская 10
21	Ангел / Безенчукский янтарь
22	Зарница Алтая / Дамсинская 90
23	Зарница Алтая / Светлана
24	Зарница Алтая / Саратовская золотистая
25	Зарница Алтая / Оренбургская 10
26	Зарница Алтая / Безенчукский янтарь
27	Дамсинская 90/Светлана
28	Дамсинская 90/ Саратовская золотистая
29	Дамсинская 90/Оренбургская 10
30	Дамсинская 90/Безенчукский янтарь
31	Светлана / Саратовская золотистая
32	Светлана / Оренбургская 10
33	Светлана / Безенчукский янтарь
34	Саратовская золотистая / Оренбургская 10
35	Саратовская золотистая / Безенчукский янтарь
36	Оренбургская 10 / Безенчукский янтарь



1.- Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая

5. - Дамсинская90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая

8. - Оренбургская10 9. - Безенчукский янтарь.

Риунок Д1. – График зависимости Wr от Vr по признаку длина стебля F_1 , F_2

Таблица Д.2 – Длина стебля у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., см

Гибрид	2004 г.				2005 г.				
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	94,93	85,70	88,55	СД	86,54	83,48	75,10	77,75	СД
Гордеiforme 94-9-1/ SILVER26/TOSKA26	84,28	85,70	51,20	НД	71,40	82,22	75,10	51,53	ЧД
Гордеiforme 94-9-1 / SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	91,92	85,70	55,10	СД	82,98	87,42	75,10	51,10	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	86,64	76,10	88,55	ЧД	80,92	76,34	73,04	77,75	СД
Жемчужина Сибири/ SILVER26/TOSKA26	74,88	76,10	51,20	НД	63,46	70,44	73,04	51,53	ЧД
Гордеiforme 441/ SHAKE3/GREEN18	69,85	84,50	47,70	ЧД	61,71	76,49	82,40	48,65	Д
Гордеiforme 441/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	74,99	84,50	55,10	ЧД	71,26	57,60	82,40	51,10	ЧД
Омская янтарная/ SHAKE3/GREEN18	68,30	74,75	47,70	ЧД	58,84	72,38	62,50	48,65	ЧД
Омская янтарная/ SOOTY15/KAPUDE1	61,95	74,75	51,10	П	59,19	62,10	62,50	45,05	ЧД
Омский корунд/ SHAKE3/GREEN18	63,21	84,43	47,70	П	57,49	58,83	88,55	48,65	П
Омский корунд/ SOOTY15/KAPUDE1	69,77	84,43	51,10	ЧД	68,37	65,47	88,55	45,05	П
Среднее	76,43	81,51	57,73		69,29	72,07	76,21	54,26	

НСР₀₅ = 1,29

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.3 – Коэффициенты наследуемости признаков устойчивости к полеганию

Признак	Коэффициент наследуемости	2004 год	2005 год		2006 год	2007 год		2008 год		2017 год	2018 год	2019 год	
		F ₁	F ₁	F ₂	F ₁	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₂	F ₃
Длина стебля	H ²	0,920	0,860	0,960	0,810	0,720	0,940	0,840	0,940	0,888	0,728	0,497	0,647
	h ²	0,400	0,590	0,460	0,720	0,630	0,560	0,700	0,720	0,787	0,351	0,520	0,212
Длина первого надземного междоузлия	H ²	0,910	0,930	0,690	0,880	0,750	0,740	0,940	0,480	0,786	0,765	0,711	0,694
	h ²	0,520	0,670	0,450	0,830	0,670	0,530	0,800	0,300	0,650	0,328	0,655	0,541
Длина второго надземного междоузлия	H ²	0,420	0,680	0,670	0,730	0,690	0,650	0,700	0,490	0,654	0,480	0,750	0,718
	h ²	0,300	0,360	0,430	0,490	0,510	0,450	0,500	0,380	0,400	0,359	0,280	0,337
Диаметр первого надземного междоузлия	H ²	0,730	0,840	0,420	0,880	0,610	0,730	0,500	0,680	0,725	0,646	0,640	0,654
	h ²	0,360	0,680	0,360	0,570	0,430	0,490	0,460	0,640	0,362	0,262	0,274	0,381
Диаметр второго надземного междоузлия	H ²	0,860	0,780	0,600	0,860	0,700	0,520	0,420	0,440	0,746	0,450	0,480	0,507
	h ²	0,580	0,230	0,240	0,590	0,430	0,480	0,330	0,370	0,680	0,264	0,230	0,425
Толщина узла первого надземного междоузлия	H ²	0,430	0,640	0,540	0,960	0,730	0,620	0,620	0,610	0,713	0,795	0,609	0,675
	h ²	0,280	0,420	0,420	0,630	0,480	0,480	0,590	0,320	0,771	0,426	0,408	0,421
Толщина узла второго надземного междоузлия	H ²	0,420	0,710	0,670	0,900	0,740	0,750	0,620	0,720	0,853	0,759	0,763	0,744
	h ²	0,240	0,480	0,420	0,720	0,650	0,430	0,330	0,670	0,524	0,417	0,658	0,303

Таблица Д.4 – Длина стебля у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., см

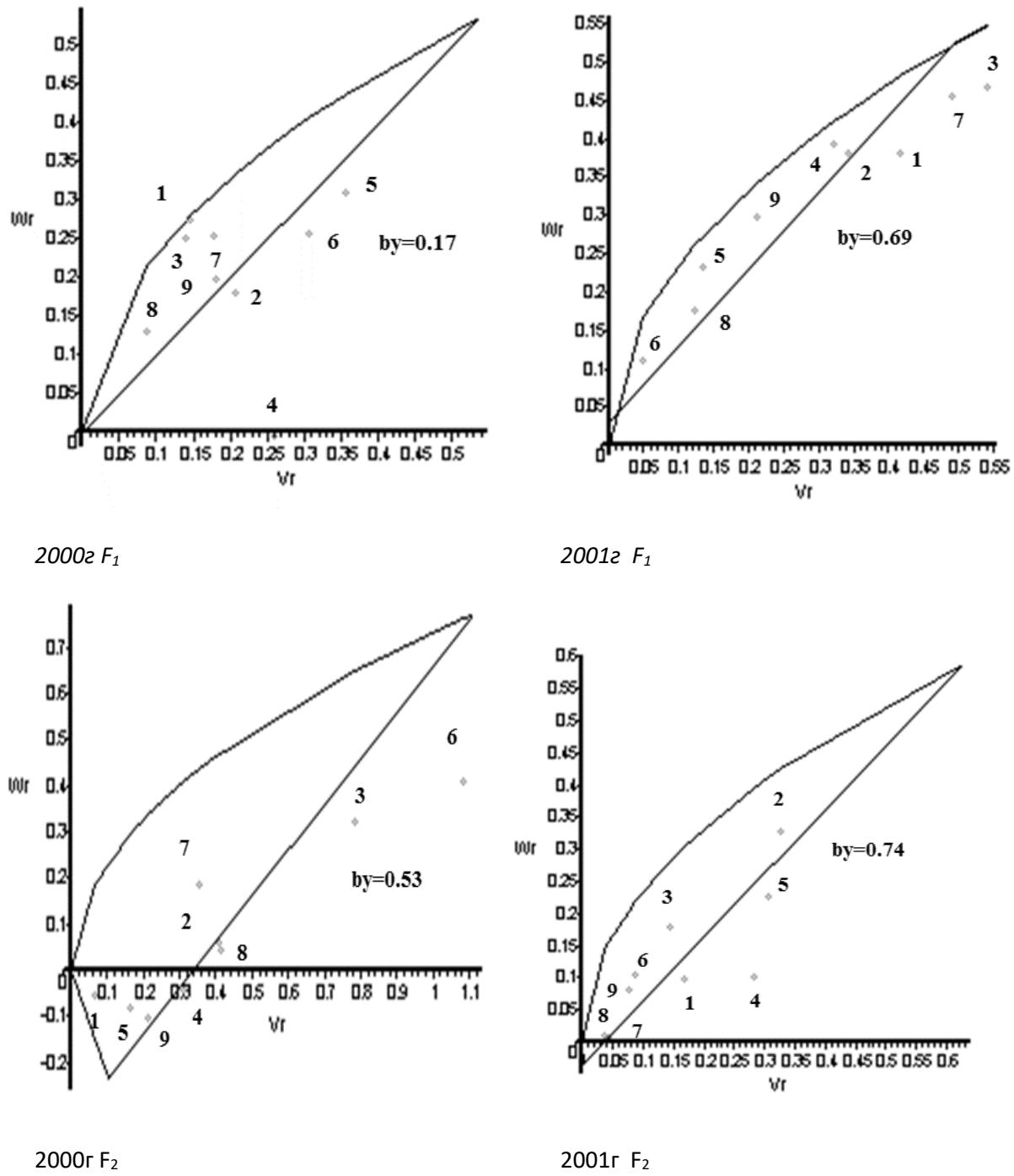
Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	85,1	76,7	96,4	Д	86,3	90,6	99,5	Д	99,3	106,4	100,5	108,4	Д	НД
Жемчужина Сибири/1591д21	78,0	76,7	64,4	СД	88,2	90,6	66,5	НД	100,6	87,8	100,5	65,4	ЧД	НД
Омская степная\Горд.06-5- 3	84,6	77,3	92,6	П	88,0	95,5	101,6	Д	102,2	105,8	98,5	109,7	Д	НД
Омская степная/1560д18	74,1	77,3	49,5	НД	83,4	95,5	68,5	НД	92,1	92,7	98,5	68,6	НД	НД
Омский изумруд/Лавина	98,1	89,1	96,4	СД	89,8	90,0	99,5	Д	107,0	103,8	108,4	108,4	Д	Д
Омский изумруд/Горд.08-55- 5	91,3	89,1	103,6	Д	93,0	90,0	99,1	Д	103,4	105,1	108,4	104,1	Д	Д
Омский изумруд/1560д18	75,7	89,1	49,5	НД	75,3	90,0	68,5	Д	86,5	88,7	108,4	68,6	Д	Д
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	90,1	103,0	92,6	Д	96,6	101,8	101,6	Д	115,5	95,0	116,8	109,7	НД	Д
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	95,7	103,0	103,6	Д	91,5	101,8	99,1	Д	109,9	101,0	116,8	104,1	Д	Д
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	85,1	103,0	101,8	Д	90,5	101,8	85,8	Д	115,0	107,3	116,8	106,1	НД	Д
Омская бирюза/ Горд.08-94-3	96,1	87,2	101,8	НД	93,1	95,6	85,8	НД	106,3	92,9	108,4	106,1	Д	Д
Омская бирюза/ 1591д21	84,4	87,2	64,4	НД	76,2	95,6	66,5	Д	104,4	69,9	103,2	65,4	НД	НД
Омская бирюза/1560д18	76,3	87,2	49,5	НД	89,0	95,6	68,5	НД	99,7	77,6	109,7	68,6	НД	Д
Среднее	85,7	88,1	82,0		87,8	95,0	85,4		103,2	94,9	107,3	91,8		

HCP₀₅ = 2,02

Примечание:

F₁, F₂, F₃– среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование, Д- депрессивный эффект



- 1.- Омская янтарная 2.- Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая
 5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая
 8. - Оренбургская10 9. - Безенчукский янтарь.

Рисунок Д.2 – График зависимости Wr от Vr по признаку длина первого надземного междуузлия F_1 , F_2

Таблица Д.5 – Длина первого надземного междуузлия у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., см

Гибрид	2004 г.				2005 г.				
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	3,39	2,65	3,20	СД	3,18	2,63	3,08	3,35	Д
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	2,94	2,65	2,55	СД	3,25	2,95	3,08	2,27	СД
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	2,76	2,65	2,16	СД	3,59	3,22	3,08	2,45	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	3,49	3,13	3,20	СД	2,87	3,06	2,98	3,35	Д
Жемчужина Сибири/ SILVER26/TOSKA26	2,73	3,13	2,55	Д	2,69	2,84	2,98	2,27	НД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	2,21	2,88	2,78	Д	2,95	2,65	3,15	2,33	НД
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	2,61	2,88	2,16	НД	2,82	2,59	3,15	2,45	НД
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	1,93	2,65	2,78	Д	2,58	2,76	3,27	2,33	Д
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	2,06	2,65	1,90	Д	2,25	2,53	3,27	2,13	Д
Омский корунд/ SHAKE3/GREEN18	2,30	2,98	2,78	Д	2,20	2,49	3,40	2,33	Д
Омский корунд/ SOOTY15/KAPUDE1	2,59	2,98	1,90	НД	2,61	2,54	3,40	2,13	Д
Среднее	2,64	2,84	2,54		2,82	2,75	3,17	2,49	

HCP₀₅ = 0,42

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - свердоминирование, Д- депрессивный эффект

Таблица Д.6 – Длина первого надземного междоузлия у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., см

Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	9,4	8,5	8,0	СД	6,1	6,4	5,7	П	6,0	3,3	6,5	3,8	НД	Д
Жемчужина Сибири/1591д21	7,8	8,5	6,4	НД	5,4	6,4	5,0	Д	5,5	6,5	6,5	4,2	НД	ЧД
Омская степная/ Горд.06-5- 3	7,3	8,1	8,7	Д	4,8	6,5	5,3	Д	5,8	5,1	6,1	6,4	Д	Д
Омская степная/1560д18	8,2	8,1	4,7	ЧД	5,0	6,5	4,4	Д	4,6	4,7	6,1	4,7	Д	Д
Омский изумруд/Лавина	8,8	9,6	8,0	Д	5,8	6,2	5,7	Д	6,2	5,9	6,6	3,8	НД	НД
Омский изумруд/Горд.08-55-5	9,5	9,6	8,7	НД	5,7	6,2	6,4	Д	5,6	5,8	6,6	5,9	Д	Д
Омский изумруд/1560д18	5,6	9,6	4,7	Д	6,1	6,2	4,4	ЧД	4,7	6,8	6,6	4,7	Д	СД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	8,9	10,5	8,7	Д	6,4	7,8	5,3	Д	6,8	5,2	5,2	6,4	СД	Д
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	9,3	10,5	8,7	Д	5,9	7,8	6,4	Д	6,6	5,8	5,2	5,9	СД	НД
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	7,9	10,5	9,3	Д	6,5	7,8	6,5	Д	7,6	5,4	5,2	5,1	СД	СД
Омская бирюза/Горд.08-94-3	9,9	9,3	9,3	СД	6,6	6,3	6,5	СД	4,8	6,6	4,8	5,1	Д	СД
Омская бирюза/ 1591д21	9,0	9,3	6,4	НД	4,8	6,3	5,0	Д	5,0	5,7	3,8	4,2	СД	СД
Омская бирюза/1560д18	8,2	9,3	4,7	НД	5,6	6,3	4,4	НД	7,0	5,1	6,4	4,7	СД	Д
Среднее	8,5	9,4	7,4		5,7	6,7	5,5		5,8	5,5	5,8	5,0		

НСР₀₅ = 1,41

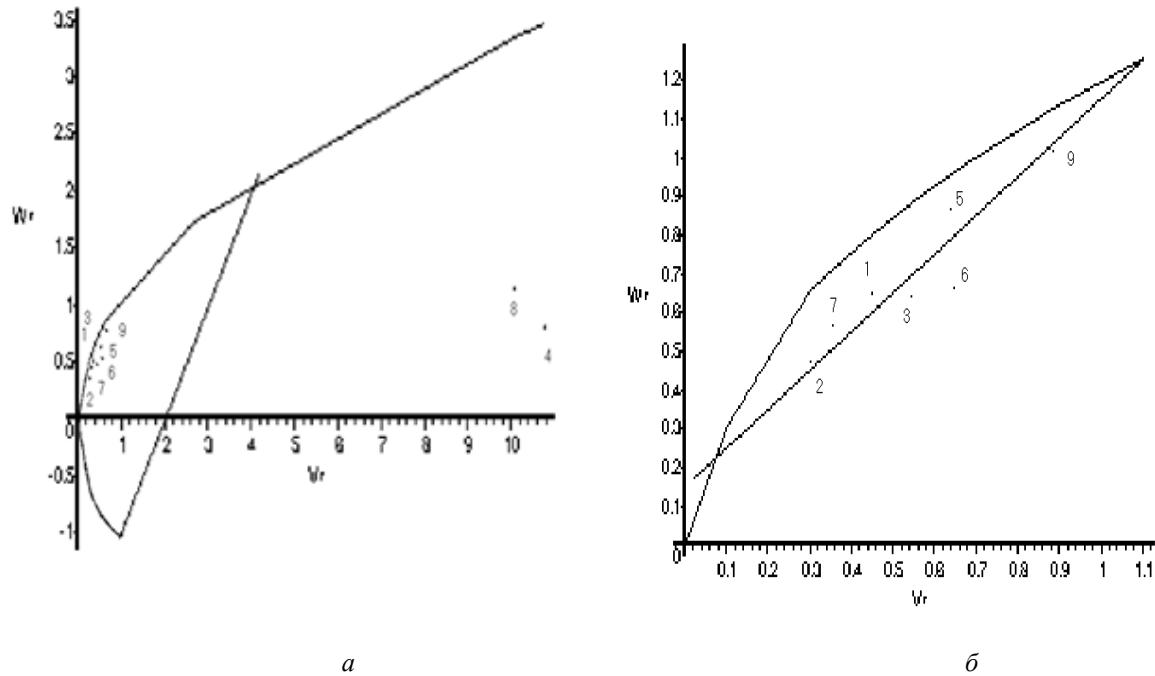
Примечание:

F₁, F₂, F₃ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

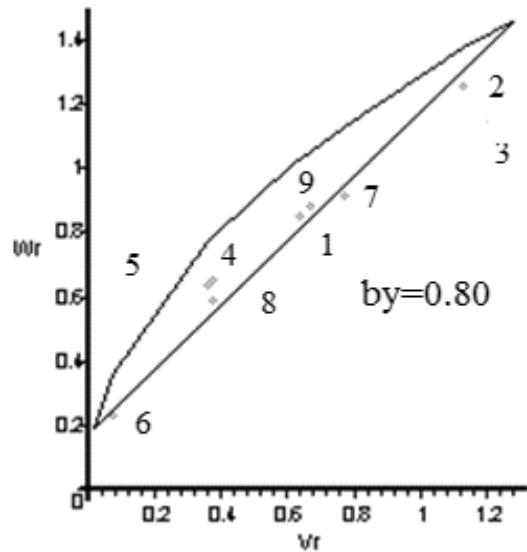
НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д - депрессивный эффект



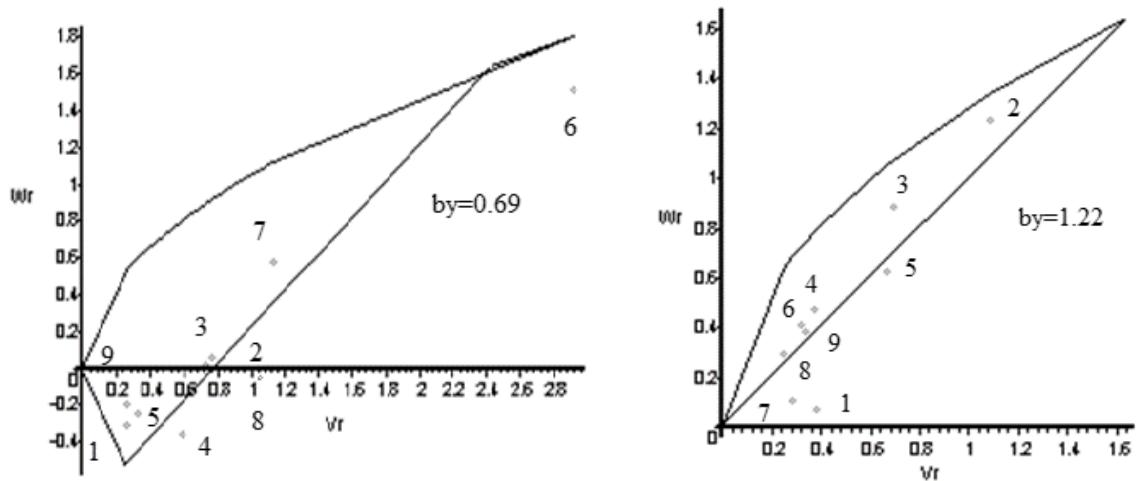
- 1.- Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая
 5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая
 8. - Оренбургская10 9. - Безенчукский янтарь.

Рисунок Д.3 – График зависимости Wr от Vr по признаку длина второго надземного междуузлия стебля F_1 , 2000 год



- 1.- Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая
 5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая
 8. - Оренбургская 10 9. - Безенчукский янтарь.

Рисунок Д.4 – График зависимости Wr от Vr по признаку длина второго надземного междуузлия стебля F_1 , 2001 год



a

б

1.- Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая

5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая

8. – Оренбургская 10 9. - Бузенчукский янтарь.

Рисунок Д.5 – График зависимости Wr от Vr по признаку длины второго надземного междуузлия стебля F_2

Таблица Д.7 – Длина второго надземного междоузлия у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., см

Гибрид	2004 г.				2005 г.				
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	7,73	6,20	8,10	Д	6,55	6,06	6,38	6,90	Д
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	6,39	6,20	5,10	С	6,39	6,49	6,38	4,41	С
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	7,00	6,20	4,63	С	7,93	6,83	6,38	4,05	С
Жемчужина Сибири / Casoar	8,33	7,88	8,10	С	8,40	7,22	6,40	6,90	С
Жемчужина Сибири // SILVER26/TOSKA26	6,48	7,88	5,10	НД	5,55	5,67	6,40	4,41	НД
Гордеiforme 441 // SHAKE3/GREEN18	4,52	5,48	5,38	НД	5,50	5,80	6,08	4,28	НД
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	5,83	5,48	4,63	НД	5,78	4,88	6,08	4,05	Д
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	4,45	6,55	5,38	Д	5,00	5,39	6,32	4,28	НД
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	4,65	6,55	4,16	Д	4,84	5,14	6,32	4,03	Д
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	4,48	7,18	5,38	Д	4,70	5,49	7,30	4,28	Д
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	5,37	7,18	4,16	Д	5,16	5,18	7,30	4,03	Д
Среднее	5,93	6,61	5,46		5,98	5,83	6,48	4,69	

HCP₀₅ = 0,41

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д - депрессивный эффект

Таблица Д.8 – Длина второго надземного междоузлия у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., см

Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	12,3	10,4	10,6	СД	11,2	11,2	7,3	ЧД	12,4	8,6	12,8	8,9	СД	Д
Жемчужина Сибири/1591д21	10,9	10,4	8,5	СД	10,0	11,2	8,0	НД	11,6	11,8	12,8	7,0	СД	НД
Омская степная/ Горд.06-5- 3	12,1	12,6	12,5	Д	9,8	11,0	10,8	Д	12,0	11,5	12,2	12,9	СД	Д
Омская степная/1560д18	13,4	12,6	7,5	СД	10,2	11,0	8,0	НД	9,9	9,7	12,2	8,0	СД	Д
Омский изумруд/Лавина	15,0	14,8	10,6	СД	14,7	12,0	7,3	СД	12,5	11,9	13,0	8,9	СД	НД
Омский изумруд/Горд.08-55-5	15,9	14,8	13,6	СД	11,2	12,0	11,5	Д	12,3	11,8	13,0	11,5	СД	Д
Омский изумруд/1560д18	9,7	14,8	7,5	Д	11,4	12,0	8,0	НД	10,1	12,3	13,0	8,0	СД	НД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	15,4	14,4	12,5	СД	11,2	13,3	10,8	Д	14,0	13,4	12,8	12,9	СД	СД
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	15,5	14,4	13,6	СД	11,2	13,3	11,5	Д	13,6	12,8	12,8	11,5	СД	СД
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	13,4	14,4	14,7	Д	12,2	13,3	10,8	НД	15,1	13,1	12,8	12,6	СД	СД
Омская бирюза/Горд.08-94-3	16,1	12,5	14,7	СД	11,9	12,0	10,8	ЧД	12,0	15,1	11,9	12,6	СД	СД
Омская бирюза/ 1591д21	14,1	12,5	8,5	СД	9,9	12,0	8,0	Д	12,0	11,1	8,9	7,0	СД	СД
Омская бирюза/1560д18	12,1	12,5	7,5	НД	9,9	12,0	8,0	Д	13,1	10,0	12,9	8,0	СД	Д
Среднее	13,5	13,1	10,9		11,1	12,0	9,3		12,3	11,8	12,4	10,0		

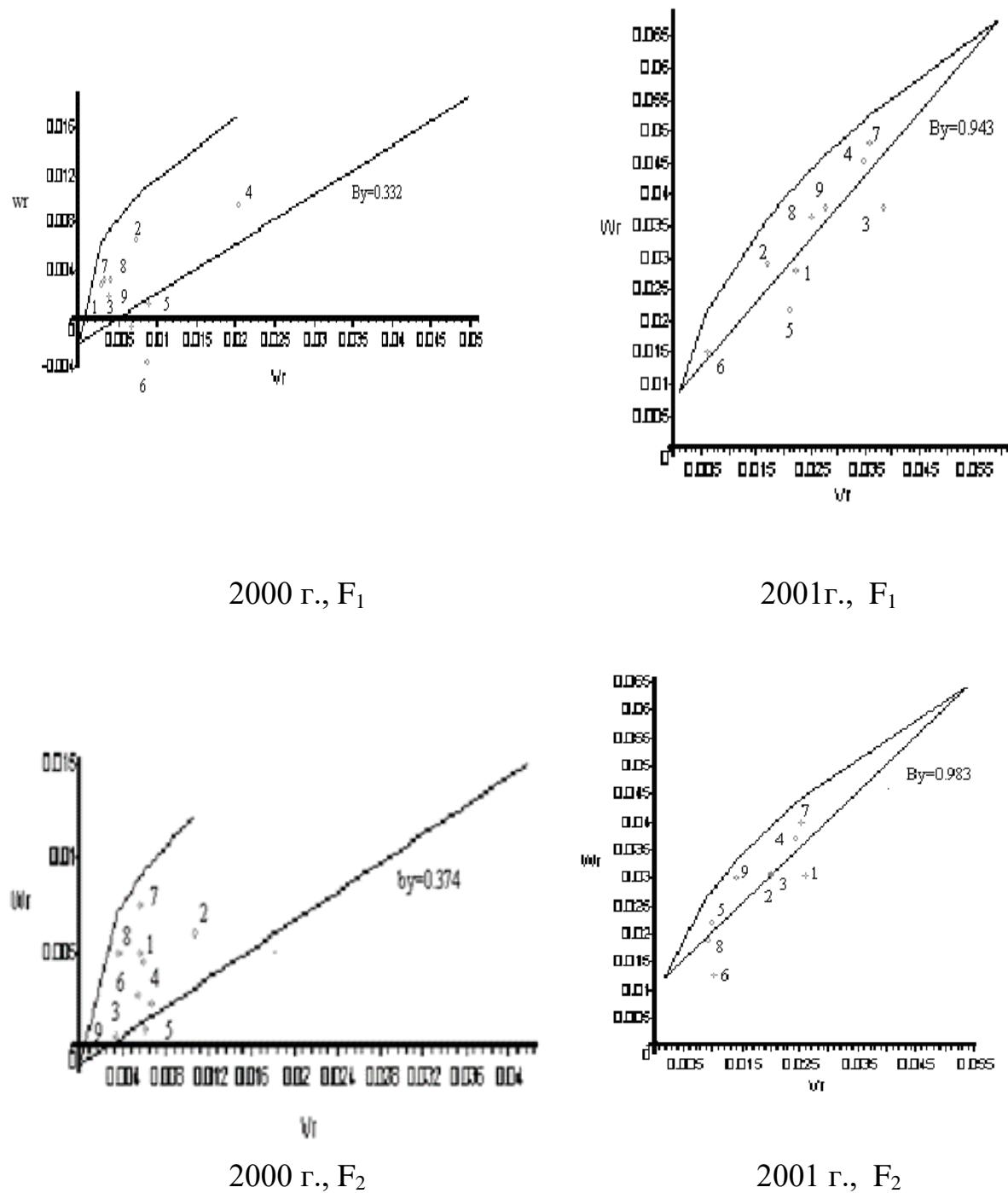
НСР₀₅ = 1,82

Примечание:

F₁, F₂, F₃– среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект



- 1.- Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая
 5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая
 8. - Оренбургская10 9. - Безенчукский янтарь.

Рисунок Д.6. – График зависимости Wr от Vr по признаку диаметр первого надземного междоузлия стебля F₁, F₂

Таблица Д.9 – Диаметр первого надземного междуузлия у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.				
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	2,13	2,09	2,31	Д	2,00	2,15	2,00	2,17	Д
Гордеiforme 94-9-1/ SILVER26/TOSKA26	2,26	2,09	2,27	НД	2,14	2,21	2,00	2,15	НД
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	2,05	2,09	2,13	Д	2,06	2,06	2,00	2,04	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	2,30	2,23	2,31	НД	2,16	2,32	2,11	2,17	НД
Жемчужина Сибири// SILVER26/TOSKA26	2,27	2,23	2,27	СД	2,25	2,23	2,11	2,15	СД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	2,15	2,02	2,23	НД	1,96	2,28	2,07	2,04	Д
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	2,11	2,02	2,13	НД	1,96	2,10	2,07	2,04	Д
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	2,09	2,07	2,23	Д	2,00	2,17	2,05	2,04	Д
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	2,19	2,07	2,03	СД	2,05	2,08	2,05	2,03	П
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	2,12	2,18	2,23	Д	2,03	2,07	2,35	2,04	Д
Омский корунд//SOOTY15/KAPUDE1	2,21	2,18	2,03	СД	2,22	2,18	2,35	2,03	НД
Среднее	2,17	2,11	2,19		2,08	2,17	2,10	2,08	

НСР₀₅ = 0,01

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.10 – Диаметр первого надземного междуузлия у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., см

Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	3,1	2,4	2,7	СД	2,7	2,7	2,8	Д	2,5	2,5	2,7	2,4	Д	СД
Жемчужина Сибири/1591д21	2,8	2,4	2,8	НД	2,7	2,7	2,7	СД	3,0	2,6	2,7	2,6	СД	СД
Омская степная/ Горд.06-5- 3	3,0	2,5	2,6	СД	2,6	2,7	2,6	Д	2,6	2,6	2,6	2,6	Д	СД
Омская степная/1560д18	3,0	2,5	2,8	СД	2,6	2,7	2,7	Д	2,7	2,5	2,6	2,5	СД	СД
Омский изумруд/Лавина	3,3	2,8	2,7	СД	2,8	2,7	2,8	СД	2,7	2,7	2,9	2,4	П	СД
Омский изумруд/Горд.08-55-5	3,4	2,8	2,9	СД	2,7	2,7	2,8	Д	2,9	2,7	2,9	2,9	СД	СД
Омский изумруд/1560д18	3,0	2,8	2,8	СД	2,8	2,7	2,7	СД	2,9	2,7	2,9	2,5	СД	СД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	2,6	2,8	2,6	Д	2,9	3,1	2,6	П	2,9	2,6	2,9	2,6	СД	СД
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	3,2	2,8	2,9	СД	2,6	3,1	2,8	Д	2,7	2,8	2,9	2,9	Д	СД
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	2,8	2,8	2,9	Д	2,6	3,1	2,8	Д	2,7	2,7	2,9	2,3	НД	СД
Омская бирюза/ Горд.08-94-3	3,1	2,6	2,9	СД	2,7	2,8	2,8	Д	2,6	2,9	2,6	2,3	НД	СД
Омская бирюза/ 1591д21	2,9	2,6	2,8	СД	2,7	2,8	2,7	Д	2,8	2,5	2,4	2,6	СД	СД
Омская бирюза/1560д18	2,8	2,6	2,8	СД	2,7	2,8	2,7	НД	2,8	2,8	2,6	2,5	СД	СД
Среднее	3,0	2,7	2,8		2,7	2,8	2,7		2,7	2,7	2,7	2,6		

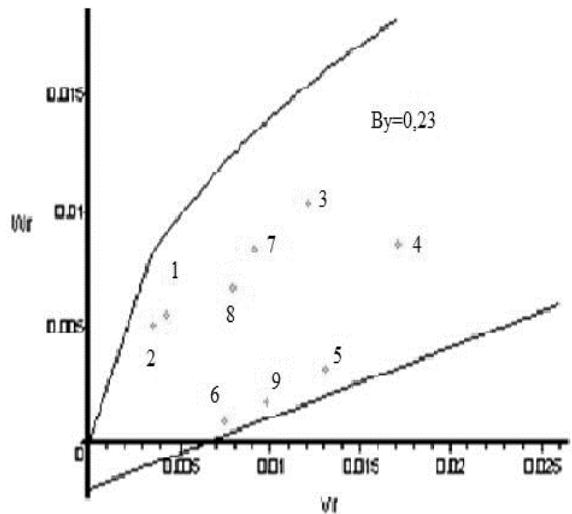
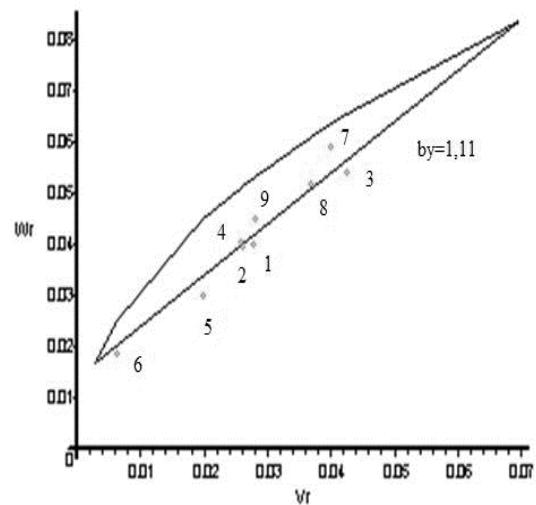
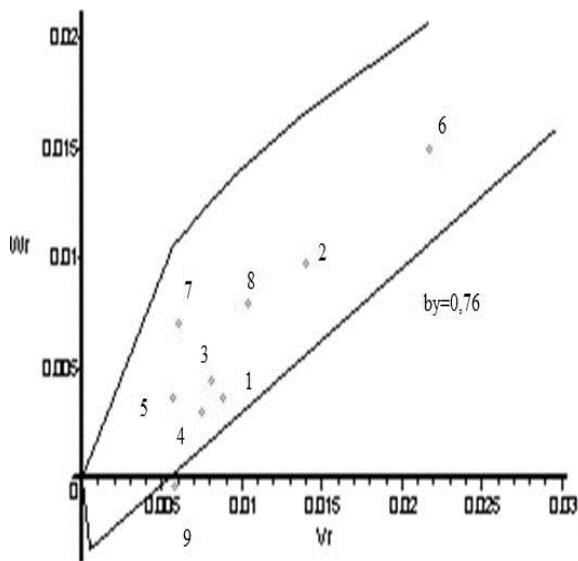
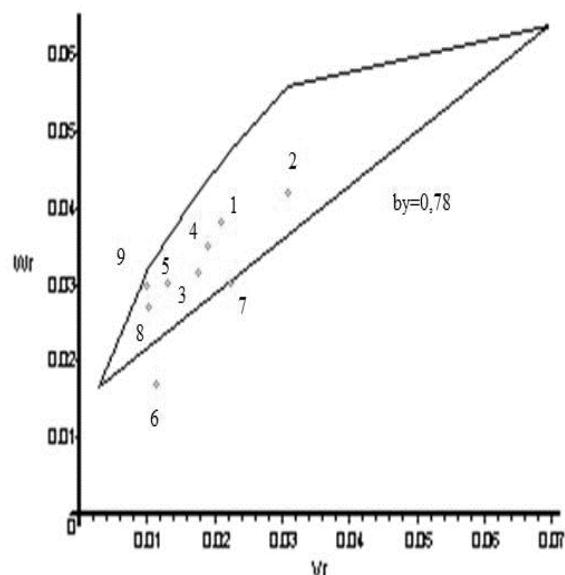
НСР₀₅ = 0,03

Примечание:

F₁, F₂, F₃ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

2000 г., F₁2001 г., F₁2000 г., F₂2001 г., F₂

1. - Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая

5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая

8. – Оренбургская 10 9. - Бузенчукский янтарь.

Рисунок Д.7. – График зависимости Wr от Vr по признаку диаметр первого надземного междуузлия стебля F₁, F₂

Таблица Д.11 – Диаметр второго надземного междоузлия у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.				
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	2,37	2,25	2,60	Д	2,00	2,15	2,00	2,17	Д
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	2,58	2,25	2,39	СД	2,14	2,21	2,00	2,15	НД
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	2,26	2,25	2,27	НД	2,06	2,06	2,00	2,04	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	2,57	2,49	2,60	НД	2,16	2,32	2,11	2,17	НД
Жемчужина Сибири/ SILVER26/TOSKA26	2,53	2,49	2,39	СД	2,25	2,23	2,11	2,15	СД
Гордеiforme 441/ SHAKE3/GREEN18	2,27	2,19	2,38	Д	1,96	2,28	2,07	2,04	Д
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	2,32	2,19	2,27	СД	1,96	2,10	2,07	2,04	Д
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	2,24	2,29	2,38	Д	2,00	2,17	2,05	2,04	Д
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	2,43	2,29	2,20	СД	2,05	2,08	2,05	2,03	П
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	2,30	2,45	2,38	Д	2,03	2,07	2,35	2,04	Д
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	2,38	2,45	2,20	НД	2,22	2,18	2,35	2,03	НД
Среднее	2,39	2,32	2,37		2,08	2,17	2,10	2,08	

НСР₀₅ = 0,04

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов ; P₁ Среднее значение материнской формы ; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование, Д- депрессивный эффект

Таблица Д.12 – Диаметр второго надземного междоузлия у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., мм

Гибрид	2017 г.				2018				2019					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	3,1	2,6	2,9	СД	2,9	3,0	3,2	Д	2,7	2,6	2,9	2,6	Д	Д
Жемчужина Сибири/1591д21	3,1	2,6	3,2	НД	3,0	3,0	2,9	НД	3,2	2,6	2,9	2,8	СД	Д
Омская степная/Горд.06-5- 3	3,1	2,8	2,7	СД	2,8	3,0	2,8	Д	2,8	2,7	2,7	2,9	Д	Д
Омская степная/1560д18	3,2	2,8	3,0	СД	2,8	3,0	3,0	Д	2,9	2,6	2,7	2,7	СД	Д
Омский изумруд/Лавина	3,7	3,0	2,9	СД	3,0	2,9	3,2	Д	2,8	3,0	2,8	2,6	НД	Д
Омский изумруд/Горд.08-55-5	3,8	3,0	3,1	СД	2,9	2,9	2,9	ЧД	3,1	2,8	2,8	3,0	СД	Д
Омский изумруд/1560д18	3,1	3,0	3,0	СД	3,0	2,9	3,0	НД	3,1	2,9	2,8	2,7	СД	СД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	2,9	3,1	2,7	Д	3,1	3,2	2,8	НД	3,2	3,0	3,1	2,9	СД	П
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	3,5	3,1	3,1	СД	2,9	3,2	2,9	Д	2,9	3,0	3,1	3,0	Д	Д
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	3,2	3,1	3,3	НД	3,0	3,2	3,0	Д	3,0	2,8	3,1	2,8	П	Д
Омская бирюза/Горд.08-94-3	3,6	2,8	3,3	СД	2,8	3,0	3,0	Д	2,8	2,9	2,9	2,8	Д	СД
Омская бирюза/ 1591д21	3,3	2,8	3,2	СД	2,9	3,0	2,9	П	2,9	2,8	2,6	2,8	СД	НД
Омская бирюза/1560д18	3,1	2,8	3,0	СД	3,0	3,0	3,0	Д	3,0	3,7	2,9	2,7	СД	СД
Среднее	3,3	2,9	3,0		2,9	3,0	3,0		2,9	2,9	2,9	2,8		

НСР₀₅ = 0,02

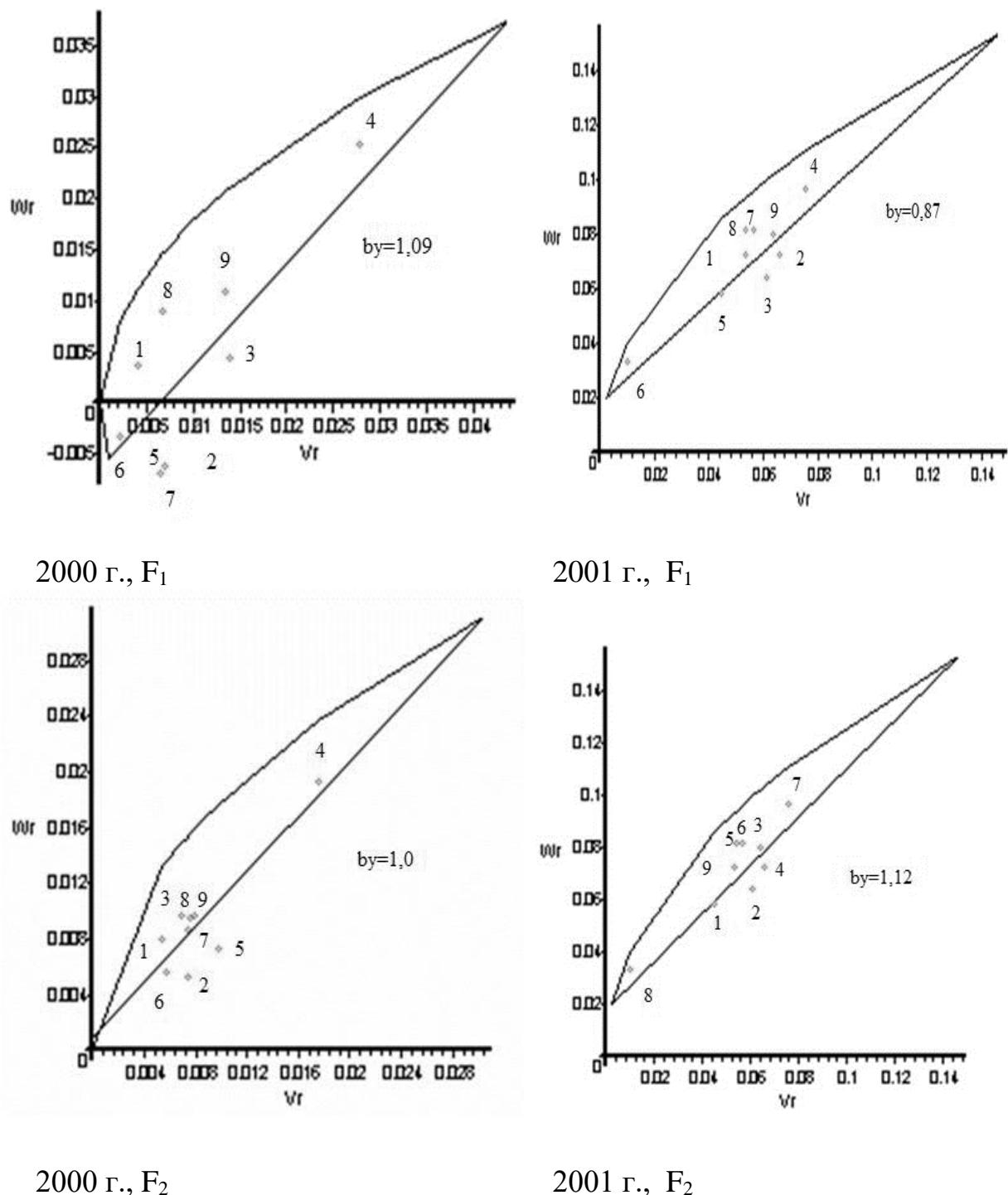
Примечание:

F₁, F₂, F₃– среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект



1.- Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4. - Зарница Алтая

5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая

8. – Оренбургская 10 9. - Бузенчукский янтарь.

Рисунок Д.8 – График зависимости Wr от Vr по признаку диаметр узла первого надземного междуузлия стебля F₁, F₂

Таблица Д.13 – Диаметр узла первого надземного междуузлия у сортов и гибридов твердой пшеницы
2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.				
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	3,22	3,19	3,50	Д	3,14	2,92	2,72	3,45	НД
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	3,30	3,19	3,02	СД	3,05	3,26	2,72	3,37	НД
Гордеiforme 94-9-1 3 / SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLOI	3,05	3,19	2,92	Д	3,04	3,07	2,72	2,53	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	3,63	3,23	3,50	СД	3,12	3,48	2,94	3,45	Д
Жемчужина Сибири// SILVER26/TOSKA26	3,26	3,23	3,02	СД	3,40	3,43	2,94	3,37	СД
Гордеiforme 441/ SHAKE3/GREEN18	2,96	3,12	3,06	Д	2,74	3,25	2,95	2,78	Д
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLOI	3,05	3,12	2,92	НД	2,72	2,92	2,95	2,53	Д
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	2,97	2,98	3,06	Д	2,66	3,10	2,85	2,78	Д
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	3,19	2,98	2,91	СД	2,81	2,92	2,85	2,59	НД
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	2,91	3,21	3,06	Д	2,69	2,90	3,61	2,78	Д
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	3,03	3,21	2,91	Д	2,78	3,15	3,61	2,59	Д
Среднее	3,14	3,15	3,08		2,92	2,99	2,93	3,13	

HCP₀₅ = 0,02

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов ; P₁ Среднее значение материнской формы ; P₂ Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д - депрессивный эффект

Таблица Д.14 – Диаметр узла первого надземного междоузлия у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., мм

Гибрид	2017 г.				2018				2019					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	2,2	2,0	2,1	СД	3,7	3,6	3,7	НД	3,8	3,4	3,8	3,3	СД	Д
Жемчужина Сибири/1591д21	2,2	2,0	2,3	НД	3,6	3,6	3,4	СД	4,3	3,6	3,8	3,3	СД	НД
Омская степная/Горд.06-5- 3	2,2	2,0	2,0	СД	3,5	3,6	3,5	Д	3,4	3,9	3,6	3,8	Д	СД
Омская степная/1560д18	2,4	2,0	2,1	СД	3,4	3,6	3,6	Д	3,7	3,4	3,6	3,3	СД	Д
Омский изумруд/Лавина	2,5	2,2	2,1	СД	3,7	3,6	3,7	СД	3,7	4,1	4,0	3,3	НД	СД
Омский изумруд/Горд.08-55-5	2,4	2,2	2,2	СД	3,6	3,6	3,8	Д	4,2	4,0	4,0	4,2	СД	Д
Омский изумруд/1560д18	2,3	2,2	2,1	СД	3,7	3,6	3,6	СД	4,0	3,9	4,0	3,3	СД	НД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	2,2	2,3	2,0	П	3,8	3,9	3,5	НД	3,7	3,4	4,0	3,8	Д	Д
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	2,3	2,3	2,2	НД	3,5	3,9	3,8	Д	4,2	3,8	4,0	4,2	НД	Д
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	2,2	2,3	2,3	Д	3,7	3,9	3,8	Д	3,9	3,9	4,0	3,7	НД	НД
Омская бирюза/Горд.08-94-3	2,4	2,2	2,3	СД	3,5	3,5	3,8	Д	3,6	3,8	3,8	3,7	Д	СД
Омская бирюза/ 1591д21	2,3	2,2	2,3	СД	3,6	3,5	3,4	СД	3,7	3,6	3,3	3,3	СД	СД
Омская бирюза/1560д18	2,3	2,2	2,1	СД	3,7	3,5	3,6	СД	3,8	3,6	3,8	3,3	СД	НД
Среднее	2,3	2,2	2,2		3,6	3,6	3,6		3,8	3,7	3,8	3,6		

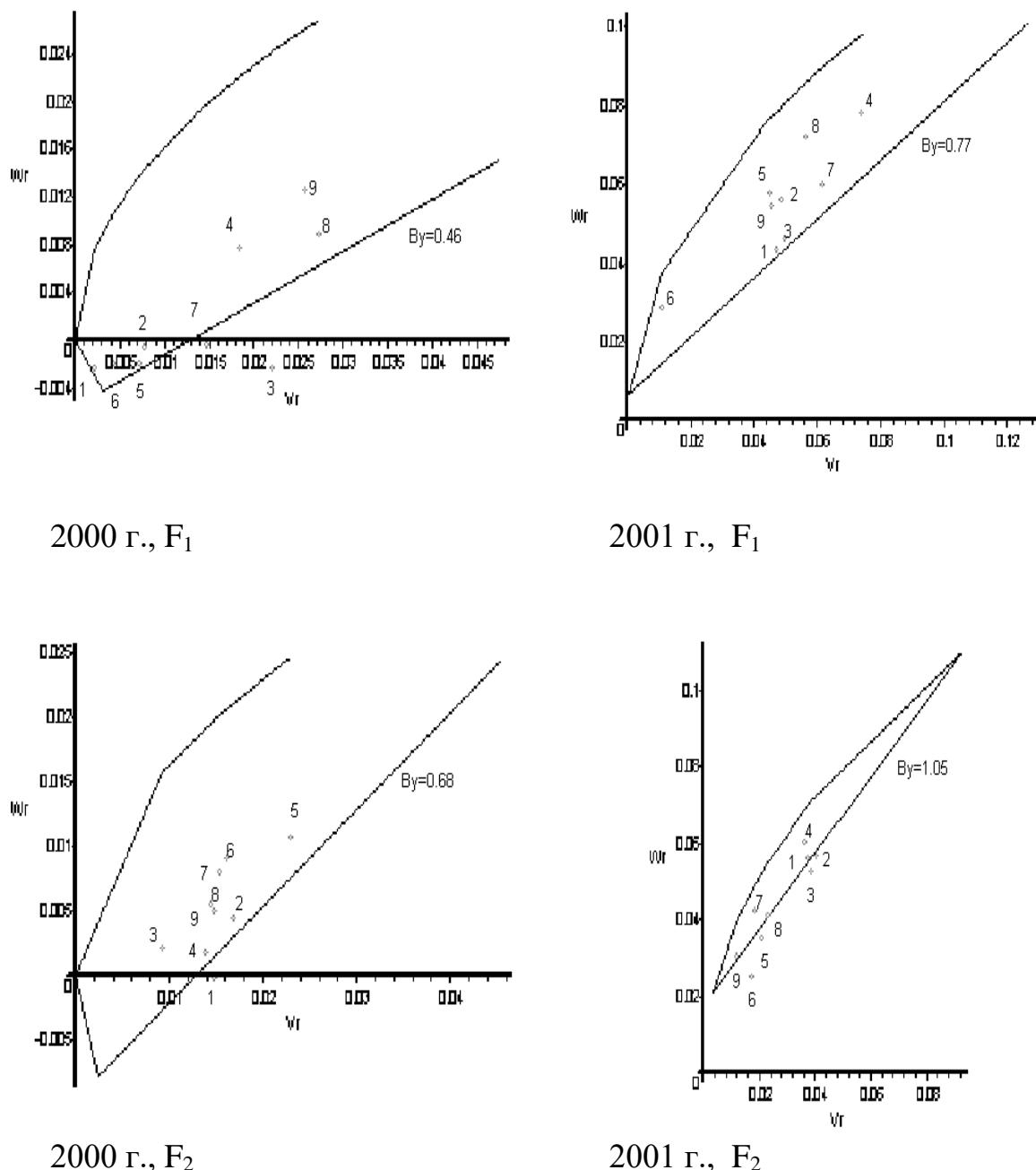
НСР₀₅ = 0,06

Примечание:

F₁, F₂, F₃ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д - депрессивный эффект



1.- Омская янтарная 2. - Аметист 3. - Ангел. 4.- Зарница Алтая

5. – Дамсинская 90 6. - Светлана 7. - Саратовская золотистая

8. – Оренбургская 10 9. - Бузенчукский янтарь.

Рисунок Д.9 – График зависимости Wr от Vr по признаку диаметр узла второго надземного междоузлия стебля F₁, F₂

Таблица Д.15 – Диаметр узла второго надземного междуузлия у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.				
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	F ₂	P ₁	P ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	3,80	3,83	3,82	Д	3,34	3,05	3,07	3,87	Д
Гордеiforme 94-9-1 3/ SILVER26/TOSKA26	3,64	3,83	3,36	НД	3,35	3,57	3,07	3,75	Д
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	3,41	3,83	3,22	Д	3,27	3,45	3,07	2,82	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	4,20	3,75	3,82	СД	3,55	3,79	3,34	3,87	Д
Жемчужина Сибири// SILVER26/TOSKA26	3,80	3,75	3,36	СД	3,44	3,69	3,34	3,75	Д
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	3,30	3,52	3,41	Д	3,05	3,64	3,29	3,02	Д
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	3,53	3,52	3,22	СД	3,03	3,09	3,29	2,82	Д
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	3,80	3,44	3,41	СД	2,96	3,22	3,20	3,02	Д
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	4,14	3,44	3,13	СД	2,89	3,11	3,20	2,69	Д
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	3,47	3,74	3,41	Д	3,21	3,15	3,85	3,02	Д
Омский корунд/ /SOOTY15/KAPUDE1	3,89	3,74	3,13	СД	2,95	3,28	3,85	2,69	Д
Среднее	3,73	3,67	3,39		3,19	3,37	3,32	3,21	

HCP₀₅ = 0,05

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов ; P₁ Среднее значение материнской формы ; P₂ Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.16 – Диаметр узла второго надземного междоузлия у родителей и гибридов F_1 , F_2 , F_3 ,
2017-2019 гг., см

Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F_1	P_1	P_2	h_p	F_2	P_1	P_2	h_p	F_2	F_3	P_1	P_2	h_p , F_2	h_p , F_3
Жемчужина Сибири /Лавина	2,3	2,0	2,2	СД	3,8	3,9	4,0	Д	3,6	4,2	3,7	3,4	НД	СД
Жемчужина Сибири/1591д21	2,3	2,0	2,2	СД	3,8	3,9	3,5	НД	4,2	3,4	3,7	3,2	СД	П
Омская степная/ Горд.06-5- 3	2,6	2,2	2,0	СД	3,8	3,9	3,8	НД	3,6	4,2	3,6	3,8	Д	СД
Омская степная/1560д18	2,5	2,2	2,2	СД	3,7	3,9	3,8	Д	3,9	3,5	3,6	3,2	СД	НД
Омский изумруд/Лавина	2,7	2,3	2,2	СД	3,9	3,8	4,0	НД	3,9	4,0	4,2	3,4	НД	НД
Омский изумруд/Горд.08-55-5	2,6	2,3	2,3	СД	3,9	3,8	4,0	Д	4,4	3,9	4,2	4,0	СД	Д
Омский изумруд/1560д18	2,5	2,3	2,2	СД	3,8	3,8	3,8	Д	3,9	3,8	4,2	3,2	НД	НД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	2,2	2,6	2,0	Д	4,0	4,0	3,8	СД	3,9	3,5	4,0	3,8	П	Д
Горд.01-115-5/Горд.08-55-5	2,6	2,6	2,3	НД	3,6	4,0	4,0	Д	4,3	3,8	4,0	4,0	СД	Д
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	2,3	2,6	2,4	Д	3,9	4,0	4,0	Д	4,1	3,9	4,0	3,7	СД	Д
Омская бирюза/Горд.08-94-3	2,6	2,3	2,4	СД	3,6	3,9	4,0	Д	3,7	3,8	3,8	3,7	Д	П
Омская бирюза/1591д21	2,5	2,3	2,2	СД	3,8	3,9	3,5	НД	3,9	3,7	3,4	3,2	СД	СД
Омская бирюза/1560д18	2,3	2,3	2,2	НД	3,9	3,9	3,8	СД	4,0	3,7	3,8	3,2	СД	НД
Среднее	2,5	2,3	2,2		3,8	3,9	3,8		4,0	3,8	3,9	3,5		

$HCP_{05} = 0,06$

Примечание:

F_1 , F_2 , F_3 – среднее значение гибридов; P_1 Среднее значение материнской формы; P_2 Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.17 – Длина колоса у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	h _p	P ₁	P ₂	F ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	5,68	6,25	6,20	Д	6,52	Д	5,88	7,32	6,97	НД
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	5,64	6,25	5,10	Д	6,67	Д	5,88	5,77	7,37	СД
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	5,91	6,25	5,65	Д	6,61	СД	5,88	5,53	7,15	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	6,54	6,35	6,20	СД	8,00	Д	6,84	7,32	8,08	СД
Жемчужина Сибири/ /SILVER26/TOSKA26	5,84	6,35	5,10	НД	7,00	Д	6,84	5,77	7,45	СД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	5,79	7,10	5,00	Д	6,95	Д	6,50	5,28	7,89	СД
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	5,67	7,10	5,65	Д	6,90	Д	6,50	5,53	6,83	СД
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	5,76	6,05	5,00	НД	6,41	Д	6,96	5,28	6,51	НД
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	5,76	6,05	5,05	НД	6,19	Д	6,96	4,70	6,66	НД
Омский корунд //SHAKE3/GREEN18	5,92	6,25	5,00	НД	6,29	Д	7,08	5,28	6,88	НД
Омский корунд//SOOTY15/KAPUDE1	5,52	6,25	5,05	Д	6,18	Д	7,08	4,70	6,31	НД
Среднее	5,82	6,39	5,36		6,70		6,58	5,68	7,1	

НСР₀₅ = 0,18

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование, Д- депрессивный эффект

Таблица Д.18 – Коэффициенты наследуемости морфологических, урожайных и качественных признаков

Признак	Коэффициент наследуемости	2004 год	2005 год		2006 год	2007 год		2008 год		2017 год	2018 год	2019 год	
		F ₁	F ₁	F ₂	F ₁	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₂	F ₃
Длина колоса	H ²	0,810	0,859	0,837	0,984	0,804	0,746	0,933	0,615				
	h ²	0,190	0,476	0,517	0,729	0,475	0,536	0,790	0,535				
Количество колосков в колосе	H ²	0,856	0,866	0,841	0,910	0,751	0,608	0,915	0,749				
	h ²	0,397	0,606	0,540	0,506	0,548	0,598	0,771	0,681				
Площадь флагового листа	H ²					0,730	0,690	0,901	0,685				
	h ²					0,630	0,390	0,362	0,610				
Масса зерна главного колоса	H ²	0,743	0,804	0,570	0,944	0,779	0,777	0,901	0,632	0,816	0,712	0,736	0,646
	h ²	0,452	0,529	0,560	0,699	0,726	0,536	0,843	0,591	0,602	0,567	0,598	0,420
Количество зерен	H ²	0,790	0,778	0,711	0,886	0,885	0,786	0,726	0,535	0,587	0,552	0,567	0,708
	h ²	0,489	0,317	0,386	0,551	0,671	0,272	0,414	0,465	0,570	0,383	0,383	0,447
Цвет макарон	H ²	0,928	0,703	0,723	0,921	0,940	0,654	0,886	0,537				
	h ²	0,494	0,453	0,667	0,736	0,688	0,499	0,620	0,440				
Натура зерна	H ²	0,716	0,775	0,850	0,942	0,926	0,972	0,940	0,720				
	h ²	0,413	0,479	0,753	0,426	0,667	0,649	0,562	0,465				

Таблица Д.19 – Количество колосков у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	h _p	P ₁	P ₂	F ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	14,59	14,80	16,65	Д	15,72	Д	14,70	18,00	15,73	Д
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	14,40	14,80	14,95	Д	15,28	СД	14,70	14,88	16,83	СД
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	14,41	14,80	14,10	Д	15,45	СД	14,70	15,06	16,40	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	15,52	17,35	16,65	Д	17,16	НД	15,92	18,00	16,43	Д
Жемчужина Сибири// SILVER26/TOSKA26	15,24	17,35	14,95	Д	16,22	СД	15,92	14,88	16,36	СД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	14,67	15,80	13,95	Д	16,03	СД	15,70	14,60	16,82	СД
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	14,49	15,80	14,10	Д	15,94	СД	15,70	15,06	16,32	СД
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	15,37	16,90	13,95	Д	16,63	СД	16,25	14,60	15,99	НД
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	14,44	16,90	13,15	Д	15,14	Д	16,25	14,10	15,68	НД
Омский корунд//SHAKE3/GREEN18	14,25	15,15	13,95	Д	15,68	НД	16,30	14,60	14,73	Д
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	14,38	15,15	13,15	НД	15,28	НД	16,30	14,10	14,75	Д
Среднее	14,71	15,89	14,50		15,87		15,68	15,26	16,00	

НСР₀₅ = 0,48

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов ; P₁ Среднее значение материнской формы ; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование, Д- депрессивный эффект

Таблица Д.20 – Количество зерен главного колоса у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	h _p	P ₁	P ₂	F ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	36,79	28,95	31,25	СД	33,410	НД	28,00	38,20	34,05	НД
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	42,76	28,95	26,25	СД	41,260	СД	28,00	29,50	47,29	СД
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	35,78	28,95	23,90	СД	38,500	СД	28,00	25,40	39,99	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	37,32	30,70	31,25	СД	38,710	СД	36,55	38,20	45,88	СД
Жемчужина Сибири// SILVER26/TOSKA26	39,45	30,70	26,25	СД	37,610	СД	36,55	29,50	45,75	СД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	30,17	26,35	30,15	СД	37,360	СД	23,05	27,65	38,90	СД
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	33,26	26,35	23,90	СД	28,730	СД	23,05	25,40	36,83	СД
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	33,34	25,30	30,15	СД	38,410	СД	29,05	27,65	34,68	СД
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	35,87	25,30	23,40	СД	35,630	СД	29,05	15,75	34,30	СД
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	35,24	30,80	30,15	СД	33,810	НД	35,85	27,65	33,47	НД
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	39,67	30,80	23,40	СД	39,100	СД	35,85	15,75	32,73	НД
Среднее	36,33	28,47	27,28		36,59		30,27	27,33	38,53	

$$HCP_{05} = 1,27$$

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формы

h_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.21 – Количество зерен у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., см

Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	31,3	26,1	18,5	СД	38,4	41,5	39,9	Д	30,4	35,6	31,1	25,4	НД	СД
Жемчужина Сибири/1591д21	31,7	26,1	31,3	СД	37,9	41,5	39,6	Д	36,4	25,1	31,1	26,7	СД	Д
Омская степная/ Горд.06-5- 3	29,2	26,4	32,6	Д	37,4	39,1	46,5	Д	28,7	38,7	28,6	33,8	Д	СД
Омская степная/1560д18	29,9	26,4	38,6	Д	34,9	39,1	40,5	Д	36,8	22,4	28,6	26,1	СД	Д
Омский изумруд/Лавина	35,3	24,5	18,5	СД	38,6	40,6	39,9	Д	33,3	34,3	37,6	25,4	НД	НД
Омский изумруд/Горд.08-55-5	39,0	24,5	28,4	СД	38,4	40,6	44,1	Д	37,1	31,5	37,6	32,5	НД	Д
Омский изумруд/1560д18	30,6	24,5	38,6	Д	42,6	40,6	40,5	СД	33,4	32,3	37,6	26,1	НД	НД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	25,3	27,5	32,6	Д	45,4	42,4	46,5	СД	33,6	23,7	33,8	33,8	Д	Д
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	31,2	27,5	28,4	СД	35,6	42,4	44,1	Д	25,7	29,2	33,8	32,5	Д	Д
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	28,6	27,5	28,5	СД	36,1	42,4	47,7	Д	32,2	30,3	33,8	31,1	Д	Д
Омская бирюза/ Горд.08-94-3	41,3	22,4	28,5	СД	37,1	40,2	47,7	Д	31,7	28,0	33,2	31,1	Д	Д
Омская бирюза/ 1591д21	29,8	22,4	31,3	НД	37,4	40,2	39,6	Д	34,7	25,7	25,4	26,7	СД	Д
Омская бирюза/1560д18	29,8	22,4	38,6	Д	41,5	40,2	40,5	СД	38,1	23,4	33,8	26,1	СД	Д
Среднее	31,8	25,2	30,3		38,5	40,8	42,9		33,2	29,2	32,8	29,0		

НСР₀₅ = 0,16

Примечание:

F₁, F₂, F₃ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.22 – Масса зерна главного колоса у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., мм

Гибрид	2004 г.				2005 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	h _p	P ₁	P ₂	F ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	1,81	1,66	1,79	СД	1,39	СД	1,18	1,28	1,10	Д
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	2,12	1,66	1,52	СД	1,40	СД	1,18	0,97	1,38	СД
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	1,82	1,66	1,48	СД	1,34	СД	1,18	0,86	1,63	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	1,73	1,69	1,79	НД	1,53	СД	1,37	1,28	1,61	СД
Жемчужина Сибири// SILVER26/TOSKA26	1,89	1,69	1,52	СД	1,07	Д	1,37	0,97	1,64	СД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	1,48	1,49	1,50	НД	1,14	СД	0,76	0,91	1,33	СД
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	1,79	1,49	1,48	СД	1,11	СД	0,76	0,86	1,42	СД
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	1,82	1,38	1,50	СД	1,49	СД	0,87	0,91	1,08	СД
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	1,80	1,38	1,35	СД	1,31	СД	0,87	0,55	1,14	СД
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	1,59	1,69	1,50	ЧД	1,29	НД	1,36	0,91	1,35	П
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	1,99	1,69	1,35	СД	1,68	СД	1,36	0,55	1,24	П
Среднее	1,80	1,59	1,52		1,34		1,11	0,91	1,36	

НСР₀₅ = 0,07

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов ; P₁ Среднее значение материнской формы ; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.23 – Масса зерна главного колоса у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., см

Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	1,4	1,0	0,8	СД	1,7	1,7	1,6	СД	0,8	1,5	1,0	0,9	Д	СД
Жемчужина Сибири/1591д21	1,5	1,0	1,4	СД	1,8	1,7	1,6	СД	1,4	0,9	1,0	0,8	СД	НД
Омская степная/Горд.06-5- 3	1,4	1,0	1,2	СД	1,8	1,8	1,7	НД	1,1	1,4	0,8	1,1	НД	СД
Омская степная/1560д18	1,4	1,0	1,7	НД	1,6	1,8	1,7	Д	1,2	0,9	0,8	0,8	СД	СД
Омский изумруд/Лавина	1,8	1,1	0,8	СД	1,7	1,8	1,6	Д	1,3	1,4	1,5	0,9	НД	НД
Омский изумруд/Горд.08-55-5	2,1	1,1	1,2	СД	1,9	1,8	1,7	СД	1,5	1,4	1,5	1,3	НД	Д
Омский изумруд/1560д18	1,5	1,1	1,7	НД	1,9	1,8	1,7	СД	1,5	1,2	1,5	0,8	НД	НД
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	1,3	1,3	1,2	СД	2,1	1,8	1,7	СД	1,3	0,8	1,3	1,1	НД	Д
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	1,6	1,3	1,2	СД	1,3	1,8	1,7	Д	1,1	1,4	1,3	1,3	Д	СД
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	1,6	1,3	1,4	СД	1,3	1,8	2,0	Д	1,2	1,2	1,3	1,3	Д	Д
Омская бирюза/Горд.08-94-3	2,0	0,9	1,4	СД	1,4	1,5	2,0	Д	0,9	1,1	1,0	1,3	Д	Д
Омская бирюза/ 1591д21	1,4	0,9	1,4	НД	1,5	1,5	1,6	Д	1,2	0,8	0,9	0,8	СД	Д
Омская бирюза/1560д18	1,4	0,9	1,7	НД	1,8	1,5	1,7	СД	1,4	0,8	1,1	0,8	СД	Д
Среднее	1,6	1,1	1,3		1,7	1,7	1,7		1,2	1,1	1,2	1,0		

НСР₀₅ = 0,06

Примечание:

F₁, F₂, F₃ – среднее значение гибридов; P₁ Среднее значение материнской формы; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.24 – Натура зерна у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., г/л

Гибрид	2004 г.				2005 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	h _p	P ₁	P ₂	F ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	845	844	825	СД	755	СД	740	703	734	НД
Гордеiforme 94-9-1/ /SILVER26/TOSKA26	835	844	830	Д	713	НД	740	660	697	Д
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	824	844	813	Д	732	Д	740	739	738	Д
Жемчужина Сибири/ Casoar	821	816	825	НД	725	НД	738	703	765	СД
Жемчужина Сибири// SIIVER26/TOSKA26	823	816	830	НД	692	Д	738	660	731	НД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	833	829	832	СД	712	Д	694	772	698	Д
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NldklS5//TANTLO1	837	829	813	СД	745	СД	694	739	705	Д
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	829	803	832	НД	764	НД	703	772	735	Д
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	823	803	840	НД	740	СД	703	735	734	НД
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	825	838	832	Д	704	Д	766	772	722	Д
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	829	838	840	Д	735	Д	766	735	734	Д
Среднее	829	827	828		728		729	726	726	

НСР₀₅ = 25,2

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов ; P₁ Среднее значение материнской формы ; P₂ Среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Таблица Д.25 – Цвет макарон у сортов и гибридов твердой пшеницы 2004-2005 гг., балл

Гибрид	2004 г.				2005 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₁	h _p	P ₁	P ₂	F ₂	h _p
Гордеiforme 94-9-1/ Casoar	3,73	3,75	3,65	НД	3,50	НД	3,70	3,10	3,45	НД
Гордеiforme 94-9-1// SILVER26/TOSKA26	3,43	3,75	3,45	Д	3,15	Д	3,70	2,90	3,30	П
Гордеiforme 94-9-1 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	4,00	3,75	3,50	СД	3,80	СД	3,70	3,50	3,80	СД
Жемчужина Сибири/ Casoar	3,40	3,80	3,65	Д	3,60	НД	3,70	3,10	3,40	П
Жемчужина Сибири// SILVER26/TOSKA26	3,87	3,80	3,45	СД	3,60	НД	3,70	2,90	3,85	СД
Гордеiforme 441// SHAKE3/GREEN18	3,23	3,25	3,30	Д	3,20	Д	3,30	3,43	3,30	Д
Гордеiforme 441 3/ SN TURK MI83-84 375/NIdklS5//TANTLO1	3,37	3,25	3,50	Д	3,50	СД	3,30	3,50	3,35	Д
Омская янтарная// SHAKE3/GREEN18	3,37	3,65	3,30	Д	3,45	СД	3,40	3,43	3,55	СД
Омская янтарная// SOOTY15/KAPUDE1	3,63	3,65	3,55	НД	3,40	СД	3,40	2,70	3,70	СД
Омский корунд// SHAKE3/GREEN18	3,63	3,60	3,30	СД	3,50	Д	3,60	3,43	3,45	Д
Омский корунд// SOOTY15/KAPUDE1	3,87	3,60	3,55	СД	3,65	СД	3,60	2,70	3,35	НД
Среднее	3,59	3,62	3,47		3,49		3,55	3,15	3,50	

HCP₀₅ = 0,02

Примечание:

F₁ – среднее значение гибридов; P₁ – среднее значение материнской формы; P₂ – среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование, Д- депрессивный эффект

Таблица Д.26 – Устойчивость к стеблевой ржавчине у родителей и гибридов F₁, F₂, F₃, 2017-2019 гг., %.

Гибрид	2017 г.				2018 г.				2019 г.					
	F ₁	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	P ₁	P ₂	h _p	F ₂	F ₃	P ₁	P ₂	h _p , F ₂	h _p , F ₃
Жемчужина Сибири /Лавина	2	1	1	СД	32	48	46	Д	43	43	56	55	Д	Д
Жемчужина Сибири/1591д21	5	1	0	СД	19	48	29	Д	36	37	56	38	Д	Д
Омская степная/Горд.06-5- 3	2	2	0	НД	23	41	29	Д	45	42	49	49	Д	Д
Омская степная/1560д18	1	2	1	Д	20	41	27	Д	41	41	49	38	Д	Д
Омский изумруд/Лавина	2	1	1	СД	19	24	46	Д	43	45	43	55	Д	Д
Омский изумруд/Горд.08-55-5	2	1	1	СД	16	24	26	Д	41	45	43	51	Д	Д
Омский изумруд/1560д18	1	1	1	СД	15	24	27	Д	38	40	43	38	Д	Д
Горд.01-115-5/Горд.06-5- 3	10	0	0	СД	29	42	29	Д	37	40	46	49	Д	Д
Горд.01-115-5/ Горд.08-55-5	3	0	1	СД	34	42	26	Д	42	43	46	51	Д	Д
Горд.01-115-5/Горд. 08-94-3	6	0	0	СД	55	42	27	СД	45	53	46	41	НД	СД
Омская бирюза/ Горд.08-94-3	8	0	0	СД	34	52	27	Д	47	44	52	41	НД	НД
Омская бирюза/ 1591д21	2	0	0	СД	29	52	29	Д	40	38	55	38	Д	НД
Омская бирюза/1560д18	5	0	1	СД	22	52	27	Д	45	42	49	38	НД	НД
Среднее	4	1	1		27	41	30		42	43	49	45		

Примечание:

F₁, F₂, F₃ – среднее значение гибридов; P₁ – среднее значение материнской формы; P₂ – среднее значение отцовской формыh_p – степень фенотипического доминирования

НД - неполное доминирование, П - промежуточное наследование, ЧД - частичное доминирование, СД - сверхдоминирование,

Д- депрессивный эффект

Приложение Е Показатели морфологических и анатомических признаков

Таблица Е.1 – Влияние норм высева на морфологические признаки сортов твердой пшеницы
(среднее 2006-2010 гг.)

Сорт	Нор- ма	Длина стебля		Длина верх- него междо- узлия		Первое надземное междоузлие						Второе надземное междоузлие						По- ле- га- ние
						Длина		Диаметр		Толщина узла		Длина		Диаметр		Толщина узла		
		млн	см	+- к 3,5 млн	см	+- к 3,5 млн	см	+- к 3,5 млн	мм.	+- к 3,5 млн	мм.	+- к 3,5 млн	см.	+- к 3,5 млн	мм	+- к 3,5 млн	мм.	+- к 3,5 млн
Омская янтарная	3,5	76,34		36,06		3,57		2,01		2,81		6,55		2,08		3,02		4,41
	4,5	77,94	1,60	35,33	-0,73	3,46	-0,11	2,00	-0,01	2,71	-0,10	6,81	0,26	2,10	0,02	2,92	-0,10	4,41
	5,5	79,03	2,69	37,30	1,24	3,32	-0,24	2,02	0,01	2,66	-0,15	7,27	0,71	2,14	0,06	3,10	0,08	4,34
Омский корунд	3,5	90,11		44,97		3,51		2,01		2,81		7,65		2,09		3,03		4,48
	4,5	94,25	4,14	46,01	1,04	3,52	0,02	1,98	-0,03	2,90	0,10	7,91	0,26	2,12	0,03	3,11	0,08	4,38
	5,5	94,98	4,87	47,38	2,41	3,92	0,42	2,04	0,03	2,80	-0,01	8,29	0,64	2,14	0,06	2,98	-0,05	4,30
Омский кристалл	3,5	91,86		41,82		3,61		2,02		3,01		7,15		2,10		3,32		4,09
	4,5	93,27	1,41	42,72	0,90	3,77	0,17	2,08	0,06	3,01	0,00	7,52	0,37	2,14	0,04	3,32	0,00	3,98
	5,5	95,91	4,06	44,56	2,74	4,32	0,72	2,02	0,00	2,91	-0,11	8,25	1,10	2,10	0,00	3,20	-0,13	3,79
Жемчужина Сибири	3,5	82,72		36,44		3,31		2,08		2,85		7,02		2,16		3,06		4,53
	4,5	84,30	1,58	36,02	-0,42	3,37	0,06	2,06	-0,02	2,76	-0,08	7,32	0,30	2,16	0,01	2,89	-0,16	4,51
	5,5	84,02	1,30	36,97	0,53	3,67	0,36	2,02	-0,06	2,72	-0,13	7,85	0,83	2,12	-0,03	2,97	-0,09	4,43
Омская степная	3,5	85,92		38,50		3,61		2,06		2,66		7,76		2,18		2,81		4,43
	4,5	87,30	1,38	39,98	1,48	3,85	0,24	2,05	-0,01	2,64	-0,02	8,36	0,60	2,18	0,00	2,84	0,03	4,26
	5,5	88,60	2,68	41,03	2,53	3,90	0,29	2,05	-0,02	2,58	-0,08	8,52	0,76	2,15	-0,04	2,78	-0,03	4,10
Среднее	3,5	85,39		39,56		3,52		2,04		2,83		7,23		2,12		3,05		4,39
	4,5	87,41	2,02	40,01	0,45	3,59	0,07	2,03	0,00	2,81	-0,02	7,58	0,36	2,14	0,02	3,02	-0,03	4,31
	5,5	88,51	3,12	41,45	1,89	3,83	0,30	2,03	-0,01	2,73	-0,09	8,04	0,81	2,13	0,01	3,01	-0,04	4,19
HCP05		0,41		0,21		0,01		0,01		0,01		0,18		0,01		0,01		

Таблица Е.2 – Влияние норм высева на морфологические признаки сортов твердой пшеницы (среднее 2014-2015 гг.)

Сорт	Норма вы-сева	По-лега-ние	Длина стебля		Первое надземное междуузлие						Второе надземное междуузлие					
					Длина		Диаметр		Толщина узла		Длина		Диаметр		Толщина узла	
	млн	балл	см	+- к 3,5 млн	см	+- к 3,5 млн	мм	+- к 3,5 млн	мм	+- к 3,5 млн	см	+- к 3,5 млн	мм	+- к 3,5 млн	мм	+- к 3,5 млн
Омская янтарная	3,5	4,55	90,83		3,62		2,07		2,86		7,52		2,19		3,09	
	4,5	4,58	87,50	-3,33	3,30	-0,32	2,03	-0,04	2,74	-0,12	7,07	-0,45	2,12	-0,07	2,87	-0,22
	5,5	4,58	86,42	-4,42	3,72	0,10	2,05	-0,02	2,72	-0,14	7,47	-0,05	2,10	-0,09	2,95	-0,14
Омский Циркон	3,5	4,65	103,29		3,54		2,20		3,14		8,75		2,34		3,33	
	4,5	4,68	102,08	-1,21	3,31	-0,23	2,11	-0,08	2,96	-0,18	8,46	-0,29	2,48	0,13	3,28	-0,04
	5,5	4,65	101,33	-1,96	3,37	-0,17	2,08	-0,12	3,03	-0,11	7,93	-0,82	2,18	-0,17	3,24	-0,08
Омский изумруд	3,5	4,95	97,29		3,48		2,39		3,37		8,53		2,65		3,77	
	4,5	4,93	96,29	-1,00	3,59	0,11	2,35	-0,04	3,27	-0,09	8,27	-0,27	2,59	-0,06	3,59	-0,19
	5,5	4,92	94,58	-2,71	4,00	0,52	2,29	-0,11	3,23	-0,14	8,30	-0,23	2,56	-0,09	3,57	-0,20
Жемчужина Сибири	3,5	4,95	86,71		3,46		2,07		2,99		8,17		2,18		3,22	
	4,5	4,98	90,54	3,83	3,94	0,48	2,09	0,02	2,89	-0,10	8,97	0,80	2,24	0,06	3,03	-0,19
	5,5	4,98	85,88	-0,83	3,88	0,42	2,12	0,05	2,95	-0,04	8,34	0,17	2,24	0,06	3,05	-0,17
Омская бирюза	3,5	4,82	97,33		3,70		2,13		3,01		8,88		2,25		3,07	
	4,5	4,85	97,58	0,25	3,59	-0,11	2,01	-0,12	2,78	-0,23	8,67	-0,21	2,14	-0,11	2,95	-0,12
	5,5	4,78	98,08	0,75	3,68	-0,02	2,08	-0,06	2,84	-0,17	8,77	-0,11	2,14	-0,11	3,03	-0,04
Среднее 2014-2015 гг.	3,5	4,78	95,09		3,56		2,17		3,07		8,37		2,32		3,29	
	4,5	4,81	94,80	-0,29	3,55	-0,01	2,12	-0,05	2,93	-0,14	8,29	-0,08	2,31	-0,01	3,14	-0,15
	5,5	4,78	93,26	-1,83	3,73	0,17	2,12	-0,05	2,95	-0,12	8,16	-0,21	2,24	-0,08	3,17	-0,13
Среднее 2006-2015 гг.	3,5	4,59	90,24		3,54		2,11		2,95		7,80		2,22		3,17	
	4,5	4,56	91,11	0,86	3,57	0,03	2,08	-0,03	2,87	-0,08	7,94	0,14	2,23	0,01	3,08	-0,09
	5,5	4,49	90,89	0,64	3,78	0,24	2,08	-0,03	2,84	-0,11	8,10	0,30	2,19	-0,03	3,09	-0,08
HCP ₀₅			0,47		0,12		0,01		0,01		0,23		0,10		0,01	

Таблица Е.3 – Влияние сроков посева на морфологические признаки сортов твердой пшеницы
(среднее 2006-2010 гг.)

Сорт	Срок посе-ва	По-лега-ние	Длина стебля		Длина верх-него междо-узлия		Первое надземное междуузлие				Второе надземное междуузлие							
							Длина		Диаметр		Толщина узла		Длина		Диаметр		Толщина узла	
			Балл	см	+- к 1 сроку	см	+- к 1 сроку	см	+- к 1 сроку	мм.	+- к 1 сроку	мм	+- к 1 сроку	см	+- к 1 сроку	мм	+- к 1 сроку	
Омская янтар-ная	I	4,71	75,73		35,84		2,98		1,99		2,81		6,02		2,11		3,02	
	II	4,33	77,40	1,67	35,53	-0,31	3,63	0,66	1,99	0,00	2,71	-0,10	6,99	0,97	2,07	-0,04	2,92	-0,10
	III	4,12	80,19	2,79	37,31	1,78	3,73	0,10	2,05	0,06	2,66	-0,15	7,62	0,62	2,15	0,08	3,10	0,08
Омский корунд	I	4,66	94,66		45,80		4,10		2,02		2,81		7,99		2,14		3,03	
	II	4,28	89,00	-5,66	44,14	-1,66	3,43	-0,67	2,00	-0,02	2,90	0,10	7,58	-0,41	2,06	-0,08	3,11	0,08
	III	4,22	95,68	6,68	48,41	4,27	3,42	0,00	2,01	0,01	2,80	-0,01	8,27	0,69	2,14	0,08	2,98	-0,05
Омский кри-сталл	I	4,16	93,78		42,62		3,48		2,05		3,01		7,49		2,15		3,32	
	II	3,96	88,39	-5,39	42,03	-0,59	3,66	0,17	2,03	-0,02	3,01	0,00	7,11	-0,38	2,10	-0,05	3,32	0,00
	III	3,74	98,87	10,48	44,46	2,43	4,92	1,26	2,03	0,00	2,91	-0,11	8,32	1,21	2,10	0,00	3,20	-0,13
Жемчу-жина Сибири	I	4,82	79,36		35,73		3,24		2,06		2,85		6,71		2,13		3,06	
	II	4,30	82,43	3,07	35,67	-0,06	3,67	0,43	2,02	-0,04	2,76	-0,08	7,78	1,07	2,08	-0,04	2,89	-0,16
	III	4,36	86,04	3,61	38,03	2,36	3,44	-0,23	2,09	0,07	2,72	-0,13	7,69	-0,10	2,23	0,15	2,97	-0,09
Омская степная	I	4,48	82,90		40,80		3,25		2,05		2,63		6,84		2,17		2,80	
	II	4,35	85,23	2,33	40,56	-0,24	3,35	0,10	2,02	-0,03	2,55	-0,07	6,80	-0,03	2,14	-0,03	2,77	-0,02
	III	4,30	87,48	4,58	40,72	-0,08	3,96	0,71	2,08	0,03	2,71	0,08	8,89	2,05	2,21	0,04	2,85	0,06
Сред-нее	I	4,57	85,29		40,16		3,41		2,03		2,82		7,01		2,14		3,05	
	II	4,30	84,49	-0,80	39,59	-0,57	3,55	0,14	2,01	-0,02	2,79	-0,03	7,25	0,24	2,09	-0,05	3,01	-0,04
	III	4,18	89,65	4,37	41,79	1,63	3,89	0,48	2,05	0,02	2,76	-0,06	8,16	1,15	2,17	0,03	3,02	-0,03
HCP ₀₅			0,38		0,32		0,01		0,01		0,01		0,21		0,01		0,01	

Таблица Е.4 – Влияние сроков посева на морфологические признаки сортов твердой пшеницы
(среднее 2014-2015 гг.)

Сорт	Срок посева	Поле-гание	Длина стебля		Первое надземное междуузлие						Второе надземное междуузлие					
					Длина		Диаметр		Толщина узла		Длина		Диаметр		Толщина узла	
			Балл	см	к 1 сроку	см	+- к 1 сроку	мм	+- к 1 сроку	мм	+- к 1 сроку	см	+- к 1 сроку	мм	+- к 1 сроку	мм
Омская янтарная	I	4,65	84,50		3,30		2,02		2,78		7,63		2,16		3,05	
	II	4,62	87,92	3,42	3,12	-0,18	2,10	0,08	2,76	-0,02	6,68	-0,95	2,14	-0,02	2,94	-0,11
	III	4,45	92,33	7,83	4,21	0,91	2,03	0,01	2,76	-0,02	7,73	0,10	2,11	-0,04	2,93	-0,12
Омский циркон	I	4,73	98,50		3,80		2,16		3,09		8,99		2,43		3,35	
	II	4,65	102,46	3,96	3,36	-0,44	2,10	-0,06	3,01	-0,08	7,91	-1,08	2,21	-0,22	3,26	-0,09
	III	4,60	105,75	7,25	3,07	-0,73	2,13	-0,03	3,03	-0,06	8,23	-0,77	2,36	-0,08	3,25	-0,10
Омский изумруд	I	4,95	92,63		3,36		2,29		3,18		7,12		2,51		3,61	
	II	4,95	94,33	1,71	3,48	0,12	2,27	-0,02	3,23	0,05	8,37	1,25	2,55	0,04	3,60	-0,01
	III	4,90	101,21	8,58	4,22	0,86	2,47	0,18	3,45	0,27	9,62	2,50*	2,74	0,23	3,73	0,12
Жемчужина Сибири	I	5,00	92,29		3,98		2,10		2,86		9,08		2,28		3,08	
	II	4,98	87,33	-4,96	3,82	-0,17	2,07	-0,03	3,01	0,15	8,63	-0,46	2,18	-0,11	3,12	0,04
	III	4,93	89,71	-2,58	3,48	-0,51	2,11	0,02	2,96	0,11	7,76	-1,32*	2,20	-0,09	3,10	0,01
Омская бирюза	I	4,85	95,17		3,98		2,11		2,83		9,82		2,25		3,03	
	II	4,80	97,00	1,83	3,74	-0,24	2,06	-0,05	3,06	0,23	8,45	-1,37*	2,16	-0,09	3,05	0,02
	III	4,80	100,83	5,67	3,24	-0,74	2,05	-0,06	2,73	-0,10	8,04	-1,78*	2,12	-0,12	2,97	-0,06
Среднее 2014-2015 гг.	I	4,84	92,62		3,69		2,14		2,95		8,53		2,33		3,22	
	II	4,80	93,81	1,19	3,50	-0,18	2,12	-0,02	3,01	0,06	8,01	-0,52	2,25	-0,08	3,19	-0,03
	III	4,74	97,97	5,35	3,64	-0,04	2,16	0,02	2,99	0,04	8,28	-0,25	2,31	-0,02	3,19	-0,03
Среднее 2006-2015 гг.	I	4,71	88,96		3,55		2,09		2,89		7,77		2,24		3,14	
	II	4,55	89,15	0,19	3,53	-0,02	2,07	-0,02	2,90	0,02	7,63	-0,14	2,17	-0,07	3,10	-0,04
	III	4,46	93,81	4,85	3,77	0,22	2,11	0,02	2,88	-0,01	8,22	0,45	2,24	0,00	3,11	-0,03
HCP ₀₅			0,52		0,22		0,01		0,01		0,38		0,01		0,01	

Таблица Е.5 – Влияние норм высеива на анатомические признаки сортов твердой пшеницы (среднее 2014-2015 гг.)

Сорт	Норма высеива	Полегание	Общее количество проводящих пучков		Количество проводящих пучков в склеренхиме		Толщина склеренхимы		Толщина выполненной части	
			Балл	шт.	+- к 3,5 млн	шт.	+- к 3,5 млн	мкм	+- к 3,5 млн	мкм
Омская янтарная	3,5	4,55	27,35			8,30		817,83		164,03
	4,5	4,58	27,82	0,47		8,62	0,32	788,90	-28,93	174,30
	5,5	4,58	27,92	0,57		8,22	-0,08	687,87	-129,97	170,80
Омский Циркон	3,5	4,65	29,83			10,72		756,47		189,93
	4,5	4,68	33,18	3,34		11,05	0,33	777,12	20,65	170,33
	5,5	4,65	33,82	3,98*		11,02	0,30	792,87	36,40	181,77
Омский изумруд	3,5	4,95	33,57			10,17		772,57		218,17
	4,5	4,93	37,53	3,96		12,55	2,38	903,93	131,37	252,70
	5,5	4,92	39,68	6,12		13,20	3,03	909,30	136,73	239,17
Жемчужина Сибири	3,5	4,95	34,90			10,27		876,17		206,73
	4,5	4,98	37,38	2,48		11,62	1,35	931,93	55,77	219,33
	5,5	4,98	34,77	-0,13		10,55	0,28	899,03	22,87	211,17
Омская бирюза	3,5	4,82	29,03			9,45		739,43		180,13
	4,5	4,85	30,93	1,90		9,75	0,30	759,97	20,53	196,60
	5,5	4,78	29,78	0,75		9,02	-0,43	818,30	78,87	192,60
Среднее	3,5	4,78	30,94			9,78		792,49		191,80
	4,5	4,81	33,37	2,43		10,72	0,94	832,37	39,88	202,65
	5,5	4,78	33,19	2,26		10,40	0,62	821,47	28,98	199,10
НСР ₀₅			0,33			0,23		43,52		5,81

Таблица Е.6 – Влияние сроков посева на анатомические признаки сортов твердой пшеницы (среднее 2014-2015 гг.)

Сорт	Срок посева	Полегание	Общее количество проводящих пучков		Количество проводящих пучков в склеренхиме		Толщина склеренхимы		Толщина выполненной части	
			Балл	шт.	+- к 1 сроку	шт.	+- к 1 сроку	мкм	+- к 1 сроку	мкм
Омская янтарная	I	4,65	25,60		9,43		727,53		185,50	
	II	4,62	28,32	2,72	7,52	-1,92	762,30	34,77	161,70	-23,80
	III	4,45	29,17	3,57	8,18	-1,25	804,77	77,23	161,93	-23,57
Омский циркон	I	4,73	28,58		11,65		827,17		186,20	
	II	4,65	34,76	6,18	11,03	-0,62	799,05	-28,12	179,90	-6,30
	III	4,60	33,48	4,90	10,10	-1,55	700,23	-126,93	175,93	-10,27
Омский изумруд	I	4,95	37,40		12,37		863,80		258,53	
	II	4,95	39,66	2,26	13,07	0,70	857,97	-5,83	230,30	-28,23
	III	4,90	33,72	-3,68	10,48	-1,88	864,03	0,23	221,20	-37,33
Жемчужина Сибири	I	5,00	36,97		11,60		944,53		247,57	
	II	4,98	33,37	-3,60	9,47	-2,13	861,47	-83,07	196,00	-51,57
	III	4,93	36,72	-0,25	11,37	-0,23	901,13	-43,40	193,67	-53,90
Омская бирюза	I	4,85	26,63		9,80		787,97		211,47	
	II	4,80	30,43	3,80	8,88	-0,92	712,13	-75,83	185,93	-25,53
	III	4,80	32,68	6,05	9,53	-0,27	817,60	29,63	171,93	-39,53
Среднее	I	4,84	31,04		10,97		830,20		217,85	
	II	4,80	33,31	2,27	9,99	-0,98	798,58	-31,62	190,77	-27,09
	III	4,74	33,15	2,12	9,93	-1,04	817,55	-12,65	184,93	-32,92
HCP ₀₅			1,11		0,37		39,71		6,91	

Приложение Ж Документы на объекты интеллектуальной собственности



Рис. Ж.1 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Омский корунд

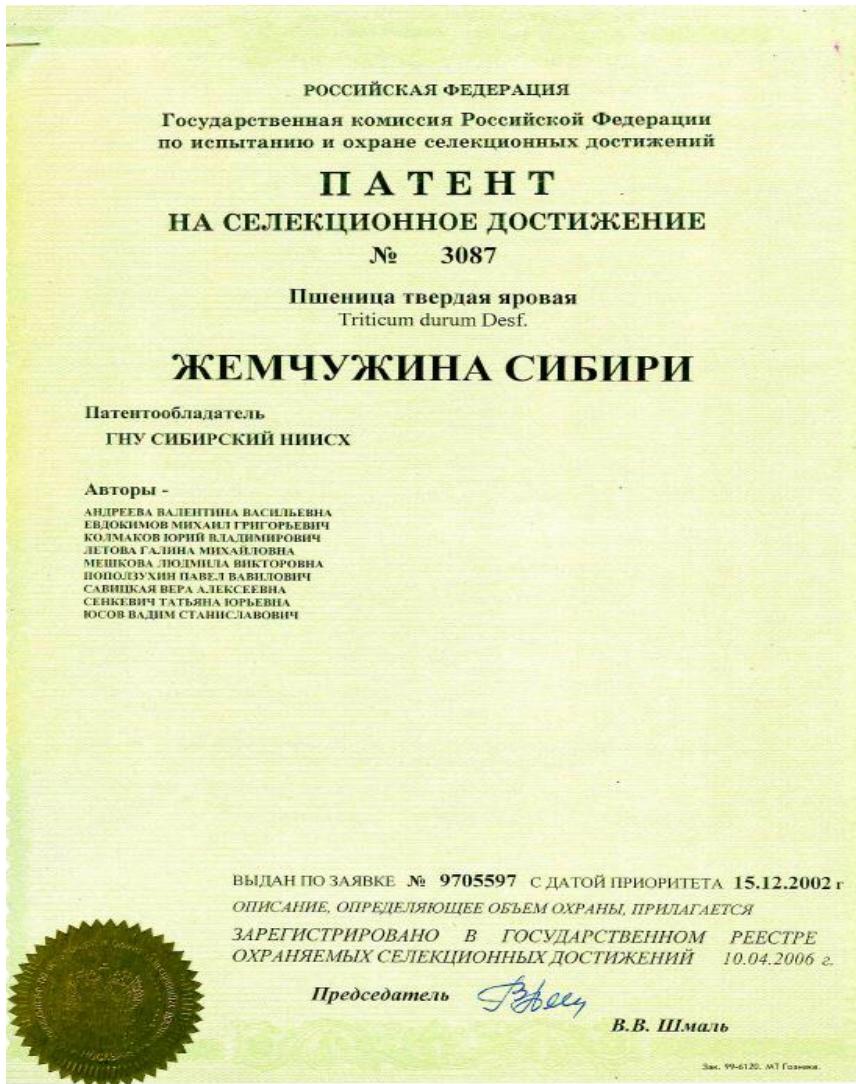


Рис. Ж.2 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Жемчужина Сибири

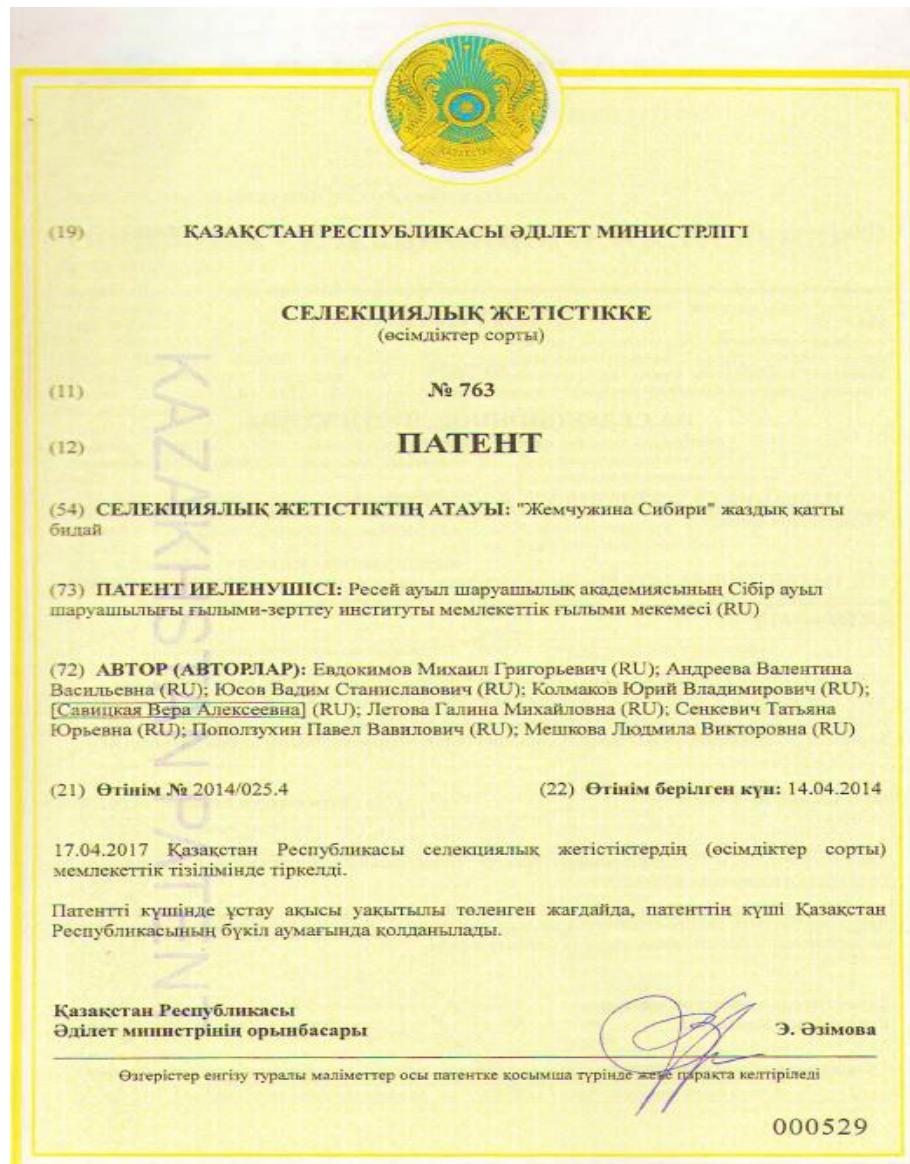


Рис. Ж.3– Патент Республики Казахстан на сорт яровой твердой пшеницы Жемчужина Сибири

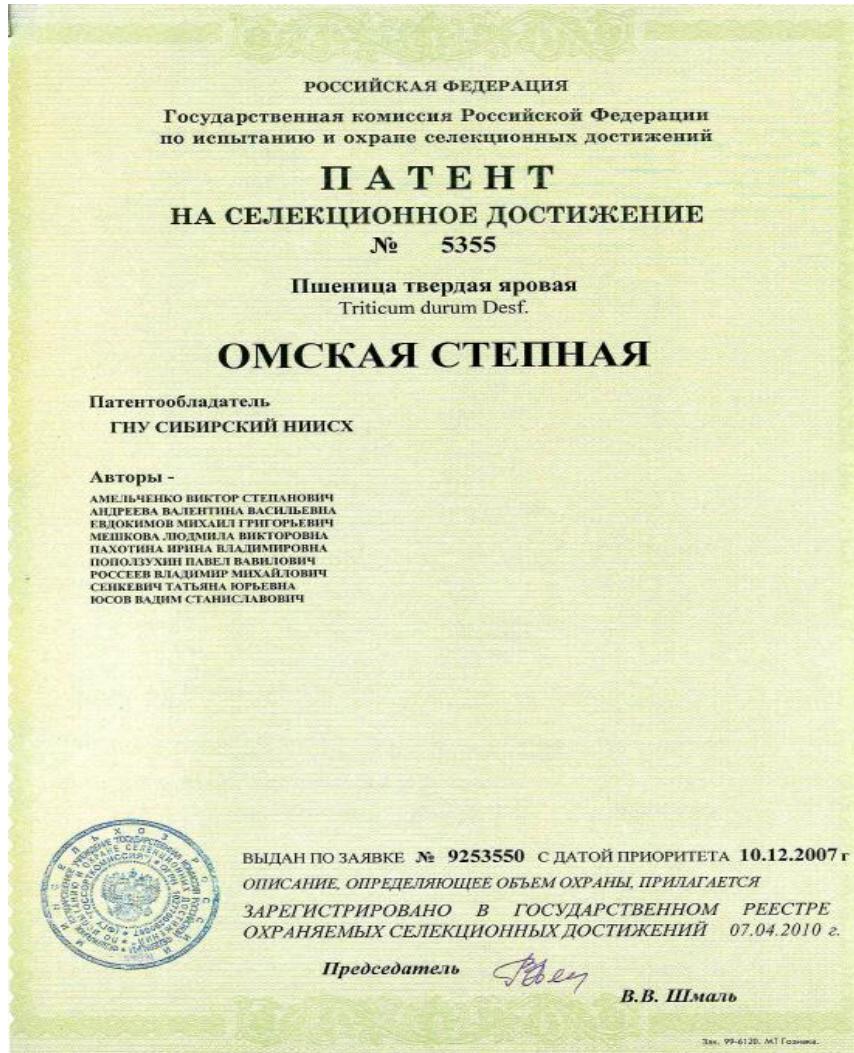
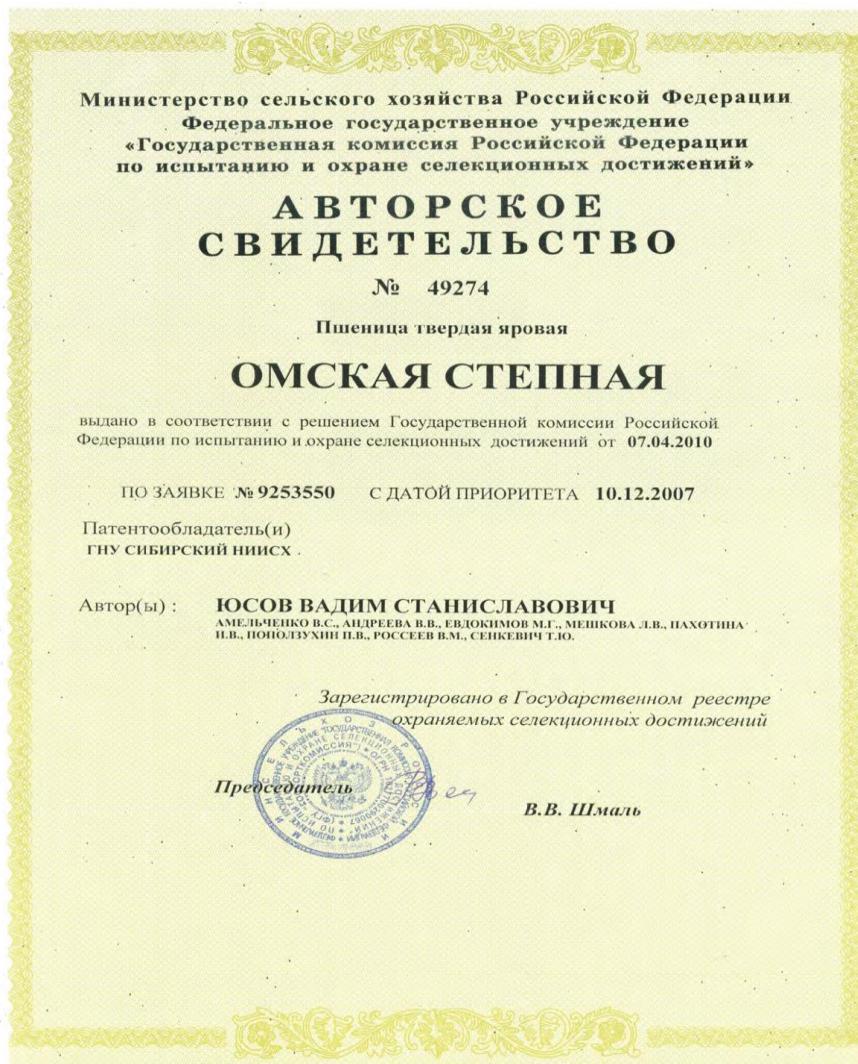


Рис. Ж.4 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Омская степная



Рис. Ж.5 – Патент Республики Казахстан на сорт яровой твердой пшеницы Омская степная



Рис. Ж.6 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Омский изумруд



(19) ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДЛЕТ МИНИСТРЛІГІ

СЕЛЕКЦИЯЛЫҚ ЖЕГІСТІККЕ
(өсімдіктер сорты)

(11) № 838

ПАТЕНТ

(54) СЕЛЕКЦИЯЛЫҚ ЖЕГІСТІКТІҢ АТАУЫ: "Омский изумруд" жаздық қатты бидайы

(73) ПАТЕНТ ИЕЛЕНУШІСІ: «Омбы аграрлық ғылыми орталығы» федералдық мемлекеттік ғылыми мекемесі (RU)

(72) АВТОР (АВТОРЛАР): Евдокимов Михаил Григорьевич (RU); Андреева Валентина Васильевна (RU); Юсов Вадим Станиславович (RU); Сенкевич Татьяна Юрьевна (RU); Татина Ботагоз Мусаевна (RU); Пахотина Ирина Владимировна (RU); Поползухин Павел Вавилович (RU); Зверовская Татьяна Семеновна (RU)

(21) Өтінім № 2014/039.4

(22) Өтінім берілген күн: 28.07.2014

06.06.2018 Қазақстан Республикасы селекциялық жегістіктердің (өсімдіктер сорты) мемлекеттік тізімінде тіркелді.

Патентті күшінде ұстau ақысы уақыттың толенген жағдайда, патенттің күші Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Қазақстан Республикасының
Әдileт вице-министрі

Н. Пан

Өзгерістер енгізу туралы мәліметтер осы патентке косымша түрінде жеке параграфта келтіріледі

000699



(19) МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПАТЕНТ

(11) № 838

НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
(сорт растения)

(54) НАЗВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО ДОСТИЖЕНИЯ: Пшеница твердая яровая "Омский изумруд"

(73) ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЬ: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Омский аграрный научный центр" (RU)

(72) АВТОР(АВТОРЫ): Евдокимов Михаил Григорьевич (RU); Андреева Валентина Васильевна (RU); Юсов Вадим Станиславович (RU); Сенкевич Татьяна Юрьевна (RU); Татина Ботагоз Мусаевна (RU); Пахотина Ирина Владимировна (RU); Поползухин Павел Вавилович (RU); Зверовская Татьяна Семеновна (RU)

(21) Заявка № 2014/039.4

(22) Дата подачи заявки: 28.07.2014

Зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений (сорт растений) Республики Казахстан 06.06.2018.

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Вице-министр юстиции
Республики Казахстан

Н. Пан

Сведения о внесении изменений приводятся на отдельном листе в виде приложения к настоящему патенту

Рис. Ж.7 – Патент Республики Казахстан на сорт яровой твердой пшеницы Омский изумруд

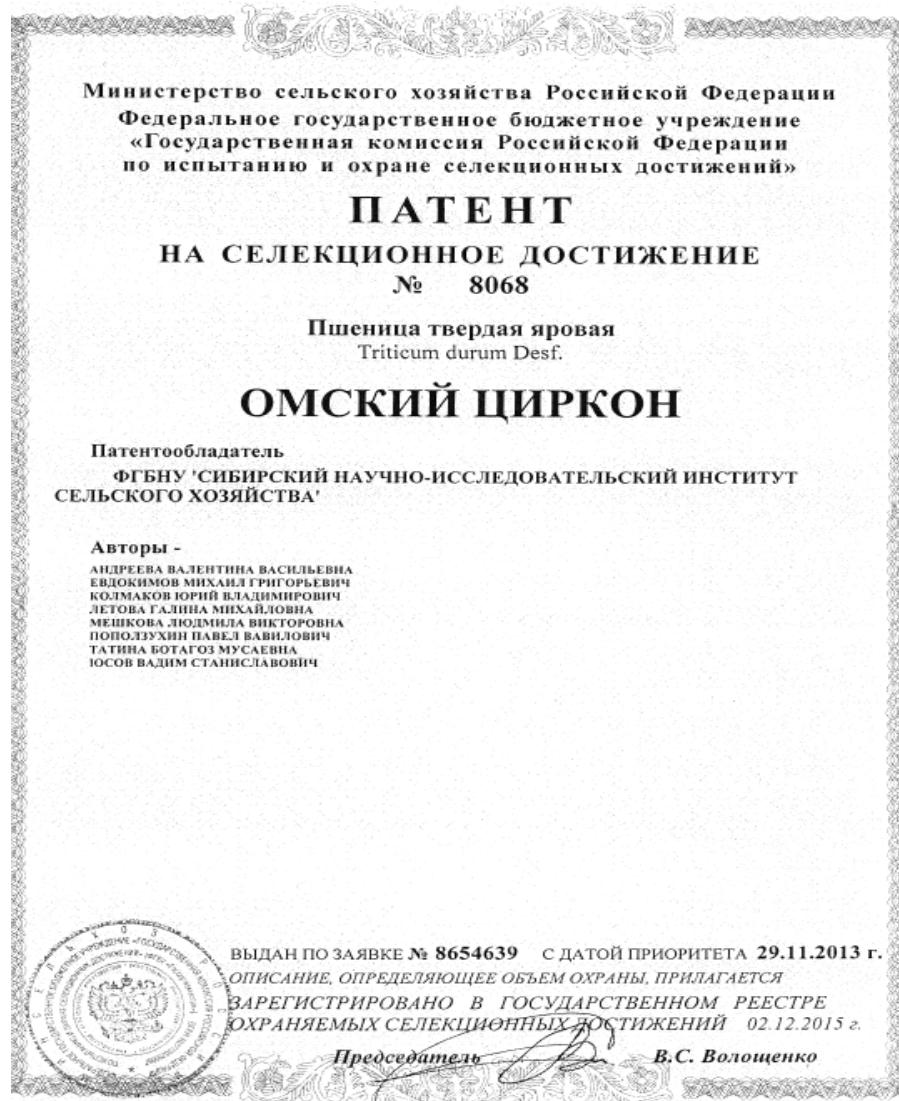


Рис. Ж.8 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Омский циркон

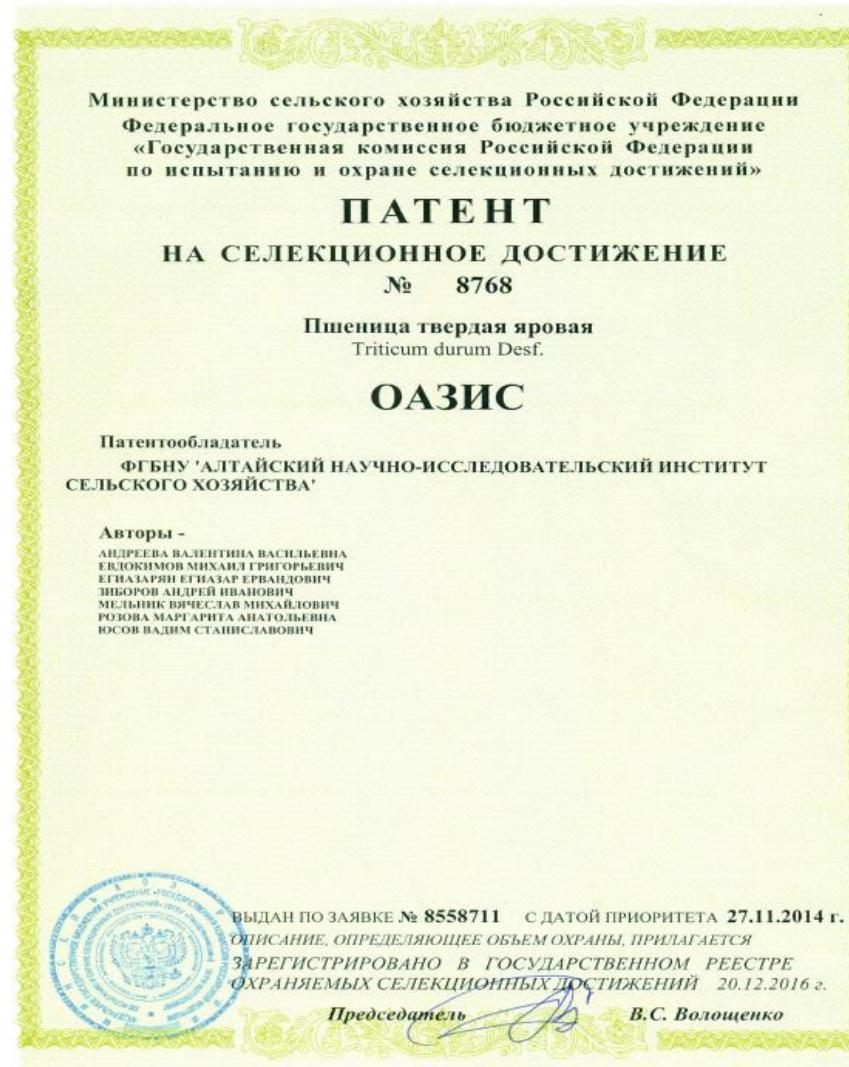
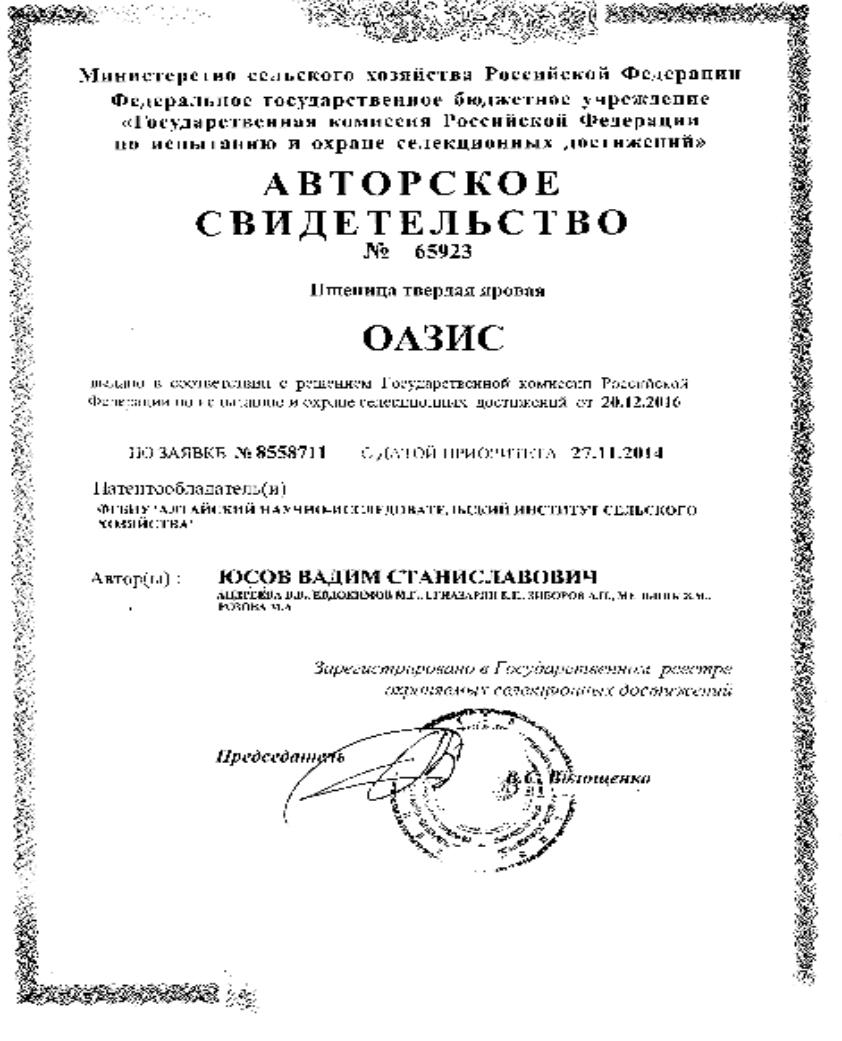


Рис. Ж.9 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Оазис

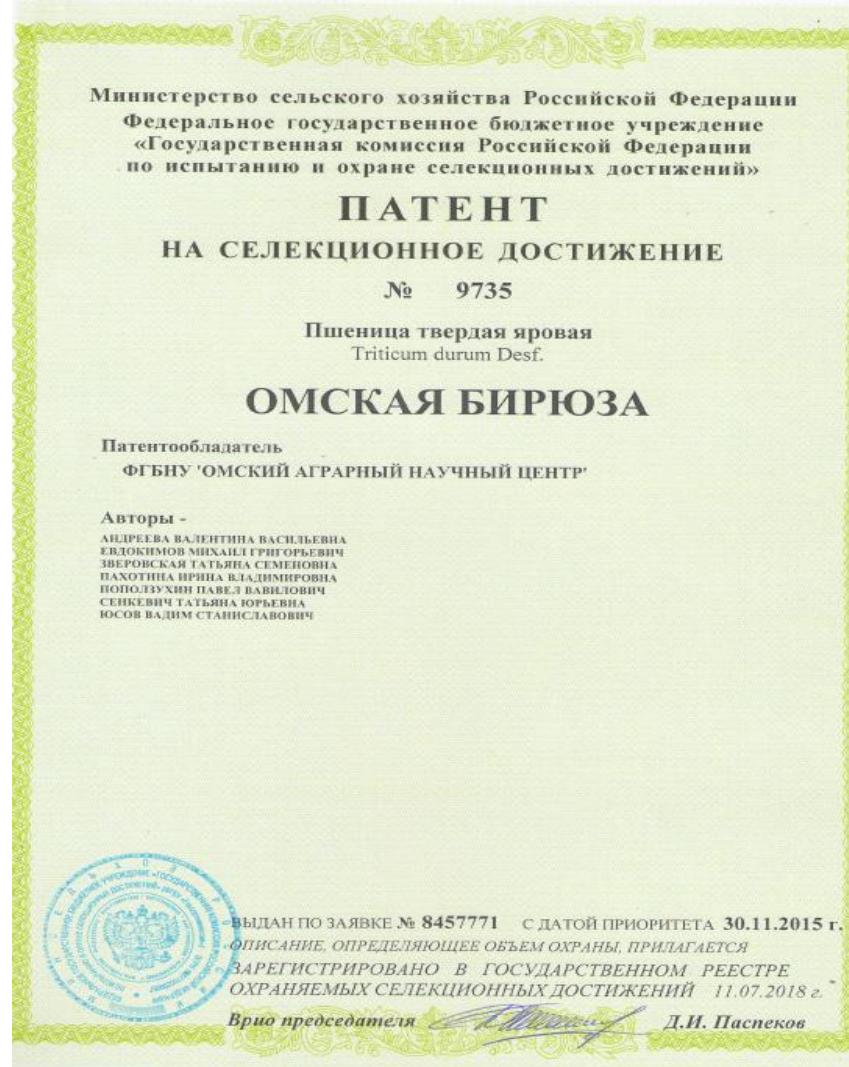


Рис. Ж.10 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Омская бирюза



Рис. Ж.11 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Омский коралл



Рис. Ж.12 – Патент Республики Казахстан на сорт яровой твердой пшеницы
Омский коралл



Рис. Ж.13 – Авторское свидетельство и патент на сорт яровой твердой пшеницы Омский лазурит

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
 «Омский аграрный научный центр»
 (ФГБНУ «Омский АНЦ»)
 проспект Королева, 26, г. Омск, 644012
 Тел. (3812) 77-68-87, e-mail: 55asc@bk.ru; http://www.anc55.ru
 ОГРН 1025500523960; ИНН 5502031146/ КПП 550101001

_____ № _____
 на № _____ от _____

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА

22 ноября 2022г

№7

Заседание Ученого совета

Присутствовали:

Членов Совета—19 из 24

Приглашенных- 30, в том числе **Дрофа Н.В.**, Министр сельского хозяйства и продовольствия Омской области

Председатель Учёного совета – М.С.Чекусов

Секретарь Ученого совета – О.Т. Качур

Повестка дня:

О передаче на государственное сортоиспытание РФ сортов, созданных в 2022 году.

Докладывает:

Николаев П.Н., руководитель селекционно-семеноводческого Центра Омского АНЦ.

СЛУШАЛИ:

Николаева П.Н. о передаче на Государственное сортоиспытание сорта твердой яровой пшеницы **Омский малахит**. Среднеранний сорт, сочетающий адаптивность, высокую урожайность и качество зерна (с повышенным показателем индекса глютена). Характеризуется отличными макаронными свойствами, устойчивостью к твердой головне, бурой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе. Сорт передается в рамках выполнения Государственного задания 2022 года.

Рекомендуется для испытания в 9-11 регионах Российской Федерации.

Патентообладатель: ФГБНУ «Омский АНЦ» - 100%.

Предлагаемый авторский коллектив сорта:

Авторы		Участники
1. Евдокимов М.Г.	30%	Шпигель А.Л.
2. Юсов В. С.	30%	Шумаков И. Н.
3. Андреева В. В.	7%	Кузьмина Е. С.
4. Пахотина И. В.	8%	Солдатова Л.Т.
5. Мешкова Л. В	5%	Амельченко В.С.
6. Паршуткин Ю. Ю.	5%	
7. Кирьякова М. Н.	5%	
8. Глушаков Д.А.	5%	
9. Сенкевич Т.Ю.	5%	

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Утвердить решение заседания НМС селекционно-семеноводческого центра о передаче сорта твердой яровой пшеницы **Омский малахит** на Государственное сортоиспытание в 2022 г. по 9-11 регионам РФ.

2. Утвердить решение заседания НМС селекционно-семеноводческого центра по авторскому коллективу сорта твердой яровой пшеницы **Омский малахит**.

3. Утвердить патентообладателем сорта твердой яровой пшеницы **Омский малахит** ФГБНУ «Омский АНЦ»-100%.

Голосовали: единогласно

Председатель Учёного совета

канд. техн. наук, доцент

Секретарь Ученого совета,

кандидат с.-х. наук, с.н.с.

М.С. Чекусов

О.Т.Качур



Рис. Ж.14 – Выписка из протокола ученого совета на сорт яровой твердой пшеницы Омский малахит

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
 «Омский аграрный научный центр»
 (ФГБНУ «Омский АНЦ»)
 проспект Королева, 26, г. Омск, 644012
 Тел. (3812) 77-68-87, e-mail: 55asc@bk.ru; http://www.anc55.ru
 ОГРН 1025500523960; ИНН 5502031146/ КПП 550101001

№
на № от

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА

11 апреля 2023г

№2

Заседание Ученого совета

Присутствовали:

Членов Совета – 20 из 24

Приглашенных – 36.

Председатель Учёного совета – М.С.Чекусов

Секретарь Ученого совета – О.Т. Качур

Повестка дня:

О передаче на государственное сортоиспытание РФ сортов, созданных в 2023 году.

Докладывает:

Николаев П.Н., руководитель селекционно-семеноводческого Центра Омского АНЦ.

СЛУШАЛИ: Николаева П.Н. о передаче на Государственное сортоиспытание сорта твердой яровой пшеницы **Омский топаз**. Основное достоинство сорта – адаптивность, высокая урожайность и качество зерна, повышенные физические свойства клейковины (сила и эластичность), отличные макаронные свойства, устойчивость к твердой головне, бурой, стеблевой ржавчине.

Сорт создан по Государственному заданию 2023 года, тема № FNUN-2022-0026 «Создание новых сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и твердой), зернобобовых (горох и соя), зернофуражных (ячмень, овес) культур и многолетних трав (люцерна, кострец безостый), с улучшенными показателями продуктивности и качества, повышенной устойчивостью к болезням, к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды».

Патентообладатель: ФГБНУ «Омский АНЦ» - 100%.

Рекомендуется для испытания в 8-11 регионах Российской Федерации.

Предлагаемый авторский коллектив сорта

Авторы		Участники
1. Евдокимов М.Г.	33%	Шпигель А.Л.
2. Юсов В. С.	32%	Курдина Н.Н.
3. Кирьякова М. Н.	10%	Шумаков И. Н.
4. Пахотина И. В.	5%	Кузьмина Е. С.
5. Мешкова Л. В	5%	Солдатова Л.Т.
6. Паршуткин Ю. Ю.	5%	
7. Глушаков Д.А.	5%	
8. Сенкевич Т.Ю.	5%	

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Утвердить решение заседания НМС селекционно-семеноводческого центра о передаче сорта твердой яровой пшеницы **Омский топаз** на Государственное сортоиспытание в 2023 г. по 8, 9, 10, 11 регионам РФ.

2. Утвердить решение заседания НМС селекционно-семеноводческого центра по авторскому коллективу сорта твердой яровой пшеницы **Омский топаз**.

3. Утвердить патентообладателем сорта твердой яровой пшеницы **Омский топаз** ФГБНУ «Омский АНЦ»-100%.

Голосовали: единогласно.

Председатель Учёного совета,

канд. техн. наук, доцент

Секретарь Ученого совета,

кандидат с.-х. наук, с.н.с.

М.С.Чекусов

О.Т.Качур



Рис. Ж.15 – Выписка из протокола ученого совета на сорт яровой твердой пшеницы **Омский топаз**

Приложение И Акты производственных испытаний и внедрения

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Омский аграрный научный центр»
(ФГБНУ «Омский АНЦ»)
ОГРН 1025500523960
ИНН 5502031146/ КПП 550101001
644012, г. Омск-12, проспект Королева, 26
тел/факс (3812) 77-68-87, 77-69-46
e-mail: 55asc@bk.ru
Исх. № 850 от «08» 09 2023 г.
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ФГБНУ «Омский АНЦ»,
кандидат технических наук, доцент,
почётный работник АПК РФ
М.С. Чекусов



Справка

об использовании научных результатов диссертационной работы В.С. Юсова «СОЗДАНИЕ И СЕЛЕКЦИОННО - ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ»

Диссертационная работа Юсова Вадима Станиславовича выполнена в соответствии с государственными программами тематическими планами НИР РАН. Исследования проведены в 2000-2022 гг. на базе лаборатории селекции яровой твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ».

В процессе выполнения исследований сделан ряд выводов и ценных предложений, которые нашли практическое применение в селекционном процессе яровой твердой пшеницы в Омском АНЦ. В целях расширения генетической дивергенции привлечен генофонд программ CIMMYT и КАСИБ. Изучение новых сортов яровой твердой пшеницы в разных экологогеографических пунктах позволило оценить хозяйственную ценность и их адаптивный потенциал. У целого ряда генотипов определена комбинационная способность, установлен генетический контроль основных признаков и дана их донорская характеристика. Доказано, что привлечение в гибридизацию синтетических линий с геномом *T. urartu*, *T. boeoticum*, *T. monosaccum*, позволяет создать исходный материал для селекции в условиях Западной Сибири, устойчивый к грибным болезням и хорошим качеством зерна. Проведено комплексное исследование причин полегания, оценены морфологические и анатомические элементы устойчивости к полеганию растений.

Созданный селекционный материал и выделенные образцы использованы в селекционном процессе лаборатории селекции твердой пшеницы Омского АНЦ, а также при выполнении заданий по грантам: «Создание селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров в области сельского хозяйства для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок научных и образовательных организаций», в рамках исполнения соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий № 075-15-2021-548 от 28.05.2021 г.; «Хлеба России» по договору №598-223-ГР от 31.05.2022 г. в рамках реализации соглашения №075-15-2021-1066 от 28.09.2021

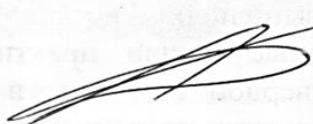
Рис. И.1 – Справка об использовании научных результатов диссертационной работы

г. о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий и Соглашения о совместной реализации исследовательской программы №13-4/2021 от 26.07.2021 г.

Создано 9 сортов твердой пшеницы. В настоящее время сорта: Омский корунд, Омская степная, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, Оазис, Омский коралл, Омский лазурит включены в Государственный реестр селекционных достижений и 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, Омский топаз.

За период 2018-2022 гг. для возделывания в регионах Сибири, Урала и Республики Казахстан Омским АНЦ и НПХ реализовано семян яровой твердой пшеницы высших репродукций: Омский корунд – 45т, Жемчужина Сибири – 520 т, Омский изумруд – 45т, Омский коралл – 40т. Сорта Омский малахит и Омский топаз в настоящее время размножаются на уровне питомников первичного семеноводства в отделе семеноводства и в лаборатории селекции твердой пшеницы Омского АНЦ.

Руководитель селекционно-семеноводческого центра,
кандидат с.-х. наук



П.Н. Николаев

Заместитель директора по
производству, кандидат с.-х. наук



П.В. Поползухин

ИП Кнаус А.А. Глава КФХ.
 ИНН 552900023296
 КПП 550502001
 ОГРН 304552921600017

СПРАВКА

о внедрении в производство сортов яровой твердой пшеницы

Справка дана ФГБНУ «Омский АНЦ» в том, что на полях Крестьянско-фермерского хозяйства «КНАУС» Павлогородского района Омской области успешно проводится размножение сортов яровой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «Омский АНЦ».

Сорт Жемчужина Сибири в 2012-2015гг. возделывался в хозяйстве на площади 4000-5000га. Сорт Омский изумруд высевается с 2016 года на площади от 2000 до 4000 га. По данным сортам было организовано производство и реализация элитных семян, в хозяйства: Омской, Челябинской областей и Р Казахстан.

Глава КФХ «КНАУС»

Кнаус А.А.



Справка дана ФГБНУ «Омский АНЦ» о том, что на полях Крестьянско-фермерского хозяйства «КНАУС» Павлогородского района Омской области успешно проводится размножение сортов яровой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «Омский АНЦ».

Сорт Жемчужина Сибири в 2012-2015гг. возделывался в хозяйстве на площади 4000-5000га. Сорт Омский изумруд высевается с 2016 года на площади от 2000 до 4000 га. По данным сортам было организовано производство и реализация элитных семян, в хозяйства: Омской,

Рис. И.2 – Справка о внедрении результатов работы «КФХ КНАУС»

ООО «Красноармейское»

457200, Челябинская область, Варненский район, с. Варна, переулок Пионерский, д. 1 «б», тел. (35142)30086, 26169. ooookr2011@yandex.ru

Справка

О внедрении в производство сортов твердой яровой пшеницы селекции Омского АНЦ (СибНИИСХ).

Справка выдана ФГБНУ Омский АНЦ в том, что в хозяйстве в 2017-2023гг. возделывались сорта твердой яровой пшеницы Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский коралл. Площади посева представлены в таблице.

Таблица - Площади посева твердой яровой пшеницы, га

Сорт	Годы						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Жемчужина Сибири	1001	1500	2310	1950	2010	1520	765
Омская степная	1498						
Омский коралл					5	30	135

Директор ООО «Красноармейское»

6.09.2023г.

А.Т. Ерекенов



Рис. И.3 – Справка о внедрении результатов работы
ООО «Красноармейское»