

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»

На правах рукописи

ЧУРСИН

АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

**ОЦЕНКА И ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ
ПШЕНИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Диссертация
на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор В.П. Шаманин

Омск – 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Селекция яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири (Обзор литературы).....	11
1.1 Современное состояние селекции яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири.....	11
1.2 Проблемы отбора в селекции яровой мягкой пшеницы	16
1.3 Роль программы КАСИБ для селекции яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири.....	19
1.4 Использование материала диких сородичей для увеличения генетического разнообразия пшеницы.....	25
2 Условия, исходный материал и методика проведения исследований.....	31
2.1. Агроклиматическая характеристика южной лесостепи Омской области	31
2.2. Погодные условия в годы проведения опытов (2003–2017 гг.)	34
2.3. Исходный материал	40
2.4. Методика проведения исследований	44
3 Оценка сортов и линий Казахстанско-Сибирского питомника по селекционно-значимым признакам вегетационного периода и компонентам продуктивности растений.....	50
3.1 Вегетационный период.....	52
3.2 Высота растений.....	55
3.3. Элементы структуры урожая	57
3.3.1. Продуктивная кустистость.....	58
3.3.2. Число колосков в колосе	60
3.3.3. Число зерен в колосе.....	61
3.3.4 Масса зерна главного колоса	63
3.3.5. Масса 1000 зерен	64
3.3.6. Коэффициент хозяйственной продуктивности фотосинтеза.....	66
3.4 Урожайность	67

3.5 Устойчивость к возбудителям бурой ржавчины и мучнистой росы	69
3.6 Корреляция между количественными признаками яровой мягкой пшеницы.....	73
3.7 Экологическая пластичность сортов яровой мягкой пшеницы	79
3.8 Вклад различных факторов в изменчивость элементов структуры урожая у сортов яровой мягкой пшеницы из питомника КАСИБ 4	84
3.9 Кластерный анализ.....	877
4 Оценка и отбор в конкурсном сортоиспытании селекционного материала яровой мягкой пшеницы, созданного на основе сортов питомника КАСИБ 4	91
4.1 Элементы структуры урожая сортов конкурсного сортоиспытания	94
в среднем за 2015–2017 гг.	94
4.2 Устойчивость к болезням	96
4.3 Наличие генов устойчивости к стеблевой и бурой ржавчине и устойчивость к септориозу.....	98
4.4 Урожайность	102
4.5 Качество зерна сортов конкурсного испытания	103
4.6 Корреляция.....	105
4.7 Кластерный анализ КСИ.....	108
Заключение	112
Рекомендации селекционной практике.....	114
Список литературы	115
Приложения	134

Введение

Актуальность темы. Еще в двадцатые годы прошлого столетия академик Н.И. Вавилов обосновал необходимость расширения исходного материала для селекции за счет использования всего разнообразия возделываемых растений планеты и их диких сородичей [Вавилов, 1924]. Проблема генетического родства сортов во многих регионах России и в мире таит в себе угрозу их уязвимости и возможной потери стабильности зернового производства под воздействием негативных живых и неживых факторов окружающей среды. [Мартынов, Добротворская, 1998; Добротворская, Мартынов, Пухальский, 2004]. У сортов, созданных в границах современных локальных научных программ, значительное генетическое сходство. Расширение генетического разнообразия и создание сортов яровой пшеницы с комплексной устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды в условиях Западной Сибири – одна из актуальных проблем в современном растениеводстве [Шаманин и др., 2012].

Примером эффективного решения проблемы расширения генетического разнообразия для селекции на повышение урожайности и устойчивости к болезням может служить комплексная программа «КАСИБ» (Казахстанско-Сибирская сеть улучшения пшеницы). На основе выделенных лучших сортов России и Казахстана создается исходный материал с использованием источников устойчивости к болезням и качества зерна СИММИТ, Канады, США и др. стран с последующей его оценкой методом челночной селекции. Исходный материал, созданный по данной программе, позволяет существенно обогатить генофонд яровой мягкой пшеницы в конкретной зоне испытания, что весьма актуально в современных условиях.

Одним из пунктов испытания сортов КАСИБ и созданного материала для челночной селекции является опытное поле Омского ГАУ, где и проведены данные исследования.

Степень разработанности темы исследований.

Академик Н.И. Вавилов обосновал необходимость расширения исходного материала для селекции за счет использования всего разнообразия возделываемых растений планеты и их диких сородичей, он первым сформулировал научные принципы поиска ценных для селекции форм в природе в центрах происхождения видов растений. Также большой вклад внесли его работы в развитие теории иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (Вавилов, 1924).

Актуальная проблема современной селекции заключается в уменьшении генетического разнообразия сортов пшеницы в процессе селекции (Мартынов, Добротворская, 1998). Генетическое сходство сортов, выведенных в рамках региональных селекционных программ, значительно выше рекомендованного, что может иметь опасные последствия в силу однообразной восприимчивости к патогенам. При благоприятных для развития патогена условиях эпифитотия может охватить обширные территории (Singh, 2008). Селекционной практикой подтверждено, что скрещивание генетически разнообразных форм дает ценный материал для повышения урожайности, адаптивности, устойчивости сортов к неблагоприятным условиям среды, различным видам болезней (Чудинов, 2008). Для эффективного решения данной проблемы селекции в 2000 г. при координации СИММИТ была организована Международная программа улучшения пшеницы в Казахстанско-Сибирской сети (КАСИБ), в основе которой метод челночной селекции, разработанный Норманом Борлаугом в СИММУТ. Лучшие российские и казахстанские сорта и линии скрещиваются в СИММИТ с селекционным материалом Мексики, Канады, США и других стран. Комплексная оценка на устойчивость к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды популяций, созданных в СИММИТ, проводится в условиях Западной Сибири. Выделяются лучшие линии в качестве исходного материала для дальнейшей селекции и рассылаются всем российским участникам программы.

Изучение сортов и форм по программе КАСИБ позволит решить ряд важных селекционных задач по яровой мягкой пшенице в регионе. Это и определило цель и задачи наших исследований.

Цель исследований – оценка и отбор исходного материала из генотипического разнообразия питомника КАСИБ 4 и популяций СИММИТ для селекции яровой мягкой пшеницы в Западно-Сибирском регионе.

Задачи исследований:

1) оценить сорта яровой пшеницы питомника КАСИБ 4 и конкурсного сортоиспытания (КСИ); отобрать лучшие по основным хозяйственно-ценным признакам для использования в качестве исходного материала и передачи на государственное сортоиспытание (ГСИ);

2) определить вклад генотипов изучаемых сортов, условий года и их взаимодействия в изменчивость основных хозяйственно-ценных (агрономических) признаков, выявить их сопряженность; оценить экологическую пластичность и стабильность по урожайности; провести кластерный анализ;

3) в популяциях, созданных в СИММИТ, провести отбор ценных генотипов, оценить их по потомству в селекционных питомниках; лучшие линии довести до конкурсного сортоиспытания;

4) дать рекомендации селекционной практике по использованию выделенного исходного материала.

Научная новизна работы. Впервые в условиях южной лесостепи Западной Сибири выявлена селекционная значимость сортов яровой мягкой пшеницы из питомника КАСИБ 4. Выделены источники хозяйственно-ценных признаков, устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, пластичности и стабильности. Установлено, что 39 % изменчивости по урожайности сортов было обусловлено влиянием погодных условий года, 36% – за счет их генотипического различия и 18% – взаимодействием факторов «генотип x среда». Определены признаки для проведения эффективного отбора. Зафиксированы 4 кластера сортов с достоверным различием по урожайности и отдельным

элементам структуры урожая. Генотипированием SNP-маркерами доказана оригинальность созданного селекционного материала.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявлены и использованы в селекционном процессе значения влияния генотипа и среды на изменчивость урожайности, признаков продуктивности растений, коэффициенты корреляции, показатели пластичности и стабильности сортов и результаты кластерного анализа.

Полученные данные использованы для создания новых сортов яровой мягкой пшеницы в Омском ГАУ. Селекционным учреждениям Западной Сибири рекомендуется использовать в селекционных программах выделенные из коллекции КАСИБ 4 сорта – источники отдельных хозяйственно-ценных признаков. Линии, созданные в СИММИТ на основе питомника КАСИБ 4, используют в селекционном процессе селекционных учреждений Западной Сибири и Южного Урала. Лучшие селекционные номера доведены до конкурсного сортоиспытания. На государственное сортоиспытание переданы новые сорта яровой мягкой пшеницы Касибовская, Силантий.

Соискатель является соавтором 6 сортов яровой мягкой пшеницы, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ: ОмГАУ 90, Павлоградка, Элемент 22, Столыпинская, Столыпинская 2, ОмГАУ 100.

Методология и методы исследования. Методология исследований основана на теоретических законах и положениях в генетике и селекции яровой мягкой пшеницы, изложенных в отечественной и зарубежной литературе. При проведении исследований применялись общепринятые и стандартные полевые, лабораторные и аналитические методы исследований.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Выделенные из питомника КАСИБ 4 сорта яровой мягкой пшеницы являются источниками хозяйственно-ценных признаков для селекционных программ.

2. Выявленные значения влияния генотипа и среды на изменчивость урожайности сортов и признаков продуктивности растений, коэффициенты

корреляции, показатели пластичности и стабильности сортов и результаты кластерного анализа целесообразно учитывать при отборе в селекции яровой мягкой пшеницы.

3. Новые сорта яровой мягкой пшеницы, созданные на основе популяций челночной селекции СИММИТ, являются ценным селекционным материалом для Западно-Сибирского региона.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследований обоснована математическими расчетами с применением современных методов и методик, разработанных отечественными и зарубежными учеными, использованием современных прикладных компьютерных программ для статистической обработки результатов, наличием достаточного количества научного материала, полученного при непосредственном участии автора, подтверждением практическими результатами, достигнутыми при выполнении работы.

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы докладывались на научных конференциях: Второй Центрально-Азиатской конференции по зерновым культурам (Чолпан-Ата, Иссык-Куль, Кыргызская Республика, 2006); Международной конференции «Научное наследие Н.И. Вавилова – фундамент развития отечественного и мирового сельского хозяйства» (Москва, 2007); Международной научной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения акад. Н.И. Вавилова (Новосибирск, 2007); Международном научно-техническом форуме «Реализация Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: инновации, проблемы, перспективы» (г. Омск, 2009); 8-й Международной конференции по пшенице (Санкт-Петербург, 2010); III международной конференций, посвященной 130-летию Н.И. Вавилова, (Новосибирск, 2017); на конференции Омского ГАУ, посвященной 100-летию проф. С.И. Леонтьева (Омск, 2018).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 23 печатных работы, в том числе 6 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 2 – в журналах, входящих в международную базу Scopus.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 167 страницах текста, состоит из введения, 4 глав, содержит 27 таблиц, 6 рисунков, заключение, список литературы, включающий 189 источников, 19 приложений.

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии в полевых исследованиях, выполнении всех биометрических наблюдений и исследований, анализе и обработке материала, ежегодном представлении научных отчетов, подготовке научных публикаций, апробировании результатов исследований, написании и оформлении диссертации, а также в селекционной проработке и испытаниях созданного материала в селекционных питомниках при выведении ниже перечисленных сортов.

Сорт яровой мягкой пшеницы ОМГАУ 90.

Создан путем индивидуального отбора иммунного растения из популяции F2, полученной путем четырехкратного беккроссирования (**Эр.59хТерция**)х**Эр.59**.

Сорт яровой мягкой пшеницы Павлоградка.

Выведен путем индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания сортов яровой пшеницы Актюбинская 91 и **Алтайская 50**.

Сорт яровой мягкой пшеницы Столыпинская.

Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания Лютесценс 86-97 х **Терция**.

Сорт яровой мягкой пшеницы Элемент 22.

Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания Эритроспермум 33-97 х **Дуэт**.

Сорт яровой мягкой пшеницы ОмГАУ 100.

Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания линии Лют.444 х **Эритроспермум 59**.

Сорт яровой мягкой пшеницы Силантий.

Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции челночной селекции: **LUTESCENS 30-94*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR** с помощью челночной селекции.

Сорт яровой мягкой пшеницы Столыпинская 2.

Создан путем индивидуального отбора из гибридной популяции **GLE/3/KA/NAC/2/TRCH/4/ОМСКАЯ 37** с помощью челночной селекции.

.

1 Селекция яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири (Обзор литературы)

1.1 Современное состояние селекции яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири

Один из основных резервов повышения продуктивности и стабилизации производства качественного зерна яровой пшеницы в Западной Сибири – выращивание адаптивных сортов.

В структуре посевов полевых культур Западно-Сибирского региона доминирует яровая пшеница – более 6 млн га (74 %). Основная площадь сосредоточена (до 80–85 %) в засушливых степных и южных лесостепных агроландшафтах с годовым количеством осадков менее 360 мм. За последний 25-летний период резервы роста продуктивности яровой пшеницы в регионе практически исчерпаны. Урожайность стабилизирована на уровне: в степной зоне – 1,20, южной лесостепи – 1,48 т/га, что не соответствует агроклиматическим ресурсам территории и бонитету пахотных земель [Юшкевич, 2016].

Успехи селекционной работы в повышении потенциала урожайности важнейших сельскохозяйственных культур за последние 30 лет оценивают в 40 – 80 % [Жученко, 2003]. Н.С. Васильчук отводит сорту около 66% в повышении урожайности в Поволжье и 34 % – за счет совершенствования агротехники [Васильчук, 1999]. Э.Д. Неттевич приводит данные, из которых следует, что за счет селекции урожайность пшеницы была увеличена от 30 до 50 % [Неттевич, 2000]. В условиях Западной Сибири В.С. Сусяков успех селекции по мягкой пшенице отмечает до 45%, а М.Г. Евдокимов по твердой — до 50 % [Сусяков В.С, 1994, Евдокимов, 2006].

Ввиду разнообразия природно-климатических условий Западной Сибири, их суровости и изменчивости во времени и пространстве поставлены сложные задачи перед сибирским земледелием. Западная Сибирь относится к регионам критического земледелия. В решении проблемы повышения производительности сибирской земли важное место отводится сорту как динамической биологической

системе, обладающей способностью реализовать потенциал продуктивности культуры при определённых условиях внешней среды [Зыбченко, 2012].

Основное требование к сорту для всех зон возделывания – стабильно высокая урожайность, которая определяется генотипом сорта и его взаимодействием с окружающей средой. Использование селекционного материала из США и Канады в скрещивании с местными сортами позволит передать новые гены устойчивости к болезням, физиологические механизмы устойчивости к засухе и будет способствовать повышению качества зерна [FAO, 2017]. Селекционные сорта из США и Канады широко использовались в программах для создания сортов в Западной Сибири, благодаря им были к, примеру, созданы следующие сорта Омская 12, Омская 18, Омская 28.

При создании новых сортов селекционерами учитывается степень наследования основных хозяйственно-ценных признаков, таких как масса 1000 зерен, коэффициент хозяйственной эффективности, масса зерна главного колоса, масса зерна с растения, число зерен в колосе, продуктивная кустистость.

Степень выраженности признака массы 1000 зёрен определяется в значительной мере генотипом в сочетании с внешними условиями в период формирования зерна. По современным представлениям, для условий Западной Сибири скоро- и раннеспелые сорта интенсивного типа должны иметь массу 1000 зёрен 45-50 г, а полуинтенсивные (среднеспелые и среднепозднеспелые) – 35-40 г [Рейтер, 1970; Рейтер, 1972; Леонтьев, 1987].

Повышение $K_{хоз}$ считается одним из главных резервов увеличения урожайности сортов яровой пшеницы. У зерновых культур величина $K_{хоз}$ не является постоянной. Межсортные различия по величине $K_{хоз}$ могут достигать 6,7–11,2%, что свидетельствует о возможности увеличения данного показателя в процессе селекции. Реальной задачей является повышение $K_{хоз}$ до 48–50% [Рейтер, 1972].

Малое влияние экологических условий на этот признак делает его удобным параметром для отбора на ранних этапах селекции.

Масса зерна одного растения складывается из таких элементов структуры, как продуктивная кустистость, озерненность колоса и крупность зерна. Продуктивность одного растения контролируется сложной генетической системой со всеми известными типами действия и взаимодействия генов. Условия внешней среды оказывают значительное влияние на генотип и, таким образом, продуктивность растений варьирует в довольно широких пределах [Коваль, 1986].

Масса зерна с главного колоса является важным компонентом продуктивности. Установлена тесная сопряженность этого признака с урожайностью с единицы площади и эффективность его использования при отборе высокопродуктивных форм [Лубнин, 1987; Коваль, 1985].

Исследования многих авторов, проведенные на разном материале и в разных условиях, показывают, что масса зерна главного колоса контролируется большим числом генов, с различным характером их действия и взаимодействия.

Число зерен в колосе один – из важнейших селекционных признаков, связанных с продуктивностью растений.

Формирование колоса у яровых пшениц начинается рано, в начале кущения, и в значительной мере зависит от условий внешней среды [Широков, 1981].

В неблагоприятных по увлажнению условиях слабее всего снижается число колосков, но процент неозерненных колосков заметно возрастает, при этом развиваются зерновки только в колосках средней части колоса.

В исследованиях некоторых авторов имеются указания на то, что короткостебельные сорта обладают способностью формировать более крупный многозерный колос, что в свою очередь связано с меньшей потребностью в ассимилятах на построение стебля [Law, 1974].

По данным В.А. Кумакова [Кумаков, 1987] короткостебельные сорта существенно превосходят высокорослые по числу хорошо развитых цветков. В итоге в благоприятные годы средняя озерненность колоса у короткостебельных

сортов составляет 2,4–2,8 шт., тогда как у высокорослых сортов никогда не поднимается выше 2,0 шт.

Число колосков в колосе тесно коррелирует с числом зерен в колосе, поэтому в селекционных программах по созданию сортов яровой пшеницы этому признаку уделяется большое внимание. Из всех элементов структуры урожая число колосков в колосе меньше всего подвержено влиянию внешней среды (степень влияния генотипа на этот признак составляет 58,6%) [Сухарева, 1992].

Продуктивная кустистость является одним из основных элементов продуктивности яровой пшеницы. В условиях Западной Сибири сильного кущения не наблюдается, в значительной мере оно определяется условиями вегетации. Доля вклада дополнительных побегов в общую продуктивность растений в благоприятные по увлажнению годы достигает 40%, в засушливые годы у засухоустойчивых сортов она составляет лишь 16–20% [Зыкин, 1992; Мережко, 1982; Леонтьев, 1987].

Выживаемость растений является одним из показателей экологической пластичности и стабильности урожая.

Гибель растений в период вегетации снижает количество растений на единице площади и, в конечном итоге – урожай. К уборке выпад растений может достигать 10–66% [Купцов, 1971]. В условиях Сибири сохранность растений к уборке составляет 51–95%. Процент гибели растений изменяется прямо пропорционально действующему на посев экстремальному внешнему фактору, с уровнем же устойчивости к стрессу изреживаемость посевов коррелирует в прямой зависимости [Федин, 1979].

Так, по данным Г.М. Вакуленко [Вакуленко, 1979] в засушливые годы показатели выживаемости растений могут снижаться до 47–51%.

Низкая засухоустойчивость короткостебельных сортов, по предположению В.А. Кумакова связана не с короткостебельностью как таковой, а с их эколого-географическим происхождением.

Основным способом создания сортов яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири является гибридизация с последующим отбором рекомбинантов с яркой выраженностью комплекса селекционно ценных признаков [Апанасенко и др., 2015; Баталова, 2015, Маркелова, 2015]. Для успешной селекционной работы в регионе создаются и изучаются коллекции идентифицированного генофонда, включающие экологически адаптированные к региону образцы с высокой продуктивностью, качеством продукции и устойчивостью к стрессорам [Андреева, 2010]. Различия по степени проявления количественных признаков и изменение характера наследования в связи с влиянием условий внешней среды как по годам [Цильке, 1974], так и эколого-климатическим зонам [Драгавцев и др., 1984] носят регулярный характер. Это объясняет необходимость изучения количественных признаков и выделения источников в тех почвенно-климатических условиях, для которых создается селекционный материал. В условиях Сибири урожайность яровой мягкой пшеницы состоит из трех основных компонентов: числа продуктивных колосьев на единицу площади, числа зерен в колосе и массы зерна колоса. Число колосьев значительно варьирует в зависимости от норм посева [Прохоренко и др., 2007] и слабо – от коэффициента продуктивной кустистости сорта [Цильке, 1974] с авто-регулирующими способностями сорта яровой пшеницы в стеблестое [Лубнин, 2006]. Поэтому выделить источники высокой продуктивной кустистости сложно из-за наложения сильного модифицирующего влияния среды. Число зерен колоса напрямую связано с фертильностью и числом колосков в колосе, при этом фертильность напрямую зависит от погодных условий [Обухова, 2014], тогда как число колосков в колосе является относительно стабильным признаком [Цильке, 1974; Шиндин, 2008; Гагаринский и др., 2015]. Масса зерна колоса складывается из числа зерен в колосе и крупности зерна, которая выражается в массе 1000 зерен. Актуальность сохранения, изучения и пополнения генофонда новыми формами связана с необходимостью целенаправленного подбора исходного материала для селекционных программ и научно-исследовательских работ по экологической адаптации и хозяйственной пригодности культурных растений

[Лихенко и др., 2014]. Изучение полиморфизма признака у коллекционных образцов позволяет определить границы изменчивости. Н.И. Вавилов считал, что селекция должна включать систематизированные научные знания, вскрывающие сортовую амплитуду видов, систему видов, крайние варианты, амплитуду физиологических, химических и иных свойств [Вавилов, 1934]. Это в свою очередь позволяет выделить источники и доноры хозяйственно ценных признаков. Определение эффективных аллелей в выделенных сортообразцах коллекции позволит создавать сорта с требуемыми параметрами. Уверенно прогнозировать селекционную ценность коллекционных образцов можно только когда известен их потенциал [Давыдова, Казаченко, 2013]. В связи с этим расширение и углубление исследований, направленных на создание и использование источников и доноров селекционно ценных признаков пшеницы, представляют собой важную и актуальную задачу. Изучение селекционно ценных количественных признаков (масса 1 000 зерен, масса зерна, число зерен и число колосков колоса) у сортообразцов пшеницы мягкой яровой различных групп спелости позволит выделить образцы, наиболее экологически адаптированных к региону, с высокой продуктивностью и устойчивостью к негативным факторам среды.

1.2 Проблемы отбора в селекции яровой мягкой пшеницы

История окультуренных растений пшеницы развивается в течение примерно 10 000 лет. Люди изменяли признаки растений, создавая тысяч сортов, которые сегодня составляют основу мирового снабжения продовольствием. Современные сорта пшеницы являются потомками диких видов, из которых они произошли. Несмотря на низкую урожайность и плохое качество зерна большинства диких предков и примитивные сорта сельскохозяйственных культур, эти древние источники генетического материала продолжают обеспечивать основные строительные блоки, из которых строятся все современные сорта. Селекционеры обнаружили, что гены, спрятанные в этих низкоурожайных предках, могут

повысить продуктивность современных сортов пшеницы. Этот подход особенно привлекателен для повышения продовольственной безопасности в регионах мира с высокой концентрацией генетического разнообразия.

Задача селекционера – создать высокоурожайный сорт. Это может быть достигнуто просто путем выбора родительских форм из ряда существующих возможностей. Самый верный способ добиться успеха в разумные сроки – это иметь доступ к большому и разнообразному пулу генетических вариаций.

Процесс селекции растений теоретически прост, но его сила заключается в том, что он создает новизну. Селекционер обычно выбирает для скрещивания две родительские формы пшеницы, каждая имеет определенные черты или характеристики, представляющие интерес. Скрещивание обеспечивает механизм обмена генами между родителями, так что у потомков будущих поколений широкий спектр разнообразных линий. С точки зрения селекции, это обеспечивает основу для отбора, чтобы можно было идентифицировать и далее размножать растения, содержащие лучшие качества обоих родителей. Отбирая генетически схожих родителей, селекционер ограничивает количество вариаций, которые будут оцениваться у потомства. С другой стороны, при скрещивании генетически отдаленных родителей диапазон фенотипических вариаций будет значительно обширнее. Таким образом, если селекционер заинтересован в расширении генетического разнообразия и хочет получить максимальную вариацию хозяйственно-ценных признаков, из которой можно сделать выбор, наиболее эффективны скрещивания максимально генетически отдаленных родителей.

Сорта узнаваемы, потому что они проявляют характеристики, связанные с окультуриванием пшеницы. Необычные или экстремальные фенотипы, такие как крупный размер плодов или семян, интенсивный цвет, высокое качество зерна, выбираются людьми и сохраняются в сортах по хозяйственным соображениям. Эти фенотипы могут встречаться в природе, но они будут часто устраняться естественным отбором, прежде чем будут зафиксированы в популяции. Из-за отбора людей сорта могут служить примером преувеличенных фенотипических

признаков, создающих впечатление, что они в целом более разнообразны, чем некоторые дикие популяции, из которых они произошли, но на самом деле одомашнивание обычно представляет своего рода генетически «узкое место». Кроме того, сорта выращиваются в сельскохозяйственных средах, как правило, более однородных, чем среды, в которых растут дикие виды, это приводит к дальнейшему сужению генофонда. Таким образом, хотя сорта могут отражать высокую степень явного фенотипического изменения, это не всегда может быть хорошим предиктором степени их генетического изменения.

При скрещивании диких и культивируемых видов аллели, не введенные в генотип в процессе окультуривания, могут быть вновь введены в культивируемый генофонд. Это вливание «новой крови» обновляет и наделяет современные сорта удивительными и интересными свойствами. Нередко некоторые из потомков, полученных из этих скрещиваний, демонстрируют более высокие результаты, чем лучшие родители [Frey et al. 1975; Rick 1976, 1983; Tanksley and McCouch, 1997]. Явление известно как трансгрессивная изменчивость и это результат позитивного взаимодействия между генотипами родителей. Сегодня селекционеры растений могут анализировать популяции, полученные из широких скрещиваний, используя молекулярные маркеры для определения частей хромосом, связанных с трансгрессивной вариацией интереса. Это позволяет анализировать сложный фенотип и устанавливать местоположение отдельных генов, точнее локусов количественных признаков (QTL) в хромосомах. Информация о ДНК-маркерах, связанных с QTL – мощный диагностический инструмент, позволяющий селекционеру выбирать необходимые гены для конкретных случаев. Этот подход оказался чрезвычайно успешным для пшеницы [Huang et al., 2003].

У селекционеров, использующих большее разнообразие зародышевой плазмы, лучшее положение для повышения ценности создаваемого материала. До настоящего времени было мало возможностей использования богатства природного разнообразия, которое существует во многих странах. Этот подход предлагает путь вперед и может помочь эффективнее использовать имеющиеся на местном уровне ресурсы для повышения продовольственной безопасности.

1.3 Роль программы КАСИБ для селекции яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири

Анализ сельскохозяйственного производства Западной Сибири и северных областей Республики Казахстан показывает, что это огромный регион, где яровая пшеница высевается на площади более двадцати миллионов гектаров. Однако данные географические объекты находятся в зоне рискованного земледелия. Из-за погодных условий, а также недостаточной адаптивности пшеницы к местным условиям наблюдаются резкие колебания продуктивности культуры из года в год. Несмотря на это у указанных регионов значительные неиспользованные резервы увеличения производства зерна, такие как увеличение урожайности новых сортов яровой пшеницы с ростом валового сбора продукции. Это очень значимо при решении глобальной проблемы борьбы с голодом, над которой трудятся ученые SIMMIT. SIMMIT лидер глобального инновационного объединения ведущих научных сельскохозяйственных организаций, работающих в сфере улучшения основных зерновых культур, таких как пшеница и кукуруза, служащей развитию сельского хозяйства во многих странах. «За счет сильной науки и эффективных партнерств мы создаем, делимся и используем знания и технологии для улучшения продуктивности и рентабельности систем земледелия и сохраняем природные ресурсы» [SIMMIT, 2003].

SIMMIT одна из 16 организаций, работающих над проблемами продовольствия и охраны окружающей среды, которые известны как Future Harvest Centers (Центры будущего урожая). Штаб-квартиры этих организаций расположены по всему миру, с их помощью выполняются научно-исследовательские работы с привлечением образовательных и производственных организаций, ученых и политиков для укрепления продовольственной безопасности и сохранения экологических ресурсов. Эти центры поддерживаются Консультативной группой по международным сельскохозяйственным исследованиям (CGIAR), членами которой являются более 60 стран мира, частные фонды, региональные и международные организации. Финансовая поддержка исследовательских проектов SIMMIT также исходит из многих других

источников, включая фонды, банки развития, государственные и частные службы [Карабаев М., 2007].

1998 год явился отправной точкой для старта челночной селекционной программы, связавшей воедино селекционные институты SIMMIT, Российской Федерации и Республики Казахстан. Основная задача этого сотрудничества – изучение, расширение и внедрение в селекцию нового материала, позволяющего увеличить генетическое разнообразие сортов яровой мягкой пшеницы, улучшить их адаптивность к негативным стрессовым влияниям среды, в основном засухе и болезням, а также позволить повысить качества и урожайность зерна [Третован, 2006].

Основную роль в разработке программы сыграл руководитель Центрально-Азиатского представительства SIMMIT в Республике Казахстан А.И. Моргунов. В сотрудничестве с селекционерами России и Республики Казахстан она была воплощена в жизнь и получила название – «Казахстан-Сибирь». Общепринятым сокращенным названием явилась аббревиатура КАСИБ. В ходе выполнения программы была сформирована коллекция новых сортов пшеницы. Казахстанско-Сибирский питомник обмена яровой мягкой пшеницей согласно принятому соглашению является ежегодным, практическим, основным механизмом для обмена сортами и селекционным материалом. Питомник КАСИБ используется в качестве источника зародышевой плазмы яровой мягкой пшеницы для научных селекционных учреждений России и Республики Казахстан, ставшими одновременно и организаторами, и участниками изучения коллекции [Моргунов и др., 2000 – 2010 гг.].

Первый КАСИБ сформирован весной 2000 года, разослан в двенадцать селекционных институтов, являющимися участниками научной программы. Мы начали работу в 2003 г. с материалом 4-го КАСИБа.

На данный момент по программе КАСИБ работают одиннадцать сельскохозяйственных научно-исследовательских институтов Российской Федерации и девять селекционных институтов Республики Казахстан. Все участники сети раз в два года представляют в Казахстанско-Сибирский питомник

от 1 до 5 новых сортов или линий для совместного изучения. Обычно образцы находятся на государственном сортоиспытании или планируются к передаче в него в текущем году. Данные КАСИБа имеют большую научно-практическую ценность, так как показывают реальную картину сортов и состояния посевов пшеницы на большой территории в ежегодно меняющихся условиях [Шаманин и др., 2009; Gomez-Becerra H et al., 2006]. Результаты КАСИБ каждое учреждение, участник программы использует в своих селекционных программах, исходя из экологических особенностей региона и выделившиеся сорта использует в гибридизации в своем учреждении.

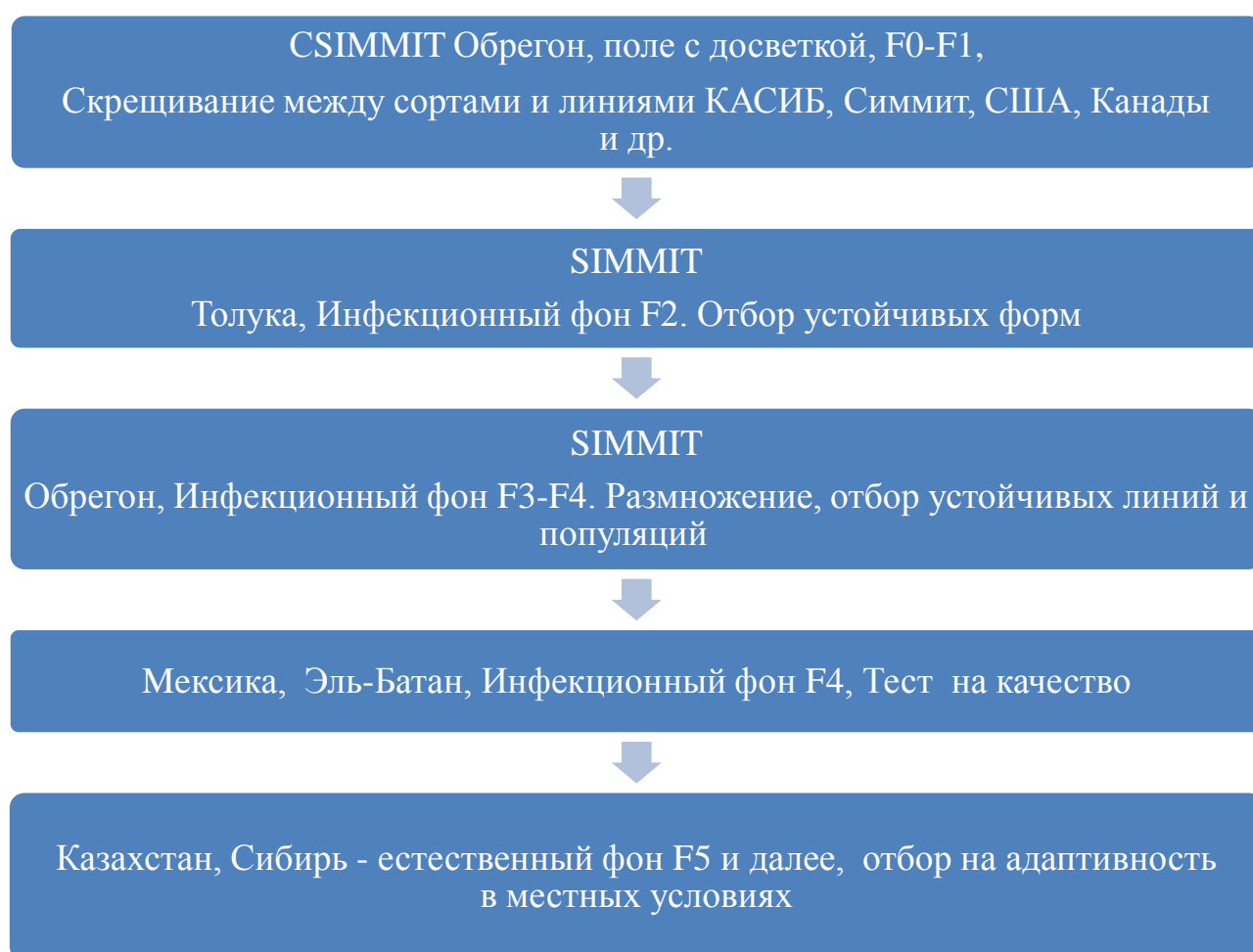
Реализации данной программы – пример эффективного использования теории комплексного отбора и выведения новых сортов пшеницы с применением провокационных фонов. В нашем конкретном случае известные экологические точки континента, страны и региона используются для всестороннего испытания, оценки и выбора адаптивных селекционных образцов. Ускорение создания новых сортов – тоже одна из задач, успешно решаемых с помощью сети КАСИБ. Здесь влияние оказывают климатические условия Мексики, где происходит оценка и размножение нового материала, позволяющие получать в год два урожая яровой пшеницы.

При этом ускоряется селекция на особенно агрессивные заболевания, такие как стеблевая ржавчина [Шаманин и др., 2017]. В Кении, расположенной почти в зоне экватора планеты, также можно получать два урожая пшеницы в год. Ведущий кенийский институт по изучению болезней (Кенийский национальный фитопатологический институт) по сути можно назвать международным центром по изучению и оценке устойчивости исходного материала пшеницы к стеблевой ржавчине [Шаманин, Потоцкая, 2016; Белан, 2011]. Наиболее эффективной мерой борьбы с поражением сортов пшеницы болезнями признаны селекция и внедрение в производство устойчивых к патогенам сортов яровой пшеницы путем пересечения устойчивых доноров с местными сортами и селектирование из гибридных популяций резистентных к болезням линий, с ведением

скоординированной оценки фитопатогенной обстановки, обмена информацией [Salina et al., 2015].

В Обрегоне (Мексика), где расположены опытные поля SIMMIT, проводят гибридизацию лучших, приспособленных к неблагоприятным факторам среды сортов яровой пшеницы из России и Республики Казахстан, показавших наилучшие результаты в ходе изучения в течение двух лет. Основной задачей этого этапа работы является получение ценного нового селекционного материала, сочетающего высокую адаптивность местных, российских и казахстанских сортов с устойчивостью к болезням (бурой, стеблевой ржавчине и др.), высокой урожайностью сортов из SIMMIT и хорошим качеством североамериканских доноров. После осуществляется селекция полученного гибридного материала по методике ведения челночной селекции SIMMIT: материал в течение одного года перемещается между различными по условиям выращивания географическими точками в Мексике: Обрегон (около 60 метров над уровнем моря) и Толука (более 2640 метров над уровнем моря). При проведении скрещиваний и испытании сортообразцов и линий яровой пшеницы в географических испытательных пунктах SIMMIT, находящихся в Обрегоне и Толуке, на поле площадью один гектар применяется дополнительное освещение. Новый материал яровой пшеницы, который создается по программе челночной селекции, предназначается для выращивания в высокоширотных регионах ($> 48^\circ$), поэтому он селекционируется по требуемому для данных широт уровню чувствительности к фотопериоду. Если не учитывать чувствительность нового материала к фотопериоду, при коротком мексиканском световом дне российские и казахстанские сорта пшеницы, которым для нормального роста и развития необходимы условия длинного светового дня, без дополнительного освещения поздно выколосятся и не созреют. На рисунке 1 проиллюстрирована селекционная работа по челночной схеме, разработанной и применяемой Международным центром SIMMIT и селекционными институтами Российской Федерации и Республики Казахстан

В популяциях F2 ведется отбор на высокорослость, так как полукарликовые образцы в более засушливых условиях северных областей Республики Казахстан и Западной Сибири достоверно менее урожайные. Параллельно с селекцией на чувствительность к фотопериоду, высоту растений и невосприимчивость к патогенам проводят селекцию в третьем и четвертом поколениях на качество



зерна.

Рисунок 1 – Схема челночной селекции между CIMMYT и научными учреждениями России и Казахстана

В Россию и Казахстан отбирают только образцы пшениц, отличающиеся высокой твердостью зерна, высоким содержанием белка и хорошими хлебопекарными качествами. В течение двенадцати лет в селекционных институтах участников сети КАСИБ оценено более 4000 линий и популяций по более чем 900 комбинациям скрещивания, в среднем это немного более четырех образцов на одну комбинацию, что позволило значительно расширить

разнообразие генотипов исходного материала в каждом селекционном институте участника сети КАСИБ.

Весной 2009 года ФГБОУ Омский государственный аграрный университет стал Центром сибирского питомника челночной селекции. Основной задачей нового центра является проведение селекционного отбора созданных в SIMMIT форм и гибридных популяций на урожайность, адаптивность, качество зерна и поиск резистентных форм к наиболее вредоносным патогенам в климатических условиях Западной Сибири. Отобранные линии и популяции в дальнейшем включаются в классическую схему селекционного процесса Омского ГАУ и параллельно передаются каждому из российских участников программы КАСИБ. Из лучших отселектированных в Казахстанско-Сибирском питомнике челночной селекции (КПЧС) линий 2009 года был сформирован первый Сибирский питомник челночной селекции (СПЧС 1). В 2010 году питомник челночной селекции SIMMIT был назван Казахстанско-Российским питомником (КазРус). В дальнейшем в питомниках КазРус, с 2009 по 2014 годы, оценено 2819 линий, из которых 1367 штук (или 51,4 %) имели в родословной сорта из питомника КАСИБ.

1.4 Использование материала диких сородичей для увеличения генетического разнообразия пшеницы

Нынешние тенденции роста численности населения и структуры потребления продолжают стимулировать спрос на пшеницу – основной продукт питания глобальной продовольственной безопасности. Кроме того, множественные абиотические проблемы, связанные с изменением климата, и все возрастающее количество патогенов и вредителей представляют значительную угрозу увеличения производства пшеницы во всем мире. Синтетическая пшеница, содержащая гены диких сородичей – богатый источник генетического разнообразия в пшенице. Обычные стратегии прямой гибридизации, обратных скрещиваний и дальнейший отбор позволили успешно выделить ряд желательных признаков, связанных с урожаем зерна, адаптацией к абиотическим стрессам и устойчивостью к болезням. Тем не менее, требуется много времени для включения генов, передающих толерантность или полную устойчивость ко многим негативным факторам в одном сорте пшеницы обычными способами из-за ограниченности в методах скрининга и низких вероятностей сочетания желаемых аллелей. Усилия при разработке инновационных стратегий селекции, новых инструментов и использования генетического разнообразия для новых генов/аллелей важны, чтобы улучшить продуктивность, уменьшить поражение от болезней и вредителей и увеличить качество продукции.

Урожайность зерна и устойчивость к климатическим факторам как таковая является полигенной чертой и улучшение хозяйственно-ценных признаков от интрогрессий обусловлены их позитивным воздействием на фенологию, элементы структуры урожайности (то есть массу 1000 зерен, число зерен в колосе, продуктивную кустистость и т.д.), или улучшение адаптивных признаков устойчивости к абиотическим факторам (например, жаро- и засухоустойчивости, устойчивости к щелочным и кислым почвам) и устойчивость к биотическим стрессам [Reynolds et al., 2007; Lopes et al., 2015].

Изучение синтетических гексаплоидных пшениц позволило использовать диких родственников, таких как тетраплоидные (например, *Triticum dicossum*) и диплоидные виды *A. tauschii* для передачи адаптивных черт современной культурной пшенице. Геномные области в *A. tauschii* могут способствовать увеличению массы зерна на 10 % [Röder et al., 2008] и увеличить урожай зерна [Börner et al., 2015]. Синтетическая пшеница может использоваться для передачи таких полезных генетических вариаций. Исследования показали синтетические линии пшеницы, у которых засухоустойчивость является отличной адаптивной чертой [Reynolds et al., 2007].

Дикие родственники пшеницы – богатый источник генетического разнообразия. Такие виды, как *Agropyron elongatum* (Host) Beauv, а также *Agropyron cristatum* Gaertn, как сообщается, способствуют повышению урожайности зерна при выращивании пшеницы в оптимальных условиях. Хромосома 7 Ag из *A. elongatum* увеличивает урожай зерна до 8 % и несет гены устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине [Singh et al., 1998].

При использовании форм с *A. elongatum* наблюдается более активное распределение ассимилятов на репродуктивную часть органов [Miralles et al., 2007]. Использование 6Р хромосомы из тетраплоидного вида *A. cristatum* увеличило массу тысячи зерен, в дополнение к повышению устойчивости к желтой ржавчине и мучнистой росе [Wu et al., 2006; Wang et al., 2011].

Одной из основных причин недобора урожая являются болезни с воздушно - капельной инфекцией. При эпифитотийном развитии бурой ржавчины в отдельности и совместно с септориозом потери урожая яровой пшеницы могут достигать 15–25 %, а от стеблевой ржавчины – 40–50 % и более [Койшыбаев., 2008].

В последние 8 – 10 лет в Западной Сибири на посевах пшеницы отмечается стеблевая ржавчина. В 2009 году поражение стебля и листьев пшеницы на производственных посевах в условиях Омской области варьировало от 10 – 15 до 100 %, приводя к потере не менее 25 – 30 % урожая. Пристальное внимание селекционеров к стеблевой ржавчине пшеницы вызвано озабоченностью в связи с

высокой агрессивностью данного патогена. Характерная черта этого вида ржавчины, в отличие от бурой: она может практически полностью уничтожить посевы пшеницы. До 2004 – 2005 гг. борьба со стеблевой ржавчиной приводилась в качестве классического примера эффективной и долговременной генетической защиты растений. Наличие гена Sr 31 (наряду с несколькими другими генами) во многих возделываемых сортах пшеницы обеспечивало ее защиту от болезни последние 30 – 35 лет. В 1999 году в Уганде впервые отмечено поражение стеблевой ржавчиной генотипов с геном Sr 31, которые до того времени практически не поражались. Данный единичный случай оповестил мир о появлении новой расы стеблевой ржавчины, получившей имя Ug 99. Потребовалось всего несколько лет для распространения новой расы в пшеничносеющие регионы Кении и Эфиопии. Уже в 2005 – 2006 гг. возделывание пшеницы в этих странах без химической обработки было практически невозможным. В 2006 году раса Ug 99 обнаружена на пшенице в Йемене и в 2007 году в Иране, в 2009 – в Пакистане. Вблизи находятся Афганистан, Узбекистан и через Казахстан занос стеблевой расы в Западную Сибирь вполне возможен [Шаманин, и др. 2012].

Заболевания, вызванные грибными патогенами – серьезная угроза для производства пшеницы. Эволюция новых, более агрессивных рас через миграцию, мутацию, селекцию и рекомбинацию генов вирулентности встречается во всех патогенах, но наиболее часто у патогенов, вызывающих ржавчину и мучнистую росу. Потери урожайности восприимчивых сортов могут достигать 70% [Singh et al, 2008].

Хотя большинство генов устойчивости к ржавчине установлено у гексаплоидов пшеницы, есть также много генов, которые обнаружены у диких родственников других родов, таких как *Aegilops*, *Dasyphyrum*, *Thinopyrum* и *Secale*. Гены устойчивости были отождествляемы с различными генетическими источниками. Например, Lr9 из *Aegilops umbellulata* Zhuk, Yr5 от *Triticum spelta* L., Yr28 от *A. tauschii*, Sr9e от тетраплоидов и Sr35 от *Triticum monococcum* L.

Интрогрессии также связаны с устойчивостью сразу к нескольким болезням, отмечены такие транслокации, как Pm8 / Sr31 / Lr26 / Yr9 от ржи, Sr36 / Pm6 от *Triticum timopheevi* (Zhuk.) Zhuk., Pch1 и Sr38 / Lr37 / Lr17 от *Aegilops ventricosa* Tausch и Lr19 / Sr25, Sr24 / Lr24 и Sr26 от *A. elongatum* [Sears, 1956; Friebe et al., 1996; Mago et al., 2005; Wulff, Moscou, 2014]. Некоторые гены из диких родственников были сцеплены с отрицательными признаками, следовательно, не были широко распространены в селекции: примеры включают Sr32 и Sr37, идентифицированные в *A. speltoides* [McIntosh et al., 1995] и Т. Тимофееви [Макинтош и Гьярфас, 1971] соответственно.

Новые аллели из генетически разнообразных источников также были отождествлены с другими важными болезнями пшеницы. Например, гены устойчивости к мучнистой росе обнаружены у Т. дикокоидов [Massa et al., 2004], *Triticum carthlicum* Nevski, *T. monococcum* и *T. timopheevi* [Tomerlin et al., 1984].

По некоторым оценкам, глобальные потери урожая из-за насекомых-вредителей в эпоху до массового внедрения пшеницы в производство и становления ее в некоторых районах монокультурой составляли около 5,1%, однако на данный момент - 9,3 % [Dhaliwal и др., 2010]. Насекомые-вредители высоко адаптивны под влиянием факторов окружающей среды. Изменения температуры окружающей среды могут влиять на их физиологию, поведение и миграцию. Например, более теплые зимы способствуют увеличению количества тли во время вегетации пшеницы [Hullé et al., 2010] и увеличению ареала распространения [Macfadyen and Kriticos, 2012].

Положительное влияние на устойчивость сортов к вредителям может быть достигнуто за счет введения новых генов устойчивости (отдельно или в комбинации нескольких генов) для обеспечения широкого спектра защиты от множественных патогенных биотипов насекомых.

Существует несколько примеров, когда было установлено, что гены из диких источников увеличивают устойчивость к некоторым из наиболее важных вредителей пшеницы, таких как тли *Schizaphis graminum* (Rondani), *Diuraphis*

noxia (Mordvilko), *Rhopalosiphum padi* L. и *Sitobion avenae* (F.), нематоды *Heterodera avenae* (Wollenweber) и клещ *Aceria tosichell* Keifer.

Помимо борьбы с абиотическими и биотическими стрессами, в конечном итоге увеличение урожайности зерновых, производство зерна пшеницы должны улучшать или хотя бы поддерживать качество питания конечного потребителя. Широкий выбор пищевых продуктов, произведенных из пшеницы, и большой спрос на продукцию из пшеничной муки должны учитываться при ее селекции на качество зерна. Кроме того, диетические недостатки основных микроэлементов, таких как цинк и железо – одна из основных проблем здравоохранения во многих регионах, особенно для беременных женщин и детей в возрасте до 5 лет. По оценкам, 17,3% населения мира рискует при неадекватном потреблении цинка, это фактор, сильно коррелированный с болезнями детей [Wessells, Brown, 2012].

Обнаруженные у диких родственников пшеницы гены, отвечающие за поглощение микроэлементов из почвы при их транслокации в сорта культурной пшеницы, могут быть одним из решений проблемы [Velu et al., 2014].

Качество зерна является одним из важных компонентов, которое влияет на конечную продукцию. Исследования синтетической пшеницы показали более высокое содержание белка в зерне, чем в классической современной пшенице [Rodriguez-Quijano et al., 1994; Dotlacil et al., 2010], это означает, что синтетические формы могут быть потенциальным источником для улучшения качества зерна пшеницы. Фактически GPC-B1 – первый ген, идентифицированный для белка зерна, был перенесен от дикой полбы (*T. dicoccoides*) в генотип твердой пшеницы [Avivi, 1978; Joppa, and Cantrell, 1990; Joppa et al., 1997]. Не меньшее значение имеет качество клейковины. Клейковина – важный компонент теста, сложная белковая смесь, образованная в основном двумя видами белков, мономерными – глиадинов и полимерными – глютеинов, которые, в свою очередь, делятся на высокомолекулярные глютеины и низкомолекулярные весовые глютеины.

Каталог генов пшеницы в настоящее время описывает 26 аллелей для Glu-A1, 56 для Glu-B1, 24 для Glu-D1, 55 для Glu-A3, 32 для Glu-B3 и 16 для Glu-D3

[McIntosh et al., 2013]. Несколько этих аллелей были обнаружены у современных предков пшеницы и диких родственников, таких как Glu-B1q в полбе [Vallega and Waines, 1987], Glu-B1be в дикой природе [Xu et al., 2004], Glu-D1bf в *A. Tuaschii* [Gianibelli et al., 2001]. Генетические ресурсы (например, *T. urartu* или *T. monococcum*) могут быть использованы для интрогрессии Glu-A1.

Таким образом, синтетики уникальные по хозяйственно-ценным признакам формам, которые представляют большую ценность в качестве исходного материала для селекции, позволяют значительно расширить генотипическое разнообразие новых сортов с помощью привлечения диких сородичей пшеницы. Высокий генетический потенциал синтетической пшеницы по устойчивости к биотическим стрессам – еще недостаточно использованный резерв для создания адаптивных сортов с целью повышения стабильности производства зерна пшеницы при глобальном потеплении климата на планете и участвующих эпифитотиях болезней.

2 Условия, исходный материал и методика проведения исследований

2.1. Агроклиматическая характеристика южной лесостепи

Омской области

Опытное поле ФГБОУ ВО Омский ГАУ расположено в зоне южной лесостепи Омской области. Почвы зоны представлены в основном разновидностями обыкновенных слабовыщелоченных и карбонатных черноземов. Почва опытного поля – лугово-черноземная маломощная среднегумусовая тяжелосуглинистая, имеет следующее морфологическое строение (вскипает от HCl со 111 см, оглеение с 153 см):

$\frac{A_{пах}}$ 0 – 28 см	Пахотный, свежий, темно-серый, среднеуплотненный, глыбисто-пылевато-комковатый, тяжелосуглинистый, остатки корней. Переход в горизонт B ₁ заметный
$\frac{B_1}$ 28 – 54 см	Переходный, увлажненный, неоднородный, бурый с серыми потеками гумуса, плотный, глыбисто-комковатый, тяжелосуглинистый. Переход в горизонт B ₂ постепенный.
$\frac{B_2}$ 54 – 111 см	Переходный, влажный, неоднородный, светло-бурый с потеками гумуса, плотный, комковатый, тяжелосуглинистый. Переход в горизонт B _{3к} постепенный по цвету, резкий по вскипанию.
$\frac{B_{3к}}$ 111 – 153 см	Переходный, влажный, неоднородный, светло-бурый с резкими потеками гумуса, среднеуплотненный, комковатый, тяжелосуглинистый карбонатный.
$\frac{C_k}$ 153 – 193 см	Материнская карбонатная оглеенная порода, влажный неоднородный, светло-бурый с сизыми и ржавыми пятнами оглеения, плотный, бесструктурный, глинистый.

Грунтовые воды залегают на глубине 3-3,5 м.

Для почвенного профиля характерны глыбисто-комковатая структура и трещиноватое сложение. Содержание гумуса в слое 0-20см варьирует в пределах

5,0-6,5%. Почва опыта очень высоко обеспечена обменным калием и содержит недостаточное количество подвижного фосфора. Почва характеризуется средним содержанием гумуса, валовых форм азота и фосфора, имеют широкое отношение C:N и устойчивое преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами. По составу поглощённых катионов лугово-чернозёмные почвы близки к своим аналогам – чернозёмам, но отличаются от них повышенным содержанием магния и натрия. [Агроклиматические ресурсы Омской области, 1971; Агроклиматический справочник по Омской области, 1969; Мищенко, 1982].

Почва опытного поля ОмГАУ тяжелосуглинистого гранулометрического состава содержит гумуса 5,2 %, общего азота 0,31-0,34 %, общего фосфора 0,16-0,17, общего калия 2,3-2,8% (табл. Плотность почвы в верхнем слое 0-40 см составляет 1,20-1,25 г/см³, плотность твердой фазы – 2,64-2,65 г/см³. Емкость поглощения в пахотном слое (0-30см) составляет 25,2-28,2 мг·экв/100 г. В составе почвенно-поглощающего комплекса преобладает кальций – 19,8-23,3 мг·экв /100 г, рН водной вытяжки в слое 0-30 см равна 6,5-7,1.

Зона лесостепи расположена в центральной части Сибирского Прииртышья. Климат зоны континентальный. Основные признаки температурного режима: суровая холодная зима, теплое, зачастую жаркое, непродолжительное лето, короткие весна и осень, короткий безморозный период, резкие колебания температуры от месяца к месяцу, от одного дня к другому и даже в течение суток. Среднемесячная температура июля – в пределах 19 – 20 °С, января – 16 – 22 °С. Летом температура достигает 40 °С и более, морозы зимой – 40 – 50 °С. Сумма эффективных температур – 2000 – 2100 °С. Безморозный период – 110 – 120 дней. Возвраты холодов возможны в конце мая, а осенние заморозки вероятны уже в начале сентября. Период вегетации в лесостепи составляет 160 – 165 дней. Период активной вегетации – 125 – 130 дней [Агроклиматические ресурсы Омской области, 1971; Зыкин В.А. и др., 2000].

Влага – один из основных факторов нормальной жизнедеятельности растений. Для зоны южной лесостепи характерно неустойчивое и неравномерное распределение осадков в течение периода вегетации. По многолетним данным,

максимальное количество осадков приходится на июль. Годы с ранневесенней засухой часто сменяются годами с достаточным количеством влаги в период вегетации. В среднем за год выпадает 300 – 350 мм осадков, среднемноголетнее количество осадков за вегетационный период – 184 мм (в пределах 165 – 210 мм). Однако у показателей реальной погоды значительные отклонения от среднемноголетних значений. При этом соотношение типов погод (норма, ниже нормы, выше нормы) значительно колеблется. Так, среднемноголетняя норма в условиях южной лесостепи за июнь бывает в 42 % лет, в 22 % лет она меньше нормы и лишь в 36 % больше. Такие же закономерности выявлены и в целом по летним осадкам. У периода май – август различная влагообеспеченность по годам: сухие – 20 %, влажные – 13,3 %. Довольно частое явление для условий южной лесостепи – почвенная и атмосферная засуха, которая проявляется как ранней весной, так и в июне. Ранневесенняя засуха сопровождается низкой температурой и низкой влажностью воздуха, а июньская – повышенной температурой и также низкой влажностью воздуха. Относительная влажность воздуха составляет за летний период 65 %. Наименьшая влажность воздуха приходится на май, а наибольшая – на август. ГТК (гидротермический коэффициент) за вегетационный период равен 1,0. Индекс аридности составляет от 19,0 до 30,5, за год в целом – 36,4 [Агроклиматические ресурсы Омской области, 1971; Зыкин В.А. и др., 2000].

Снежный покров колеблется в пределах 20 – 25 см. Запасы продуктивной влаги в почве на начало активной вегетации в зоне составляют в среднем 90 – 120 мм, или 60 – 70 % наименьшей полевой влагоёмкости, свидетельствуя о недостаточности влагозапасов. Запасы продуктивной влаги осенью колеблются от 50 до 60 мм [Агроклиматические ресурсы Омской области., 1971; Зыкин В.А. и др., 2000].

Отрицательное влияние оказывает не только дефицит влаги, но и ее избыток. В частности, он обуславливает полегание растений, прорастание зерна на корню. Потери от них достигают 25 – 60 % урожая. К другим внешним погодным

факторам, отрицательно воздействующим на растение, следует отнести ливневые дожди, град, неравномерность выпадения осадков в летний период.

Таким образом, учитывая сложные агроклиматические условия зоны, к сортам предъявляются высокие требования. Они должны сочетать высокую урожайность, засухоустойчивость и устойчивость к болезням, быть достаточно скороспелыми.

2.2. Погодные условия в годы проведения опытов (2003–2017 гг.)

Гидротермические условия в годы проведения исследований (2003–2017) были разнообразными.

Для оценки степени увлажнения и засушливости вегетационного периода широкое применение получил индекс Г.Т. Селянинова [Селянинов Г.Т, 1937], который вычисляется по формуле

$$ГТК = 10 \sum P / \sum T \geq 10.$$

где $\sum P$ – сумма осадков (мм) и $\sum T$ – сумма среднесуточных температур ($^{\circ}\text{C}$) за период с $T \geq 10^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1 – Влагообеспеченность в годы исследований

Год	Значение ГТК	Характер влагообеспеченности
2003	1,24	Оптимальная влагообеспеченность
2004	0,94	Недостаточная влагообеспеченность
2005	1,18	Оптимальная влагообеспеченность
2008	0,92	Недостаточная влагообеспеченность
2009	2,13	Избыточная влагообеспеченность
2010	0,58	Средняя засуха
2011	0,94	Недостаточная влагообеспеченность
2012	0,61	Средняя засуха
2013	1,08	Недостаточная влагообеспеченность
2014	0,61	Слабая засуха
2015	1,07	Недостаточная влагообеспеченность
2016	0,99	Недостаточная влагообеспеченность
2017	0,86	Недостаточная влагообеспеченность

Агроклиматические исследования Г.Т. Селянинова, изучающего зависимость урожайности яровой пшеницы от гидротермического коэффициента, показали, что максимальному урожаю соответствует ГТК, равный 1,2. При ГТК < 1,2 урожаи снижаются из-за развития засушливых явлений, а при ГТК > 1,2 урожаи уменьшаются от переувлажнения [Селянинова, 1937].

Особенно аномальными были вегетационные периоды 2012–2014 гг., отрицательно повлияв на урожайность сортов (таблица 1, рисунок 2).

Из таблицы 1 видно, что наиболее благоприятными по влагообеспеченности годами были 2003-й и 2005-й, ГТК составил соответственно 1,24 и 1,18. В 2009 году наблюдалась избыточная влагообеспеченность. 7 лет в 2004, 2008, 2011, 2013, 2015 – 2017 гг. – недостаточная. Наименее благоприятными по влагообеспеченности были условия 2010, 2012 и 2014 годов, когда отмечалась средняя и слабая засуха.

Средняя температура мая 2003 года 15,4 °С, что на 3,4 °С выше среднемноголетней нормы. Осадков выпало 18 мм, почти в два раза ниже нормы. В июне средняя температура была 17,7 °С, в пределах нормы. Осадков выпало 44 мм (на 9 мм ниже среднемноголетнего показателя). Июль характеризовался немного более прохладной (17,7 °С, вместо 19,4 °С) погодой с более чем двукратным превышением количества осадков (138 и 67 мм соответственно). Август был более теплым (средняя температура 19,2 – среднемноголетняя – 16,4). Осадков выпало на 20 мм больше нормы. В целом 2003 год оказался более теплым и влажным по сравнению с многолетними показателями.

Май 2004 года был на 3,6 °С (15,6 °С и 12,0 °С соответственно) теплее среднемноголетних показателей, осадков выпало на 10 мм меньше нормы (24 и 34 мм). Июнь был лишь на 1,1 °С теплее, а осадков выпало на 11 мм больше нормы (53 и 64 мм соответственно). В июле температура воздуха была на уровне среднемноголетней (20 °С и 19,4 °С), а осадков выпало в два раза меньше нормы (32 и 67 мм соответственно). В августе наблюдалась похожая картина – нормальная температура (16,1 °С и 16,4 °С соответственно) и двукратный недобор

осадков (28 мм и 53 мм) соответственно. 2004 год был более жарким и сухим, чем в среднем.

В мае 2005 года наблюдалась нормальная температура в сравнении со среднемноголетней (13,4 °С и 14 °С соответственно), осадков выпало на 5 мм больше. Июнь был на 2,1 °С теплее, чем в среднем, количество осадков более чем в два раза превысило среднемноголетние показатели (109 и 53 мм соответственно). Температура июля соответствовала среднемноголетним показателям (19,5 °С и 19,4 °С соответственно). Осадков выпало нормальное количество (67 мм). Август характеризовался нормальной температурой, лишь на 0,4 °С превысившей многолетнюю, и недобором осадков на 14 мм (39 и 53 мм соответственно). В целом вегетационный период данного года можно охарактеризовать как близкий к среднемноголетним данным по температуре, но со значительно большим количеством осадков.

Температура мая 2008 года превысила уровень многолетней на 1 °С (13,0 °С и 12,0 °С соответственно). Осадков выпало на 6 мм больше нормы (20 и 14 мм соответственно). Июнь по температурному режиму равен средним показателям (17,6 °С), с недобором осадков на 19 мм (34 и 53 мм соответственно). В июле и августе наблюдалась более теплая и сухая погода. Вегетационный период 2008 года немного более жаркий и значительно более сухой, чем в среднем.

Средняя температура мая 2009 года на 0,5 °С превысила средние показатели (12,5 °С и 12,0 °С соответственно). Осадков выпало на 4 мм больше (37 и 34 мм соответственно). В июне было на 1 °С прохладнее (16,7 °С и 17,7 °С соответственно), осадков выпало на 7 мм больше (60 и 53 мм). В июле температура воздуха была на 1,2 °С ниже, осадков выпало в 2,5 раза больше нормы – 163 мм. Для августа характерна нормальная температура и почти трехкратное количество осадков по сравнению со среднемноголетними показателями – 144 мм. Условия вегетационного периода 2009 года были немного более прохладными по сравнению со среднемноголетними показателями, при количестве осадков почти в два раза выше нормы.

В мае 2010 года температура воздуха была на 1 °С ниже среднегодовой – 13 °С, осадков выпало на 7 мм меньше нормы – 27 мм. Июнь был более теплым и сухим, температура воздуха превысила среднегодовую на 0,9 °С, осадков выпало 44 мм (на 9 мм ниже нормы). Июль был более прохладным – на 2,2 °С ниже среднегодовой, значительно более сухим, осадков выпало на 47 мм меньше нормы. Температура августа была на 2,2 °С выше нормы и составила 18,6 °С, наблюдался недостаток осадков в 31 мм. Вегетационный период 2010 года можно охарактеризовать как типичный по температурному режиму с резким недостатком осадков.

Температурный режим мая 2011 года был идентичен среднегодовому, воздух прогревался до 11,9 °С. Осадков выпало на 11 мм меньше нормы. Июнь был более жарким, температура воздуха превышала среднегодовые показатели на 1,6 °С. Как и в мае, наблюдался недостаток осадков на 16 мм. В июле средняя температура воздуха составила 17,9 °С, что на 1,5 °С меньше нормы. Количество осадков было на 12 мм больше нормы, составив 79 мм. Август был на 1 °С более прохладным и более влажным, чем в среднем. В целом условия года по температурному режиму были идентичными среднегодовым и менее влагообеспеченными.

Погодные условия мая 2012 года по температурному режиму соответствовали среднегодовым показателям. Средняя температура месяца была 12,1 °С. Количество осадков на 4 мм превысило средние показатели и составило 38 мм. В целом условия для проведения посевных работ сложились благоприятные. Июнь был более жарким и менее влагообеспеченным, чем в среднем. Средняя температура воздуха составила 20,5 °С, что на 2,8 °С больше среднегодовой, количество осадков было 47 мм (на 6 мм меньше, чем в среднем). Погода в июле также была более жаркой – 22,8 °С, на 3,4 °С больше средней, и острожасушливой: осадков выпало всего 8 мм, что на 59 мм меньше нормы. Температура августа была на 1,5 °С выше средней, составив 17,9 °С, также наблюдался недостаток осадков на 4 мм. В целом вегетационный период 2012

года был более теплым и значительно менее влажным по сравнению со среднегодовыми показателями.

Май 2013 года был прохладнее средних значений на 1,8 °С, температура составила 10,2 °С. Осадков выпало на 11 мм больше нормы. В июне температура также была ниже средней на 3,7 °С, месяц характеризовался резким недобором осадков: выпало лишь 13 мм, что на 40 мм ниже нормы. Июль по температуре воздуха был близок к средним значениям – 19,0 °С, со значительно большим количеством осадков – 99 мм (на 32 мм больше нормы). В августе наблюдалась немного более теплая погода с превышением среднегодовой на 0,7 °С, (17,1 °С). Осадков выпало на 7 мм больше нормы – 60 мм. В целом вегетационный период 2013 года был довольно благоприятным, немного более прохладным и влажным, чем в среднем.

Май 2014 года был немного более теплым и сухим, с температурой воздуха выше на 0,6 °С (12,6 °С). Осадков выпало 21 мм (на 13 мм меньше нормы). Июнь также был более теплым и засушливым. Средняя температура месяца 18,2 °С, что на 0,5 °С выше средних показателей. Осадков выпало в 3,5 раза меньше нормы – 15 мм. Июль был значительно прохладнее, чем в среднем, с температурой воздуха 16,5 °С, (на 2,9 °С ниже среднегодовой). Влаги в июле также было на 21 мм меньше, чем в среднем. Август – более жаркий и сухой, чем в среднем за годы наблюдений, его температура составила 19,2 °С, превысив среднегодовые показатели на 2,8 °С. Недобор осадков, которых выпало 43 мм, составил 10 мм. В целом вегетационный период 2014 года был немного прохладнее и значительно суше, чем в среднем за годы наблюдений.

Температура мая 2015 года составила 13,9 °С (на 1,9 °С выше средней). Количество осадков, выпавших в мае – 44 мм; на 10 мм больше среднего значения. Июнь был на 2,3 °С более теплым, со средней температурой 20,0 °С. Месяц был более увлажненным, осадков выпало 59 мм (на 6 мм выше нормы). Июль был на 0,9 °С прохладнее, средняя температура месяца 18,5 °С. Наблюдался значительный недобор осадков - 13 мм, выпало 54 мм вместо 67 мм. Август также более прохладный и более влажный. Средняя температура воздуха 15,5 °С, что на

0,9 °C меньше среднемноголетней, количество осадков превысило норму на 16 мм и составило 69 мм. В целом условия вегетационного периода были благоприятными для развития растений, температура воздуха близка к среднемноголетним значениям, осадков выпало на 6 % больше нормы.

В 2016 году май был на 0,6 °C более теплым, чем в среднем, с температурой воздуха 12,6 °C. Май был острозасушливым, количество осадков за месяц составило всего 5 мм, при среднем – 34 мм. Июнь – на 0,5 °C теплее, чем в среднем, с температурой воздуха 18,2 °C, осадков выпало почти в два раза больше нормы: 96 мм при норме 53 мм. В июле температура воздуха была близка к среднемноголетней – 19,8 °C, количество осадков превысило норму на 43 мм. В августе стояла очень жаркая погода: средняя температура воздуха 22 °C (на 5,6 °C выше среднемноголетней) и сухая погода: осадков выпало всего 16 мм при норме 53 мм. В целом условия вегетационного периода более жаркие и значительно более влажные по сравнению со среднемноголетними данными.

Погода мая 2017 года была более теплой и сухой, чем среднемноголетняя. Температура воздуха выше средней на 1 °C, (13,0 °C), количество осадков – 26 мм – на 8 мм меньше нормы. В июне температура воздуха была на 1,9 °C выше средней и составила 19,6 °C, осадков выпало на 22 мм меньше нормы – 31 мм. В июле погода была более прохладной по сравнению с многолетней – 18,5 °C и 19,4 °C соответственно. Осадков выпало на 3 мм больше нормы – 70 мм. Август был на 1,7 °C теплее, чем в среднем, с температурой 18,1 °C, сухим, осадков выпало всего 14 мм при норме 53 мм. В целом условия вегетационного периода 2017 года были более жаркими и засушливыми по сравнению со среднемноголетними.

Погодные условия в годы проведения исследований отличались большим разнообразием, это позволило наиболее полно оценить изучаемый материал и достичь поставленных в исследовании целей.

2.3. Исходный материал

Экспериментальная часть работы по оценке сортов питомника КАСИБ – 4 выполнена с 2003 по 2005 г. на большом опытном поле ОмГАУ. Объектом наших исследований являлись 53 сорта яровой мягкой пшеницы, созданные в 14 различных селекционных учреждениях Сибири и Северного Казахстана (Казахстанско-Сибирский питомник яровой мягкой пшеницы – КАСИБ-ЯМП). Их изучение проводится одновременно в различных селекционных учреждениях (экологическое испытание) по программе сотрудничества в рамках Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы. В 1997 году СИММИТ совместно с Национальным академическим центром аграрных исследований (НАЦАИ) впервые провёл совещание в Шортанды по яровой пшенице, где были определены приоритеты сотрудничества в регионе.

Материал, полученный через КАСИБ, без письменного разрешения авторов сортов может быть использован в скрещиваниях, проведении оценки и опытах. Письменное разрешение требуется для отбора внутри материала, размножения и передачи в ГСИ, получения коммерческих гибридов, соматклонов, мутаций, трансгенных растений, а также использования в качестве рекуррентного родителя. Результаты изучения Казахстанско-Сибирского питомника ежегодно публикуются в международном сборнике «Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству».

В 2003–2005 году нами был изучен материал четвертого КАСИБа. В качестве стандартов высевались три сорта местной селекции: Памяти Азиева (среднеранний), Омская 29 (среднеспелый) и Омская 18 (среднепоздний). Стандарты располагали через каждые 19 номеров.

Памяти Азиева – Сорт яровой мягкой пшеницы селекции Сибирского НИИСХ. Родословная: гибридизация (Саратовская 29 х Лютесценс 99 80). Разновидность – лютесценс. Испытывался три года на сортоучастках 2–3-й зон области. Средняя урожайность сорта за годы испытания по паровому предшественнику во 2-й зоне составила 30,3 – 40,3 ц/га, по 3-й зоне – 18,8 –

33,7 ц/га и по 4-й – 11,7 – 25,0 ц/га. Максимальная урожайность 52,2 ц/га получена в 1997 году на Большереченском ГСУ. Сорт среднеранний. Устойчив к полеганию. Масса 1000 зерен 34,5–39,2 г. Хлебопекарные качества отличные. Включен в список сильных пшениц. Слабо восприимчив к пыльной головне и мучнистой росе. Рекомендован для возделывания по области с 2000 года.

Омская 29 – Сорт выведен в Сибирском НИИСХ путем скрещивания Лютесценс 99/80-1 с Лютесценс 99/80-1. Разновидность – лютесценс. Сорт среднеспелый. Вегетационный период колеблется от 79 до 96 дней. Слабо восприимчив к пыльной головне. К бурой ржавчине и мучнистой росе восприимчив, хотя в естественных условиях бурой ржавчиной поражался слабо. Хлебопекарные качества отличные, включен в список сильных пшениц. Районирован с 1999 года, рекомендован для возделывания в Горьковском и Нижнеомском районах северной лесостепной и южной лесостепной зонах Омской области.

Омская 18 – Сорт выведен в Сибирском НИИСХ методом гибридизации (Омская 11 х Гейнес) с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции второго поколения. Разновидность – лютесценс. Сорт среднепоздний, вегетационный период колеблется от 83 до 98 дней. Устойчивость к полеганию высокая, засухоустойчивость средняя. Склонен к осыпанию. Хлебопекарные качества хорошие. Включен в список сильных пшениц. К пыльной головне сорт восприимчив выше среднего. Бурой и стеблевой ржавчиной поражается от средней до сильной степени. Районирован в степной и южной лесостепной зонах Омской области с 1991 года [Рутц, 2009].

Перечень сортов КАСИБа представлен в приложении 1.

В 4-й КАСИБ каждым из учреждений, участвовавшим в формировании питомника, передано от 2 (Челябинский НИИСХ) до 5 (СибНИИРС) сортов. Из 53 изучаемых сортов 13 имеют разновидность эритроспермум, 38 – лютесценс, 2 – мильтурум. В питомнике были представлены как реестровые, так и сорта, находящиеся в государственном сортоиспытании.

Наиболее высокоурожайные и устойчивые к болезням сорта питомника, адаптивные, выделенные по ценным хозяйственным признакам, были переданы в СИММИТ для гибридизации в качестве исходного материала и дальнейшего изучения с помощью челночной селекции. Линии, созданные на основе сортов питомника КАСИБ, были отобраны методами стандартного селекционного процесса и лучшие из них доведены до конкурсного сортоиспытания, где проводили их изучение в течение трех лет (2015–2017) (табл.2). Оценка сортов в конкурсном сортоиспытании проводилась на большом опытном поле ОмГАУ.

Таблица 2 – Родословная сортов, созданных на основе образцов КАСИБ 4 и материала СИММИТ в КСИ, 2015–2017 гг.

№ п/п	Сорт	Родословная
1	Памяти Азиева st	
2	Эритроспермум 53-15	Duet/5/ LUTESCENS 70/2*PASTOR/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR/4/LUTESCENS 210.99.10
3	Лютесценс 135-15	LUTESCENS 30-94*2/3/KA/NAC//TRCH
4	Лютесценс 136-15	LUTESCENS 30-94*2/3/KA/NAC//TRCH
5	Лютесценс 24-12	SONATA*2/5/CHEN/AE.SQ//2*WEAVER/3/BAV92/4/JARU
6	Дуэт st	
7	Лютесценс 27-12	LUTESCENS 30-94*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR
8	Лютесценс 105-15	LUTESCENS-13/3/AZ/MUU//LUTESCENS 30-94
9	Лютесценс 88-14	UDACHA/4/YANG87-142//SHA4/CHIL/3/TNMU/5/SONATA
10	Лютесценс 23-12	LONG91-1211/PASTOR/3/EMB16/CBRD//CBRD/4/TERTSIYA
11	Лютесценс 87-13	LUTESCENS 30-94*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR
12	Лютесценс 88-13	LUTESCENS 30-94*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR
13	Лютесценс 70-13	LUTESCENS 30-94*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR
14	Лютесценс 123-13	BARRIE//JNRB.5/PIFED/3/FORA
15	Лютесценс 90-12	Терция х Нива 2
16	Лютесценс 25-14	Лютесценс 444 х Голубковская
17	Эритроспермум 88-12	Лют. 444 х Эритр.59
18	Элемент 22 st	Эритроспермум 33-97 х Дуэт

CHEL'YABA YUBILEINAYA – Оригинатор – ФГБНУ Челябинский НИИСХ. Сорт создан путем многократного отбора из гибридной популяции от скрещивания Эритроспермум 59 х Терция. Высокоурожайный. Сорт Челябин

юбилейная имеет высокую устойчивость к недостатку влаги, зерно практически не прорастает на корню. Испытание его на фонах искусственного заражения болезнями показало, что он утратил иммунитет к бурой ржавчине в 2015 году, слабо поражается пыльной и твердой головней.

LUTESCENS 30-94 – Линия яровой мягкой пшеницы селекции Павлодарского НИИСХ, по урожайности и комплексу хозяйственно-ценных признаков – наряду с сортом DUET, один из лучших образцов КАСИБа 4.

LUTESCENS 210.99.10 – Высокоурожайная линии яровой мягкой пшеницы селекции СибНИИСХ.

DUET – Засухоустойчивый, высокопродуктивный сорт совместной селекции ЧНИИСХ и ОмГАУ, стандарт в группе среднеспелых сортов, до настоящего времени имеет горизонтальную устойчивость к бурой ржавчине, по качеству зерна относится к группе ценных сортов.

UDACHA – Высокопродуктивный среднеспелый сорт селекции СибНИИРС, с генами устойчивости к бурой ржавчине Lr9 и мучнистой росе Pm4b.

PASTOR – мексиканский сорт яровой мягкой пшеницы, устойчивый к засухе, содержит в родословной краснодарский сорт Аврора, содержащий пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL. Короткое плечо хромосомы ржи 1RS, входящее в состав транслокации, несет гены, отвечающие за устойчивость пшеницы к грибным болезням: бурой ржавчине (Lr 26), стеблевой ржавчине (Sr 31), желтой ржавчине (Yr 9) и мучнистой росе (Pm 9).

KAZAKHSTANSKAYA-25 – Яровая мягкая пшеница степного агроэко типа селекции Казахского НИИ земледелия и растениеводства.

OMSKAYA 37 – Сорт среднепозднего типа селекции СибНИИСХ. В геноме сорта Омская 37 также выявлена пшенично-ржаная транслокация 1RS.1BL. Устойчив к полеганию. К засухе устойчивость средняя. Хлебопекарные качества отличные. Сильная пшеница. Бурой ржавчиной поражается в незначительной степени; отличается довольно высокой устойчивостью к мучнистой росе; однако

поражается пыльной и твердой головней. Отличался устойчивостью к стеблевой ржавчине.

FORA – Сорт селекции Курганского НИИСХ. Один из самых скороспелых сортов региона, за счет очень раннего созревания уходит от поражения болезнями. Благодаря короткостебельности устойчив к полеганию. У сорта FORA превосходное качество хлеба, может быть использован для улучшения качества муки в смеси с другими сортами. Наиболее подходит для ранних дат посева.

MILAN – Мексиканский сорт яровой мягкой пшеницы, созданный на основе материала СИММИТ, устойчив к стеблевой ржавчине (раса Ug 99).

ATTILA – Оригинатор СИММИТ, сорт рекомендован для западных районов США, содержит гены устойчивости Sr31, Lr26; Lr46; Yr9; Yr27; Yr27, Yr29.

WEAVER – Засухоустойчивый сорт яровой мягкой пшеницы, оригинатор – СИММИТ.

CBRD – мексиканская засухоустойчивая линия яровой мягкой пшеницы.

2.4. Методика проведения исследований

Посев, селекционные оценки и наблюдения в питомнике проводились в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания с.-х. культур [Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1989] и с учетом принятой программы Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы.

Площадь делянки – 3 м², норма высева – 500 всхожих зёрен на 1 м². Сроки сева, рекомендуемые для зоны - 20 – 30 мая. Глубина посева – 4 – 5 см. Предшественник – чистый пар. Повторность трёхкратная, расположение делянок систематическое. Перед посевом семена закладывались на всхожесть. Весовая норма высева рассчитывалась с учётом массы 1000 зёрен, чистоты и всхожести семян. Посев сеялкой ССФК-7. В течение вегетации проводились фенологические наблюдения, оценка устойчивости к болезням и полеганию. Оценка типа поражения бурой ржавчиной (в баллах) проводилась по шкале

Майнса – Джексона, а степени поражения (в процентах) по шкале Петерсона. Оценка устойчивости к мучнистой росе – по шкале Прескота – Саери (в баллах) [Радченко, 2011]. Уборка – комбайном Сампо-130 в фазу полной спелости зерна. Перед ней отдельно убирали пробные снопы для анализа структуры урожая. Площадь учётных площадок – 1 м². В лабораторных условиях был проведен учёт урожая с единицы площади путем взвешивания зерна каждого сорта. После определения влажности с помощью электровлагомера сделан пересчёт урожая на стандартную влажность (14 %). Анализ пробных снопов проведен по основным элементам структуры урожая: высоте растений, продуктивной кустистости, массе зерна с колоса и его озернённости и др.

Экспериментальные данные статистически обработаны по методике, изложенной в пособии Б.А. Доспехова [Доспехов, 1985] с помощью программ Microsoft Office 2010, SNEDECOR и Statistica 6.

Оценку модификационной изменчивости количественных признаков сортов питомника КАСИБ проводили по классификации Ю.Л. Гужова [Гужов, 1975], согласно ей уровень варьирования можно подразделить на девять ступеней и считать его незначительным, когда коэффициент изменчивости не превышает 8%, умеренно слабым (8,1 – 10,0 %); ниже среднего (10,1 – 12,0 %); средним (12,1 – 18,0 %); выше среднего (18,1 – 20,0 %); умеренно высоким (20,1 – 24,0 %); высоким (24,1 – 36,0 %); очень высоким (больше 36,1 %) и высоким при асимметричном распределении значения признака (больше 50 %).

Оценка коэффициентов фенотипической корреляции в наших опытах проведена по классификации: при $r < 0,3$ связь является слабой; при $0,3 < r < 0,5$ – умеренной; при $0,5 < r < 0,7$ – значительной; при $0,7 < r < 0,9$ – сильной; при $r > 0,9$ – очень сильной, близкой к функциональной [Драгавцев, 1984, Любищев, 1986].

Также проведен расчет экологической пластичности по S.A. Eberhart, W.A. Russell [Eberhart S.A., Russell W.A., 1966]. Метод S.A. Eberhart, W.A. Russell основан на расчете двух параметров: коэффициента линейной регрессии и

дисперсии, которая относительно регрессии характеризует стабильность сорта в различных условиях среды.

В основу метода такой оценки положено предположение о корректности линейной регрессии в отношении формы отклика генотипов на экологические условия. Тогда сам коэффициент регрессии может служить мерой степени реакции генотипа на изменение условий среды, т.е. оценки закономерного компонента фенотипической изменчивости признаков генотипа при изменении условий среды. Таким образом, коэффициент регрессии в этом случае дает оценку пластичности в генетическом смысле, т.е. показателя стабильности реализации фенотипических значений признака в разных условиях среды. Если же вся фенотипическая изменчивость генотипа вызвана в различных условиях окружающей среды только линейным откликом и отклонения от линии регрессии равны случайным, то коэффициент регрессии оценивает пластичность и стабильность в широком смысле. Но изменчивость признаков в разных условиях обладает более сложной формой, чем линейная, однако, как показывает ковариационный анализ, эти отклонения от линейной регрессии не носят закономерного характера. Следовательно, линейная модель регрессии генотипа на индексы условий среды признается адекватной. Достоверным отличием от дисперсии остатка дисперсии генотипа, вызванной специфической реакцией генотипа на условия среды, служит оценка относительной стабильности генотипа. Этот показатель и рекомендован как величина стабильности [Зыкин, 2008], он дополняет оценку пластичности в узком и широком смысле.

Коэффициент линейной регрессии урожаев сортов показывает их реакцию на изменения условий выращивания. Он принимает значения больше и меньше 1, а также может быть равным 1. Чем выше числовое значение коэффициента, тем большей отзывчивостью обладает данный сорт, чем в среднем весь набор сортов, это особенно характерно для сортов интенсивного типа. Если коэффициент меньше 1, то сорт реагирует слабее на изменение условий, чем в среднем весь набор изучаемых сортов.

Кластерный анализ отбора образцов по комплексу хозяйственно-ценных признаков определяли по методу Варда с использованием компьютерной программы «Statistica 6». В качестве меры сходства использовали евклидово расстояние.

В кластерном анализе сортов питомника КАСИБ-4 в основу группировок были включены 13 признаков: высота растений, число растений, общее число стеблей, общая кустистость, число продуктивных стеблей, продуктивная кустистость, число колосков в колосе, число зерен в колосе, масса зерна главного колоса, длина колоса, масса 1000 зерен, коэффициент хозяйственной продуктивности фотосинтеза.

Для проведения кластерного анализа сортов конкурсного сортоиспытания, созданных на основе КАСИБа-4, использовали 19 признаков, такие как высота растений, число растений, общее число стеблей, число продуктивных стеблей, число колосков в колосе, число зерен в колосе, масса зерна с колоса, длина колоса, масса колоса, продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, коэффициент хозяйственной продуктивности фотосинтеза, содержание протеина и клейковины, урожайность, поражение стеблевой и бурой ржавчиной, продолжительность вегетационного периода.

Сорта в конкурсном сортоиспытании оценивали по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Площадь делянок в конкурсном сортоиспытании четырехкратная, площадь делянок 25 м². Предшественником является чистый пар. Оценки на устойчивость к болезням проводили по международной шкале. Стеблевая ржавчина (тип устойчивости) определялась как R (Resistance – высокая устойчивость) – поражение 5 – 10 %; MR (Moderately resistance – средняя устойчивость) – 1 – 2 балла (поражение 10 – 25 %); MS (Moderately susceptible – средняя восприимчивость) – 3 балла (поражение 40 – 50 %); S (Susceptible – восприимчивость) – 4 балла (поражение более 60 %) по шкале Кобб, которая принята к использованию всеми участниками программы КАСИБ [Койшибаев М. и др., 2014].

Удобрения и средства защиты растений в опытах не применялись.

В лаборатории молекулярной генетики и цитогенетики растений ИЦИГ СО РАН в 2016 г. под руководством ведущего научного сотрудника, доктора биологических наук Е.А. Салиной проведена работа по фенотипированию, идентификации генов устойчивости к болезням ДНК-маркерами синтетиков яровой пшеницы, полученных путем скрещивания тетраплоидной *Triticum turgidum* и диплоидного дикого эгилопса (*Aegilops tauschii*) и выделены источники хозяйственно-ценных признаков.

Коллективом во главе с ведущим научным сотрудником, кандидатом биологических наук Т.М. Коломиец, по договору 70 от 11 ноября 2016 г. между ФГБНУ ВНИИФ и ФГБОУ ВО Омский ГАУ, была проведена работа по скринингу синтетических линий пшеницы по устойчивости к возбудителям септориоза – *Septoria tritici* и *Stagonospora nodorum* в условиях теплицы.

Пораженность растений *S. nodorum* оценивали через 14 дней после инокуляции, визуально определяя процент пораженной поверхности 1-го и 2-го листа. Тип реакции сорта устанавливали на основании разработанной ранее методики по оценке патогенных свойств изолятов возбудителей септориоза пшеницы (Санина, Анциферова, 1991) как:

R – устойчивый (средняя степень поражения – менее 20%),

I – средневосприимчивый (средняя степень поражения 20 – 50%),

S – сильновосприимчивый (средняя степень поражения – более 50%).

Пораженность растений *S. tritici* оценивали через 20 дней после инокуляции по двум показателям: степени поражения растений и споруляции гриба *in vivo* на основании разработанной ранее методики по оценке патогенных свойств изолятов возбудителей септориоза пшеницы [Санина, Анциферова, 1991].

Качество зерна устанавливали на спектрометре ИнфраЛЮМ ФТ-10 – стационарном лабораторном приборе, который может быстро определить состав и качество зерна пшеницы. Прибор реализует метод БИК-спектроскопии. В основе анализа связь инфракрасного спектра поглощения и состава образца. Местоположение полос в спектре поглощения несет информацию о качественном составе образцов, а интенсивность полос – о концентрации соответствующего

компонента. Для получения данных о количестве исследуемого вещества нужно знать корреляцию между интенсивностью поглощения и концентрацией компонента в образце.

Проведено генотипирование лучших сортов КСИ ДНК-маркерами по 45 селекционно-значимым признакам. Генотипирование выполнено по технологии GWAS в University of Wisconsin-Madison, USA (Madhav Bhatta and al., 2018).

3 Оценка сортов и линий Казахстанско-Сибирского питомника по селекционно-значимым признакам вегетационного периода и компонентам продуктивности растений

Для анализа изучаемого материала оценивались вегетационный период, основные хозяйственные признаки и урожайность, средние значения приведены в таблицах 3,4

Таблица 3 – Признаки вегетационного периода и компоненты продуктивности растений

№ п/п	Образец	Всходы колошение, сут	Всходы- созревание, сут	Высота растения, см	Продуктив- ная кустистость	Число колосков в колосе
1	2	3	4	5	6	7
1	Памяти Азиева	38	81	86,3	1,45	12,6
2	Фора	32	74	65,9	1,88	12,6
3	Новосибирская 15	32	75	77,4	1,41	10,6
4	Омская 34	35	78	82,6	1,45	11,2
5	Актюбинка	38	78	90,2	1,6	11,4
6	Актюбе 32	38	78	92,7	1,74	12,5
7	Иргина	35	78	85,4	1,43	12
8	Ирень	36	79	82,7	1,67	12
9	Красноуфимская 90	37	79	83,3	1,57	11,7
10	Э-757	35	79	79,7	1,45	10,4
11	Э-756	36	80	72,7	1,51	10,8
12	Новосибирская 29	38	80	86,4	1,65	12,5
13	Э-758	36	80	78,5	1,42	11,6
14	Лютесценс 509	39	81	93,9	1,48	11,5
15	Челяба 2	36	82	84,9	1,8	10,6
16	Эритроспермум 760	40	82	87,7	1,61	11,2
17	Степная 1	38	82	92,4	1,67	12,1
18	Чернява 13	38	82	90,9	1,37	12,7
19	№18 (эр)	39	82	82,7	1,76	11,9
20	Омская 29	41	83	88,1	1,52	12,2
21	Ария	39	83	96,8	1,9	12,1
22	Астана	38	83	86,8	1,51	11,3
23	Надежда	40	83	85,6	1,66	11,6
24	Соната	39	84	88,9	1,86	13
25	Сибирская 12	40	84	90	1,48	14,4
26	Голубковская	41	84	98,8	1,91	14,2
27	Удача	37	84	84,5	1,48	12
28	Терция	43	84	100,8	2,08	12,7
29	Лютесценс 13	40	84	98	1,82	13,8
30	Дуэт	40	84	90,2	1,78	12,1
31	Нива 2	40	84	90	1,72	13,4
32	Сибирская 123	43	84	97,9	1,42	13,3
33	Лютесценс 574	39	84	96	1,88	11,6

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
34	Э-746	40	84	75,1	1,75	11,8
35	Омская 18	42	85	98,3	1,69	13,7
36	Байтерек	41	85	94,9	2,02	13,5
37	Шортандинская улучш.	42	85	94,3	1,51	13,7
38	Лютесценс 54	41	85	95,2	1,9	13,7
39	Эритроспермум 78	40	85	88,3	1,76	12,9
40	ГВК 1369-2	42	85	94,8	1,95	13
41	ГВК 1857-9	41	85	93	1,68	13,2
42	Э-59	40	85	85,9	1,69	11,7
43	Эритроспермум 727	42	85	97,7	1,8	12,4
44	Алтайская 50	41	86	93,7	1,77	11,9
45	Омская 35	40	86	86,2	1,76	13,2
46	Лютесценс 148-97-16	43	86	98,3	1,5	15
47	Лютесценс 30-94	42	86	88,1	1,55	12,3
48	ГВК 1860-8	42	86	93,7	1,86	12,2
49	Лютесценс 424	41	87	102,5	1,3	11
50	Лютесценс 29-94	43	87	94,9	1,52	13,2
51	Лютесценс 53-95	43	87	93,2	1,77	13,5
52	Челяба	43	87	86,3	1,77	14,2
53	Чебаркульская	43	87	83,2	1,82	12,7
	Среднее	40	83	89,2	1,7	12,4
	НСР ₀₅			2,04	0,05	0,3

Таблица 4 – Признаки вегетационного периода и компоненты продуктивности растений

№ п/п	Образец	Число зерен в колосе	Масса зерна колоса, г	Масса 1000 зерен, г	К. хоз	Урожайность, т/га
1	2	3	4	5	6	7
1	Памяти Азиева	26,1	1,05	38,0	0,31	2,43
2	Фора	24,1	0,98	36,3	0,28	2,19
3	Новосибирская 15	20,4	0,81	36,7	0,29	1,98
4	Омская 34	24,6	1,03	41,2	0,27	2,86*
5	Актюбинка	25,2	0,94	36,8	0,27	2,08
6	Актюбе 32	28,4	1,02	35,3	0,3	2,12
7	Иргина	22,4	0,95	41,5	0,25	2,15
8	Ирень	24,3	1,01	40,5	0,3	2,21
9	Красноуфимская 90	24,3	0,87	35,3	0,29	2,67*
10	Э-757	22,5	0,91	39,2	0,25	2,63*
11	Э-756	24,5	0,9	36,8	0,26	2,09
12	Новосибирская 29	23,3	1,01	43,5	0,32	2,07
13	Э-758	25	1,04	41,9	0,26	2,06
14	Лютесценс 509	24,4	1,12	45,5	0,33	2,46
15	Челяба 2	24,3	1,05	42,7	0,34	2,68*
16	Эритроспермум 760	25	0,93	36,7	0,28	2,06
17	Степная 1	26	0,92	35,3	0,29	2,4
18	Чернява 13	29,8	1,35	44,2	0,31	2,9*

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
19	№18 (эр)	26,4	1,04	39,5	0,3	2,4
20	Омская 29	27,5	1,1	40,2	0,31	2,19
21	Ария	28,7	1,12	38,5	0,32	3,68*
22	Астана	26,4	0,93	35,0	0,3	2,59*
23	Надежда	26,3	1,07	40,2	0,31	2,5*
24	Соната	27,7	1,21	43,3	0,34	2,93*
25	Сибирская 12	29	1,14	39,1	0,31	2,45*
26	Голубковская	31,8	1,23	38,7	0,33	3,05*
27	Удача	26,2	1,07	40,8	0,28	2,03
28	Терция	24,9	1,02	41,6	0,33	3,67*
29	Лютесценс 13	30,5	1,22	40,3	0,3	3,63
30	Дуэт	29,7	1,28	42,9	0,37	3,17
31	Нива 2	29,3	1,24	42,2	0,34	2,81
32	Сибирская 123	28,5	1,25	44,0	0,28	3,0
33	Лютесценс 574	24,9	1,04	40,9	0,33	2,19
34	Э-746	28,1	1,21	42,3	0,33	2,94
35	Омская 18	30,6	1,14	37,2	0,32	2,45
36	Байтерек	30,3	1,05	34,2	0,31	3,35
37	Шортандинская улучш.	27,5	1,22	43,8	0,28	3,45
38	Лютесценс 54	29,6	1,11	37,3	0,31	3,39
39	Эритроспермум 78	30,3	1,23	40,4	0,35	3,36
40	ГВК 1369-2	28,7	1,21	41,8	0,28	3,07
41	ГВК 1857-9	25,8	1,28	43,6	0,3	2,99
42	Э-59	27,1	1,1	40,5	0,33	3,54
43	Эритроспермум 727	25,3	1,08	42,5	0,31	2,67
44	Алтайская 50	24,3	0,98	39,8	0,28	2,54
45	Омская 35	25,8	1,18	43,5	0,34	3,36
46	Лютесценс 148-97-16	31,5	1,52	47,3	0,26	3,11
47	Лютесценс 30-94	26,3	1,1	41,3	0,33	2,58
48	ГВК 1860-8	30,6	1,09	36,2	0,3	2,94
49	Лютесценс 424	24,4	0,99	36,0	0,27	2,68
50	Лютесценс 29-94	26,6	1,08	40,7	0,34	2,55
51	Лютесценс 53-95	28,5	1,02	36,1	0,34	2,16
52	Челяба	37,7	1,43	38,1	0,31	2,89
53	Чебаркульская	27,5	1,06	38,5	0,33	3,12
	Среднее	27	1,09	40,0	0,31	2,7
	НСР ₀₅	0,81	0,03	0,8	0,01	0,14

3.1 Вегетационный период

Вегетационный период – время от всходов до восковой спелости, состоит из нескольких фаз роста и развития. Каждая фаза влияет на один или несколько элементов продуктивности растений, поэтому, зная их характерные особенности,

потребности растений в определенные фазы, можно успешно влиять на них, снижая вред неблагоприятных условий внешней среды. С этой целью селекционер отмечает наступление основных фаз роста и развития и устанавливает межфазные периоды.

Н.И. Вавилов (1935) писал: «В условиях нашей Северной страны, при континентальном климате, при наличии засух в летние месяцы, вопрос о вегетационном периоде является основным».

Рядом авторов установлено, что для вегетационного периода характерно широкое варьирование в зависимости от генотипа и условий вегетации [Леонтьев, Шаманин, Пьянов, 1987; Калашник, Молин, 1974].

Во многих работах указывается, что для вегетационного периода характерен исключительно широкий спектр изменчивости в зависимости от генотипа и условий вегетации.

В условиях континентального климата Западной Сибири, с частыми засухами в летний период, необходимы сорта с разным ритмом развития. Поиск форм, более адаптивных к конкретным условиям среды, расширение полиморфизма по длине вегетационного периода имеют важное значение в селекции яровой пшеницы.

Продолжительность межфазных периодов у линий и сортов коллекции представлена в приложении 2. Наименьшая продолжительность периода всходы-колошение в 2003 г. была отмечена у сортов Форс и Новосибирская 15 (32 суток), что на 4 суток меньше, чем у стандарта Памяти Азиева. Также более ранним вступлением в фазу кущения отличились линии Эритроспермум 757, Эритроспермум 756 (33 и 35 суток соответственно) и сорт Иргина (34 суток).

Более позднее колошение, чем у стандарта Омская 18, в 2003 году наблюдалось у 11 сортов. Шесть из них превысили стандарт по длине данного периода на один день (41 сутки), а наибольшую продолжительность периода всходы-колошение имели линии ГВК 1857-9, ГВК 1860-8, Лютесценс 148-97-16 (43 суток).

Продолжительность периода всходы-созревание в 2003 году варьировала от 72 суток у сорта Новосибирская 15 до 84 суток у линий ГВК 1857-9 и ГВК 1860-8.

В 2004 году отличия сортов и линий с коротким периодом всходы-колошение от среднераннего стандарта Памяти Азиева были более значительными по сравнению с 2003 годом. Так, у сорта Новосибирская 15 данный период составил 31 сутки, сорта Форс – 33 суток, сортов Иргина и Эритроспермум 758 – 34 суток, в то время как у стандарта – 38 суток. У среднеспелых сортов фаза колошения наступила в среднем на 39 – 41-й день после появления всходов.

В группе среднепоздних сортов в 2004 году наблюдалось единообразие периода всходы-колошение. Его продолжительность у стандарта Омская 18 составила 43 суток. Такая же продолжительность наблюдалась еще у девяти сортов.

У стандарта Памяти Азиева созревание в 2005 году наступило на 83-й день. Наименьшая длина данного периода наблюдалась у сортов Форс и Новосибирская 15 (74 и 76 суток соответственно). В группе среднеспелых сортов сорта и линии созрели на 85-86 день. У среднепозднего стандарта Омская 18 продолжительность данного периода 88 суток, а наибольшая длина – 90 суток отмечена у сорта Сибирская 123.

В 2005 году продолжительность периода всходы-колошение варьировала от 32 суток у сорта Новосибирская 15 до 45 суток у сорта Сибирская 123.

Созревание наступило на 76-й день у сорта Форс. Самый длинный период наблюдался у 6 сортов и составил 91 сутки, что на 1 сутки больше, чем у стандарта Омская 18.

В среднем самый короткий период от всходов до колошения у сортов Казахстанско-Сибирского питомника наблюдался в 2003 году – 38 суток, что на одни и двое суток короче, чем в 2004 и 2005 годах соответственно. Это связано, по-видимому, с неблагоприятными условиями в начале вегетационного периода: повышенной, по сравнению со средней многолетней, температурой и значительным недобором осадков.

Еще более значительны различия по длине периода всходы-созревание. В 2003 году его продолжительность – 79 суток, это меньше на 5 суток, чем в 2004 году, и на 6,4 суток – чем в 2005 году.

В среднем за три года 19 сортов можно отнести к среднеранней, 15 – к среднеспелой и 19 – к среднепоздней группам спелости. В селекции на скороспелость рекомендуется использовать сорта Фора и Новосибирская 15, созревающие раньше стандарта Памяти Азиева на 7 и 6 суток соответственно. Остальные сорта коллекции были примерно равны по вегетационному периоду соответствующим стандартам.

3.2 Высота растений

Высота растений является одним из основных признаков, обуславливающих устойчивость пшеницы к полеганию. Однако длина ее стебля должна быть оптимальной, так как короткостебельные формы в условиях Западной Сибири не приспособлены к континентальным условиям и страдают от засухи.

Укорочение стебля связано также с негативными явлениями, среди которых наиболее важны физиологические. Поскольку укорочение стебля достигается не уменьшением числа междоузлий, а сокращением их длины, число листьев у короткостебельных форм такое же, как и у высокостебельных. При высоких показателях кустистости данный факт приводит к скученности листьев, их сильному взаимному затенению, отрицательно сказываясь на фотосинтезе, благоприятствуя развитию болезней. Вторым недостатком короткостебельных сортов — слабое развитие корневой системы, ее поверхностное залегание в почве. Наконец, у карликовых форм мала длина coleoptile, они требуют мелкой заделки семян, в свою очередь это понижает полевую всхожесть [Коваль, 2001; Шаманин, 1999; Крупнов, 1998; Кумаков, 1977; Лобачёв, 1984; Лихенко, 1990; Шаманин, 1990].

Мы изучили высоту растений и её изменчивость в разные по влагообеспеченности годы у образцов коллекции, сравнивая со стандартами.

Результаты анализа высоты растений представлены в приложении 4. Из таблицы видно, что в 2003 году высота растений у сортов и линий коллекции варьировала от 54,3 см у сорта Фора до 87,7 см у линии Эритроспермум 727. Среди среднеранних только у сорта Фора достоверно меньшая высота, чем стандарта Памяти Азиева (70,7 см). Остальные сорта среднеранней группы существенно не отличались от стандарта. В группе среднеспелых сортов также не наблюдалось существенных отличий. Среди среднепоздних сортов достоверно превзошел стандарт по высоте образец Эритроспермум 727.

В 2004 году высота растений образцов коллекции варьировала от 69 см у сорта Фора до 119,5 см у линии Лютесценс 424. Существенно отличались от среднераннего стандарта сорт Фора и линия Эритроспермум 756 (69 и 77 см соответственно). В группе среднеспелых образцов достоверно превзошли стандарт сорт Голубковская (110,7 см), линия Лютесценс 13 (111 см), а также сорт Терция (117,3 см). Среди среднепоздних образцов существенно отличаются от стандарта Омская 18 сорта Челябин (91 см), Чебаркульская (88,3 см), линия Лютесценс 53-95 (90,3 см).

В 2005 году высота растений у образцов коллекции варьировала от 73,7 см у линии Эритроспермум 756 до 109,7 см у линии Эритроспермум 727. Достоверно меньшую высоту растений в среднеранней группе сформировали сорта Новосибирская 15 (76 см), Фора (74,3 см), Челябин 2 (77 см), Омская 34 (79,3 см), а также линии Эритроспермум 756 (73,7 см), Эритроспермум 757 (79,3 см) и Эритроспермум 758 (79,3 см). Достоверное превышение среднераннего стандарта образцами коллекции в 2005 году не отмечено. Из группы среднеспелых сортов существенно ниже стандарта был сорт Дуэт (81,3 см). Достоверно превысили стандарт сорта Шортандинская улучшенная (105,3 см), Байтерек (106,3 см), линии Лютесценс 54 (102 см), Эритроспермум 727 (109,7 см). В группе среднепоздних сортов существенно ниже стандарта были сорта Эритроспермум 59 (84,3 см), Чебаркульская (91,0), Челябин (93,3 см).

В среднем за три года наибольшей высотой среди сортов и линий коллекции отличился образец Лютесценс 424 (средняя высота за три года

испытания 102,5 см). Также можно выделить сорт Терция со средней высотой за три года наблюдений 100,8 см. Наименьшая высота – у сорта Форс – 65,9 см.

3.3. Элементы структуры урожая

Растения яровой пшеницы закладывают в онтогенезе стеблей и генеративных органов больше, чем они могут реализовать в агробиоценозе. Принцип избыточности действия заложен в генетической основе растения [Ларионов, 1992].

Всего насчитывают около 20 элементов продуктивности, которые подразделяют на четыре главные группы: число продуктивных стеблей (общая и продуктивная кустистость); число колосков в колосе; число зерен в колоске; масса зерна одного колоса. В пределах генетических возможностей параметры зерновки изменяются от предельно крупных до наиболее мелких с зародышем, способным дать развитые и жизнеспособные всходы. Масса зерна соцветия зависит от его габитуса.

В целом растения пшеницы закладывают больше в 2–3 раза стеблей, в 1,3–2 раза колосков, в 3–4 раза цветков и других органов, чем реализуют их в урожае. Это правило избыточности связано со способностью растения сохранять свой вид в природе. Оптимизация условий способствует большему развитию элементов его продуктивности, и, наоборот, уменьшает их при ухудшении внешних условий окружающей среды.

Способность растений перестраивать свою структуру вегетативных и генеративных органов называют принципом обратной связи. При истощении ресурсов жизнедеятельности растения «сбрасывают» часть побегов, колосков, цветков, зерен за счет процесса редукции [Макарова, 1995; Ларионов, 1992]. Знание особенностей формирования редукции, определение критических фаз, избыточности или недостаточности факторов позволяют найти оптимальный уровень продуктивности растения.

Главную роль при формировании величины урожайности яровой пшеницы играют густота продуктивных стеблей и масса 1000 зерен, которые сложились перед уборкой. Значимость этих элементов продуктивности отмечена в работах многих исследователей [Дмитриев, 1983; Щербинин, 1991].

3.3.1. Продуктивная кустистость

Продуктивная кустистость – один из основных элементов продуктивности яровой пшеницы. Способность к кущению – это свойство растения компенсировать недобор семян при недостаточной густоте стеблестоя. Высокая плотность, образуемая вследствие кущения, часто выгодна в условиях достаточной обеспеченности влагой и питательными веществами [Зыкин, 2000]. В условиях водного стресса кустистость обычно не участвует в формировании оптимального стеблестоя, однако способствует созданию мощного и сильного растения с хорошо развитой вторичной корневой системой [Леонтьев, 1971].

В условиях Западной Сибири сильного кущения не наблюдается, в значительной мере оно определяется условиями вегетации. Доля вклада дополнительных побегов в общую продуктивность растений в благоприятные по увлажнению годы достигает 40%, в засушливые годы у засухоустойчивых сортов составляя лишь 16–20%. Данные о продуктивной кустистости сортов КАСИБ представлены в приложении 5.

Показатель продуктивной кустистости в 2003 г. варьировал от 0,90 у линии Лютесценс 424 до 1,85 у линии ГВК 1369-2, при среднем значении 1,3.

В среднеранней группе 10 сортов достоверно превзошли стандарт по данному показателю. Особенно можно выделить сорта Актюбе 32 с показателем 1,51 (+ 0,39), Новосибирская 29 – 1,48 (+ 0,36) и Э-758 – 1,42 (+ 0,3).

В группе среднеспелых образцов стандарт Омская 29 показал наихудший результат, поэтому все сорта данной группы спелости в 2003 году достоверно превысили его. Наиболее выделились сорта Терция – 1,7 (+ 0,8), Лютесценс 13 – 1,62 (+ 0,6), Голубковская – 1,56 (+ 0,54), Соната – 1,52 (+ 0,5).

11 среднепоздних сортов в 2003 году достоверно превосходили стандарт. Можно выделить ГВК 1369-2 – 1,85 (+ 0,49), Байтерек – 1,84 (+ 0,48), Эритроспермум 727 – 1,84 (+ 0,48), Лютесценс 54 – 1,67 (+ 0,31).

Из представленных данных видно, что в 2003 г. особенностью образцов селекции Восточно-Казахстанского НИИСХ (ГВК 1369-2, ГВК 1860-8, ГВК 1857-9) является их высокая продуктивная кустистость. Это же можно сказать об образцах Лютесценс 54, Лютесценс 13, Эритроспермум 78, селекции Карабалыкской СХОС.

В 2004 году среднее значение данного показателя составляло 1,6. Минимальное значение показателя имел образец Лютесценс 30-94 – 1,14, максимальное – образец № 18 – 2,02. Достоверно превосходили стандарт по данному показателю в группе среднеранних образцов все сорта, за исключением Эритроспермум-757. Среди среднеспелых образцов 8 штук достоверно превосходили стандарт. Выделены Лютесценс 574 – 1,96 (+ 0,39) и Терция – 1,93 (+ 0,36). Среднепоздний стандарт Омская 18 существенно был превзойден 12 образцами, лучшие из них по данному признаку Алтайская 50 и Омская 35 с показателем 1,9 (+ 0,41).

В 2005 году по значению показателя продуктивной кустистости в среднеранней группе выделены сорта Фора – 2,63 (+ 0,64). Ирень – 2,24 (+ 0,25), Эритроспермум 760 – 2,11 (+ 0,12). В среднеспелой группе – Терция – 2,62 (+ 0,59), Голубковская – 2,4 (+ 0,37), Соната 2,28 – (+ 0,25). В среднепоздней группе Чебаркульская – 2,73 (+ 0,45), Байтерек – 2,41 (+ 0,13), ГВК 1369 – 2,39 (+ 0,11).

В среднем за три года исследований в среднеранней группе можно выделить сорта Фора – 1,88 (+ 0,43), Челяба 2 – 1,8 (+ 0,35), № 18 – 1,76 (+ 0,3). В среднеспелой – Терция – 2,08 (+ 0,56), Голубковская – 1,91 (+ 0,39), Ария 1,9 (+ 0,38), Соната 1,86 (+ 0,34), Дуэт – 1,78 (+ 0,26), Нива 2 – 1,72 (+ 0,2). В среднепоздней группе – Байтерек – 2,02 (+ 0,33), ГВК 1369-2 – 1,95 (+ 0,26), Лютесценс 54 – 1,9 (+ 0,21).

Перечисленные сорта целесообразно включить в селекционные программы региона в качестве источников повышенной продуктивной кустистости в соответствующей группе спелости.

3.3.2. Число колосков в колосе

Продуктивность колоса складывается из реализации двух других признаков: числа зерен в колосе и тяжеловесности зерновки. Число зёрен в колосе определяется числом развитых колосков в колосе и озернёностью каждого колоска. Данный признак значительно изменяется под воздействием экологических стрессов. Высокая озернёность колоса в условиях засухи может быть показателем засухоустойчивости пшеницы [Кузьмин, 1965; Кумаков, 1985; Ларионов, 1985; Удовенко, 1982]. Данные по числу колосков в колосе представлены в приложении 6.

В 2003 году в среднеранней группе спелости ни один сорт не превысил стандарт по данному показателю. Среди среднеспелых сортов выделены образцы: Голубковская – 15,3 шт. (+ 3,5 шт.), Сибирская 12 – 14,6 шт. (+ 2,8 шт.), Нива 2 – 14 шт. (+ 2,2 шт.), Сибирская 123 – 13,1 шт. (+ 1,3 шт.), Соната – 12,5 шт. (+ 0,7 шт.), Лютесценс 13 – 13,3 шт. (+ 0,5 шт.). В среднепоздней группе можно отметить три сорта: Лютесценс 53-95 и Челябин – 15,3 шт. (+ 1,3 шт.), Лютесценс 148-97-16 – 14,6 шт. (0,6 шт.).

В 2004 году пять сортов среднеранней группы спелости достоверно превзошли стандарт по числу колосков. Это Иргина – 14,3 шт. (+ 1,0 шт.), Новосибирская 29 – 14,1 шт. (+ 1,3 шт.), Чернява 13 – 13,7 шт. (+ 0,9 шт.), Ирень – 13,5 шт. (+ 0,7 шт.), Красноуфимская 90 – 13,4 шт. (+ 0,6 шт.). В среднепоздней группе выделены два образца – Лютесценс 148-97-16 – 15,9 шт. (+ 1,2 шт.) и Омская 35 – 15,1 шт (+ 0,4 шт.).

В 2005 году 2 образца среднеранней группы превзошли стандарт Памяти Азиева: Фор – 12,3 шт. (+ 0,5 шт.) и Степная 1 – 12,3 шт. (+ 0,5 шт.). В

среднеспелой группе выделены 7 образцов, среди них особенно можно отметить Лютесценс 13 – 13,2 шт. (+ 1,8 шт.), Голубковская – 12,9 шт. (+ 1,5 шт.), Терция – 12,9 шт. (+ 1,5 шт.), Нива 2 – 12,5 шт. (+ 1,1 шт.) и Соната – 12,3 шт. (+ 0,9 шт.). Среднепоздняя группа образцов, достоверно превысивших соответствующий стандарт, представлена 7 сортами: Лютесценс 148-97-16 – 14,5 шт. (+ 2,2 шт.), Челяба – 14,2 шт. (+ 1,9 шт.), Шортандинская улучшенная – 14,1 шт. (+ 1,8 шт.), Лютесценс 54 – 13,2 шт. (+ 0,9 шт.), Лютесценс 29-94 – 13,1 шт. (+ 0,8 шт.), Лютесценс 53-95 – 13 шт. (+ 0,7 шт.), Лютесценс 30-94 – 13 шт. (+ 0,7 шт.).

В среднем за три года испытания в среднеспелой группе сортов выделены Сибирская 12 – 14,4 шт. (+ 2,2 шт.), Голубковская – 14,2 шт. (+ 2,0 шт.) Лютесценс 13 – 13,8 шт. (+ 1,6 шт.), Нива 2 – 13,4 шт. (+ 1,2 шт.), Сибирская 123 – 13,3 шт. (+ 1,1 шт.), Соната – 13,0 шт., (+0,8 шт.), Терция – 12,7 шт. (+ 0,5 шт.). Среднепоздняя группа сортов, достоверно превысивших стандарт Омская 18, представлена двумя образцами: Лютесценс 148-97-16 – 15,9 шт. (+ 1,2 шт.) и Челяба – 14,2 шт. (+ 0,5 шт.). Выделенные сорта целесообразно включить в селекционные программы региона в качестве источников по числу колосков в колосе с учетом группы спелости.

3.3.3. Число зерен в колосе

Важнейший селекционный признак, связанный с продуктивностью растения – число зерен в колосе. Основные потенциальные показатели степени развития числа зёрен в колосе – размер колоса, число колосков в нём и озернённость одного колоска. Согласно мнению Ф.М. Куперман [Куперман, 1977] начало формирования колосковых бугорков наблюдается в фазу кущения и начала выхода в трубку. Поэтому число зёрен в колосе у яровых пшениц в значительной степени зависит от условий среды в данный период онтогенеза. Череззерница может наблюдаться при повышенных температурах воздуха и пониженной влажности во время цветения [Леонтьев, 1971].

Данные представлены в приложении 7. В наших исследованиях в 2003 году в группе среднеспелых сортов существенно превысили стандарт по данному признаку два сорта: Голубковская – 34,6 шт. (+ 6,0 шт.) и Лютесценс 13 – 31 шт. (+ 2,4 шт.). Из среднепоздних три сорта: Челябин – 41,2 шт. (+ 10,7 шт.), Лютесценс 148-97-16 – 32,9 шт. (+ 2,4 шт.) и ГВК 1860-8 – 32,5 шт. (+ 2,0 шт.) достоверно превысили стандарт.

В 2004 году достоверно среднеранний стандарт превзошли сорта Чернява 13 – 34,3 шт. (+ 9,8 шт.), Актюбе 32 – 32 шт. (+ 7,5 шт.), Иргина – 30 шт. (+ 5,5 шт.). В среднеспелой группе одиннадцать образцов существенно превзошли стандарт по числу зерен в колосе, особенно три образца – Эритроспермум 746 – 34,9 шт. (+ 7,5 шт.), Сибирская 12 – 33,9 шт. (+ 6,5 шт.) и Голубковская – 33,1 (+ 5,7 шт.). В среднепоздней группе три образца существенно превзошли стандарт. Характерная черта 2004 года: ни один образец коллекции существенно не уступил по данному признаку стандарту.

В 2005 году ни один из образцов, как среднеранней, так и среднеспелой группы, существенно не превзошел стандарт. Значительно отличился лишь сорт Челябин – 38,4 шт.

В среднем за три года испытаний в 2004 году условия позволили более полно реализоваться данному признаку. Если в первый год средняя озерненность колоса составляла 25,8 зерен, то в 2004 году показатель был на 11,6 % выше, составив 28,8 шт., а в 2005 – на 9,5% (26,3 шт.) соответственно. По изучаемому признаку в среднем за три года выделены сорта, которые могут являться источниками увеличения данного показателя при создании новых сортов. В среднеранней группе спелости к ним относятся Чернява 13 – 29,8 шт. (+ 3,7 шт.) и Актюбе 32 – 28,4 шт. (+ 2,3 шт.). В среднеспелой группе спелости это Голубковская 31,8 шт. – (+ 4,3 шт.) и Лютесценс 13 – 30,5 шт. (+ 3,0 шт.). В группе среднепоздних сортов по данному признаку можно выделить сорта Челябин – 37,7 шт. (+ 7,1 шт.) и Лютесценс 148-97-16 – 31,5 шт. (+ 0,9 шт.).

3.3.4 Масса зерна главного колоса

В селекции пшеницы одно из центральных мест отводится массе зерна главного колоса, так как данный признак тесно сопряжён с урожайностью [Волкова, 2007], но его селекционное улучшение осложняется существенным взаимодействием генотип-среда, связанным с различной реакцией растений в разреженном и производственном посеве высокой модификационной изменчивостью и низкой наследуемостью [Пискарёв, 2008]. Тем не менее, урожайность сортов в процессе росла в основном благодаря увеличению продуктивности колоса [Ведров, 2012; Коновалов, 1989]. Традиционная селекция мягкой пшеницы основывается на отборе по фенотипу. Ведущим признаком является масса зерна главного колоса, это один из главных признаков, судя по которому потомство лучшего растения передается в селекционный питомник первого года (СП-1).

Изучение элементов продуктивности колоса имеет большое значение, поскольку яровая пшеница, как правило, отличается невысокой кустистостью [Зыкин, 2000; Леонтьев, 1971]. Данные о массе зерна главного колоса сортов питомника представлены в приложении 8.

В 2003 г. среди среднеранних сортов можно отметить Новосибирскую 29 – 1,1 г (+ 0,27 г), Эритроспермум 758 – 1,03 г (+ 0,2 г) и Черняву 13 – 1,02 г (+ 0,19 г). В среднеспелой группе стандарт Омская 29 достоверно превзошли 5 сортов, лучшие из них: Нива 2 – 1,7 г (+ 0,28 г), Голубковская – 1,13 г (+ 0,24 г), Лютесценс 13 – 1,04 г (+ 0,15 г). Среднепоздняя группа сортов, превзошедших стандарт по массе зерна колоса, также представлена 5 сортами, лучшие из которых: Челябинка – 1,26 г (+ 0,34 г), Лютесценс 148-97-16 – 1,14 г (+ 0,22 г), Эритроспермум 59 – 1,03 (+ 0,11 г).

Условия 2004 года позволили 21 сорту коллекции превзойти соответствующие стандарты. В группе среднеранних наибольший показатель по данному признаку был у сорта Чернява 13 – 1,79 г (+0,45 г). В группе среднеспелых сортов особо выделен образец Эритроспермум 746 с массой зерна

с колоса 1,67 грамм, стандарт превышен на 0,4 грамма. Среди 7 среднепоздних сортов, достоверно превзошедших стандарт, лучшим был сорт Челябинс с показателем 1,59 г (+ 0,23 г).

В 2005 году в группе среднеспелых образцов сорта Черныш 13 – 1,23 г (+ 0,25 г), Фора – 1,17 г (+ 0,19 г) и № 18 – 1,09 г (+ 0,11 г) достоверно превысили стандарт Памяти Азиева. Среди среднеспелых образцов достоверных различий не наблюдалось. Существенно превзошли стандарт 7 среднепоздних образцов, лучшими из них были Лютеценс 148-97-16 – 1,86 г (+ 0,73 г) и Челябинс – 1,43 г (+0,3 г).

В среднем за три года изучения коллекции в среднеранней группе спелости можно выделить один сорт, достоверно превзошедший стандарт Памяти Азиева по показателю массы зерна колоса. Это Черныш 13 с массой зерна колоса 1,35 г (+ 0,3 г). В среднеспелой группе пять образцов превысили стандарт Омская 29 по данному показателю: Дуэт – 1,28 г (+ 0,18 г), Нива 2 – 1,24 г (+ 0,14 г), Голубковская – 1,23 г (+ 0,13 г), Лютеценс 13 – 1,22 г (+ 0,12 г) и Соната – 1,21 г (+ 0,11 г). В среднепоздней шесть образцов достоверно превысили стандарт Омская 18. Лучшие среди них Лютеценс 148-97-16 – 1,52 г (+ 0,38 г), Челябинс – 1,43 г (+ 0,29 г) и ГВК 1857-9 – 1,28 г (+ 0,14 г). Перечисленные сорта целесообразно включить в селекционные программы региона в качестве источников массы зерна главного колоса в соответствующих группах спелости.

3.3.5. Масса 1000 зерен

У тяжеловесности зерна как признака генетической обусловленности весомый вклад в продуктивность генотипа и сорта. Масса 1000 зерен является показателем технологических и посевных качеств семян. Более крупные зерновки имеют повышенную корешковость, следовательно, и большую устойчивость к лимитирующим факторам. Во время роста зерновки важную роль играют температура, влага и освещенность. Так, повышение температуры в этот период ускоряет рост зерновки и тем самым снижает конечную массу. Однако при

характерной засухе в первую половину вегетации и при благоприятных условиях после цветения у растений происходит хороший налив и формируется выполненное зерно [Зыкин, 2000; Леонтьев, 1971; Ларионов, 1993; Стефановский, 1950]. Показатели сортов по массе 1000 зерен приведены в приложении 9.

В 2003 году среди среднеранних образцов существенно превосходили стандарт: Иргина – 41,5 г (+ 11,1 г), Новосибирская 29 – 40,9 г (+ 10,5 г), Чернява 13 – 37,2 г (+ 6,8 г). Среднеспелый стандарт Омская 29 существенно превосходили десять сортов коллекции, лучшие из них: Нива 2 – 39,6 г (+ 8,9 г), Соната – 36,8 г (+ 6,1 г), Сибирская 123 – 35,8 г (+ 5,1 г). В группе среднепоздних сортов в 2003 году 11 штук превосходили стандарт Омская 18 по массе 1000 зерен. Лучшими линиями явились Шортандинская улучшенная – 39,6 г (+ 9,6 г), Эритроспермум 78 – 36,4 г (+ 6,4 г) и Эритроспермум 59 – 36,7 г (+ 6,7 г).

В 2004 году в среднеранней группе спелости выделены сорта Лютесценс 509 – 52,5 г (+5,9 г), Чернява 13 – 51,8 г (+ 5,2 г), Омская 34 – 48,0 г (+ 1,4 г). В среднеспелой группе наибольшей показатель по массе 1000 зерен у сорта Терция – 53,4 г (+ 5,8 г), также можно выделить сорта Соната – 51,4 г (+ 3,5 г) и Сибирская 123 – 50,5 г (+ 2,9 г). В среднепоздней группе достоверно превосходили стандарт 9 сортов, максимальный показатель по данному признаку отмечен у Лютесценс 148-97-16 – 59,9 г (+ 9,9 г), ГВК 1857-9 – 51,2 г (+ 7,2 г) и ГВК 1369-2 – 50,0 г (+ 6,0 г).

В 2005 году среднеспелый стандарт Памяти Азиева достоверно превосходили 10 сортов, лучшие из них по данному признаку: Чернява 13 – 43,6 г (+ 6,5 г), Новосибирская 29 – 43,3 г (+6,2 г) и Лютесценс 509 – 46,0 г (+ 8,9 г). В среднеспелой группе выделены образцы Лютесценс 13 – 43,8 г (+ 1,5 г), Сибирская 123 – 45,8 г (+ 3,5 г), Лютесценс 574 – 47,0 г (+ 4,7 г). Среднепоздняя группа сортов, превосшедшая стандарт, представлена 10 образцами, лучшие из них: Лютесценс 29-94 – 42,8 г (+ 4,6 г), Алтайская 50 – 42,9 г (+ 4,7 г), Эритроспермум 727 – 48,1 г (+ 10,7 г), Лютесценс 148-97-16 – 53,8 г (+ 16,4 г), ГВК 1857-9 – 46,0 г (+ 8,6 г) и ГВК 1369-2 – 45,3 г (+ 7,9 г).

Условия 2004 года были значительно более благоприятными для формирования большой массы зерновки, среднее значение признака у образцов коллекции составило 46,2 грамма – наибольшее за три года испытаний. В 2003 году показатель составлял 33,2 грамма, а в 2005 году – 40,4 грамма.

В среднем за три года по массе 1000 зерен в группе среднеранних сортов стандарт Памяти Азиева достоверно превысили 10 сортов. Лучшие из них: Лютесценс 509 – 45,5 г (+ 7,5 г), Чернява 13 – 44,2 г (+ 6,2 г), Новосибирская 29 – 43,5 г (+ 5,3 г). В среднеспелой группе спелости стандарт Омская 29 превысили 6 сортов. Соната – 43,3 г (+ 3,1 г), Терция – 41,6 г (+ 1,4 г), Дуэт – 42,9 г (+ 2,7 г), Нива 2 – 42,2 г (+ 2,0 г), Сибирская 123 – 44,0 г (+ 3,8 г), Эритроспермум 746 – 42,3 г (+ 2,1 г). В группе среднепоздних сортов наибольшее их количество достоверно превысило стандарт Омская 18 по массе 1000 зерен – 13 штук. Лучшими из них: Лютесценс 148-97-16 – 47,3 г (+ 10,1 г), Шортандинская улучшенная – 43,8 г (+ 6,6 г), Омская 35 – 43,5 г (+6,3 г), ГВК 1857-9 – 43,6 г (+6,4 г), Эритроспермум 727 – 42,5 г (+5,3 г).

Лучшие из выделенных в результате трехлетнего испытания сорта целесообразно включить в селекционные программы региона в качестве источников по массе 1000 зерен с учетом группы спелости.

3.3.6. Коэффициент хозяйственной продуктивности фотосинтеза

В селекции яровой пшеницы на высокую продуктивность все большее внимание уделяется показателям фотосинтетической деятельности растений. Важное место среди данных показателей занимает коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{\text{хоз}}$). Его высокое значение может быть результатом умеренного развития вегетативной массы, высокой интенсивности процессов реутилизации веществ в зерно, аттрагирующей способности колоса [Ведров, 1984; Кандауров, 1979; Пьянов, 1982; Пьянов, 1984; Леонтьев, 1987].

В.А. Кумаков указывает, что более высокий $K_{\text{хоз}}$ при равной скороспелости свидетельствует о более активной работе растения, прежде всего,

ассимиляционного аппарата в период налива. К хоз. может быть показателем засухоустойчивости сорта. В условиях Западной Сибири более благоприятна вторая половина вегетации. Хорошо сохранившиеся после раннелетней засухи растения могут эффективно использовать эти условия для формирования урожая зерна и значительно повысить значение коэффициента [Кумаков, 1985]. Данные по коэффициенту хозяйственной продуктивности приведены в приложении 10.

В 2003 году среди среднеранних образцов достоверных отличий не наблюдалось. Среднеспелый стандарт Омская 29 значительно превзошел образец Эритроспермум 78 (0,37), в среднепоздней группе также ни одна линия не превзошла стандарт.

В 2004 году, как и в случае с показателем M_{1000} , наибольший показатель коэффициента хозяйственной продуктивности отмечен у сортов-стандартов, ни один из образцов коллекции существенно их не превысил.

В условиях 2005 года сорта коллекции достоверно превзошли стандарты по данному показателю. Так, среди среднеранних образцов выделены сорт Чернява 13 и линия Лютесценс 509 (0,33 и 0,32 соответственно). В среднеспелой группе достоверно превзошли стандарт девять образцов. Особенно выделены сорта селекции ОмГАУ: Соната – 0,35, Дуэт – 0,37, Нива 2 – 0,42, Терция – 0,43. Отметим два сорта селекции ЧНИИСХ, достоверно превзошедшие стандарт по данному показателю: Челябинка – 0,36 и Чебаркульская – 0,37.

Лучшие из выделенных в результате трехлетнего испытания сорта целесообразно включить в селекционные программы региона в качестве источников признака хозяйственной продуктивности с учетом группы спелости.

3.4 Урожайность

Урожайность интегральный признак, суммарный итог результатов развития растений в течение вегетационного периода. Для пшеницы основными элементами структуры урожая, при любой его величине, являются количество продуктивных колосьев на единицу площади, число зерен с колоса, масса 1000

зерен. Эти показатели, в свою очередь, складываются из составляющих. Первый – количество растений на единицу площади к уборке и продуктивная кустистость, второй – число колосков в колосе и зерен в нем, масса 1000 зерен отражает массу зерновок и их выполненность [Леонтьев, 1971; Пьянов, 1982; Ничипорович, 1973; Раджарам, 2006]. Показатели урожайности сортов представлены в приложении 11.

В 2003 году по урожайности зерна среднеспелый стандарт Памяти Азиева существенно превосходили образцы Красноуфимская 90 с урожайностью 1,36 т/га (+ 0,26 т/га) и Лютесценс 509 с урожайностью 1,65 т/га (+ 0,55 т/га).

В среднеспелой группе одиннадцать образцов превысили стандарт Омская 29 по урожайности зерна, особенно выделим сорта: Соната – 1,41 т/га (+ 0,39 т/га), Голубковская – 1,62 т/га (+ 0,52 т/га), Терция – 1,69 т/га (+ 0,67 т/га), Лютесценс 13 – 1,8 т/га (+ 0,78 т/га).

В среднепоздней группе все сорта, кроме трех, достоверно превысили стандарт Омская 18. В наибольшей степени выделены сорта: Лютесценс 30-94 – 1,69 т/га (+ 0,68 т/га), Шортандинская улучшенная – 1,6 т/га (+ 0,51 т/га), Лютесценс 29-94 – 1,49 т/га (+ 0,4 т/га), Челябинка – 1,59 (+ 0,5 т/га), Эритроспермум 59 – 1,67 (+ 0,66 т/га), Лютесценс 54 – 1,4 т/га (+ 0,31 т/га).

В 2004 году в среднеранней группе четыре сорта достоверно превосходили стандарт Памяти Азиева. Это сорта Омская 34 – 4,24 т/га (+ 1,0 т/га), Эритроспермум 757 – 3,66 т/га (+ 0,42 т/га), Чернява 13 – 4,44 (+ 1,2 т/га), № 18 – 3,55 т/га (+ 0,31 т/га). Стандарт Омская 29 превысили все образцы, кроме двух. Особенно можно выделить сорт Ария – 4,93 т/га (+ 1,81 т/га), Соната – 4,32 т/га (+ 1,1 т/га), Голубковская – 4,44 т/га (+ 1,32 т/га), Терция – 4,72 т/га (+ 1,6 т/га), Лютесценс 13 – 4,77 т/га (+ 1,65 т/га), Нива 2 – 4,22 т/га (+ 1,1 т/га).

12 образцов среднепоздней группы достоверно превысили стандарт Омская 18 по урожайности. Среди лучших можно отметить: Шортандинская улучшенная – 4,82 т/га (+ 1,22 т/га), Лютесценс 54 – 5,2 т/га (+ 1,6 т/га), Эритроспермум 78 – 4,91 т/га (+ 1,31 т/га), Эритроспермум 59 – 4,82 т/га (+ 1,22 т/га), Омская 35 – 4,91 т/га (+ 1,31 т/га).

В 2005 году превзойти стандарт Памяти Азиева удалось только четырем сортам: Омская 34 – 3,56 т/га (+ 0,6 т/га), Красноуфимская 90 – 3,33 т/га (+ 0,37 т/га), Челябинка 2 – 3,48 т/га (+ 0,52 т/га), Чернышка 13 – 3,27 т/га (+ 0,31 т/га).

В среднеспелой группе всем сортам, кроме Удачной, удалось достоверно превзойти стандарт Омская 29. Особенно выделим сорта: Ария – 4,9 т/га (+ 2,46 т/га), Терция – 4,59 т/га (+ 2,15 т/га), Лютеценс 13 – 4,3 т/га (+ 1,86 т/га).

Все образцы среднепоздней группы, кроме двух, также достоверно превзошли стандарт Омская 18. Выделены сорта Байтерек – 4,13 т/га (+ 1,09 т/га), Эритроспермум 59 – 4,13 т/га (+ 1,09 т/га), ГВК 1860-8 – 4,01 т/га (+ 1,05 т/га).

В среднем за три года испытаний среди среднеранних образцов можно выделить сорта Омская 34 – 2,86 т/га (+ 0,43 т/га), Красноуфимская 90 – 2,67 т/га (+ 0,24 т/га), Эритроспермум 757 – 2,63 т/га (+ 0,2 т/га), Челябинка 2 – 2,68 т/га (+ 0,25 т/га), Чернышка 13 – 2,9 т/га (+ 0,47 т/га).

Среди среднеспелых образцов особенно выделены сорта: Ария – 3,68 т/га (+ 1,49 т/га), Соната – 2,93 т/га (+ 0,74 т/га), Голубковская – 3,06 т/га (+ 0,87 т/га), Терция – 3,67 т/га (+ 1,48 т/га), Лютеценс 13 – 3,63 т/га (+ 1,44 т/га), Дуэт – 3,17 т/га (+ 0,98 т/га).

В группе среднепоздних сортов наиболее урожайными оказались Шортандинская улучшенная – 3,45 т/га (+ 1,0 т/га), Лютеценс 54 – 3,39 т/га (+ 0,94 т/га), Эритроспермум 78 – 3,36 т/га (+ 0,91 т/га).

Сорта с наибольшей урожайностью целесообразно использовать в селекционных программах региона в качестве источников данного признака.

3.5 Устойчивость к возбудителям бурой ржавчины и мучнистой росы

В селекции яровой мягкой пшеницы большое внимание уделяется устойчивости растений к болезням. Существенный ущерб урожаю в Западной Сибири наносят возбудители листовых патогенов, прежде всего, бурая ржавчина и мучнистая роса. В годы эпифитотий потери урожая от этих возбудителей достигают 30 и более процентов валового сбора зерна [Койшибаев, 2008]. Обычно

это случается в годы, благоприятные для формирования высокого урожая: при благоприятном температурном режиме, высокой влажности воздуха, большей части дней в июле и августе с выпадением обильной росы. Поэтому новые сорта должны сочетать наряду с высокой потенциальной урожайностью и устойчивость к болезням. Несмотря на значительные успехи и появление в производстве устойчивых к бурой ржавчине сортов яровой мягкой пшеницы, благополучным положение по созданию устойчивых к болезням сортов назвать нельзя [Третован, 2006].

В 2003 – 2005 гг. сложившиеся условия для развития болезней позволили провести оценку сортов и линий Казахстанско-Сибирского питомника на устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе. Подробно данные о устойчивости сортов к данным заболеваниям приведены в приложении 12.

На рисунках 1 и 2 представлены данные по поражению сортов бурой ржавчиной и мучнистой росой. Тип поражения за годы исследований во всех группах сортов был 4.

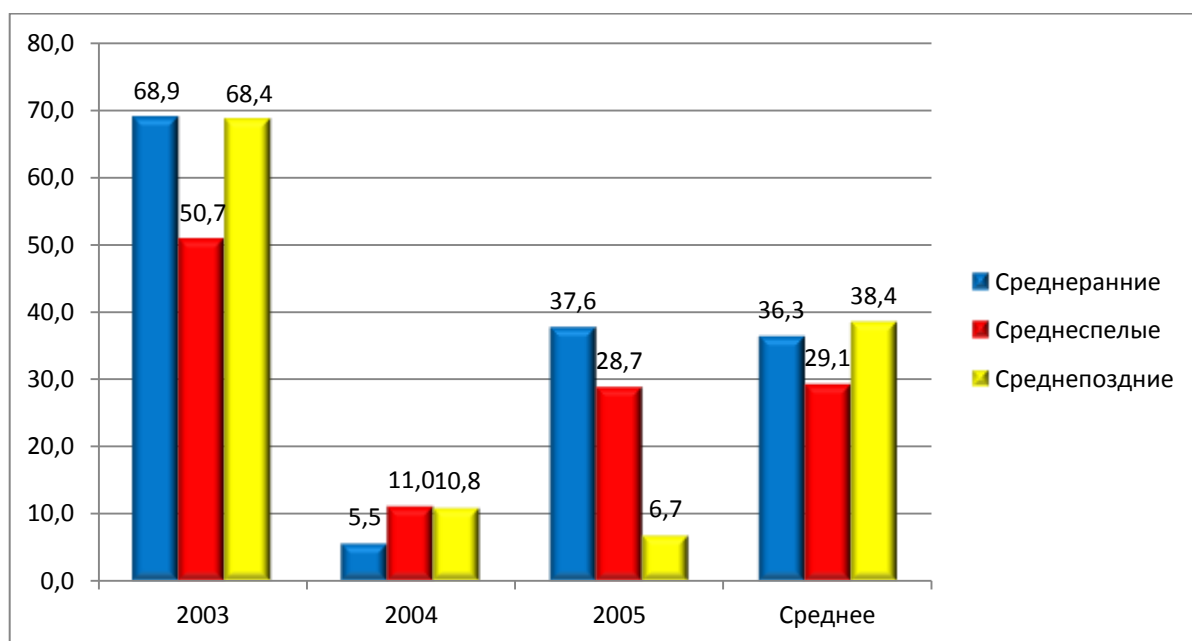


Рисунок 2 – Степень поражения сортов питомника КАСИБ 4

бурой ржавчиной в 2003 – 2005 гг., %

В целом наименьшее поражение бурой ржавчиной в 2003 году отмечено в группе среднеспелых сортов – 50%. Среднеранние и среднепоздние сорта

поражены в равной степени – 68%. В 2004 году условия для развития болезней были наименее благоприятными, наибольшее поражение отмечено на уровне 10% в группах среднеспелых и среднепоздних сортов. В 2005 году в наибольшей степени поражены среднеранние сорта – 37,6%, среднеспелые – 28,7%, наибольшую устойчивость продемонстрировали сорта среднепоздней группы спелости, поражение составило 6,7%. В среднем за три года поражение сортов питомника составило от 29,1% в группе среднеспелых сортов до 38,4% – в группе среднепоздних.

Поражение мучнистой росой в 2003 году отмечено на уровне 4 баллов во всех группах спелости.

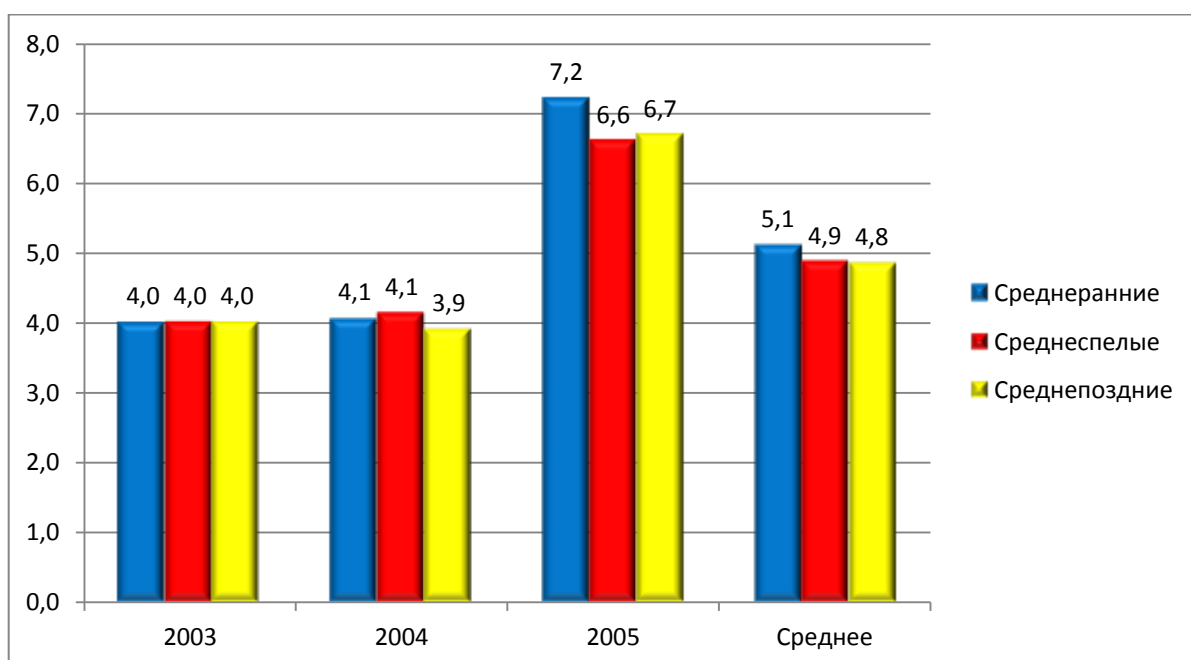


Рисунок 3 – Степень поражения сортов питомника КАСИБ 4
мучнистой росой в 2003 – 2005 гг., %

Погодные условия 2004 года для развития патогена мучнистой росы были похожи на условия 2003 года, степень поражения также составила 4 балла. Наиболее неблагоприятная погода для развития болезни сложилась в 2005 году, устойчивость сортов среднеранней группы спелости составила в среднем 7,2%, среднеспелой – 6,6%, среднепоздней – 6,7%. В среднем за три года исследований

развитие мучнистой росы было одинаковым во всех группах спелости и составляло 4,8 – 5,0%.

Как видно из данных, представленных в приложении 12, в среднем за три года абсолютно иммунных образцов в коллекции не было. Однако даже в пифитотийном 2003 году выделены образцы, проявившие полную устойчивость к бурой ржавчине. В группе среднеранних образцов это Эритроспермум 760. В среднеспелой группе 5 сортов проявили иммунитет: Ария, Соната, Удача, Терция и Эритроспермум 746. Кроме того, сорт Нива 2 показал хорошую устойчивость к данному заболеванию: пораженность на 30 % с типом поражения 4. В группе среднепоздних сортов выделен образец Лютесценс 148-97-16 (полная устойчивость), также можно отметить сорта Эритроспермум 59 (4/30%), Лютесценс 30-94 (4/10%), Челябинка (4/20%) и Чебаркульская (4/30%). По степени поражения мучнистой росой отличия между сортами не отмечены, балл поражения у всех образцов – 4.

2004 год был значительно менее благоприятен для развития бурой ржавчиной, в связи с этим практически все образцы показали высокую устойчивость к данному заболеванию. Условия для развития мучнистой росы сложились более благоприятные, что позволило более точно оценить устойчивость сортов к этому заболеванию. Оценки варьировали от 2 до 6 баллов. Так, в группе среднеспелых сортов можно выделить сорта Омская 34, Эритроспермум 757, Новосибирская 29, Эритроспермум 758, Эритроспермум 760, показавших устойчивость на уровне стандарта Памяти Азиева – 5 баллов. В группе среднеспелых сортов сразу 7 образцов проявили устойчивость на 5 баллов, однако ни одному сорту из данной группы спелости не удалось превзойти стандарт Омская 29 с устойчивостью 6 баллов. В среднепоздней группе также 7 образцов показали пятибалльную устойчивость и превзошли стандарт Омская 18 с четырехбалльной оценкой.

Для развития болезней 2005 год оказался зеркальным отражением 2004 г. Условия для поражения сортов бурой ржавчиной были достаточно

благоприятными. Однако мучнистая роса практически не поразила сорта коллекции. В среднеранней группе можно отметить сорт Форс, который за счет ультраскороспелости ушел от поражения бурой ржавчиной, и Челябинс 2, показавший высокую устойчивость (4/5 %). В среднеспелой группе отметим сорта Соната, Терция и Лютеценс 574, проявившие полную устойчивость к заболеванию. Высокоустойчивыми были сорта Удача (4/10%), Дуэт (4/5%), Эритроспермум 746 (4/10%). Два образца среднепоздней группы – Лютеценс 30-94 и Чебаркульская показали полную устойчивость к бурой ржавчине. Также можно отметить сорта Лютеценс 148-97-16 (4/10%), Эритроспермум 59 (4/25 %), ГВК 1857-9 (4/25 %), Омская 35 (4/25 %), Челябинс (4/25 %). По степени поражения мучнистой росой все образцы показали высокий результат: от 5 до 8 баллов.

В среднем за три года по комплексной оценке к заболеваниям нами выделены образцы питомника: в среднеранней группе – Челябинс 2, в среднеспелой – Ария, Соната, Удача, Терция, Лютеценс 13, Дуэт, Нива 2, Эритроспермум 746 и в среднепоздней – Эритроспермум 59, Лютеценс 148-97-16, Лютеценс 30-94, Челябинс и Чебаркульская. Перечисленные сорта целесообразно включить в селекционные программы региона в качестве источников групповой устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе.

3.6 Корреляция между количественными признаками яровой мягкой пшеницы

Необходимость учета коррелятивных связей между признаками обусловлена тем, что отдельные из них, например, компоненты продуктивности колоса, растений и т.д., могут находиться в положительной и отрицательной зависимости друг от друга. Эти взаимосвязи, как правило, передаются по наследству от родителей потомкам. Поэтому отбор по одному из признаков затрагивает и другие признаки [Качур, 1988; Качур, 1979; Качур, 1990; Кротова, 1988; Мартынов, 1977].

При подборе родительских пар по тем или иным хозяйственным признакам для включения в гибридизацию с целью создания нового сорта пшеницы, прежде всего, следует учитывать ограниченность прироста органического вещества, обусловленную климатическими особенностями региона. Также необходимо иметь в виду фундаментальное обстоятельство, связанное с законом сохранения вещества и энергии. Н.И. Вавилов говорил о необходимости учитывать огромное число специфических признаков (для пшеницы был приведен 41 признак) [Вавилов, 1935]. Тем не менее, все попытки создать новые сорта пшеницы, сочетающие большинство полезных свойств (засухоустойчивость, устойчивость к болезням, массу 1000 зерен, число зерен в колосе, устойчивость к полеганию, высокое содержание белка и клейковины и др.), оказались малоуспешными, так как перечисленные признаки не могут быть обеспечены доступной для растительного организма энергией в равной степени [Драгавцев, 1995]. Когда перед селекционером стоит задача добиться продуктивного сочетания конкурирующих хозяйственно-ценных признаков, в модель будущего сорта не следует вводить наборы их предельных значений, т.к. усиление одного свойства повлечет за собой угнетение другого. Чтобы упорядочить большое число признаков и определить, какие из них наиболее значимые, предложена пирамида связанных между собой структурных единиц (модулей), мерой взаимодействия между которыми служит коэффициент корреляции [Драгавцев, 2003; Драгавцев, 2008; Комаров, 2008].

Корреляционные взаимосвязи приведены в таблицах 3 – 6.

Анализ взаимосвязей в 2003 году показал, что сильная положительная корреляция наблюдалась между признаками: числом колосков в колосе и числом зерен в колосе ($r = 0,87$), числом колосков в колосе и массой зерна колоса ($r = 0,77$), числом зерен в колосе и массой зерна колоса ($r = 0,80$). Значительной положительной корреляцией связана высота растений и число зерен в колосе ($r = 0,50$), а также высота растений и число колосков в колосе ($r = 0,57$).

Таблица 5 – Корреляция элементов структуры урожайности в 2003 году*

Признак	Высота см	Продук- тивная кусти- стость	Число колосков в колосе, шт	Число зерен в колос ешт	Масса зерна коло- са, г	Масс а 1000 зерен, г	K _{хоз.}
Продуктивная кустистость	0,28						
Число колосков в колосе, шт	0,57	0,34					
Число зерен в колосе, шт	0,50	0,41	0,87				
Масса зерна колоса, г	0,32	0,22	0,77	0,80			
Масса 1000 зерен, г	-0,23	-0,27	-0,10	-0,28	0,33		
K _{хоз.}	0,09	0,36	0,37	0,32	0,32	0,03	
Урожайность, т/га	0,09	0,34	0,39	0,43	0,45	0,02	0,23

* Критическое значение коэффициентов корреляции на 5 %-ном уровне значимости равно 0,27.

Умеренная взаимосвязь характерна для следующих признаков: продуктивной кустистости и числа колосков в колосе ($r = 0,34$), высоты и массы зерна колоса ($r = 0,32$), массы 1000 зерен и массы зерна колоса ($r = 0,33$). Коэффициент хозяйственной продуктивности был умеренно связан с признаками: продуктивной кустистостью ($r = 0,36$), числом колосков в колосе ($r = 0,37$), числом зерен в колосе ($r = 0,32$), массой зерна колоса ($r = 0,32$). Также умеренная взаимосвязь наблюдалась у урожайности и продуктивной кустистости ($r = 0,34$), числа колосков в колосе ($r = 0,39$), числа зерен в колосе ($r = 0,43$) и массы зерна колоса.

В 2003 году отрицательная связь отмечена между массой 1000 зерен и высотой растений, продуктивной кустистостью, числом колосков в колосе и числом зерен в колосе.

В 2004 году сильная положительная корреляция зафиксирована между признаками массы зерна колоса и числом зерен в колосе ($r = 0,83$), значительная взаимосвязь наблюдалась между признаками массы зерна колоса и числом колосков в колосе ($r = 0,56$), числом зерен в колосе и числом колосков в колосе ($r = 0,51$), а также между массой зерна колоса и урожайностью ($r = 0,54$) и числом зерен в колосе и урожайностью ($r = 0,50$).

Таблица 6 – Корреляция элементов структуры урожайности в 2004 году*

Признак	Высота см	Продук- тивная кусти- стость	Число колосков в колосе, шт	Число зерен в колосе шт	Масса зерна коло- са, г	Масс а 1000 зерен, г	K _{хоз.}
Продуктивная кустистость	0,24						
Число колосков в колосе, шт	0,41	0,12					
Число зерен в колосе, шт.	0,31	0,12	0,51				
Масса зерна колоса, г	0,35	0,10	0,56	0,83			
Масса 1000 зерен, г	0,25	0,09	0,26	-0,11	0,42		
K _{хоз.}	0,19	0,20	-0,02	0,02	0,13	0,18	
Урожайность, т/га	0,43	0,38	0,49	0,50	0,54	0,27	0,09

* Критическое значение коэффициентов корреляции на 5 %-ном уровне значимости равно 0,27.

Умеренная взаимосвязь была характерна для признаков высоты и числа колосков в колосе ($r = 0,41$), высоты и числа зерен в колосе ($r = 0,31$), высоты и массы зерна колоса ($r = 0,35$), высоты и урожайности ($r = 0,43$). Также к умеренной можно отнести взаимосвязь между продуктивной кустистостью и урожайностью ($r = 0,38$), числом колосков в колосе и урожайностью, массой зерна колоса и массой 1000 зерен. Для остальных признаков характерны слабые взаимосвязи, за исключением числа зерен в колосе и массы 1000 зерен, где корреляция была отрицательной.

Таблица 7 – Корреляция элементов структуры урожайности в 2005 году*

Признак	Высота, см	Продук- тивная кусти- стость	Число колосков в колосе, шт	Число зерен в колосе шт	Масс а зерна коло- са, г	Масс а 1000 зерен, г	K _{хоз.}
Продуктивная кустистость	0,11						
Число колосков в колосе, шт	0,57	0,33					
Число зерен в колосе, шт	0,39	0,37	0,81				
Масса зерна колоса, г	0,40	0,13	0,73	0,78			
Масса 1000 зерен, г	0,11	-0,11	0,34	0,18	0,71		
K _{хоз.}	0,03	0,41	0,31	0,32	0,32	0,25	
Урожайность, т/га	0,32	0,19	0,21	0,23	0,24	0,02	0,29

* Критическое значение коэффициентов корреляции на 5 %-ном уровне значимости равно 0,27.

В 2005 году сильная положительная взаимосвязь наблюдалась между признаками: числом зерен в колосе и числом колосков в колосе ($r = 0,81$), массой

зерна колоса и числом зерен в колосе ($r = 0,78$), массой зерна колоса и числом колосков в колосе ($r = 0,73$), массой 1000 зерен и массой зерна колоса ($r = 0,71$). Значительная связь отмечена между высотой растений и числом колосков в колосе ($r = 0,57$). У следующих признаков: числа колосков в колосе и продуктивной кустистости ($r = 0,33$), числа зерен в колосе и высоты ($r = 0,39$), числа зерен в колосе и продуктивной кустистости ($r = 0,37$), массы зерна колоса и высоты ($r = 0,40$), массы 1000 зерен и числа колосков в колосе ($r = 0,34$), $K_{хоз.}$ и продуктивной кустистости ($r = 0,41$), числа колосков в колосе ($r = 0,31$), числа зерен в колосе ($r = 0,32$), массы зерна колоса ($r = 0,32$) – взаимосвязь была умеренной. Для остальных признаков характерны недостоверные слабые взаимосвязи.

Таблица 8 – Корреляция элементов структуры урожайности за три года*

Среднее за три года	Высота, см	Продуктивная кустистость	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в колосе шт	Масса зерна колоса г	Масса 1000 зерен, г	$K_{хоз.}$
Продуктивная кустистость	0,09						
Число колосков в колосе, шт	0,39	0,35					
Число зерен в колосе, шт	0,30	0,36	0,81				
Масса зерна колоса, г	0,29	0,19	0,75	0,82			
Масса 1000 зерен, г	-0,08	0,06	0,32	0,11	0,59		
$K_{хоз.}$	0,11	0,48	0,34	0,41	0,37	0,26	
Урожайность, т/га	0,35	0,34	0,31	0,46	0,52	0,19	0,36

* Критическое значение коэффициентов корреляции на 5 %-ном уровне значимости равно 0,27.

В среднем за три года исследований сильная положительная взаимосвязь наблюдалась между признаками: числом колосков в колосе и числом зерен в колосе ($r = 0,81$), числом зерен в колосе и массой зерна колоса ($r = 0,82$), числом колосков в колосе и массой зерна колоса ($r = 0,75$).

Значительная положительная корреляция отмечена у признаков массы зерна колоса и массы 1000 зерен ($r = 0,59$) и массы зерна колоса и урожайности ($r = 0,52$).

Умеренная взаимосвязь была характерна для признаков: продуктивной кустистости и высоты ($r = 0,39$), высоты и урожайности ($r = 0,35$), продуктивной кустистости и числа колосков в колосе ($r = 0,35$), продуктивной кустистости и

числа зерен в колосе ($r = 0,36$). Масса 1000 зерен была связана с числом колосков в колосе ($r = 0,32$). Коэффициент хозяйственной продуктивности был умеренно связан со следующими признаками: продуктивной кустистостью ($r = 0,48$), числом колосков в колосе ($r = 0,34$), числом зерен в колосе ($r = 0,41$), массой зерна колоса ($r = 0,37$). Также умеренная взаимосвязь наблюдалась у урожайности и высоты ($r = 0,35$), продуктивной кустистости ($r = 0,34$), числа колосков в колосе ($r = 0,31$), числа зерен в колосе ($r = 0,46$) и коэффициента хозяйственной продуктивности ($r = 0,36$). Отрицательная связь – между массой 1000 зерен и высотой растений.

Таким образом, в среднем за три года основное влияние на урожайность оказали такие признаки, как число зерен в колосе и масса зерна колоса. По признаку «число зерен в колосе» в среднеранней группе спелости к ним относятся Чернява 13 и Актюбе 32. В среднеспелой группе спелости это Голубковская и Лютесценс 13. В группе среднепоздних сортов это Челябин и Лютесценс 148-97-16.

По показателю «масса зерна колоса» выделены сорта среднеранней группы спелости – Чернява 13, среднеспелой – Дуэт, Нива 2, Голубковская, Лютесценс 13 и Соната. В среднепоздней группе лучшими были Лютесценс, Челябин и ГВК 1857-9. В дальнейшем, при подборе родительских форм из коллекции КАСИБ, следует обратить внимание на эти сорта, которые, при прочих равных, имеют наибольшую выраженность данных признаков.

3.7 Экологическая пластичность сортов яровой мягкой пшеницы

Урожайность пшеницы — это интегральный показатель продуктивности растений, результат взаимодействия всех количественных признаков растения с условиями внешней среды.

Основной причиной колебания урожаев зерновых культур является изменение погодных условий в период вегетации. Отклик изучаемых образцов на изменения условий окружающей среды вызван комплексом признаков и свойств, заложенных в генотипе сорта. Сохраняющие высокую урожайность сорта, независимо от влияния биотических и абиотических факторов среды, являются экологически пластичными [Жученко, 2001; Драгавцев, 2008; Мартынов, 1989; Островерхов, 1978; Сапега, 2008].

Оценка сортов по экологической пластичности представляет интерес для селекции при их районировании. Относительно быстрый и объективный анализ изучаемого материала по параметрам экологической пластичности может быть достигнут при их изучении в резко контрастных условиях среды. Особенностью лучших современных сортов является сочетание в них высокой продуктивности с относительной устойчивостью урожая в изменяющихся условиях возделывания [Риклефс, 1979]. В связи с этим в ряду основных целей нашей работы было определение экологической пластичности сортообразцов мягкой пшеницы.

Одними из наиболее важных оснований для агротехнологической классификации являются коэффициенты регрессии урожаев генотипов на индексы условий среды, равные или близкие единице, и максимальные показатели адаптивности, а также достоверно более высокие прибавки урожайности в контрастных условиях выращивания. При этом не исключена ситуация сочетания высокой средней урожайности с коэффициентом регрессии существенно выше единицы [Кильчевский, 1997].

За основу такого метода оценки взято предположение о достоверности линейной регрессии по отношению отклика сортов на климатические условия. Тогда коэффициент регрессии будет служить мерой степени реакции сорта на

изменения условий среды. Так, следуя модели расчёта Eberhart S.A., Russel W.A. (1966), к наиболее интенсивным можно отнести те сорта, у которых $b_i > 1$, а Si^2 (коэффициент стабильности) стремится к нулю. Они отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью. Сорта с высокими показателями b_i и Si^2 сочетают высокую отзывчивость на изменения условий среды с низкой стабильностью урожая. В третьей группе сорта со сравнительно низкой средней урожайностью, характеризующиеся слабой реакцией на улучшение условий среды ($b_i < 1$) и высокой стабильностью урожайности, что свойственно сортам экстенсивного типа [Корзун, Бруйло, 2011].

Погодные условия в годы изучения сортов имели значительные различия. Два года можно назвать благоприятными по увлажнению (2003, 2005 гг. – коэффициенты ГТК 1,24 и 1,18 соответственно – оптимальная влагообеспеченность), а в 2004 году отмечена недостаточная влагообеспеченность – коэффициент ГТК равен 0,94. Наиболее полную характеристику климатических условий выращивания можно получить при сравнении индексов условий среды – I_j . В 2003 году индекс условий среды составил – 2,7, это самый низкий показатель за годы исследования. Наибольший индекс среды отмечен в 2004 г. (4,1). Вегетационный период этого года можно охарактеризовать как наиболее благоприятный из трех лет изучения. В 2005 г. вегетационный период был умеренно благоприятным с индексом условий среды 1,3. Различные погодные условия позволили получить наиболее полную картину реакции сортов на изменение внешних факторов среды.

В нашей работе была определена экологическая пластичность и стабильность сортов коллекции КАСИБ. Для удобства оценки этих параметров изучаемые образцы разделены по группам спелости, внутри групп выделены наиболее пластичные стабильные сорта.

Данные по экологической пластичности сортов представлены в таблицах 7 – 9.

Таблица 9 – Экологическая пластичность и стабильность сортов КАСИБ
среднеранней группы спелости

№ п/п	Сорт	Урожайность, т/га			Пластичность, b_i	Стабильность, S_{i2}
		2003 г.	2004 г.	2005 г.		
1	Памяти Азиева	1,1	3,24	2,96	0,88	0,01
2	Фора	0,74	2,9	2,95	0,94	0,12
3	Новосибирская 15	0,75	2,67	2,53	0,81	0,03
4	Омская 34	0,77	4,24	3,56	1,39	0,00
5	Актюбинка	0,65	2,92	2,69	0,94	0,02
6	Актюбе 32	0,97	2,73	2,66	0,75	0,04
7	Иргина	0,72	2,93	2,8	0,93	0,04
8	Ирень	1,04	3,44	2,15	0,84	0,43
9	Красноуфимская 90	1,36	3,31	3,33	0,84	0,08
10	Э-757	1,16	3,66	3,07	0,99	0,01
11	Э-756	1,02	2,58	2,66	0,68	0,08
12	Новосибирская 29	1,17	2,82	2,21	0,62	0,06
13	Э-758	0,97	2,48	2,74	0,69	0,17
14	Лютесценс 509	1,65	3,16	2,58	0,56	0,06
15	Челяба 2	1,2	3,35	3,48	0,94	0,16
16	Эритр. 760	0,92	2,72	2,54	0,75	0,01
17	Степная 1	1,04	3,13	3,04	0,88	0,05
18	Чернява 13	1,01	4,44	3,27	1,30	0,17
19	№18 (эр)	0,82	3,55	2,83	1,06	0,03

В среднеранней группе к интенсивному типу относится сорт Омская 34 ($b_i = 1,39$; $\sigma_{dr2} = 0,00$). Высоко отзывчивым на изменения условий среды, но с более низкой стабильностью урожая был сорт Чернява 13 ($b_i = 1,30$; $\sigma_{dr2} = 0,17$). Наибольшее число в среднеранней группе спелости относят к стабильным сортам. Максимально высокоурожайные из них Челябинка 2 ($b_i = 0,94$; $\sigma_{dr2} = 0,16$), Красноуфимская 90 ($b_i = 0,84$; $\sigma_{dr2} = 0,08$), Э-757 ($b_i = 0,99$; $\sigma_{dr2} = 0,01$).

В среднеспелой группе следует выделить сорта Терция ($b_i = 1,28$; $\sigma_{dr2} = 0,10$) и Лютесценс 13 ($b_i = 1,21$; $\sigma_{dr2} = 0,00$), при высокой отзывчивости на улучшение условий (пластичные) у них достаточная стабильность по урожайности по годам. Сорт Ария ($b_i = 1,59$; $\sigma_{dr2} = 0,24$) оказался высоко отзывчивым на изменения условий среды, но с низкой стабильностью урожая. К этому же типу экологической пластичности можно отнести сорта Голубковская ($b_i = 1,01$; $\sigma_{dr2} = 0,42$), Сибирская 123 ($b_i = 1,15$; $\sigma_{dr2} = 0,09$), Нива 2 ($b_i = 1,10$; $\sigma_{dr2} = 0,28$).

Таблица 10 – Экологическая пластичность и стабильность сортов КАСИБ
среднеспелой группы спелости

№ п/п	Сорт	Урожайность, т/га			Пластичность, b_i	Стабильность, S_{i2}
		2003 г.	2004 г.	2005 г.		
20	Омская 29	1,02	3,12	2,44	0,80	0,05
21	Ария	1,23	4,93	4,9	1,59	0,24
22	Астана	1,16	3,47	3,13	0,94	0,00
23	Надежда	0,94	3,79	2,77	1,07	0,15
24	Соната	1,41	4,32	3,07	1,06	0,31
25	Сибирская 12	1,24	3,38	2,73	0,82	0,04
26	Голубковская	1,62	4,44	3,08	1,01	0,42
27	Удача	1,09	2,78	2,23	0,65	0,03
28	Терция	1,69	4,72	4,59	1,28	0,10
29	Лютесценс 13	1,8	4,77	4,3	1,21	0,00
30	Дуэт	1,8	3,92	3,78	0,89	0,04
31	Нива 2	1,23	4,22	2,98	1,10	0,28
32	Сибирская 123	1,23	3,94	3,84	1,15	0,09
33	Лютесценс 574	1,02	2,71	2,85	0,75	0,12
34	Э-746	1,34	3,93	3,55	1,05	0,01

К сортам стабильного типа данной группы спелости, представляющим интерес в качестве исходного материала, можно отнести Дуэт ($b_i = 0,89$; $\sigma_{dr2} = 0,04$), Сибирская 12 ($b_i = 0,82$; $\sigma_{dr2} = 0,04$).

В среднепоздней группе в качестве пластичных и достаточно стабильных сортов следует выделить: Эритроспермум 59 ($b_i = 1,25$; $\sigma_{dr2} = 0,01$), Шортандинская улучшенная ($b_i = 1,25$; $\sigma_{dr2} = 0,05$), Омская 35 ($b_i = 1,39$; $\sigma_{dr2} = 0,10$), Эритроспермум 78 ($b_i = 1,46$; $\sigma_{dr2} = 0,04$), Байтерек ($b_i = 1,46$; $\sigma_{dr2} = 0,00$). У этой группы сортов особенная ценность в качестве источников для Западной Сибири, где достаточно влагообеспеченные годы чередуются с засушливыми.

К группе отзывчивых сортов с низкой стабильностью урожая следует отнести: Лютесценс 54 ($b_i = 1,38$; $\sigma_{dr2} = 0,54$), Лют. 148-97-16 ($b_i = 1,21$; $\sigma_{dr2} = 0,23$). Данные сорта целесообразно возделывать на более интенсивном агрофоне.

В третью группу наиболее стабильных сортов с урожайностью, превышающей стандарт, вошли сорта Лютесценс 30-94 ($b_i = 0,56$; $\sigma_{dr2} = 0,12$), Челябинс ($b_i = 0,89$; $\sigma_{dr2} = 0,12$), Эритроспермум 727 ($b_i = 0,83$; $\sigma_{dr2} = 0,01$). Такие сорта

лучше всего использовать на экстенсивном фоне, где они могут сформировать максимальную урожайность при минимальных затратах.

Таблица 11 – Экологическая пластичность и стабильность сортов КАСИБ
4 среднепоздней группы спелости

№ п/п	Сорт	Урожайность, т/га			Пластичность, bi	Стабильность, Si2
		2003 г.	2004 г.	2005 г.		
35	Омская 18	1,01	3,39	2,96	0,96	0,00
36	Байтерек	1,15	4,78	4,13	1,46	0,00
37	Шортанд. улучш.	1,6	4,82	3,94	1,25	0,05
38	Лютесценс 54	1,4	5,2	3,55	1,38	0,54
39	Эритроспермум 78	1,19	4,91	3,98	1,46	0,04
40	ГВК 1369-2	1,27	4,43	3,52	1,22	0,06
41	ГВК 1857-9	0,95	4,24	3,78	1,35	0,01
42	Э-59	1,67	4,82	4,13	1,25	0,01
43	Эритр. 727	1,4	3,41	3,2	0,83	0,01
44	Алтайская 50	0,88	3,38	3,35	1,07	0,11
45	Омская 35	1,32	4,91	3,86	1,39	0,10
46	Лют. 148-97-16	1,35	4,59	3,38	1,21	0,23
47	Лютесценс 30-94	1,69	2,92	3,14	0,56	0,12
48	ГВК 1860-8	1,07	3,76	4,01	1,20	0,32
49	Лютесценс 424	1,21	3,03	3,8	0,90	0,71
50	Лютесценс 29-94	1,49	2,99	3,16	0,67	0,12
51	Лютесценс 53-95	1,32	2,6	2,58	0,55	0,03
52	Челяба	1,59	3,98	3,09	0,89	0,12
53	Чебаркульская	1,31	4,51	3,55	1,23	0,08
	Ij	–2,7	4,1	1,3		

Для включения в селекционные программы можно рекомендовать в качестве исходного материала по параметрам экологической пластичности сорта: в среднеранней группе спелости – Омская 34, в среднеспелой – Терция, Лютесценс 13, Ария, Голубковская, Сибирская 123, Нива 2, Дуэт и в среднепоздней –Эритроспермум 59, Омская 35, Шортандинская улучшенная.

3.8 Вклад различных факторов в изменчивость элементов структуры урожая у сортов яровой мягкой пшеницы из питомника КАСИБ 4

Методом двухфакторного дисперсионного анализа исследовано влияние временного фактора (лет) и генотипов, а также их взаимодействий на элементы продуктивности растений и урожайность. Анализ проведен по группам спелости, результаты представлены в таблицах 10–12.

Таблица 12 – Вклад различных факторов в изменчивость элементов структуры урожая среднеранних сортов питомника КАСИБ 4, 2003–2005 гг., %

Признак	Средний квадрат			
	Фактор А (год)	Фактор В (генотип)	Взаимодей- ствие АхВ	Случайное отклонение
Высота растений	2,6	37,4	32,0	28,0
К _{хоз.}	5,7	53,4*	22,2	18,7
Масса 1000 зерен	8,2	59,4*	15,2	17,2
Масса зерна главного колоса	22,2	43,3*	11,6	22,9
Продуктивная кустистость	11,9	35,5	27,3*	25,4
Урожайность	53,8*	27,3*	11,8	7,0
Число зёрен в колосе	12,1	50,2*	15,1	22,6
Число колосков в колосе	51,0*	24,6	8,3	16,1

* Достоверно при $P = 0,5$.

В группе среднеранних сортов достоверное влияние фактора «год» наблюдалось по таким признакам, как урожайность (53,8%) и число колосков в колосе (51,0%). Влияние генотипа на элементы структуры урожайности и урожайность в данной группе спелости было более значительным. Достоверный вклад факторов в величину признака составил: коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза – 53,4%, масса 1000 зерен – 59,4%, масса зерна главного колоса – 43,3%, урожайность – 27,3%, число зерен в колосе – 50,2%. Достоверное влияние на изменчивость признака взаимодействия «генотип x год» отмечено лишь по продуктивной кустистости – 27,3%, свидетельствуя о существенной реакции генотипа на условия года по данному признаку.

В группе среднеспелых сортов достоверно доля влияния фактора «год» в изменчивости высоты растений составила 59,5%.

Таблица 13 – Вклад различных факторов в изменчивость элементов структуры урожая среднеспелых сортов питомника КАСИБ 4, 2003–2005 гг., %

Признак	Средний квадрат			
	Фактор А (год)	Фактор В (генотип)	Взаимодей- ствие АхВ	Случайное отклонение
Высота растений	59,5*	18,5	9,5	12,5
K _{хоз.}	10,3	30,8	31,4	27,5
Масса 1000 зерен	6,9	33,7	31,2	28,2
Масса зерна главного колоса	11,6	51,2*	11,9	25,3
Продуктивная кустистость	42,6	22,9	17,8	16,7
Урожайность	24,1	43,9*	22,4	9,6
Число зёрен в колосе	4,1	47,4	18,2	30,3
Число колосков в колосе	2,6	68,1*	12,9	16,4

* Достоверно при P = 0,5.

Достоверное влияние фактора «генотип» на изменчивость элементов продуктивности отмечено по признакам: массе зерна главного колоса – 51,2%, урожайности – 43,9% и числу колосков в колосе – 68,1%.

Таблица 14 – Вклад различных факторов в изменчивость элементов структуры урожая среднепоздних сортов питомника КАСИБ 4, 2003–2005 гг., %

Признак	Средний квадрат			
	Фактор А (год)	Фактор В (генотип)	Взаимодей- ствие АхВ	Случайное отклонение
Высота растений	14,3	29,0	32,2	24,5
K _{хоз.}	56,8*	17,1	14,4	11,7
Масса 1000 зерен	18,6	61,7*	9,0	10,7
Масса зерна главного колоса	13,3	62,7*	7,0	17,0
Продуктивная кустистость	9,9	46,5	23,2	20,4
Урожайность	3,2	50,6*	33,2*	13,0
Число зёрен в колосе	7,3	67,4*	12,7	12,6
Число колосков в колосе	10,8	57,2	12,4	19,6

* Достоверно при P = 0,5.

Влияние фактора «год» на изменчивость коэффициента хозяйственной эффективности растений в группе среднепоздних сортов при уровне значимости 0,05 было достоверным – 56,8%. Генотип сорта вносил достоверный вклад в изменчивость признаков: массы 1000 зерен – 61,7%, массы зерна главного колоса – 62,7%, урожайности – 50,6% и числу зерен в колосе – 67,4%. Достоверный вклад в изменчивость урожайности сортов был обусловлен взаимодействием факторов «генотип х год» и составил 33,2%, зафиксировав значительную реакцию изучаемых сортов на погодные условия различных лет.

В среднем 39 % изменчивости по урожайности сортов были обусловлены влиянием погодных условий года, 36 % – их генотипическим различием и 18% – взаимодействием факторов «генотип x среда».



Рис. 4– Вклад факторов в урожайность сортов яровой мягкой пшеницы

* Достоверно при $P = 0,5$.

В целом, следует отметить, изменчивость хозяйственно-ценных признаков за счет фактора «генотип» в среднем значительно выше, чем у факторов «год» и «генотип-год», что свидетельствует о существующем генотипическом разнообразии сортов в питомнике КАСИБ 4. Следовательно, данный питомник представляет ценную коллекцию для использования сортов, различающихся по генотипическому разнообразию в качестве родительских форм в гибридизации для создания исходного материала для условий южной лесостепи Западной Сибири.

3.9 Кластерный анализ

Основной целью в кластерном анализе является выделение сравнительно небольшого числа групп объектов, как можно более схожих между собой внутри группы и как можно более отличающихся в разных группах [Бериков, 2012]. В работе селекционер часто сталкивается с большим объемом материала по целому набору разных по своей природе признаков, который необходимо каким-либо образом систематизировать, чтобы затем выделить лучшие формы по комплексу хозяйственно-ценных признаков [Лысенко, 2011].

Кластерный анализ, нашедший широкое признание с 80-х годов XX в., представляет группу методов многомерной статистики, предназначенных для разделения исходного множества объектов на группы. Упорядочение объектов в относительно однородные таксоны (кластеры) проводится путем попарного сравнения по выбранным критериям [Мандель, 1988]. При этом раскрывается топологическая структура совокупности, в итоге позволяя сформулировать гипотезу о ее логической структуре.

При проведении исследований возникла необходимость классификации результатов оценки фенологических наблюдений, оценки болезней, качества зерна, элементов структуры урожая изучаемых сортов пшеницы для более объективного подбора родительских пар и создания на их основе нового селекционного материала. Для достижения поставленной цели сорта изучаемого питомника были подвергнуты иерархической кластеризации. Изученные образцы имеют разную ценность для селекционных программ по основным элементам структуры урожая.

В наиболее многочисленный первый кластер входят 15 сортов, 6 из них относят к среднеранней, 3 – к среднеспелой и 6 – к среднепоздней группам спелости (табл. 13). Во втором кластере представлены 14 сортов, 10 из них относят к среднеранней, 3 – к среднеспелой и 1 – к среднепоздней группам спелости. В третий кластер входят 13 сортов, 2 – среднеранних, 5 – среднеспелых и 6 – среднепоздних. И меньший по численности четвертый кластер с 11 сортами,

1 –среднеранний, 4 относят к среднеспелой и 6 – к среднепоздней группам спелости.

Таблица 15 – Распределение сортов питомника КАСИБ 4 по кластерам

№ п/п	Кластеры			
	1 – й	2 – й	3 – й	4 – й
1	Надежда	Новосибирская 15	Соната	Ария
2	Лютесценс 30-94	Э-756	Голубковская	Терция
3	Лютесценс 29-94	Удача	Нива 2	Э-59
4	Алтайская 50	Э-758	Лют.148-97-16	Челяба 2
5	Степная 1	Иргина	Челяба	Омская 35
6	Э-757	Актюбинка	Чернява 13	Эритроспермум 78
7	Памяти Азиева	Новосибирская 29	Сибирская 123	Байтерек
8	Астана	Лютесценс 53-95	ГВК 1860-8	Шортандинская улучш.
9	Красноуфимская 90	Ирень	Э-746	Лютесценс 13
10	Лютесценс 424	Лютесценс 574	Чебаркульская	Лютесценс 54
11	Эритроспермум 727	Эритроспермум 760	ГВК 1369-2	Дуэт
12	Сибирская 12	Актюбе 32	ГВК 1857-9	
13	Омская 18	Омская 29	Омская 34	
14	№18 (эр)	Фора		
15	Лютесценс 509			

Урожайность каждого кластера имеет достоверные отличия. Как видно из данных табл. 15, сорта первого кластера – высокие, достоверно превосшедшие второй кластер по числу колосков в колосе, числу зерен в колосе, за счет этих показателей сформировали достоверно более высокую урожайность, чем сорта второго кластера (2,53 т/га и 2,12 т/га соответственно). Во втором кластере сгруппированы в основном более короткостебельные и раннеспелые сорта, достоверно уступившие сортам других кластеров по урожайности.

Таблица 16 – Средние значения основных элементов структуры урожая сортов питомника КАСИБ 4 по кластерам

Клас- тер	Урожай- ность, т/га	Высота рас- тений, см	Число растений, шт./м ²	Общее число стеблей, шт./м ²	Общая кусти- стость, шт./раст.	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Продук- тивная кусти- стость, шт./раст.
1	2,53	90,4	215,7	397,4	1,9	336,2	1,6
2	2,12	84,4	222,7	408,6	1,9	345,0	1,6
3	2,97	90,3	207,5	383,8	1,9	335,8	1,7
4	3,46	92,3	229,7	467,1	2,0	402,8	1,8
	0,14	2,0	6,9	14,8	0,2	12,8	0,1

Продолжение таблицы 16 – Средние значения основных элементов структуры урожая по кластерам.

Клас-тер	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна главного колоса, г	Длина колоса, см	Масса 1000 зерен, г	K _{хоз.}
1	12,2	26,2	1,0	7,5	39,7	0,32
2	11,8	25,0	1,0	7,6	39,7	0,30
3	13,1	29,6	1,2	8,0	41,9	0,32
4	12,7	28,2	1,1	7,6	40,7	0,33
	0,3	0,31	0,03	0,1	0,8	0,01

Сорта третьего кластера имели достоверно наибольшие показатели числа колосков в колосе (13,1 шт.), числа зерен в колосе (29,6 шт.), массы зерна с колоса (1,2 г), длины колоса (8,0 см) и массы 1000 зерен (41,9 г). Хорошая выраженность этих признаков позволили сортам третьего кластера достоверно превзойти сорта первого и второго кластера по урожайности – 2,97 /га.

Наибольшая урожайность отмечена у сортов 4-го кластера – 3,46 т/га. Сорта этой группы также достоверно были самыми высокими (92,3 см), вероятно, это имеет положительную корреляцию с урожайностью. Достоверное влияние на более высокую урожайность сортов в четвертом кластере оказали число растений на квадратном метре (229 шт.) и общее число стеблей (467 шт.), что обусловлено хорошей общей кустистостью – 2,0 шт./раст. У сортов 4-го кластера также наблюдалась достоверно наибольшая продуктивная кустистость – 1,8 шт./раст., безусловно, это повлияло на число продуктивных стеблей (402,8 шт./м²).

При первоочередной задаче селекции на высокую урожайность материнские и отцовские формы практичнее брать из четвертого и третьего кластеров. Для сортов данных групп характерна стабильная по годам, наибольшая урожайность. По высоте растений – признаку, достоверно положительно коррелирующему с урожайностью – лучшие сорта также находятся в четвертом кластере. По ряду других хозяйственно-ценных признаков целесообразнее отбирать родительские формы из данных кластеров. Однако при селекции на скороспелость необходимо обратить внимание на сорта второго кластера, внутри него, при более подробном изучении образцов по элементам структуры урожая, подбирать родительские

формы. Таким образом, методы многомерной классификации позволяют упорядочить и одновременно учесть неоднородную совокупность изучаемых признаков.

Использование метода кластерного анализа дало нам возможность сгруппировать сорта питомника КАСИБ по совокупности хозяйственно-ценных признаков и позволило выделить наиболее перспективные образцы для вовлечения их в гибридизацию. Сорта питомника КАСИБ сгруппированы в 4 кластера по урожайности и элементам структуры урожая, что свидетельствует о наличии фенотипического разнообразия сортов и их селекционной ценности в качестве коллекции для селекционных программ Западной Сибири.

4 Оценка и отбор в конкурсном сортоиспытании селекционного материала яровой мягкой пшеницы, созданного на основе сортов питомника КАСИБ 4

В период с 2005 по 2008 г. в СИММИТ были созданы популяции, которые по программе челночной селекции переданы для испытания в Омский ГАУ. За период с 2009 по 2012 г. была проведена оценка 2819 популяций, в родословной которых содержались сорта, изученные в 2003–2005 гг. в питомнике КАСИБ-4. Из большого количества разнообразного материала по схеме классической селекции отобраны высокоурожайные, засухоустойчивые, устойчивые к болезням, высококачественные линии пшеницы, которые доведены до конкурсного испытания и представляют селекционную ценность для условий Западной Сибири.

Как правило, при создании гибридных популяций в качестве материнских форм в скрещивания привлекались наиболее высокоурожайные и адаптивные сорта Западной Сибири и Казахстана, выделенные по результатам изучения коллекции КАСИБ 4. В сложные многоступенчатые скрещивания вовлечены сорта из Мексики и США в качестве источников устойчивости к болезням и из Канады как источники качества зерна. При создании некоторых популяций в СИММИТе в гибридизации использованы гексаплоидные синтетики, полученные с использованием диких сородичей пшеницы *T. dicoccon* и *Ae. squarrosa*. Из популяций с синтетиками выделены перспективные линии, доведенные до конкурсного сортоиспытания.

Основная задача синтетиков – сохранение и использования генофонда диких сородичей в селекции пшеницы [Trethowan, Mujeeb-Kazi, 2008; Mujeeb-Kazi et al., 2008; Ogbonnaya et al., 2013].

Синтетические пшеницы с привлечением генетического потенциала диких злаков нашли широкое распространение при использовании в селекционных программах. Это помогает значительно повысить генетическое разнообразие

исходного материала, а также способствует созданию новых форм пшеницы, более устойчивых, чем традиционные, к неблагоприятным факторам среды.

Из-за равного числа хромосом скрещивание синтетических гексаплоидов и мягкой (гексаплоидной) пшеницы осуществляется значительно легче, чем скрещивание мягкой пшеницы с ди и тетраплоидными дикорастущими видами, позволяя получать и отбирать генотипы с полезными агрономическими свойствами [Qi et al., 2007].

Наиболее распространенный способ получения синтетиков: искусственное скрещивание твердой пшеницы (*T. turgidum* ssp. *durum*; $2n = 28$, AABB) с эгилопсом Тауша (*Ae. tauschii*; $2n = 14$, DD), донора D генома гексаплоидной пшеницы (*T. aestivum*; $2n = 42$, AABBDD) и последующее удвоение числа хромосом. Значительно меньшее количество сортов-синтетиков создают с участием *T. dicoccoides* и *T. dicoccum* [Першина, 2014].

В селекционных программах эгилопсы рассматриваются как перспективный источник обогащения новых сортов пшеницы хозяйственно-ценными признаками, такими как устойчивость к засухе, высокое качество зерна, продуктивность колоса, высокая масса 1000 зерен [van Ginkel, Ogonnaya, 2007; Ogonnaya et al., 2005]. Новые линии синтетической пшеницы обладают устойчивостью к высоким температурам и засоленности почв, хорошо адаптировались по всему миру, особенно в засушливых условиях [Gill et al., 2006]. Приоритетное направление в селекции пшеницы – увеличение урожайности и элементов продуктивности синтетиков. Получены синтетические пшеницы с большим количеством продуктивных растений с единицы площади [Cooper, 2013; Cooper et al., 2012]. По всему миру сегодня более полутора тысяч форм синтетической пшеницы, в том числе около девятисот на основе *Ae. tauschii*. Генетическое разнообразие генома D *Ae. tauschii* намного выше субгенома D мягкой пшеницы, в частности по устойчивости к болезням, таким как бурая и стеблевая ржавчина, мучнистая роса, а также вредителям и качеству зерна [Dvorak et al., 1998].

Обычная практика использования синтетической пшеницы в селекционных программах – проведение дальнейших скрещиваний синтетиков с лучшими

местными сортами пшеницы, с последующим беккроссированием и получением синтетических беккроссных линий пшеницы с ценными рекомбинациями от донора генома D [Mujeeb-Kazi, Delgado, 2001; Mujeeb-Kazi et al., 2000]. Обычно для селекции нового материала – синтетиков на основе T. durum – достаточно одного-двух насыщающих скрещиваний для получения линий с нужными хозяйственно-ценными признаками [Trethowan, van Ginkel, 2009]

В результате был получен разнообразный гибридный материал, несущий всевозможные комбинации ценных селекционных признаков и свойств.

В табл. 17 приведен вегетационный период сортов КСИ, выделенных из популяций челночной селекции, которые были созданы на основе генофонда питомника КАСИБ 4 и международной коллекции СИММИТ.

Таблица 17 – Вегетационный период сортов КСИ, 2015–2017 гг.

Сорт	Вегетационный период, сут.			Среднее за три года
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Памяти Азиева st	81	79	85	82
Эритроспермум 53-15	80	81	89	83
Лютесценс 135-15	81	81	83	82
Лютесценс 136-15	81	81	83	82
КАСИБовская	80	80	83	81
Дуэт st	84	81	88	84
Лютесценс 27-12	86	82	85	84
Лютесценс 87-13	87	82	82	84
Лютесценс 88-13	87	83	82	84
Лютесценс 70-13	88	83	83	84
Лютесценс 105-15	85	82	87	85
Лютесценс 23-12	88	80	90	86
Лютесценс 123-13	88	81	88	86
Лютесценс 25-14	89	79	89	86
Элемент 22 st	90	82	97	90
Лютесценс 90-12	92	84	91	89
Лютесценс 88-14	92	82	95	90
Эритроспермум 88-12	93	86	92	90

По вегетационному периоду четыре сорта относятся к среднераннему типу развития (81–83 сут.): КАСИБовская, Лютесценс 135-15, Лютесценс 136-15 и

Эритроспермум 53-15. Восемь сортов – к среднеспелому типу (84–86 сут.) и у трех сортов вегетационный период на уровне среднепозднего стандарта (89–90 сут.).

4.1 Элементы структуры урожая сортов конкурсного сортоиспытания в среднем за 2015–2017 гг.

Основные хозяйственно-ценные признаки сортов конкурсного испытания приведены в таблице 18. Более подробная информация приведена в приложении 15.

Таблица 18 – Основные хозяйственно-ценные признаки сортов КСИ

№ п/п	Сорт	Высота растени й, см	Про- дукти- вная кусти- стость	Число колоск ов в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен	К _{хоз}
1	Памяти Азиева st	73	1,81	12,5	23,0	0,92	40,1	0,32
2	Эритроспермум 53-15	91*	1,65	13,1*	26,2*	1,01	38,5	0,37*
3	Лютесценс 135-15	73	1,59	13,5*	28,6*	1,03*	36,1	0,36
4	Лютесценс 136-15	78	1,63	12,8	26,7*	1,00	37,5	0,39*
5	Лютесценс 24-12	73	1,90	11,6	26,3*	1,00	38,1	0,38*
6	Дуэт st	80	2,22	12,5	21,9	1,10	50,2	0,37
7	Лютесценс 27-12	88*	1,97	13,3*	27,5*	1,18	42,7	0,40
8	Лютесценс 87-13	96*	1,85	14,0*	29,0*	1,45*	50,1	0,41
9	Лютесценс 88-13	96*	1,92	14,0*	30,1*	1,50*	49,9	0,42*
10	Лютесценс 70-13	97*	2,30	14,9*	32,1*	1,38*	42,9	0,42*
11	Лютесценс 105-15	112*	1,94	13,3*	29,8*	1,15	38,7	0,34
12	Лютесценс 23-12	90*	1,83	12,1	21,6*	0,90	41,7	0,29
13	Лютесценс 123-13	102*	1,41	13,0*	25,9*	1,18	45,4	0,25
14	Лютесценс 25-14	97*	1,62	14,4*	28,3*	1,10	38,9	0,32
15	Элемент 22 st	81	1,81	13,9	30,2	1,24	40,9	0,40
16	Лютесценс 90-12	100*	1,29	13,1	24,3	0,99	40,7	0,35
17	Лютесценс 88-14	99*	1,68	15,5*	27,3	1,20	43,8*	0,29
18	Эритроспермум 88-12	95*	1,61	13,6	24,6	1,10	44,2*	0,28
	НСР 0,5	5,6	0,13	0,48	1,47	0,09	2,18	0,04

По высоте растений в группе среднеранних сортов стандарт превысил один сорт – Лютесценс 53-15 (91 см + 18 см). В среднеспелой группе все сорта достоверно превысили стандарт по высоте растений. Превышение варьировало от 8 см у сорта Лютесценс 27-12 (88 см) до 32 см у сорта Лютесценс 105-15. В

среднепоздней группе спелости также все сорта превысили стандарт Элемент 22 по высоте. Самым высокорослым оказался Лютесценс 90-12 (100 см + 19 см).

Показатель продуктивной кустистости у всех сортов питомника оказался достоверно ниже, чем у стандартов.

По числу колосков в колосе два сорта среднеранней группы спелости превзошли стандарт Памяти Азиева : Эритроспермум 53-15 (13,1 шт., + 0,6 шт. к стандарту) и Лютесценс 135-15 (13,5 шт. + 1,0 шт.).

В среднеспелой группе все сорта, кроме Лютесценс 23-12, превзошли Дуэт по данному показателю. Наибольшую выраженность признака имел сорт Лютесценс 70-13 (14,9 шт. + 2,4 шт.). В группе среднепоздних сортов один образец - Лютесценс 88-14 достоверно превзошел стандарт по числу колосков в колосе (15,5 шт. + 1,6 шт.).

Все сорта среднеранней и среднеспелой групп спелости превзошли соответствующие стандарты по числу зерен в колосе. Наибольшее значение признака среди среднеранних сортов отмечено у сорта Лютесценс 135-15 (28,6 шт. + 5,6 шт.) В среднеспелой группе можно выделить сорта Лютесценс 88-13 (30,1 шт. + 8,2 шт.) и Лютесценс 70-13 (32,1 шт., + 10,2 шт.). В среднепоздней группе спелости превышения над стандартом Элемент 22 у новых сортов не отмечены.

По массе зерна колоса достоверно превысил среднеранний стандарт новый сорт Лютесценс 135-15 (1,03 г, + 0,11 г.). В среднеспелой группе превышение над стандартом по данному признаку имели сорта: Лютесценс 87-13 (1,45 г, + 0,35 г), Лютесценс 88-13 (1,50 г, + 0,4 г), Лютесценс 70-13 (1,38 г, + 0,28 г).

По массе 1000 зерен лишь в среднепоздней группе спелости можно выделить два сорта, которые достоверно превзошли стандарт по изучаемому признаку: Лютесценс 88-14 (43,8 г + 2,9 г), и Эритроспермум 88-12 (44,2 + 3,3 г).

По показателю коэффициента хозяйственной эффективности в среднеранней группе достоверно превысили стандарт сорта Эритроспермум 53-15 (0,37 + 0,05), Лютесценс 136-15 (0,39 + 0,07), Лютесценс 24-12 (0,38 + 0,06).

Стандарт среднеспелой группы удалось превзойти двум сортам - Лютесценс 88-13 и Лютесценс 70-13 (оба 0,42 + 0,05).

4.2 Устойчивость к болезням

Одной из наиболее сложных проблем является генетика устойчивости растений к болезням [Плотникова, 2007]. Это обусловлено большой изменчивостью патогена и связанным с этим постоянным появлением новых по вирулентности рас [Шаманин, 2010]. Происходит постоянное изменение взаимоотношений генотипа сорта и паразита. Более эффективно передаются гены с высокой функциональной активностью, т.е. с четко выраженным фенотипическим эффектом. Кроме того, часто один и тот же ген действует по-разному в процессе развития растений [Mourgounov, 2010; Shamanin, 2009; БадценхагенУ., 1984; Майо, 1984].

В табл. 19 приведены данные по устойчивости/восприимчивости сортов КСИ за период 2015–2017 гг.

В группе среднеранних сортов в 2015 году при эпифитотийном развитии стеблевой ржавчины Эритроспермум 53-15 и Лютесценс 136-15 имели очень высокую степень устойчивости к данному заболеванию – 5 MR и 10 MS соответственно. У стандарта Памяти Азиева отмечена высокая степень восприимчивости – 80 S.

Сорт Эритроспермум 53-15 проявил иммунитет к бурой ржавчине, Лютесценс 136-15 был поражен лишь на 10 % с типом поражения M.

В группе среднеспелых сортов стандарт был поражен стеблевой ржавчиной на 80 % с типом поражения S и бурой ржавчиной на 20 % с типом поражения S. Практически все изучаемые сорта показали высокую устойчивость к заболеваниям, процент поражения стеблевой ржавчиной варьировал от 5 до 15, с типом поражения не выше MS, лишь у Лютесценс 23-12 составив 30 MS. Устойчивость к бурой ржавчине была еще выше, поражение – не выше 5 % с

типом реакции не ниже М. Лютесценс 25-14 проявил иммунитет к данному заболеванию.

Таблица 19 – Устойчивость к стеблевой и бурой ржавчинам сортов КСИ, 2015–2017 гг.

Сорт	Стеблевая ржавчина			Бурая ржавчина		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Памяти Азиева st	80 S	60 S	40 S	80 S	100 S	80 S
Эритроспермум 53-15	5 MR	R	R	R	R	R
Лютесценс 135-15	50S	R	R	30 M	30 M	5 MR
Лютесценс 136-15	10MS	R	R	10 M	R	R
Касибовская	20 M	10 M	20 M	20 M	20 M	10 M
Дуэт st	80 S	60 S	10 MR	20 S	15 MR	20 M
Лютесценс 27-12	15 MR	R	R	R	5 MR	R
Лютесценс 87-13	5 M	5 MR	R	5M	15 TR	R
Лютесценс 88-13	5 M	5 MR	R	5M	10 TR	R
Лютесценс 70-13	10 MS	5 MR	R	5 M	15 MR	5 MR
Лютесценс 105-15	5MR	R	R	5MR	30 MS	10 M
Лютесценс 23-12	30 MS	5 MR	R	5 M	5 MR	R
Лютесценс 123-13	10 M	15 MR	R	5M	15 MR	5 MR
Лютесценс 25-14	R	R	R	R	60 S	5 MR
Элемент 22 st	R	R	R	R	R	R
Лютесценс 90-12	50 MS	5 MR	R	20 MS	30 MS	R
Лютесценс 88-14	R	R	R	R	10 M	R
Эритроспермум 88-12	50 MS	5 MR	R	20 MS	30 MS	20 M

Для среднепоздней группы сортов характерен устойчивый стандарт Элемент 22, в 2015 году такую же устойчивость смог продемонстрировать лишь один сорт – Лютесценс 88-14.

В 2016 году при поражении стандарта Памяти Азиева стеблевой ржавчиной на 60 S и бурой ржавчиной на 100 S сорта Эритроспермум 53-15 и Лютесценс 136-15 были невосприимчивы к заболеваниям. Лютесценс 135-15 также был устойчив к стеблевой ржавчине. В группе среднеспелых сортов по устойчивости к стеблевой ржавчине все образцы превзошли стандарт Дуэт (поражение стеблевой ржавчиной на 60 S). Полную устойчивость показали три сорта : Лютесценс 27-12, Лютесценс 105-15, Лютесценс 25-14. По устойчивости к бурой ржавчине более

высокая устойчивость у сортов Лютесценс 27-12 (5 MR), Лютесценс 23-12 (5 MR), Лютесценс 88-13 (10 TR). В группе среднепоздних только сорт Лютесценс 88-14 по устойчивости к стеблевой ржавчине оказался на уровне стандарта с типом устойчивости R.

В 2017 году сложились неблагоприятные условия для развития болезней. Тем не менее, стандарт среднеранней группы спелости Памяти Азиева был поражен на 40 S стеблевой ржавчиной и на 80 S бурой ржавчиной. Сорта Эритроспермум 53-15 и Лютесценс 136-15 показали иммунитет к заболеваниям. Сорт Лютесценс 135-13 был полностью устойчив к стеблевой ржавчине и высокоустойчив (5 MR) к бурой.

В группе среднеспелых сортов стандарт Дуэт был поражен на 10 MR стеблевой ржавчиной и на 20 M бурой ржавчиной. Все сорта данной группы проявили полную устойчивость к стеблевой ржавчине. По отношению к бурой ржавчине можно выделить сорта, проявившие полную устойчивость – Лютесценс 27-12, Лютесценс 87-13, Лютесценс 88-13, Лютесценс 23-12.

В группе среднепоздних сортов из-за неблагоприятных условий для развития болезней также все сорта показали высокую устойчивость к заболеваниям.

В целом за три года наблюдений в группе среднеранних по устойчивости к стеблевой и бурой ржавчине можно выделить сорта Эритроспермум 53-15 и Лютесценс 136-15. В группе среднеспелых образцов можно отметить Лютесценс 27-12 и Лютесценс 25-14. Среди среднепоздних по устойчивости к болезням выделен сорт Лютесценс 88-14.

4.3 Наличие генов устойчивости к стеблевой и бурой ржавчине и устойчивость к септориозу

В 2016 году на базе ИЦиГ СО РАН проведены работы по фенотипированию, идентификации генов устойчивости к болезням ДНК-маркерами синтетиков яровой пшеницы, полученных путем скрещивания сортов

4 КАСИБа с различными сортами-донорами, а также тетраплоидной *Triticum turgidum* и диплоидного дикого эгилопса (*Aegilops tauschii*) и выделены источники хозяйственно-ценных признаков. При анализе генотипов выявлено большое генетическое разнообразие доноров хозяйственно-ценных признаков, использованных при создании изучаемых сортов, что позволило насытить их ценными генами.

В том же году между Омским ГАУ и Всероссийским научно-исследовательским институтом фитопатологии была достигнута договоренность о проведении оценки устойчивости селекционных линий пшеницы, полученных в результате скрещивания с дикими сородичами, и отбора образцов с устойчивостью к одному или двум наиболее распространенным на территории РФ видам септориоза.

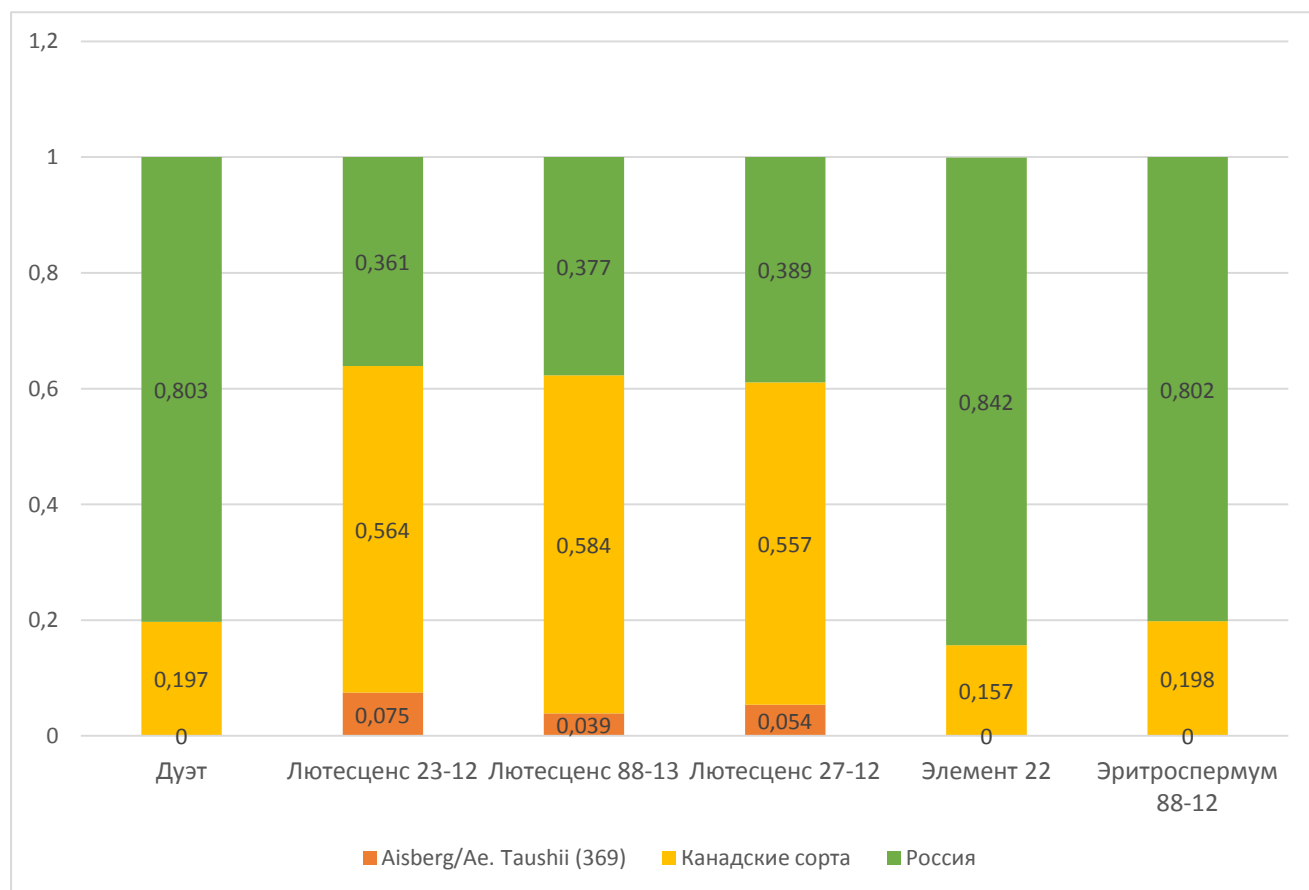
Во ВНИИФ проводится ежегодный мониторинг видового состава возбудителей септориоза пшеницы, в результате более подробно исследованы ареалы распространения и структура популяций его основных возбудителей в разных агроклиматических зонах страны (табл.20).

Новый сорт Каси́бовская был иммунным к данному патогену, тип его устойчивости R. Среднеспелый сорт Люте́сценс 87-12, как и стандарт Дуэт, показал устойчивость по отношению к данным возбудителям – R. В среднепоздней группе спелости Люте́сценс 87-12 и Люте́сценс 87-13 также проявили устойчивость как к *S. Nodorum*, так и к *S. Tritici*. У Люте́сценс 88-13 и Люте́сценс 88-13 отмечен средневосприимчивый тип реакции к данным патогенам. Высокая горизонтальная устойчивость сортов Люте́сценс 27-12, Люте́сценс 87-12, Люте́сценс 87-13, Люте́сценс 70-13 обусловлена наличием пирамиды генов устойчивости к бурой (Lr3, Lr16, Lr17, Lr21,) и стеблевой ржавчине (Sr31, Sr23, Sr36).

Таблица 20 – Наличие генов устойчивости и устойчивость к септориозу сортов, созданных на основе образцов КАСИБ и материала СИММИТ в КСИ, 2015–2017 гг.

Сорт	Гены устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине (данные ИЦиГ)	Пораженность образцов яровой пшеницы возбудителями септориоза <i>S. Nodorum</i> и <i>S. Tritici</i> (Данные ВНИИФ)			
		Степень поражения, % <i>S. nodorum</i>	Тип реакции <i>S. nodorum</i>	Степень поражения, % <i>S. Tritici</i>	Тип реакции <i>S. Tritici</i>
Памяти Азиева st		29,5	I	60	S
Эритр. 53-15					
Лютесценс 135-15					
Лютесценс 136-15					
Касибовская	Lr34	11	R	8,5	R
Дуэт st		1	R	16,8	R
Лютесценс 27-12	Lr 3, Lr 14 a, Lr 16, Lr 17, Lr21, Sr23, Sr36.	9,1	R	5,4	R
Лютесценс 87-13	Lr3, Lr16, Lr17, Lr21, Sr36	2,7	R	15,2	R
Лютесценс 88-13	Lr3, Lr16, Sr22, Sr23	25,3	I	1,9	R
Лютесценс 70-13	Lr3, Lr16, Lr17, Lr26, Sr23, Sr31, Sr36	25,7	I	3,9	R
Лютесценс 105-15					
Лютесценс 23-12	Lr26	11,9	R	17,6	R
Лютесценс 123-13		5	R	14,3	R
Лютесценс 25-14	Lr26	26,4	I	14,2	R
Элемент 22 st	Lr26	17,6	R	3,9	R
Лютесценс 90-12		22	I	4,2	R
Лютесценс 88-14					
Эритр. 88-12	Lr26 Lr10	16,9	R	19,7	R

Генетический анализ SNP-маркерами сортов КСИ. Результаты генотипирования сортов конкурсного сортоиспытания свидетельствуют об оригинальности созданного селекционного материала, который отличается от стандартов значительной долей генетического материала канадских сортов и



синтетической пшеницы (рис. 3.)

Рисунок 5 – Доля генетического материала в генотипе сортов яровой мягкой пшеницы КСИ

Генетический анализ отдельных сортов конкурсного сортоиспытания показал наличие значительной доли генетического материала иностранных сортов, а также генетического материала диких злаков. Как логично следует из родословных изученных сортов, наибольшая доля иностранного материала содержится в сортах-синтетиках. Так, доля генетического материала от диких злаков достигает 7,5 % у сорта Лютесценс 23-12, 5,4 % – у сорта Лютесценс 27-12 и 3,9 % – у сорта Лютесценс 88-13. Доля канадского материала у этих сортов – 56–58 % и лишь 36-39 % – генетический материал российских сортов.

Совершенно противоположная картина у традиционно созданных сортов. Доля отечественного материала составляет более 80 %, 12–20 % – материал североамериканских образцов.

4.4 Урожайность

В настоящее время в селекции яровой мягкой пшеницы достигнут значительный прогресс. Так, у сорта яровой мягкой пшеницы Элемент 22, являющегося стандартом в группе среднепоздних сортов, потенциал урожайности свыше 6 т/га. Однако высокая расообразующая способность патогенов и растущие требования к качеству зерна требуют непрерывного привлечения нового генетического материала по этим направлениям. Задача селекции на данном этапе – повысить качество зерна новых сортов и исключить их поражение новыми расами болезней, снижающих урожайность.

Данные по урожайности сортов, созданных на основе образцов КАСИБ и материала СИММИТ, представлены в таблице 21.

В группе среднеранних сортов все изучаемые образцы достоверно превосходили стандарт. Особенно можно выделить два сорта: Эритроспермум 53-15, в 2015 году сформировавший урожайность на уровне стандарта, в 2016 году превысивший стандарт на 1,46 т/га, (3,86 и 2,4 т/га соответственно) и в 2017 году показавший свою лучшую урожайность за годы испытания (5,37 т/га) и превысивший стандарт на 0,45 т/га. Средняя урожайность за годы испытания составила 3,87 т/га, достоверное превышение над стандартом – 0,63 т/га.

Второй сорт-синтетик КАСИБовская, с урожайностью в 2015 году 2,68 т/га (+ 0,55 т/га), 2016 г. – 3,36 т/га, (+ 0,96 т/га) и в 2017 году сформировавший урожай на уровне стандарта. В среднем за три года данный сорт показал урожайность 3,66 т/га и превзошел стандарт Памяти Азиева на 0,51 т/га.

Среднеспелая группа сортов, достоверно превысивших стандарт Дуэт по урожайности, представлена пятью сортами. Особенно можно выделить Лютесценс 27-12 с достоверным превышением по урожайности стандарта в

каждом году в течение всего периода изучения, наибольший показатель данного признака достигнут в 2017 году – 5,4 т/га, в среднем за три года достоверная прибавка составила 0,33 т/га.

Таблица 21 – Урожайность сортов, созданных на основе образцов КАСИБ и материала СИММИТ в КСИ, 2015–2017 гг.

Сорт	Урожайность зерна, т/га				
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средняя за 3 года	± к стандарту
1	2	3	4	5	6
Памяти Азиева st	2,13	2,4	4,92	3,15	
Эритроспермум 53-15	2,1	3,86*	5,37*	3,78*	0,63
Лютесценс 135-15	2,0	3,95*	4,62	3,52*	0,37
Лютесценс 136-15	2,1	3,54*	4,37	3,34*	0,19
КАСИБовская	2,68*	3,36*	4,93	3,66*	0,51
Дуэт st	2,38	3,69	4,89	3,65	
Лютесценс 27-12	2,59*	3,94*	5,4*	3,98*	0,33
Лютесценс 87-13	1,58	4,5*	5,35*	3,81*	0,16
Лютесценс 88-13	1,86	4,95*	4,68	3,83*	0,18
Лютесценс 70-13	1,9	4,2*	5,52*	3,87*	0,22
Лютесценс 105-15	2,1	4,12*	4,47	3,56	
Лютесценс 23-12	2,05	4,8*	4,93	3,93*	0,18
Лютесценс 123-13	1,81	4,4*	4,65	3,62	
Лютесценс 25-14	1,89	3,3	4,88	3,36	
Элемент 22 st	2,25	3,8	5,38	3,81	
Лютесценс 90-12	1,55	4,34*	4,72	3,54	
Лютесценс 88-14	2,18	3,24	5,3	3,57	
Эритроспермум 88-12	2,15	4,46*	4,37	3,66	
НСР 0,5	0,14	0,23	0,18	0,1	

В группе среднепоздних сортов только в отдельные годы лучшим сортам удавалось превзойти стандарт Элемент 22 по урожайности. В 2015 году это Лютесценс 87-12 с урожайностью 2,47 т/га (+ 0,22 т/га), в 2016 году Лютесценс 87-13 4,5 т/га (+ 0,56 т/га), Лютесценс 88-13 4,95 т/га (+ 1,08 т/га), Лютесценс 70-13 4,2 т/га (+ 0,36 т/га), Лютесценс 124-13 4,65 т/га (+ 0,78 т/га).

4.5 Качество зерна сортов конкурсного испытания

Повышение качества зерна в современных условиях является важной проблемой сельскохозяйственного производства. Недостаток

высококачественного зерна – сырья для перерабатывающей промышленности - обуславливает поиск путей его стабильного производства. Основой для этого являются сорта, формирующие зерно с высокими параметрами качества [Колмаков, 2004].

В 2015 – 2017 гг. нами проведен анализ качества зерна пшеницы сортов конкурсного сортоиспытания по показателям содержания протеина и клейковины. Результаты анализа представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Содержание белка и клейковины сортов в КСИ, %

Сорт	Качество 2015 г		Качество 2016 г		Качество 2017 г		Качество в среднем за три года	
	Протеин	Клейковина	Протеин	Клейковина	Протеин	Клейковина	Протеин	Клейковина
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Памяти Азиева st	13,1	22,5	15,3	29,8	16,7	33,0	15,03	28,4
Эритр. 53-15	14,1*	27,3*	15,8*	30,7*	16,8	33,5	15,6*	30,5*
Лютесценс 135-15	13,5	25,1*	15,6	30,5	16,3	32,0	15,1	29,2
Лютесценс 136-15	13,6*	25,2*	15,6	30,4	16,1	30,2	15,1	28,6
КАСИБовская	14,2*	25,6*	15,4	29,8	16,5	33,6	15,4	29,7*
Дуэт st	12,8	22,6	15,7	30,1	16,8	32,1	15,1	28,3
Лютесценс 27-12	14,1*	23,9*	14,7	28,1	16,0	27,8	14,9	26,6
Лютесценс 87-13	14,5*	27,8*	16,8*	32,2*	16,3	30,8	15,9*	30,3*
Лютесценс 88-13	13,9*	27,3*	16,5*	32,0*	16,3	30,5	15,6*	29,9*
Лютесценс 70-13	14,3*	24,2*	15,6	28,8	17,5*	30,3	15,8*	27,8
Лютесценс 105-15	14,2*	24,1*	15,1	29,4	16,3	30,8	15,2	28,1
Лютесценс 23-12	14,5*	28,1*	16,1	32,8*	15,6	30,5	15,4	30,5*
Лютесценс 123-13	16,2*	33,4*	16,4*	32,1*	16,3	33,0*	16,3*	32,8*
Лютесценс 25-14	14,5*	22,7*	15,6	30,8	15,5	28,4	15,2	27,3
Элемент 22 st	12,6	20,7	14,1	28,5	16,3	32,2	14,3	27,1
Лютесценс 90-12	13,9*	24,3*	14,1	28,1	15,6	29,0	14,5	27,1
Лютесценс 88-14	14,7*	26,2*	14,7*	30,5*	15,4	28,9	14,9*	28,5*
Эритроспермум 88-12	14,7*	27,5*	15,2*	31,5*	15,4	28,9	20,5*	23,9
НСР 0,5	0,42	1,2	0,41	0,8	0,24	0,72	0,4	1,2

В среднем за три года в группе среднеранних сортов по содержанию белка и клейковины стандарт Памяти Азиева (15,03 %, 28,4 % соответственно) превзойти удалось сорту Эритроспермум 53-15 с содержанием белка 15,6 % (+ 0,57 %) и

клейковины 30,5 % (+ 2,1 %). Также можно выделить сорт КАСИБовская с содержанием клейковины 29,7 %, достоверно превысивший стандарт на 1,3 %.

В группе среднеспелых три сорта достоверно превысили стандарт Дуэт как по содержанию белка, так и по содержанию клейковины. Это сорта: Лютесценс 87-13 с содержанием белка и клейковины 16,9 % и 30,3 % соответственно, превышение над стандартом по белку – 0,8 %, по клейковине – 2,0%; Лютесценс 88-13 с содержанием белка 15,6 % и клейковины 29,9% (+ 0,5 % белка и + 1,6 % клейковины); Лютесценс 123-13 с содержанием белка 16,3 % и клейковины 32,8 % (+ 1,2 % белка и +4,5% клейковины).

4.6 Корреляция

Н.И. Вавиловым в его работе о корреляции при селекции яровой пшеницы были показаны различные взаимосвязи количественных признаков, такие как длина вегетационного периода, кустистость, число продуктивных стеблей, урожайность, длина колоса, длина стебля, крупность зерна, ломкость колоса, качество зерна и другие.

В настоящее время выполнено большое количество научных работ, посвященных изучению корреляции между элементами структуры урожая пшеницы, а также между параметрами сортов и климатическими факторами внешней среды, качеством продукции. Эти исследования о взаимосвязях в основной массе посвящены выявлению закономерностей между признаками растений пшеницы и использованием полученных знаний для улучшения способов отбора.

Факторы внешней среды, которые способствуют увеличению вегетационного периода (генетические особенности сортов, погодные условия, климатическая зона, технологические нюансы), в условиях умеренного климата с достаточным увлажнением часто снижают качество зерна и увеличивают урожайность сортов. Использование в гибридизации большого количества сортов и видов пшеницы выявило много отклонений от стандартных взаимосвязей,

вызвало необходимость уменьшения количества форм, к которым их возможно применять, а также уменьшения коэффициента корреляции.

Для поиска наиболее эффективных методов оценки селекционного материала пшеницы мы изучали изменчивость корреляций признаков, функционально или косвенно связанных с продуктивностью изучаемых сортов в КСИ.

Таблица 23 – Корреляция признаков сортов яровой мягкой пшеницы в КСИ

	h	ЧР	ЧК	ЧЗ	МЗК	ДГК	ПК	М1000	К. хоз	Прот еин	Клейк овина	Ур- ть, т/га	SR	LR
ЧР	0,12													
ЧК	0,37	0,19												
ЧЗ	0,32	0,04	0,76											
МЗК	0,40	-0,05	0,57	0,77										
ДГК	0,06	0,09	0,38	0,43	0,35									
ПК	0,03	-0,56	0,01	0,05	0,15	-0,15								
М 1000	0,22	-0,14	-0,08	-0,07	0,59	0,00	0,19							
К. хоз	-0,04	-0,05	0,30	0,46	0,49	0,17	0,57	0,22						
Протеин	-0,15	-0,26	-0,41	-0,36	-0,26	-0,41	0,13	0,05	0,02					
Клейковина	-0,21	-0,05	-0,42	-0,42	-0,37	-0,26	-0,19	-0,05	-0,21	0,77				
Ур-ть, т/га	-0,15	-0,07	0,36	0,32	0,35	0,06	0,26	0,13	0,32	-0,48	-0,51			
SR	0,03	0,04	0,18	0,00	-0,06	0,02	0,14	-0,05	0,17	-0,16	-0,17	-0,01		
LR	0,13	0,01	0,05	0,05	0,15	0,32	-0,03	0,20	0,05	-0,07	-0,08	-0,21	0,34	
ВП	0,60	0,09	0,26	0,26	0,49	0,14	-0,01	0,44	0,06	-0,29	-0,27	0,00	-0,23	0,14

Примечание: критическое значение коэффициента корреляции 0,47

Нами изучены взаимосвязи между такими признаками, как высота растений (h), число растений на 1м² (ЧР), число колосков главного колоса (ЧК), число зерен главного колоса (ЧЗ), масса зерна главного колоса (МЗК), длина главного колоса (ДГК), продуктивная кустистость (ПК), масса 1000 зерен М1000, коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза (К_{хоз}), содержание протеина, содержание клейковины, урожайность, поражение стеблевой (SR) и бурой ржавчиной (LR), вегетационный период (ВП). Признак высоты растений значительно ($r = 0,60^*$) коррелирован с длиной вегетационного периода, более раннеспелые сорта были более короткостебельными. Отмечена умеренная отрицательная связь числа растений с единицы площади и продуктивной кустистости, при увеличении первого признака продуктивная кустистость снижалась. Число зерен в колосе в значительной степени связано с число колосков в колосе ($r = 0,76^*$), массой зерна главного колоса ($r = 0,77^*$). В значительной степени масса зерна главного колоса связана с массой 1000 зерен, в умеренной – с коэффициентом хозяйственной продуктивности, длиной колоса и

вегетационным периодом. У более позднеспелых сортов наблюдалось увеличение данного признака. Длина колоса в умеренной степени связана с поражением бурой ржавчиной, более устойчивые сорта формировали колос большей длины, в сравнении с восприимчивыми. У всех количественных признаков колоса зафиксирована слабая и умеренная отрицательная связь с количеством протеина и клейковины. В целом отмечена тенденция: чем более продуктивным был колос, тем худшие показатели по белку и клейковине демонстрировал изучаемый сорт.

Показатель продуктивной кустистости в значительной степени ($r = 0,57$) связан с коэффициентом хозяйственной продуктивности фотосинтеза. Также сорта, отличающиеся более высокой продуктивной кустистости, формировали меньшее количество клейковины.

Количество протеина было в отрицательной умеренной связи ($r = - 0,48$) с урожайностью, а количество клейковины в значительной степени отрицательно ($r = - 0,51$) связано с урожайностью.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что максимально продуктивны высокорослые сорта с высокими количественными показателями структуры колоса, эти образцы представляют наибольшую селекционную ценность. Наличие во всех группах спелости высокопродуктивных сортов исключило влияние продолжительности вегетационного периода на урожайность. Слабая отрицательная связь между болезнями и урожайностью свидетельствует о высокой полевой устойчивости изучаемых сортов к бурой и стеблевой ржавчине. Необходим поиск путей по повышению качества зерна без снижения урожайности.

Полученные данные согласуются с результатами испытания и корреляционного анализа сортов питомника КАСИБ 4, из которых видно, что наибольшее влияние на урожайность оказали признаки: число зерен в колосе и масса его зерна, умеренное влияние на урожайность высоты растений. Это свидетельствует о том, что положительные хозяйственно-ценные признаки удалось передать от сортов КАСИБа новым сортам в полной мере. Отбор

исходного материала на основе данных признаков можно рекомендовать селекционерам Западной Сибири как характерный для региона.

4.7 Кластерный анализ КСИ

Как и при изучении сортов питомника КАСИБ, возникла необходимость классификации результатов оценки фенологических наблюдений, оценки болезней, качества зерна, элементов структуры урожая изучаемых сортов пшеницы. Для этого изучаемые сорта были подвергнуты иерархической кластеризации. Дендрограмма кластерного анализа сортов КСИ представлена на рисунке 6, признаки и распределение сортов отражены в таблицах 24-27.

Таблица 24 – Элементы кластерного анализа сортов КСИ

	Высота растений, см	Число растений, шт.	Общее число стеблей, шт.	Число продуктивных стеблей, шт.	Масса растений г.	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.
1 кластер	91,5	179,0	386,6	352,4	785,3	14,0	29,8
2 кластер	101,1	185,1	398,0	317,0	741,9	13,8	27,5
3 кластер	95,0	202,0	375,8	321,8	655,6	13,4	24,8
4 кластер	79,7	167,7	354,5	293,5	537,6	12,6	25,4
	5,6	10,1	14,3	19,1	54,9	0,48	1,46

Особенность сортов первого кластера: у всех, кроме Элемента 22, одна родословная, в которую входит один сорт питомника КАСИБ 4 Лютесценс 30-94. Этот сорт входил в первый кластер КАСИБа, отличающийся высотой растений и наибольшим числом колосков и числом зерен колоса.

Таблица 25 – Элементы кластерного анализа сортов КСИ

	Масса зерна с колоса, г.	Длина колоса, см	Масса колоса, г	Продуктивная кустистость	Масса 1000 зерен	K _{хоз}	Протеин
1 кластер	1,35	7,8	1,74	1,97	45,3	0,41	15,3
2 кластер	1,12	7,8	1,50	1,72	40,8	0,33	15,0
3 кластер	1,02	7,0	1,46	1,61	41,2	0,32	15,1
4 кластер	1,04	7,8	1,39	1,76	41,2	0,36	15,3
	0,08	0,45	0,11	0,12	2,18	0,03	0,25

Таблица 26 – Элементы кластерного анализа сортов КСИ

	Клейковина	Урожайность, т/га	Стеблевая ржавчина	Бурая ржавчина	Вегетационный период, суток
1 кластер	28,3	3,86	3,33	4,33	85,2
2 кластер	26,4	3,53	6,67	20,00	87,0
3 кластер	29,1	3,71	7,92	5,83	87,0
4 кластер	29,5	3,49	25,83	25,83	82,8
	0,96	0,1	8,4	9,8	1,4

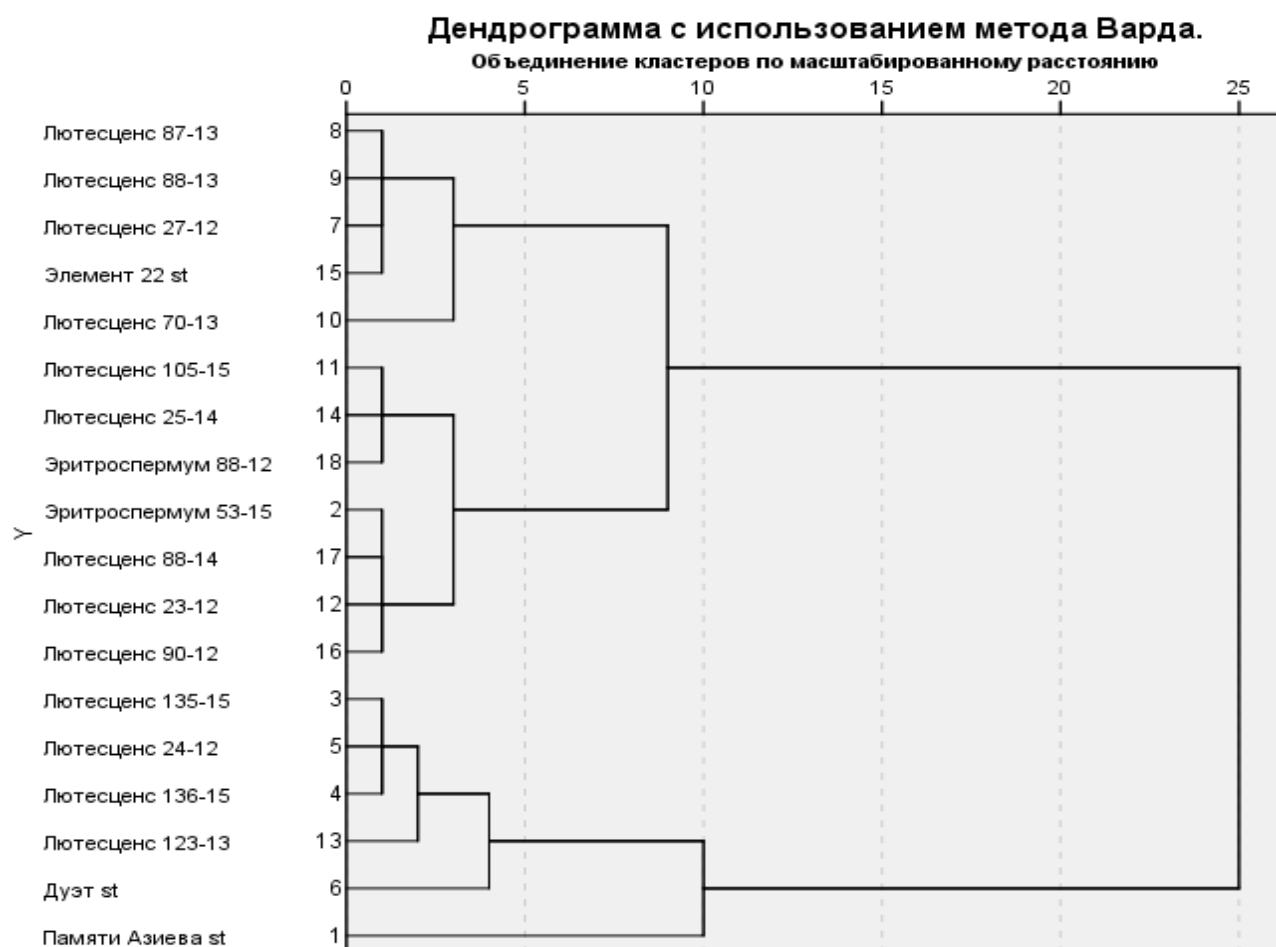


Рисунок 6 – Дендрограмма кластеризации сортов КСИ.

Характерной чертой сортов третьего кластера является их связь с образцами 4-го, самого урожайного кластера КАСИБ. Три из четырех сортов данной группы имели в родословных сорта Дуэт и Терция.

В четвертом кластере конкурсного испытания в родословной сортов присутствуют образцы из всех кластеров КАСИБ.

В первый кластер вошли пять сортов, четыре из них относят к среднеспелой группе спелости и один – к среднепоздней.

Таблица 27 - Распределение сортов КСИ по кластерам

№ п/п	Кластеры			
	1-й	2-й	3-й	4-й
1	Лютесценс 87-13	Лютесценс 105-15	Эритроспермум 53-15	Лютесценс 135-15
2	Лютесценс 88-13	Лютесценс 25-14	Лютесценс 88-14	Лютесценс 24-12
3	Лютесценс 27-12	Эритроспермум 88-12	Лютесценс 23-12	Лютесценс 136-15
4	Элемент 22		Лютесценс 90-12	Лютесценс 123-13
5	Лютесценс 70-13			Дуэт
6				Памяти Азиева

В родословной сортов второго кластера содержатся образцы первого, третьего и четвертого кластера КАСИБ 4: Лютесценс 30-94, Голубковская и Эритроспермум 59.

Сорта первого кластера наиболее урожайные, средняя урожайность группы – 3,86 т/га, при этом сорта первого кластера превосходят по высоте растения только сорта 4-го кластера (91,5 см и 79,7 см соответственно) (Приложения 15 – 16). По хозяйственно-ценным признакам (таким, как число продуктивных стеблей, масса зерна колоса, продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, коэффициент хозяйственной продуктивности) сорта первого кластера превосходят сорта всех кластеров. У сортов третьего и четвертого кластера превышены показатели массы растений, числа колосков и зерен в колосе. У них достоверно более высокий показатель содержания протеина и клейковины, чем у сортов второго кластера. Также они отличаются наибольшей устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам.

Из трех сортов второго кластера два среднеспелые, один относится к среднепоздней группе. Уступая по числу растений, они достоверно превосходят сорта третьего и четвертого кластера по числу стеблей, массе растений, числу зерен в колосе. Больше, чем у четвертого кластера, у данных сортов число продуктивных стеблей. При этом у образцов второго кластера наименьшие показатели содержания протеина и клейковины.

В третий кластер вошли два среднепоздних сорта – Лютесценс 90-12 и Лютесценс 88-14, среднеспелый сорт Лютесценс 23-12 и среднеранний

Эритроспермум 53-15. Для сортов этого кластера характерно наибольшее число растений на 1 м², позволив данным образцам сформировать достоверно более высокий урожай, чем у сортов второго и четвертого кластеров.

Сорта четвертого класса достоверно уступили сортам первых трех кластеров практически по всем хозяйственно-ценным признакам, выразилось это в самой низкой урожайности среди всех групп. Говоря о высокой отрицательной корреляции между урожайностью и качеством зерна, можно заметить: у сортов данной группы отмечено достаточно высокое содержание протеина – на уровне сортов первого кластера, и достоверно выше, чем у сортов второго кластера, а так-же самое высокое содержание клейковины – достоверно большее, чем у сортов первого и второго кластера.

Заключение

В результате проведенных исследований по оценке и отбору исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири можно сделать следующие выводы:

1. Достоверные различия по вегетационному периоду, урожайности и отдельным элементам продуктивности растений между сортами яровой мягкой пшеницы в питомнике КАСИБ 4 свидетельствуют об их селекционной значимости в качестве исходного материала для селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

2. По урожайности зерна достоверно превысили стандарт сорта: среднеранние (на 0,20-0,47 т/га) – Омская 34, Красноуфимская, Эритроспермум 757, Челябин 2, Чернява 13; среднеспелые (на 0,74 – 1,49 т/га) – Ария, Соната, Голубковская, Терция, Лютесценс 13, Дуэт; среднепоздние (на 0,91 – 1,09 т/га) – Эритроспермум 59, Шортандинская улучшенная, Лютесценс, Эритроспермум 78, Омская 35.

3. Наибольшая сопряженность урожайности сортов яровой мягкой пшеницы отмечена с массой зерна колоса ($r = 0,52$) и числом зерен в колосе ($r = 0,46$). Установленные коэффициенты корреляции целесообразно учитывать в селекции яровой мягкой пшеницы для повышения эффективности отбора.

4. По устойчивости к бурой ржавчине выделены: в среднеранней группе – Челябин 2, в среднеспелой – Ария, Соната, Терция, Дуэт, Нива 2, Эритроспермум 746 и в среднепоздней – Лютесценс 148-97-16, Лютесценс 30-94. По устойчивости к мучнистой росе выявлены сорта: среднеранний – Степная 1, среднеспелые – Соната, Сибирская 12, среднепоздний – Лютесценс 148-97-16.

5. Для условий южной лесостепи Западной Сибири в качестве источников для селекции выделены пластичные и стабильные сорта – Терция ($b_i = 1,28$; $\sigma_{dr}^2 = 0,10$), Лютесценс 13 ($b_i = 1,21$; $\sigma_{dr}^2 = 0,00$), Эритроспермум 59 ($b_i = 1,25$; $\sigma_{dr}^2 = 0,01$), в качестве стабильных, но недостаточно пластичных – Челябин 2 ($b_i = 0,94$;

$\sigma_{dr}^2 = 0,16$), Красноуфимская 90 ($b_i = 0,84$ $\sigma_{dr}^2 = 0,08$), Дуэт ($b_i = 0,89$; $\sigma_{dr}^2 = 0,04$).

6. В целом 39 % изменчивости урожайности сортов было обусловлено влиянием погодных условий года, 36% – за счет их генотипического различия и 18% – взаимодействием факторов «генотип x среда».

7. Сорта яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ 4 группируются в 4 кластера по урожайности и элементам структуры урожая, что свидетельствует о наличии их фенотипического и генотипического разнообразия. Наибольшая урожайность отмечена у сортов 4-го кластера – 3,46 т/га. Они достоверно превосходили все группы по высоте растений (92,3 см), имели наибольшую продуктивную кустистость – 1,8 шт./раст. и число продуктивных стеблей (402,8 шт./м²). Это зафиксировало значимость указанных признаков в формировании урожайности зерна яровой мягкой пшеницы в регионе.

8. Из 15 изученных в конкурсном испытании сортов 12 созданы с помощью челночной селекции, и показывают достоверные превышения над стандартом по тем или иным хозяйственно-ценным признакам. Таким образом челночная селекция является перспективным направлением по созданию адаптивных к неблагоприятным факторам сортов яровой пшеницы путем вовлечения в гибридизацию новых источников хозяйственно-ценных признаков из мирового генофонда.

9. На основе трехлетнего изучения линий, созданных с использованием сортов питомника КАСИБ 4 в конкурсном сортоиспытании, выделены лучшие образцы в своих группах спелости, достоверно превосходящие стандарты по урожайности, устойчивости к болезням и качеству зерна. В среднеранней группе спелости – Эритроспермум 53-15 и Касибовская, в среднеспелой группе – линии Лютесценс 87-13 и Лютесценс 88-13 и в среднепоздней группе – Эритроспермум 88-12. Генотипирование SNP-маркерами свидетельствует об оригинальности генотипов созданных сортов.

Рекомендации селекционной практике

1. Целесообразно в качестве источников ценных признаков включать в селекционные программы для гибридизации сорта, созданные на основе материала из питомника КАСИБ 4.

2. Рекомендуется использовать выделенные сорта яровой пшеницы в качестве доноров отдельных элементов продуктивности:

по числу зерен в колосе: среднеранние – Лютесценс 70-13;

по массе 1000 зерен: – Лютесценс 88-12, Лютесценс 80-14

на увеличение урожайности: Касибовская, Эритроспермум 53-15. Элемент 22;

по устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине: Эритроспермум 53-15, Лютесценс 136-15, 27-12;

по качеству зерна: Эритроспермум 53-15, Лютесценс 87-13, Лютесценс 88-13, Эритроспермум 88-12.

2. Установленные особенности в корреляции и кластеризации хозяйственно-ценных признаков рекомендуется использовать в селекционном процессе для повышения эффективности отбора в гибридных популяциях в условиях Западной Сибири.

3. Рекомендовать для передачи на государственное сортоиспытание для Западно-Сибирского и Уральского регионов РФ среднеспелый сорт Силантий (Лютесценс 88-13), имеющий достоверное преимущество над стандартом по урожайности, содержанию белка, клейковины и устойчивости к болезням.

Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Омской области. – Л., 1971. – 188 с.
2. Агроклиматический справочник по Омской области. – Л., 1969. – 228 с.
3. Андреева З.В. Доля генотипической и паратипической изменчивости урожайности зерна при испытании сортов мягкой яровой пшеницы в условиях Омской, Новосибирской, Томской областей и Алтайского края. /Андреева З.В.// Вестн. Новосибирского ГАУ. 2010; 3(15): - С. 9 – 13.
4. Апанасенко В.В., Сортовое районирование сельскохозяйственных культур в Новосибирской области на 2015 год. /Апанасенко В.В., Егорова И.Н., Бардунов А.О. // Филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Новосибирской области. Новосибирск: «Ареал», 2015. – С. 28 – 29
5. Бадценхаген И.У. Теоретические и практические аспекты селекции на толерантность и устойчивость / И.У. Бадценхаген // Борьба с болезнями растений: устойчивость и восприимчивость. – М., 1984. – С. 209 – 224.
6. Баталова Г.А. Использование гибридизации и отбора в селекции голозерного овса./Баталова Г.А.// Зерновое хозяйство России. 2015. С. 25 – 28.
7. Белан И.А. Результативность работы Казахстанско-Сибирской сети по изучению яровой мягкой пшеницы / И.А. Белан, Л.П. Россеева, Ю.И. Зеленский // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун – та. – 2011. – № 5 (79). – С. 5–9.
8. Бериков В.С. Современные тенденции в кластерном анализе / В.С. Бериков, Г.С. Лбов // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «ИТС», 2012.
9. Вавилов Н.И. Генетика на службе социалистического земледелия / Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции. – М.: Наука, 1987. – С. 142 – 167.
10. Вавилов Н.И. Закономерности в изменчивости растений / Н.И. Вавилов // Селекция и семеноводство в СССР. Обзор результатов

деятельности селекционных и семеноводственных организаций к 1923 г. – М., Новая деревня, 1924. – С. 13 – 46.

11. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы / Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений. Т. 2. Частная селекция зерновых и кормовых культур. – М.; Л., 1935. – С. 5 – 22.

12. Вакуленко Г.М. Развитие и продуктивность яровой пшеницы и ячменя на почвах черноземно-солонцового комплекса северной лесостепи Омской области: Автореф. дис. канд. с.-х наук / Г.М. Вакуленко. Омск, 1979. – С. 17.

13. Васильчук Н.С. Методы селекции яровой твердой пшеницы (*T. durum* Desf.) на продуктивность и качество зерна в нижнем Поволжье: автореф. ... дис. д-ра. с.-х. наук / Н.С. Васильчук. — Саратов, 1999. — 78 с.

14. Ведров Н.Г. Изменение элементов структуры урожая и хозяйственно-биологических показателей в результате сортосмены яровой пшеницы в Красноярском крае / Н.Г. Ведров, А.Н. Халипский // Вестн. Красноярского гос. аграр. ун. – та. – 2012. – № 4. – С. 89.

15. Ведров Н.Г. Селекция и семеноводство яровой пшеницы в экстремальных условиях / Н.Г. Ведров. – Красноярск, 1984. – 240 с.

16. Волкова Л.В. Взаимосвязь между признаками продуктивности и качества зерна яровой пшеницы и их информативность / Л.В. Волкова, В.М. Бебякин, И.В. Лыскова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2007. – № 10. – С. 6–9.

17. Гагаринский Е.Л. Микроэволюция элементов продуктивности побега яровой мягкой пшеницы саратовской селекции. / Гагаринский Е.Л., Степанов С.А., Сигнаевский В.Д.// Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. 2015. С. 171 – 181.

18. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / В.А. Драгавцев [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1984.

19. Гужов Ю.Л. Прогнозирование повышения эффективности селекции растений на основе генотипической и модификационной изменчивости: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ю.Л. Гужов. – М., 1975. – 50 с.

20. Давыдова Н.В. Особенности подбора исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья / Давыдова Н.В., Казаченко А.О. // Вестн. Алтайского ГАУ. 2013. С. 5 – 9.
21. Дмитриев В.Е. Опыт и проблемы экологического испытания сортов / В.Е. Дмитриев // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 4. – С. 23 – 25.
22. Добротворская Т.В. Тенденции изменения генетического разнообразия сортов яровой мягкой пшеницы, реализованных на территории России в 1929–2003 гг. / Т.В. Добротворская, С.П. Мартынов, В.А. Пухальский // Генетика. – 2004. – Т. 40. – № 11. – С. 1509 – 1522.
23. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. – М., 1985. – 321 с.
24. Драгавцев А.Г. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / Драгавцев А.Г., Цильке Р.А., Рейтер Б. Г. // Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1984. С 144 – 148.
25. Драгавцев В.А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений / В.А. Драгавцев. – СПб. 2003. – 35 с.
26. Драгавцев В.А. Эколого–генетическая модель организации количественных признаков растений // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 5 – С. – 22 – 27.
27. Евдокимов М.Г. Селекция яровой твердой пшеницы в Сибирском Прииртышье: монография / М.Г. Евдокимов. — Омск: Сфера, 2006. — 220 с.
28. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): монография; в 2 т. / А.А. Жученко. — М.: Изд-во РУДН, 2001. — Т. 2. — 708 с.
29. Жученко А.А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. — 2003. — № 1.
30. Зыбченко Д.П. Изучение линий и сибирских сортов яровой мягкой пшеницы как исходного материала для селекции в условиях лесостепи Приобья.

31. Зыкин В.А. Селекция яровой мягкой пшеницы на повышение адаптивного потенциала в условиях Среднего Прииртышья / В.А.Зыкин // Селекция зерновых культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. / РАСХН Сиб. отделение. СибНИИСХ. Новосибирск, 1992. С. 4 – 14.

32. Зыкин В.А. Экология пшеницы: монография / В.А. Зыкин, В.П. Шаманин, И.А. Белан. – Омск: Изд-во ОмГАУ – 2000. – 124 с.

33. Калашник Н.А. Наследуемость и сопряженность признаков у яровой пшеницы и ее гибридов / Н.А. Калашник, В.М. Молин // Генетика. 1974. – Т. 10, № 12. – С. 5 – 9.

34. Кандауров В.И. Засухоустойчивость, биологические и морфо-физиологические признаки яровой пшеницы / В.И. Кандауров, В.К. Мовчан // Повышение засухоустойчивости зерновых культур. – М., 1979. – С. 76 – 87.

35. Карабаев М. Программа СИММИТа по улучшению пшеницы в Казахстане: вместе в XXI в. / М. Карабаев, А. Моргунов, Х. Браун // Агромеридиан. – № 2(6). – 2007. – С. 9 – 22.

36. Качур О.Т. Взаимосвязь элементов структуры урожая с продуктивностью растения у озимой пшеницы / О.Т. Качур // Теоретические основы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отделение. СибНИИСХ. – Новосибирск, 1988. – С. 45 – 49.

37. Качур О.Т. Комбинационная способность сортов мягкой яровой пшеницы в диаллельных скрещиваниях: автореф. ... канд. с.-х. наук / О.Т. Качур. – Л., 1979. – 20 с.

38. Качур О.Т. Корреляционные связи некоторых хозяйственно-ценных признаков у гибридов озимой пшеницы в условиях Западной Сибири / О.Т. Качур, Е.Г. Мухордов, Н.А. Калашник // Семеноводство и селекция сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отделение. СибНИИСХ. – Новосибирск, 1990. – С. 84 – 89.

39. Кильчевский А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. — Минск, 1997. — 372 с.
40. Коваль С.Ф. Изогенные линии пшеницы: монография / С.Ф. Коваль, В.С. Коваль, В.П. Шаманин / ОмГАУ. — Омск, 2001. — 152 с.
41. Коваль С.Ф. Изогенные линии яровой мягкой пшеницы и эффективность их использования / С.Ф.Коваль // Селекция и семеноводство. 1986. — № 3. — С. 18-19.
42. Коваль С.Ф. Комплексный отбор ценных генотипов на провокационном фоне у самоопыляющихся культур / С.Ф.Коваль // С.-х. биология 1985. - № 3. С. 3 – 13.
43. Коваль С.Ф. Растение в опыте: монография / С.Ф. Коваль, В.П. Шаманин / ОмГАУ. — Омск, 1999. — 204 с.
44. Коваль С.Ф., Токарев Б.И. Применение комплекса првокационных фонов для отбора растений / С.Ф. Коваль, Б.И. Токарев // В кн.: Проблемы отбора и оценки селекционного материала. — Киев, 1980. — С. 32 – 36.
45. Койшыбаев М. Гермоплазма пшеницы с групповой устойчивостью к болезням с воздушно-капельной инфекцией / М. Койшыбаев, Л.А. Болтыбаева, Г.И. Копирова // Агромеридиан. — 2008. — № 3(9). — С. 34 – 42.
46. Колмаков Ю.В. Качество зерна пшеницы и пути его улучшения: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство 06.01.09 – растениеводство / Ю.В. Колмаков. — Омск, 2004. — 187 с.
47. Комаров Н.М. О модульной структуре генетической организации количественных признаков у яровой мягкой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения центрального Предкавказья / Н.М. Комаров, Е.В. Дружинина // Сельскохозяйственная биология. — 2008. — № 5. — С. 22 – 27.
48. Коновалов Ю.Б. Потенциальные и реальные показатели продуктивности колоса у яровой пшеницы различных лет селекции / Ю.Б. Коновалов, В.В. Татарина // Изв. ТСХА. — 1989. — № 2. — С. 42 – 49.

49. Корзун О.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений / О.С. Корзун, А.С. Бруйло. – Гродно, ГГАУ. – 2011. – 140 с.

50. Кротова Л.А. Корреляционные связи между продуктивностью растений и её элементами у гибридов мутантов озимой пшеницы с сортами яровой / Л.А. Кротова // Теоретические основы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СИБНИИСХ. – Новосибирск, 1988. – С. 40 – 45.

51. Крупнов В.А. Гены низкорослости и их проявление у пшеницы (обзор) / В.А. Крупнов, Ю.В. Лобачёв // Сельскохозяйственная биология. – 1998. – № 2. – С. 118 – 124.

52. Кузьмин В.П. Селекция и семеноводство зерновых культур в целинном крае Казахстана / В.П. Кузьмин. – М.; Целиноград, 1965. – 199 с.

53. Кумаков В.А. Связь высоты соломины с признаками продуктивности сортов яровой пшеницы / В.А. Кумаков, В.М. Попова // Сб. науч. тр. / Саратов. с.-х. ин-т. – 1977. – № 87. – С. 9 – 14.

54. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков. – М., 1985. – 270 с.

55. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений / Ф.М. Куперман – М., 1977. – 283 с.

56. Купцов А.И. Элементы общей теории селекции / А.И. Купцов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 376.

57. Ларионов Ю.С. Вопросы семеноводства зерновых культур / Ю.С. Ларионов. – Курган, 1992. – 160 с.

58. Ларионов Ю.С. Принципы отбора в селекции пшеницы / Ю.С. Ларионов, Л.М. Ларионова // Резервы увеличения производства зерна в Западной Сибири: сб. науч. тр. – Омск, 1985. – С. 95 – 102.

59. Ларионов Ю.С. Совершенствование методов отбора и приёмов возделывания в селекции и семеноводстве яровой пшеницы в Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Ю.С. Ларионов. – Новосибирск, 1993. – 52 с.

60. Леонтьев С.И. Селекция яровой пшеницы на засухоустойчивость и сокращение вегетационного периода / В.П. Шаманин, В. П. Пьянов // Вестн. с.-х. науки. – 1987. – № 9. С. 39 – 43.
61. Леонтьев С.И. Структура урожая в зоне южной лесостепи / С.И. Леонтьев // Науч. тр./ Ом. с.-х. ин-т. – 1971. – Т. 92. – С. 87 – 102.
62. Леонтьев С.И. Формирование надземной массы и урожай зерна яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области / С.И. Леонтьев // Науч. тр./ Ом. с.-х. ин-т. – 1971. – Т. 88. – С. 87 – 98.
63. Лихенко И.Е. Влияние морфологических признаков на показатели водного режима у яровой пшеницы в условиях засухи (Сообщение 1. Моногенная короткостебельность) / И.Е. Лихенко // Биология, селекция и генетика пшеницы и тритикале в Западной Сибири: сб. науч. тр. – Омск, 1990. – С. 62 – 67.
64. Лихенко И.Е. Формирование ценозов пшеницы в засушливых условиях сибирской лесостепи / Лихенко И.Е., Зыбченко Д.П., Замиралова В.И. // Достижения науки и техники АПК. 2014. С. 44 – 46.
65. Лобачёв Ю.В. Влияние гена Rht 1 на некоторые селекционные признаки яровой мягкой пшеницы / Ю.В. Лобачёв // Физиолог. и генет. основы селекции. – Саратов, 1984. – С. 144 – 151.
66. Лошаков В.Г. Три заповеди Николая Ивановича Вавилова / В.Г. Лошаков, В.А. Лошакова // Изв. ТСХА. – Вып. 5. – М.: Изд-во РГУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. – С. 26 – 42.
67. Лубнин А.Н. Пути совершенствования селекционной работы по яровой пшенице в Западной Сибири / А.Н.Лубнин // Принципы и методы селекции интенсивных сортов сельскохозяйственных растений: Сб. науч. тр. Новосибирск, 1987. С. 4 – 15.
68. Лубнин А.Н. Селекция мягкой яровой пшеницы в Сибири / Лубнин А.Н.// Новосибирск: ООО ИПЦ «Юпитер», 2006. С. 35.
69. Лысенко А.А. Сравнительная продуктивность сортов гороха различных морфотипов и создание на их основе нового селекционного материала:

автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Лысенко Александр Александрович. – зерноград, 2011. – 23 с.

70. Любищев А.А. Дисперсионный анализ в биологии / А.А. Любищев. – МГУ, Москва, 1986.

71. Майо О. Теоретические основы селекции растений / О. Майо. — М.: Колос, 1984. – 295 с.

72. Макарова В.М. Структура урожайности у зерновых культур и ее регулирование / В.М. Макарова. – Пермь, 1995. – 144 с.

73. Мандель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

74. Маркелова Т.С. Результаты селекции озимой и яровой пшеницы на устойчивость к болезням в условиях Нижнего Поволжья. / Маркелова Т.С. // Аграрный научный журнал. 2015. С. 26 – 27.

75. Мартынов С.П. Взаимосвязь компонентов урожая зерна у яровой пшеницы / С.П. Мартынов, В.А. Крупнов // Селекция яровой пшеницы; под ред. Н.В. Турбина. – М., 1977. – С. 100 – 105.

76. Мартынов С.П. Генетическое разнообразие районированных сортов пшеницы, созданных в различных регионах бывшего СССР / С.П. Мартынов, Т.В. Добротворская // с.-х. биология. Сер. Биол. раст. – 1998. – № 1. – С. 44 – 50.

77. Мартынов С.П. Динамика генетического разнообразия сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticumaestivum* L.), районированных на территории России в 1929–2005 гг. / С.П. Мартынов, Т.В. Добротворская, В.А. Пухальский // Генетика. – 2006. – Т. 42. – № 10. – С. 1359 – 1370.

78. Мартынов С.П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур / С.П. Мартынов // С.-х. биология. Биология растений. — М.: Агропромиздат, 1989. — № 3. — С. 124 – 128.

79. Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений / А.Ф. Мережко // Бюл. ВИР. 1982. - Вып. 122. С. 3 – 7.

80. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 194 с.

81. Методика расчета параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика» / В.А. Зыкин [и др.]. – Омск, 2008. – 36 с.
82. Методики расчета экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика» / В.А. Зыкин [и др.]. – Омск, 2008. – С. 19 – 26 .
83. Мищенко Л.Н. Почвенно-агрохимическая характеристика опытных полей кафедры растениеводства: отчет кафедры почвоведения (рукопись) / Л.Н. Мищенко // Ом. с.-х. ин-т. – Омск, 1982. – 20 с.
84. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений / В.А. Драгавцев, П.П. Литун, Н.М. Шкель, Н.Н. Ничипоренко // Докл. АН СССР. — 1984. — Т. 274. — № 3. — С. 720 – 723.
85. Наследование массы зерна колоса в различных эколого-климатических условиях / В.В. Пискарёв [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 1. – С. 26 – 27.
86. Неттевич Э.Д. О совершенствовании сортов яровой пшеницы, возделываемых в Центральном регионе России / Э.Д. Неттевич // Селекция и семеноводство. — 2000. — № 4. — С. 10 – 14.
87. Ничипорович А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений / А.А. Ничипорович // Современные проблемы фотосинтеза. – М., 1973. – С. 17 – 43.
88. Обухова Е.О. Роль экологических факторов в формировании урожайности мягкой яровой пшеницы в условиях Канской лесостепи. / Обухова Е.О. // Вестн. Хакасского государственного ун-та им. Н.Ф. Катанова. 2014. С. 135 – 138.
89. Островерхов В.О. Сравнительная оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных растений / В.О. Островерхов // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. — М.: Наука, 1978. — С. 128 – 141.

90. Оценка сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням: Метод. Рекомендации // сост. А.И. Широков, Б.Г. Рейтер. Новосибирск, 1981. — С. 11 – 19.
91. Першина Л.А. Хромосомная инженерия растений – направление биотехнологии / Л.А. Першина // Вавиловский журн. генетики и селекции. – 2014; 18(1):138 – 146.
92. Плотникова Л.Я. Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям / Л.Я. Плотникова. – М., 2007. – 359 с.
93. Потанин В.Г. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений / В.Г. Потанин, А.Ф. Алейников, П.И. Степочкин // Вавиловский журн. генетики и селекции. – Новосибирск. – 2014. –Т. 18. – № 3. – С. 548 – 552.
94. Представляет ли стеблевая ржавчина угрозу урожаю пшеницы в условиях Западной Сибири? / В.П. Шаманин [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 2. – С. 56 – 60.
95. Прохоренко К.С., Горяев Д.Ю., Дмитриев В.Е. Использование методов контрастных сроков посева при изучении нормы высева яровой пшеницы / Прохоренко К.С., Горяев Д.Ю., Дмитриев В.Е. // Вестн. Красноярского ГАУ. 2007. С. 84 – 87.
96. Пьянов В.П. Рост, развитие и формирование урожая сортов яровой пшеницы различных биотипов в условиях южной лесостепи Омской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук / В.П. Пьянов. – Омск, 1982. – 16 с.
97. Пьянов В.П. Формирование урожая у сортов яровой пшеницы различных агроэкоотипов в условиях южной лесостепи Западной Сибири / В.П. Пьянов // Селекция и семеноводство яровой пшеницы в Западной Сибири: сб. науч. тр. – Омск, 1984. – С. 26 – 32.
98. Раджарам С. Потенциал урожайности пшеницы / С. Раджарам, Х.Е. Браун Алматы. : Агромеридиан. – 2006 – № 2(3). – С. 5 – 12.
99. Рейтер Б.Г. Наследуемость некоторых количественных признаков и генетический эффект отбора в гибридных популяциях яровой пшеницы / Б.Г. Рейтер, С.И. Леонтьев // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1972. – №2. – С. 44-49.

100. Рейтер Б.Г. Наследуемость некоторых количественных признаков и генетический эффект отбора в гибридных популяциях яровой пшеницы / Б.Г. Рейтер, С.И. Леонтьев // Сиб. вестн. с.-х. науки 1972. -№ 2. - С. 44 – 49.
101. Рейтер Б.Г. Проявление гетерозиса у гибридов пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области / Б.Г. Рейтер, С.И. Леонтьев // Тр. / Ом. с.-х. ин-т. – 1970. – Т.70. – С.100-105.
102. Риклефс Р. Основы общей экологии / Р. Рифлекс. – М., 1979. – 424 с.
103. Рутц Р.И. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ГНУ СибНИИСХ / Р.И. Рутц. – Омск, 2009. – 105 с.
104. Сапега В.А. Оценка параметров среды в пунктах сортоиспытания и адаптивной способности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зауралья / В.А. Сапега // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 1. – С. 55 – 59.
105. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к местной популяции и к вирулентной расе Ug 99 стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири / В.П. Шаманин [и др.] // Вестн. ВОГиС, 2010. – Т. 14. – № 2. – С. 223 – 231.
106. Селекция яровой пшеницы в Западной Сибири: учеб. пособие / под общ. ред. С.И. Леонтьева. – Омск, 1987. – 108 с.
107. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г.Т. Селянинов // Мировой агроклиматический справочник. – Л.; М., 1937.
108. Сибирский питомник челночной селекции Международного Центра по улучшению пшеницы и кукурузы (СИММИТ) при ОмГАУ: реальность и перспективы / В.П. Шаманин [и др.] // Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. – 2009. – № 3. – С. 42 – 46.
109. СИММИТ (Международный центр по улучшению кукурузы и пшеницы). Семена инновации: стратегия СИММИТа по борьбе с бедностью и голодом к 2020 г. – Мехико: СИММИТ, 2003.

110. Смирязев А.В. Биометрия в генетике и селекции растений / А.В. Смирязев, С.П. Мартынов, А.В. Кильчевский. – М.: МСХА, 1992. – С. 296.
111. Создание адаптивного селекционного материала яровой мягкой пшеницы с использованием метода челночной селекции СИММИТ / В.П. Шаманин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.
112. Стефановский И.А. Засухоустойчивость яровых пшениц / И.А. Стефановский – М.; Л., 1950. – 224 с.
113. Сусяков В.С. Сорты яровой мягкой пшеницы селекции СибНИИСХ и методы их создания: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме науч. докл., 06.01.05. / В.С. Сусяков. — Новосибирск, 1994. — 88 с.
114. Сухарева С.В. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза сортов яровой пшеницы разных групп спелости С.В. Сухарева // Селекция зерновых культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. / РАСХН Сиб. отделение. Сиб-НИИСХ. Новосибирск, 1992. С. 64 – 67.
115. Удовенко Г.В. Влияние экстремальных условий среды на структуру урожая сельскохозяйственных растений / Г.В. Удовенко, Э.А. Гончарова. – Л., 1982. – 144 с.
116. Федин М.А. Генетика пшеницы и гетерозис / М.А. Федин. — М.: Колос. 1979. – С. 204.
117. Физиологические основы селекции растений / В.А. Драгавцев [и др.]. – СПб.: Изд-во ВИР, 1995. – Т. 2. – 622 с.
118. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / пер. с чеш. З.К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367 с.
119. Хангильдин В.В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы / В.В. Хангильдин // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа: БФ АН СССР. – 1979. – С. 5 – 39.
120. Цильке Р. А. Изменчивость характера наследования количественных признаков у мягкой яровой пшеницы в зависимости от условий вегетации /Цильке Р.А.// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1974. С. 31 – 39.

121. Челночная селекция между Мексикой и Казахстаном: результаты, подробности и перспективы / Р. Третован [и др.] // Агромеридиан. – № 2(3). – 2006. – С. 23 – 27.

122. Чудинов В.А. Генетические ресурсы зерновых культур Карабалыкской СХОС / В.А. Чудинов, С.И. Шпигун // Генетические ресурсы России. – 2008. – № 5. – С. 44 – 48.

123. Шаманин В.П. Влияние засухи на элементы структуры урожая Новосибирской 67 и её короткостебельной изогенной линии АНК-12 / В.П. Шаманин, И.Е. Лихенко // Использование изогенных линий в селекц.-генет. экспериментах: тез. докл. Первого всесоюз. совещ. (Новосибирск, 27 – 29 марта 1990 г.). – Новосибирск, 1990. – С. 80 – 82.

124. Шаманин В.П. Иммунологическая оценка сортов яровой мягкой пшеницы селекционного питомника КАСИБ / В.П. Шаманин, И.В. Потоцкая // Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 2 (22). – С. 5 – 10.

125. Шаманин В.П. Скрининг сортов яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ к бурой и стеблевой ржавчине в условиях Западной Сибири / В.П. Шаманин, И.В. Потоцкая, О.Г. Кузьмин // Вестн. Казан. гос. аграр. ун-та. – 2017. – Т. 12. – № 2 – (44). – С. 58 – 63.

126. Шаманин, В.П. Создание генетического разнообразия пшеницы по устойчивости к болезням в условиях Западной Сибири / Шаманин В.П., Потоцкая И.В., Кузьмин О.Г., Шепелев С.С., Пожерукова В.Е., Моргунов А.И. // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире. Тезисы докладов IV Вавиловской международной научной конференции. Федеральное агентство научных организаций; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР); Вавиловское общество генетиков и селекционеров Санкт-Петербурга; Научный совет «Биология и медицина»; Санкт-Петербургский научный центр РАН. – 2017. – С. 332–333.

127. Шиндин И.М. Наследование количественных признаков гибридами мягкой яровой пшеницы в условиях Дальнего Востока / Шиндин И.М. // Вестн. Красноярского ГАУ. 2008. С. 66 – 70.

128. Щербинин Н.П. Теория и практика определения норм высева семян: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Н.П. Щербинин. – Новосибирск, 1991. – 37 с.
129. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) / В.А. Зыкин [и др.]. – Уфа: Центр сельскохозяйственного консультирования РБ. – 2011. – С. 97.
130. Юшкевич Л.В. Сравнительная продуктивность яровой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов В.Л. Ершов // Вестн. ОмГАУ. – 2016. – № 2 (22).
131. A *Thinopyrum intermedium* chromosome in bread wheat cultivars as a source of genes conferring resistance to fungal diseases / E.A. Salina [et al.] // *Euphytica*. – 2015. – No. 1. – V. 204. – P. 91–101. DOI: 10.1007/s10681-014-1344-5.
132. *Aegilops tauschii* introgressions in wheat, in *Alien Introgression in Wheat*, eds M. Molar-Lang, C. Ceoloni, and J. Dolezel (Cham: Springer International Publishing) / A. Börner et al, 2015, 245–271. doi: 10.1007/978-3-319-23494-6_10
133. Agronomic effects from chromosome translocations 7DL.7AG and 1BL.1RS in spring wheat. / R.P. Singh et al. // *Crop Sci.* 38, 1998, 27–33. doi: 10.2135/cropsci1998.0011183X003800010005x
134. Aphids in the face of global changes / M. Hullé et al. // *C. R. Biol.*, 2010, 333, 497–503. doi:10.1016/j.crv.2010.03.005
135. Avivi L. (1978). “High protein content in wild tetraploid *Triticum dicoccoides* Korn,” in *Proceedings of the 5th International Wheat Genetics Symposium*, ed. S. Ramanujam (New Dehli: The Indian Society of Genetics and Plant Breeding), 372–380.
136. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat / G. Velu et al. // *J. Cereal Sci.* 59, 365–372. doi: 10.1016/j.jcs.2013.09.001
137. Borhlaug H. Wheat breeding and its impact on world food supply // *Proc. 3rd Intern. Wheat Genet. Symp.* – Canberra : Austr. Acad. Sci., 1968. – P. 1–36.
138. Catalogue of Gene Symbols for Wheat / R.A. McIntosh et al. // 2013, Available at: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/2013/GeneSymbol.pdf> (accessed June 1, 2016).

139. Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status / B. Friebe et al. // 1996, *Euphytica* 91, 59–87. doi: 10.1007/BF00035277
140. Cooper J.K. Synthetic Hexaploid Wheat as a Source of Improvement for Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Texas. Texas A&M University, 2013.
141. Current status of D-genome based, synthetic, hexaploid wheats and the characterization of an elite subset. Ann. / Mujeeb-Kazi A. et al. // *Wheat Newslett.* 2000;46:76 – 79.
142. Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm / R. Mago et al. // *Theor. Appl. Genet.*, 2005, 111, 496–504. doi: 10.1007/s00122-005-2039-z
143. Dhaliwal G. S., Jindal V. and Dhawan A. K. (2010). Insect pest problems and crop losses: changing trends. *Indian J. Ecol.* 37, 1–7.
144. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Science*. — 1966. — Vol. 6. — P. 36 – 40.
145. Exploiting genetic diversity from landraces in wheat breeding for adaptation to climate change / S.M. Lopes et al. // *J. Exp. Bot.*, 2015, 66, 3625 – 3638. doi:10.1093/jxb/erv122
146. FAO. – FAOSTAT Database. – FAO. – Rome. – 2017.
147. Frey K. J., Hammond EG, Lawrence PK (1975) Inheritance of oil percentage in interspecific crosses of hexaploid oats. *Crop Sci* 15: 94–95.
148. Genetic gains for grain yield in high latitude wheat grown in Western Siberia in 1900–2008 / A. Mourgounov et al. // *Field Crop Research*, 2010. – PP. 101–112.
149. Genetic gains for grain yield in high latitude spring wheat grown in Western Siberia in 1900–2008 / A. Morgunov et al. // *Field Crops Research* 117. – 2010. – PP. 101 – 112.
150. Gomez-Becerra H., Morgounov A., Abugalieva A. Evaluation of yield grain stability, reliability and cultivar recommendation in spring wheat (*Triticum*

aestivum) from Kazakhstan and Siberia // Central European Journal of Agriculture. – 2006. – V. 6. – P. 649 – 660.

151. Homoeologous recombination, chromosome engineering and crop improvement / L. Qi et al. // Chromosome Res., 2007, 15:3 – 19.

152. How can wheat landraces contribute to present breeding? Czech J. Genet / L. Dotsiacil et al. // Plant Breed, 2010, 46, 70 – 74.

153. Huang XQ, Coster H, Ganai MW, Roder MS (2003) Advanced backcross QTL analysis for the identification of quantitative trait loci alleles from wild relatives of wheat (*Triticum aestivum* L). Theor Appl Genet 106: 1379–1389.

154. Increasing hard winter wheat yield potential via synthetic wheat: I. Pathcoefficient analysis of yield and its components / J.K. Cooper et al. // Crop Sci., 2012;52:2014-2022.

155. Inheritance of the duration of developmental phases of the biological cycle of *T. durum* Desf / Bagnara D. et al. // Genetic agric. – 1971. – №25. – P. 31-75.

156. Joppa L.R. and Cantrell R.G. (1990). Chromosomal location of genes for grain protein content of wild tetraploid wheat. Crop Sci. 30, 1059–1064. doi:10.2135/cropsci1990.0011183X0030000500021x

157. Law C.N., Worland A.J. Chromosome substitutions and their use in the analysis and prediction of wheat varietal performance // Proc. Internr. Wheat Genet. Symp., 5th'. 1974. P. 41 – 47.

158. Macfadyen S. and Kriticos D. J. (2012). Modelling the geographical range of a species with variable life-history. PLoS ONE 7:e40313. doi:10.1371/journal.pone.0040313

159. Mapping gene(s) for grain protein in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.) using a population of recombinant inbred chromosome lines / Joppa L.R. et al. // Crop Sci., 1997, 37, 1586–1589. doi: 10.2135 / cropsci 1997. 0011183 X 003700050030x

160. Massa A.N. Morris C.F., and Gill B.S. (2004). Sequence diversity of puroindoline-a, puroindoline-b and the grain softness protein genes in *Aegilops tauschii* Coss. Crop Sci. 44, 1808–1816. doi: 10.2135/cropsci2004.1808

161. McIntosh R.A. and Gyrfas J. (1971). *Triticum timopheevii* as a source of resistance to wheat stem rust. *Z. Pflanzenzüchtung*, 66, 240 – 248.
162. McIntosh R.A., Wellings C.R. and Park R.F. (1995). *Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes*. Clayton, VIC: CSIRO Publications.
163. Miralles D.J., Resnicoff E. and Carretero R. (2007). “Yield improvement associated with Lr19 translocation in wheat: which plant attributes are modified,” in *Scale and Complexity in Plant Systems Research: Gene-Plant-Crop Relations*, eds J. H. Spiertz, P. C. Struik and H. H. van Laar (Dordrecht: Springer), 169–176.
164. Mujeeb-Kazi A., Delgado R. A second, elite set of synthetic hexaploid wheats based upon multiple disease resistance. *Ann. Wheat Newslett.* 2001;47: 114 – 116.
165. Ogonnaya F.C., Halloran G.M., Lagudah E.S. D genome of wheat-60 years on from Kihara, Sears and McFadden. Ed. K. Tsunewaki. *Frontiers of Wheat BioScience*. (Kihara Memorial Yokohama Foundation for the Advancement of Life Sciences). Yokohama, Japan, 2005
166. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Aust. J. / Reynolds M. et al. // Plant Physiol.*, 1994, 21, 717–730. doi: 10.1071/PP99 40717
167. Polymorphism of high Mr glutenin subunits in *Triticum tauschii*: characterization by chromatography and electrophoretic methods / Gianibelli M. C. et al. // *J. Cereal Sci.*, 2001, 33, 39 – 52. doi: 10.1006/jcrs.2000.0328
168. QTL mapping of yield-related traits in the wheat germplasm 3228. / Wang J. et al. // *Euphytica* 177, 2011, 277–292. doi:10.1007/s10681-010-0267-z
169. Rebirth of synthetic hexaploids with global implications for wheat improvement / Mujeeb-Kazi A. et al. // *Austral. J. Agr. Res.* 2008;59:391 – 398.
170. Resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, and *Septoria nodorum* in wild *Triticum* species. / Tomerlin J. et al. // *Plant Dis.* 68, 1984, 10–13. doi:10.1094/PD-68-10
171. Rick CM (1976) Natural variability in wild species of *Lycopersicon* and its bearing on tomato breeding. *Agraria* 30: 249 – 510.

172. Rick CM (1983) Conservation and use of exotic tomato germplasm. In: Brown WL, editor. Conservation and utilization of exotic germplasm to improve varieties. The 1983 Plant Breeding Research Forum; 1983 August 9–11; Heber Springs, Arkansas. Des Moines (Iowa): Pioneer Hi-Bred International. PP. 147 – 167.
173. Röder M.S., Huang X., and Börner A. (2008). Fine mapping of the region on wheat chromosome 7D controlling grain weight. *Funct. Integr. Genomics* 1, 79–86. doi: 10.1007/s10142-007-0053-8
174. Rodriguez-Quijano K., Vazquez, J. F. and Garillo, J. M. (1994). Variation of high molecular weight glutenin subunits in Spanish landraces of *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* and ssp. *spelta*. *J. Genet. Breed.* 44, 121–126.
175. Sears E.R. (1956). The transfer of leaf-rust resistance from *Aegilops umbellulata* to wheat. *Brookhaven Symp. Biol.* 9, 1–22.
176. Shamanin V., Morgounov A. Spring wheat breeding in Western Siberia for resistance to leaf and stem rust // 12th International cereal rusts and powdery mildews conference, Antalya, Turkey, October 13-16, 2009. – P. 82.
177. Synthetic hexaploids harnessing species of primary gene pool for wheat improvement / F.C. Ogonnaya et al. // *J. Plant Breed. Rev.* 2013;37:35 – 122.
178. Tanksley S.D., McCouch S.R. (1997) Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. *Science* 277: 1063–1066.
179. The introgression of chromosome 6P specifying for increased numbers of florets and kernels from *Agropyron cristatum* into wheat. / Wu J. et al. // *Theor. Appl. Genet.* 2006, 114, 13–20. doi:10.1007/s00122-006-0405-0
180. The structure of the *Aegilops* gene pool and evolution of hexaploid wheat. / J. Dvorak et al. // *Theor. Appl. Genet.* 1998;97:657-670. DOI 10.1007/s001220050942.
181. Trethowan R.M., Mujeeb-Kazi A. Novel germplasm resources for improving environmental stress tolerance of hexaploid wheat. // *Crop Sci.* 2008;48:1255 – 1265.
182. Trethowan R.M., van Ginkel M. Synthetic wheat an emerging genetic resource. *Wheat Sci. Trade. Ed. B. Carver.* Wiley-Blackwell, Ames, IA, 2009; 369 – 386.

183. Vallega V. and Waines J. G. (1987). High molecular weight glutenin subunit variation in *Triticum turgidum* var. *dicoccum*. *Theor. Appl. Genet.* 74, 706 – 710. doi: 10.1007/BF00247545
184. Van Ginkel M., Ogbonnaya F. Novel genetic diversity from synthetic wheats in breeding cultivars for changing production conditions. *Field Crops Res.* 2007;104:86 – 94.
185. Wessells K. R. and Brown K. H. (2012). Estimating the global prevalence of zinc deficiency: results based on zinc availability in national food supplies and the prevalence of stunting. *PLoS ONE* 7:e50568. doi: 10.1371/journal.pone.0050568
186. Wheat genetic resource center: the first 25 years / B.S. Gill et al. // *Adv. Agr.* 2006; 89:73 – 136.
187. Will stem rust destroy the world's wheat crop? / R.P. Singh et al. // *Adv. in Agron.* 2008. V. 98. 310 p.
188. Will stem rust destroy the world's wheat crop? / R.P. Singh et al. // *Adv. Agron.* 98, 2008, 271–309. doi: 10.1016/S0065-2113(08)00205-8
189. Wulff B. B. H. and Moscou M.J. (2014). Strategies for transferring resistance to wheat: from wide crosses to GM cassettes. *Front. Plant Sci.* 5:692. doi:10.3389/fpls.2014.00692

Приложения

Приложение 1
Сорта 4-го Казахстанско-Сибирского питомника обмена яровой мягкой
пшеницей

№ п/п	Сорт	Учреждение-оригинатор	Разновидность
1	2	3	4
1	Омская 34	СибНИИСХ	Лютесценс
2	Омская 35	-/-	-/-
3	Лютесценс 148-97-16	-/-	-/-
4	Чернява 13	ОмГАУ	-/-
5	Соната	-/-	-/-
6	Нива 2	-/-	-/-
7	Голубковская	-/-	-/-
8	Эритроспермум 59	-/-	Эритроспермум
9	Ирень	Красноуф. СХОС	Мильтурум
10	Иргина	-/-	-/-
11	Красноуфимская 90	-/-	Лютесценс
12	Сибирская 12	СибНИИРС	-/-
13	Сибирская 123	-/-	-/-
14	Новосибирская 15	-/-	-/-
15	Новосибирская 29	-/-	-/-
16	Удача	-/-	-/-
17	Лютесценс 509	Алт. НИИЗИС	-/-
18	Лютесценс 574	-/-	-/-
19	Лютесценс 424	-/-	-/-
20	Алтайская 50	-/-	-/-
21	Эритроспермум 760	Кург. НИИСХ	Эритроспермум
22	Ария	-/-	Лютесценс
23	Терция	-/-	-/-
24	Фора	-/-	-/-
25	Челяба	Чел. НИИСХ	Эритроспермум
26	Чебаркульская	-/-	Лютесценс
27	Астана	НПЦ зернового	-/-
28	Байтерек	хозяйства	-/-
29	Шортандинская улучшенная	-/-	-/-
30	Лютесценс 13	Карабалык. СХОС	-/-
31	Лютесценс 54	-/-	-/-
32	Эритроспермум 78	-/-	Эритроспермум
33	Надежда	КИЗ	-/-
34	№18 (эритроспермум)	-/-	-/-
35	Эритроспермум 727	-/-	-/-
36	Лютесценс 29-94	Павлод. НИИСХ	Лютесценс
37	Лютесценс 30-94	-/-	-/-
38	Лютесценс 53-95	-/-	-/-
39	Степная 1	Актюб. СХОС	-/-
40	Актюбинка	-/-	-/-
41	Актюбе 32	-/-	-/-
42	ГВК 1860-8	В.-Каз. НИИСХ	-/-
43	ГВК 1369-2	-/-	-/-
44	ГВК 1357-9	-/-	-/-

45	Э-746	НИСХИ	Эритроспермум
46	Э-756	-//-	-//-
47	Э-757	-//-	-//-
48	Э-758	-//-	-//-

Приложение 2

Даты наступления фазы всходов и созревания сортов 4-го КАСИБа

№ п/п	Образец	2003 г.			2004 г.			2005 г.		
		Всхо- ды	Коло- шение	Созре- вание	Всхо- ды	Коло- шение	Созре- вание	Всхо- ды	Коло- шение	Созре- вание
1	Омская 34	30.05	2.07	12.08	31.05	5.07	19.08	3.06	9.07	22.08
2	Омская 35	30.05	8.07	22.08	31.05	9.07	25.08	3.06	14.07	29.08
3	Лютесценс 148-97	30.05	12.07	21.08	31.05	13.07	27.08	3.06	17.07	30.08
4	Чернява 13	30.05	8.07	18.08	31.05	8.07	23.08	3.06	11.07	25.08
5	Соната	30.05	7.07	16.08	31.05	9.07	24.08	3.06	14.07	30.08
6	Нива 2	30.05	7.07	16.08	31.05	10.07	26.08	3.06	15.07	30.08
7	Голубковская	30.05	9.07	18.08	31.05	11.07	24.08	3.06	15.07	29.08
8	Ирень	30.05	5.07	15.08	31.05	5.07	18.08	3.06	10.07	24.08
9	Иргина	30.05	3.07	13.08	31.05	4.07	18.08	3.06	10.07	23.08
10	Красноуфимская	30.05	6.07	17.08	31.05	8.07	20.08	3.06	8.07	20.08
11	Сибирская 12	30.05	9.07	18.08	31.05	9.07	24.08	3.06	14.07	28.08
12	Сибирская 123	30.05	9.07	18.08	31.05	13.07	29.08	3.06	18.07	25.08
13	Новосибирская 15	30.05	1.07	10.08	31.05	1.07	15.08	3.06	7.07	20.08
14	Новосибирская 29	30.05	6.07	15.08	31.05	7.07	20.08	3.06	13.07	25.08
15	Удача	30.05	5.07	18.08	31.05	7.07	24.08	3.06	12.07	29.08
16	Лютесценс 509	30.05	7.07	16.08	31.05	8.07	20.08	3.06	14.07	26.08
17	Лютесценс 574	30.05	6.07	15.08	31.05	10.07	26.08	3.06	14.07	31.08
18	Лютесценс 424	30.05	9.07	19.08	31.05	10.07	28.08	3.06	15.07	1.09
19	Алтайская 50	30.05	8.07	18.08	31.05	11.07	26.08	3.06	16.07	1.09
20	Эритроспермум	30.05	7.07	17.08	31.05	10.07	22.08	3.06	14.07	25.08
21	Ария	30.05	7.07	17.08	31.05	9.07	23.08	3.06	14.07	27.08
22	Терция	30.05	10.07	16.08	31.05	13.07	25.08	3.06	18.07	30.08
23	Фора	30.05	1.07	11.08	31.05	03.07	13.08	3.06	5.07	18.08
24	Челяба	30.05	10.07	20.08	31.05	13.07	28.08	3.06	18.07	2.09
25	Чебаркульская	30.05	10.07	20.08	31.05	13.07	28.08	3.06	18.07	2.09
26	Памяти Азиева	30.05	5.07	15.08	31.05	8.07	22.08	3.06	12.07	26.08
27	Омская 29	30.05	8.07	17.08	31.05	11.07	24.08	3.06	16.07	29.08
28	Омская 18	30.05	9.07	19.08	31.05	13.07	27.08	3.06	17.07	30.08
29	Астана	30.05	6.07	16.08	31.05	8.07	24.08	3.06	12.07	29.08
30	Байтерек	30.05	8.07	18.08	31.05	11.07	25.08	3.06	15.07	30.08
31	Шортандинская	30.05	10.07	20.08	31.05	11.07	24.08	3.06	16.07	29.08
32	Лютесценс 13	30.05	8.07	18.08	31.05	10.07	25.08	3.06	14.07	28.08
33	Лютесценс 54	30.05	8.07	18.08	31.05	11.07	26.08	3.06	15.07	29.08
34	Эритроспермум 78	30.05	8.07	18.08	31.05	10.07	25.08	3.06	15.07	30.08
35	Надежда	30.05	7.07	17.08	31.05	10.07	24.08	3.06	15.07	28.08
36	№18 (эр)	30.05	7.07	17.08	31.05	9.07	23.08	3.06	13.07	26.08
37	Эритроспермум	30.05	10.07	20.08	31.05	13.07	26.08	3.06	16.07	29.08
38	Лютесценс 29-94	30.05	10.07	20.08	31.05	13.07	27.08	3.06	18.07	2.09
39	Лютесценс 30-94	30.05	8.07	18.08	31.05	13.07	27.08	3.06	18.07	2.09

40	Лютесценс 53-95	30.05	11.07	20.08	31.05	13.07	27.08	3.06	18.07	2.09
41	Степная 1	30.05	8.07	18.08	31.05	6.07	21.08	3.06	11.07	26.08
42	Актюбинка	30.05	8.07	18.08	31.05	7.07	15.08	3.06	12.07	20.08
43	Актюбе 32	30.05	6.07	16.08	31.05	7.07	16.08	3.06	12.07	21.08
44	ГВК 1860-8	30.05	12.07	22.08	31.05	12.07	26.08	3.06	15.07	30.08
45	ГВК 1369-2	30.05	11.07	21.08	31.05	11.07	24.08	3.06	16.07	28.08
46	ГВК 1857-9	30.05	12.07	22.08	31.05	9.07	23.08	3.06	15.07	28.08
47	Э-59	30.05	9.07	19.08	31.05	10.07	25.08	3.06	14.07	30.08
48	Э-746	30.05	9.07	19.08	31.05	10.07	25.08	3.06	14.07	28.08
49	Э-756	30.05	4.07	13.08	31.05	6.07	21.08	3.06	10.07	25.08
50	Э-757	30.05	2.07	12.08	31.05	6.07	20.08	3.06	10.07	25.08
51	Э-758	30.05	6.07	16.08	31.05	4.07	19.08	3.06	9.07	25.08
52	Челяба 2				31.05	5.07	19.08	3.06	10.07	25.08
53	Дуэт				31.05	9.07	22.08	3.06	14.07	27.08

Приложение 3

Продолжительность периодов всходы – колошение и всходы – созревание, сутки

№ п/п	Образец	2003 г.		2004 г.		2005 г.	
		Всходы-колош.	Всходы-созрев.	Всходы-колош.	Всходы-созрев.	Всходы-колош.	Всходы-созрев.
1	Омская 34	33	74	35	80	36	80
2	Омская 35	39	84	39	86	41	87
3	Лютесценс 148-97-16	43	83	43	88	44	88
4	Чернява 13	39	80	38	84	38	83
5	Соната	38	78	39	85	41	88
6	Нива 2	38	78	40	87	42	88
7	Голубковская	40	80	41	85	42	87
8	Ирень	36	77	35	79	37	82
9	Иргина	34	75	34	79	37	81
10	Красноуфимская 90	37	79	38	81	35	78
11	Сибирская 12	40	80	39	85	41	86
12	Сибирская 123	40	80	43	90	45	83
13	Новосибирская 15	32	72	31	76	34	78
14	Новосибирская 29	37	77	37	81	40	83
15	Удача	36	80	37	85	39	88
16	Лютесценс 509	38	78	38	81	41	84
17	Лютесценс 574	37	77	40	87	41	89
18	Лютесценс 424	40	81	40	89	42	90
19	Алтайская 50	39	80	41	87	43	90
20	Эритроспермум 760	38	79	40	83	41	83
21	Ария	38	79	39	84	41	85
22	Терция	41	78	43	86	45	88
23	Фора	32	73	33	74	32	76
24	Челяба	41	82	43	89	45	91
25	Чебаркульская	41	82	43	89	45	91
26	Памяти Азиева	36	77	38	83	39	84
27	Омская 29	39	79	41	85	43	86
28	Омская 18	40	81	43	87	44	88
29	Астана	37	78	38	85	39	87
30	Байтерек	39	80	41	86	42	88
31	Шортандинская улучш.	41	82	41	85	43	87

32	Лютесценс 13	39	80	40	86	41	86
33	Лютесценс 54	39	80	41	87	42	87
34	Эритроспермум 78	39	80	40	86	42	88
35	Надежда	38	79	40	85	42	86
36	№18 (эр)	38	79	39	84	40	84
37	Эритроспермум 727	41	82	43	87	43	87
38	Лютесценс 29-94	41	82	43	88	45	91
39	Лютесценс 30-94	39	80	43	88	45	91
40	Лютесценс 53-95	42	82	43	88	45	91
41	Степная 1	39	80	36	82	38	84
42	Актюбинка	39	80	37	76	39	78
43	Актюбе 32	37	78	37	77	39	79
44	ГВК 1860-8	43	84	42	87	42	88
45	ГВК 1369-2	42	83	41	85	43	86
46	ГВК 1857-9	43	84	39	84	42	86
47	Э-59	40	81	40	86	41	88
48	Э-746	40	81	40	86	41	86
49	Э-756	35	75	36	82	37	83
50	Э-757	33	74	36	81	37	83
51	Э-758	37	78	34	80	36	83
52	Челяба 2			35	80	37	83
53	Дуэт			39	83	41	85
Среднее		38,5	79,2	39,2	84,2	40,8	85,6

Приложение 4 Высота растений, см

№ п/п	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	70,7	98,8	89,5	86,3
2	Фора	54,3	69	74,3	65,9
3	Новосибирская 15	67	89,3	76	77,4
4	Омская 34	67,3	100,7	79,7	82,6
5	Актюбинка	82,7	95,3	92,7	90,2
6	Актюбе 32	84	96,7	97,3	92,7
7	Иргина	77	97	82,3	85,4
8	Ирень	68	96,7	83,3	82,7
9	Красноуфимская 90	72	93	85	83,3
10	Э-757	64,7	95	79,3	79,7
11	Э-756	67,3	77	73,7	72,7
12	Новосибирская 29	75,7	95,3	88,3	86,4
13	Э-758	67	89,3	79,3	78,5
14	Лютесценс 509	77,3	110,7	93,7	93,9
15	Челяба 2		92,7	77	84,9
16	Эритроспермум 760	71,3	104,7	87	87,7
17	Степная 1	79	98	100,3	92,4
18	Чернява 13	73	106,3	93,3	90,9
19	№18 (эр)	63,7	94	90,3	82,7
20	Омская 29	76,3	95,7	92,3	88,1
21	Ария	76,7	113	100,7	96,8
22	Астана	70	94,3	96	86,8
23	Надежда	68,7	98,3	89,7	85,6
24	Соната	67	104,7	95	88,9

25	Сибирская 12	81,7	100	88,3	90
26	Голубковская	81,3	110,7	104,3	98,8
27	Удача	72	96,3	85,3	84,5
28	Терция	84,7	117,3	100,3	100,8
29	Лютесценс 13	75	111	108	98
30	Дуэт		99	81,3	90,2
31	Нива 2	72,3	104,7	93	90
32	Сибирская 123	79,3	113,7	100,7	97,9
33	Лютесценс 574	75,7	115,3	97	96
34	Э-746	65,7	83,7	76	75,1
35	Омская 18	83	109	102,8	98,3
36	Байтерек	74	104,3	106,3	94,9
37	Шортандинская улучш.	74	103,7	105,3	94,3
38	Лютесценс 54	75,3	108,3	102	95,2
39	Эритроспермум 78	68,3	104,7	92	88,3
40	ГВК 1369-2	83,7	105,7	95	94,8
41	ГВК 1857-9	82	105	92	93
42	Э-59	73,7	99,7	84,3	85,9
43	Эритроспермум 727	87,7	95,7	109,7	97,7
44	Алтайская 50	70,7	113,7	96,7	93,7
45	Омская 35	66,7	101	91	86,2
46	Лютесценс 148-97-16	83,3	105,3	106,3	98,3
47	Лютесценс 30-94	73,3	92	99	88,1
48	ГВК 1860-8	84	100,3	96,7	93,7
49	Лютесценс 424	86	119,5	102	102,5
50	Лютесценс 29-94	83,3	98	103,3	94,9
51	Лютесценс 53-95	82,7	90,3	106,7	93,2
52	Челяба	74,3	91,3	93,3	86,3
53	Чебаркульская	70,3	88,3	91	83,2
	Среднее	75,1	99,9	92,6	89,2
	НСР ₀₅	1,99	2,67	2,64	2,04

Приложение 5 Продуктивная кустистость

№ п/п	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	1,12	1,23	1,99	1,45
2	Фора	1,16	1,85	2,63	1,88
3	Новосибирская 15	0,99	1,34	1,91	1,41
4	Омская 34	1,07	1,51	1,77	1,45
5	Актюбинка	1,26	1,59	1,95	1,6
6	Актюбе 32	1,51	1,7	2	1,74
7	Иргина	1,01	1,35	1,93	1,43
8	Ирень	1,17	1,59	2,24	1,67
9	Красноуфимская 90	1,22	1,51	1,97	1,57
10	Э-757	1,32	1,23	1,79	1,45
11	Э-756	1,09	1,46	1,99	1,51
12	Новосибирская 29	1,48	1,61	1,87	1,65
13	Э-758	1,42	1,35	1,49	1,42
14	Лютесценс 509	1,22	1,47	1,76	1,48
15	Челяба 2		1,81	1,78	1,8

16	Эритроспермум 760	1,31	1,42	2,11	1,61
17	Степная 1	1,49	1,59	1,93	1,67
18	Чернява 13	1,03	1,52	1,56	1,37
19	№18 (эр)	1,24	2,02	2,03	1,76
20	Омская 29	0,95	1,57	2,03	1,52
21	Ария	1,58	1,79	2,32	1,9
22	Астана	1,07	1,5	1,97	1,51
23	Надежда	1,06	1,72	2,19	1,66
24	Соната	1,52	1,79	2,28	1,86
25	Сибирская 12	1,14	1,43	1,88	1,48
26	Голубковская	1,56	1,77	2,4	1,91
27	Удача	1,22	1,45	1,77	1,48
28	Терция	1,7	1,93	2,62	2,08
29	Лютесценс 13	1,62	1,53	2,3	1,82
30	Дуэт		1,47	2,09	1,78
31	Нива 2	1,22	1,77	2,17	1,72
32	Сибирская 123	1,09	1,53	1,65	1,42
33	Лютесценс 574	1,55	1,96	2,12	1,88
34	Э-746	1,46	1,71	2,08	1,75
35	Омская 18	1,29	1,49	2,28	1,69
36	Байтерек	1,84	1,8	2,41	2,02
37	Шортандинская улучш.	1,42	1,6	1,52	1,51
38	Лютесценс 54	1,67	1,96	2,07	1,9
39	Эритроспермум 78	1,55	1,65	2,08	1,76
40	ГВК 1369-2	1,85	1,6	2,39	1,95
41	ГВК 1857-9	1,53	1,5	2,01	1,68
42	Э-59	1,11	1,89	2,08	1,69
43	Эритроспермум 727	1,84	1,59	1,98	1,8
44	Алтайская 50	1,24	1,9	2,17	1,77
45	Омская 35	1,43	1,9	1,96	1,76
46	Лютесценс 148-97-16	1,22	1,5	1,78	1,5
47	Лютесценс 30-94	1,33	1,14	2,17	1,55
48	ГВК 1860-8	1,77	1,71	2,1	1,86
49	Лютесценс 424	0,9	1,56	1,45	1,3
50	Лютесценс 29-94	1,09	1,39	2,07	1,52
51	Лютесценс 53-95	1,55	1,68	2,09	1,77
52	Челяба	1,78	1,54	2	1,77
53	Чебаркульская	1,36	1,37	2,73	1,82
	Среднее	1,3	1,6	2	1,7
	НСР ₀₅	0,07	0,05	0,07	0,05

Приложение 6
Число колосков в колосе, шт.

№ п/п	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	13,1	12,8	11,8	12,6
2	Фора	12,5	12,9	12,3	12,6
3	Новосибирская 15	11,5	11,8	8,4	10,6
4	Омская 34	10	13,3	10,2	11,2
5	Актюбинка	11	11,4	11,9	11,4

6	Актюбе 32	13,1	12,7	11,7	12,5
7	Иргина	10,4	14,4	11,3	12
8	Ирень	11,3	13,5	11,2	12
9	Красноуфимская 90	11,2	13,4	10,5	11,7
10	Э-757	9,3	11,7	10,3	10,4
11	Э-756	10,9	11,1	10,3	10,8
12	Новосибирская 29	13	14,1	10,5	12,5
13	Э-758	11,5	11,9	11,3	11,6
14	Лютесценс 509	11,7	12,9	10	11,5
15	Челяба 2		11,3	9,8	10,6
16	Эритроспермум 760	11,1	12,5	10,1	11,2
17	Степная 1	12,2	11,7	12,3	12,1
18	Чернява 13	12,7	13,7	11,7	12,7
19	№18 (эр)	11,1	12,7	12	11,9
20	Омская 29	11,8	13,3	11,4	12,2
21	Ария	11,4	13,3	11,7	12,1
22	Астана	11,3	11,4	11,3	11,3
23	Надежда	11	12,5	11,2	11,6
24	Соната	12,5	14,3	12,3	13
25	Сибирская 12	14,6	16,1	12,6	14,4
26	Голубковская	15,3	14,5	12,9	14,2
27	Удача	12	13,6	10,5	12
28	Терция	11,6	13,6	12,9	12,7
29	Лютесценс 13	13,3	15	13,2	13,8
30	Дуэт		12,9	11,3	12,1
31	Нива 2	14	13,6	12,5	13,4
32	Сибирская 123	13,1	14,2	12,5	13,3
33	Лютесценс 574	10,9	12,5	11,3	11,6
34	Э-746	11,3	13,4	10,7	11,8
35	Омская 18	14	14,7	12,3	13,7
36	Байтерек	13,3	14,8	12,4	13,5
37	Шортандинская улучш.	12,3	14,8	14,1	13,7
38	Лютесценс 54	13,3	14,5	13,2	13,7
39	Эритроспермум 78	12,5	14,3	11,8	12,9
40	ГВК 1369-2	13,3	13,1	12,7	13
41	ГВК 1857-9	14	13,6	12,1	13,2
42	Э-59	12,8	11,9	10,5	11,7
43	Эритроспермум 727	12,7	12,1	12,5	12,4
44	Алтайская 50	12,1	12,8	10,8	11,9
45	Омская 35	13,3	15,1	11,3	13,2
46	Лютесценс 148-97-16	14,6	15,9	14,5	15
47	Лютесценс 30-94	11,7	12,3	13	12,3
48	ГВК 1860-8	13,2	11,4	12	12,2
49	Лютесценс 424	12,7	13,1	7,3	11
50	Лютесценс 29-94	13,9	12,7	13,1	13,2
51	Лютесценс 53-95	14,5	13	13	13,5
52	Челяба	15,3	13,2	14,2	14,2
53	Чебаркульская	13,5	12,5	12,2	12,7
	Среднее				
	НСР ₀₅	0,4	0,3	0,4	0,3

Приложение 7
Число зерен в колосе, шт.

№ п/п	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	27,5	24,5	26,2	26,1
2	Фора	16,3	26,1	30	24,1
3	Новосибирская 15	19,6	23,7	17,9	20,4
4	Омская 34	21	30,1	22,6	24,6
5	Актюбинка	22,7	26,2	26,6	25,2
6	Актюбе 32	28,8	32	24,5	28,4
7	Иргина	13,5	30	23,7	22,4
8	Ирень	20	28,8	24,1	24,3
9	Красноуфимская 90	23,7	29	20,2	24,3
10	Э-757	19,2	28,5	19,9	22,5
11	Э-756	24,2	24,7	24,6	24,5
12	Новосибирская 29	26,9	22,6	20,3	23,3
13	Э-758	25,7	25	24,3	25
14	Лютесценс 509	23,7	28,1	21,3	24,4
15	Челяба 2		26,8	21,8	24,3
16	Эритроспермум 760	22	28,7	24,2	25
17	Степная 1	25,5	27,6	24,9	26
18	Чернява 13	26,6	34,3	28,4	29,8
19	№18 (эр)	25,7	27,4	26,2	26,4
20	Омская 29	28,6	26,6	27,2	27,5
21	Ария	26,6	32,3	27,3	28,7
22	Астана	22,6	25,5	31,2	26,4
23	Надежда	23,1	27,5	28,3	26,3
24	Соната	24,4	30,8	28	27,7
25	Сибирская 12	29,4	33,9	23,8	29
26	Голубковская	34,6	33,1	27,7	31,8
27	Удача	26,2	28,6	23,9	26,2
28	Терция	25,7	22,7	26,4	24,9
29	Лютесценс 13	31	32	28,6	30,5
30	Дуэт		30,8	28,5	29,7
31	Нива 2	29,7	30,2	28	29,3
32	Сибирская 123	29	30,4	26	28,5
33	Лютесценс 574	22,3	27,3	25,1	24,9
34	Э-746	22,5	34,9	27	28,1
35	Омская 18	30,5	30,8	30,4	30,6
36	Байтерек	28,3	32,9	29,6	30,3
37	Шортандинская улучш.	22,7	30,4	29,4	27,5
38	Лютесценс 54	28,9	29,6	30,3	29,6
39	Эритроспермум 78	28,4	32,6	29,8	30,3
40	ГВК 1369-2	27,9	30,7	27,5	28,7
41	ГВК 1857-9	18,5	30,3	28,7	25,8
42	Э-59	27,8	28,8	24,7	27,1
43	Эритроспермум 727	25,7	24,7	25,6	25,3
44	Алтайская 50	21,1	28,5	23,3	24,3
45	Омская 35	22,4	29,4	25,6	25,8
46	Лютесценс 148-97-16	32,9	29,1	32,5	31,5
47	Лютесценс 30-94	22,5	27,8	28,7	26,3

48	ГВК 1860-8	32,5	30,4	28,8	30,6
49	Лютесценс 424	27,6	28,8	16,8	24,4
50	Лютесценс 29-94	28,3	25	26,6	26,6
51	Лютесценс 53-95	29,8	25,5	30,3	28,5
52	Челяба	41,2	33,4	38,4	37,7
53	Чебаркульская	28	25,9	28,5	27,5
	Среднее	25,8	28,8	26,3	27
	НСР ₀₅	1,34	0,83	1,04	0,81

Приложение 8
Масса зерна колоса, г

№ п/п	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	0,83	1,34	0,98	1,05
2	Фора	0,47	1,3	1,17	0,98
3	Новосибирская 15	0,82	0,97	0,64	0,81
4	Омская 34	0,75	1,44	0,91	1,03
5	Актюбинка	0,64	1,19	0,99	0,94
6	Актюбе 32	0,85	1,42	0,79	1,02
7	Иргина	0,62	1,29	0,95	0,95
8	Ирень	0,72	1,31	0,99	1,01
9	Красноуфимская 90	0,59	1,26	0,76	0,87
10	Э-757	0,72	1,27	0,74	0,91
11	Э-756	0,74	1,05	0,92	0,9
12	Новосибирская 29	1,1	1,05	0,88	1,01
13	Э-758	1,03	1,07	1,03	1,04
14	Лютесценс 509	0,91	1,48	0,98	1,12
15	Челяба 2		1,22	0,88	1,05
16	Эритроспермум 760	0,65	1,23	0,91	0,93
17	Степная 1	0,77	1,16	0,83	0,92
18	Чернява 13	1,02	1,79	1,23	1,35
19	№18 (эр)	0,84	1,2	1,09	1,04
20	Омская 29	0,89	1,27	1,15	1,1
21	Ария	0,84	1,39	1,12	1,12
22	Астана	0,72	1,01	1,07	0,93
23	Надежда	0,76	1,33	1,12	1,07
24	Соната	0,9	1,55	1,17	1,21
25	Сибирская 12	0,97	1,53	0,93	1,14
26	Голубковская	1,13	1,51	1,04	1,23
27	Удача	0,88	1,3	1,04	1,07
28	Терция	0,85	1,2	1,02	1,02
29	Лютесценс 13	1,04	1,38	1,25	1,22
30	Дуэт		1,42	1,13	1,28
31	Нива 2	1,17	1,45	1,1	1,24
32	Сибирская 123	1,03	1,54	1,19	1,25
33	Лютесценс 574	0,67	1,28	1,18	1,04
34	Э-746	0,82	1,67	1,15	1,21
35	Омская 18	0,92	1,36	1,13	1,14
36	Байтерек	0,84	1,35	0,95	1,05
37	Шортандинская улучш.	0,9	1,45	1,3	1,22
38	Лютесценс 54	0,87	1,3	1,16	1,11

39	Эритроспермум 78	1,03	1,42	1,24	1,23
40	ГВК 1369-2	0,85	1,54	1,23	1,21
41	ГВК 1857-9	0,98	1,55	1,31	1,28
42	Э-59	1,03	1,31	0,97	1,1
43	Эритроспермум 727	0,88	1,12	1,24	1,08
44	Алтайская 50	0,7	1,24	1,0	0,98
45	Омская 35	0,93	1,49	1,11	1,18
46	Лютесценс 148-97-16	1,14	1,55	1,86	1,52
47	Лютесценс 30-94	0,83	1,28	1,19	1,1
48	ГВК 1860-8	0,86	1,37	1,05	1,09
49	Лютесценс 424	0,94	1,32	0,71	0,99
50	Лютесценс 29-94	0,91	1,17	1,15	1,08
51	Лютесценс 53-95	0,89	1,08	1,1	1,02
52	Челяба	1,26	1,59	1,43	1,43
53	Чебаркульская	0,84	1,18	1,17	1,06
	Среднее	0,87	1,33	1,07	1,09
	НСР ₀₅	0,04	0,04	0,05	0,03

Приложение 9
Масса 1000 зерен, шт.

	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	30,4	46,6	37,1	38,0
2	Фора	29,2	40,6	39,0	36,3
3	Новосибирская 15	30,8	43,3	36,1	36,7
4	Омская 34	35,5	48,0	40,2	41,2
5	Актюбинка	27,1	45,9	37,4	36,8
6	Актюбе 32	29,1	44,6	32,1	35,3
7	Иргина	41,5	42,9	40,1	41,5
8	Ирень	34,9	45,4	41,1	40,5
9	Красноуфимская 90	25,0	43,0	37,8	35,3
10	Э-757	36,7	43,8	37,0	39,2
11	Э-756	30,5	42,6	37,3	36,8
12	Новосибирская 29	40,9	46,3	43,3	43,5
13	Э-758	39,4	43,8	42,6	41,9
14	Лютесценс 509	38,1	52,5	46,0	45,5
15	Челяба 2		45,3	40,2	42,7
16	Эритроспермум 760	29,9	42,7	37,5	36,7
17	Степная 1	30,2	42,1	33,6	35,3
18	Чернява 13	37,2	51,8	43,6	44,2
19	№18 (эр)	32,8	44,0	41,8	39,5
20	Омская 29	30,7	47,6	42,3	40,2
21	Ария	31,7	43,0	41,0	38,5
22	Астана	30,9	38,5	35,5	35,0
23	Надежда	32,6	48,3	39,8	40,2
24	Соната	36,8	51,4	41,6	43,3
25	Сибирская 12	32,9	45,0	39,2	39,1
26	Голубковская	32,9	45,6	37,5	38,7
27	Удача	33,7	45,1	43,6	40,8
28	Терция	33,0	53,4	38,2	41,6
29	Лютесценс 13	33,6	43,4	43,8	40,3

30	Дуэт		46,1	39,7	42,9
31	Нива 2	39,6	47,7	39,4	42,2
32	Сибирская 123	35,8	50,5	45,8	44,0
33	Лютесценс 574	29,0	46,8	47,0	40,9
34	Э-746	36,5	47,6	42,8	42,3
35	Омская 18	30,0	44,0	37,4	37,2
36	Байтерек	29,4	41,1	32,1	34,2
37	Шортандинская улучш.	39,6	47,7	44,2	43,8
38	Лютесценс 54	30,0	43,9	38,2	37,3
39	Эритроспермум 78	36,4	43,3	41,5	40,4
40	ГВК 1369-2	30,1	50,0	45,3	41,8
41	ГВК 1857-9	33,6	51,2	46,0	43,6
42	Э-59	36,7	45,2	39,5	40,5
43	Эритроспермум 727	34,1	45,3	48,1	42,5
44	Алтайская 50	33,0	43,5	43,0	39,8
45	Омская 35	36,3	50,9	43,2	43,5
46	Лютесценс 148-97-16	34,2	53,9	53,8	47,3
47	Лютесценс 30-94	36,2	46,2	41,4	41,3
48	ГВК 1860-8	27,0	44,9	36,8	36,2
49	Лютесценс 424	34,5	45,5	28,0	36,0
50	Лютесценс 29-94	32,2	47,0	42,8	40,7
51	Лютесценс 53-95	29,6	42,3	36,4	36,1
52	Челяба	30,6	46,3	37,3	38,1
53	Чебаркульская	28,8	45,7	40,9	38,5
	Среднее	33,2	46,2	40,4	40,0
	НСР ₀₅	1,2	1,1	1,3	0,8

Приложение 10 Коэффициент хозяйственной продуктивности

№ п/п	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	0,33	0,34	0,3	0,31
2	Фора	0,22	0,31	0,3	0,28
3	Новосибирская 15	0,27	0,34	0,25	0,29
4	Омская 34	0,2	0,34	0,28	0,27
5	Актюбинка	0,23	0,32	0,26	0,27
6	Актюбе 32	0,3	0,34	0,27	0,3
7	Иргина	0,19	0,27	0,3	0,25
8	Ирень	0,26	0,35	0,3	0,3
9	Красноуфимская 90	0,22	0,33	0,31	0,29
10	Э-757	0,2	0,28	0,28	0,25
11	Э-756	0,21	0,25	0,31	0,26
12	Новосибирская 29	0,31	0,34	0,31	0,32
13	Э-758	0,24	0,27	0,27	0,26
14	Лютесценс 509	0,29	0,38	0,32	0,33
15	Челяба 2		0,36	0,31	0,34
16	Эритроспермум 760	0,26	0,28	0,3	0,28
17	Степная 1	0,31	0,32	0,25	0,29
18	Чернява 13	0,26	0,34	0,33	0,31
19	№18 (эр)	0,28	0,31	0,31	0,3
20	Омская 29	0,23	0,38	0,32	0,31

21	Ария	0,28	0,37	0,32	0,32
22	Астана	0,25	0,33	0,31	0,3
23	Надежда	0,27	0,36	0,31	0,31
24	Соната	0,27	0,39	0,35	0,34
25	Сибирская 12	0,26	0,34	0,33	0,31
26	Голубковская	0,29	0,36	0,35	0,33
27	Удача	0,25	0,3	0,3	0,28
28	Терция	0,27	0,36	0,34	0,33
29	Лютесценс 13	0,28	0,3	0,32	0,3
30	Дуэт		0,37	0,37	0,37
31	Нива 2	0,33	0,35	0,34	0,34
32	Сибирская 123	0,21	0,32	0,31	0,28
33	Лютесценс 574	0,29	0,37	0,34	0,33
34	Э-746	0,28	0,37	0,33	0,33
35	Омская 18	0,27	0,36	0,32	0,32
36	Байтерек	0,31	0,32	0,31	0,31
37	Шортандинская улучш.	0,3	0,26	0,27	0,28
38	Лютесценс 54	0,28	0,34	0,32	0,31
39	Эритроспермум 78	0,37	0,34	0,34	0,35
40	ГВК 1369-2	0,2	0,34	0,31	0,28
41	ГВК 1857-9	0,24	0,32	0,33	0,3
42	Э-59	0,29	0,36	0,34	0,33
43	Эритроспермум 727	0,29	0,33	0,31	0,31
44	Алтайская 50	0,2	0,34	0,29	0,28
45	Омская 35	0,32	0,36	0,34	0,34
46	Лютесценс 148-97-16	0,2	0,28	0,31	0,26
47	Лютесценс 30-94	0,28	0,38	0,32	0,33
48	ГВК 1860-8	0,28	0,33	0,28	0,3
49	Лютесценс 424	0,25	0,35	0,22	0,27
50	Лютесценс 29-94	0,31	0,39	0,32	0,34
51	Лютесценс 53-95	0,32	0,38	0,31	0,34
52	Челяба	0,26	0,33	0,35	0,31
53	Чебаркульская	0,25	0,36	0,37	0,33
	Среднее	0,27	0,34	0,31	0,31
	НСР ₀₅	0,01	0,01	0,01	0,01

Приложение 11

Урожайность, т/га

	Образец	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Среднее
1	Памяти Азиева	1,1	3,24	2,96	2,43
2	Фора	0,74	2,9	2,95	2,19
3	Новосибирская 15	0,75	2,67	2,53	1,98
4	Омская 34	0,77	4,24*	3,56*	2,86*
5	Актюбинка	0,65	2,92	2,69	2,08
6	Актюбе 32	0,97	2,73	2,66	2,12
7	Иргина	0,72	2,93	2,8	2,15
8	Ирень	1,04	3,44	2,15	2,21
9	Красноуфимская 90	1,36*	3,31	3,33*	2,67*
10	Э-757	1,16	3,66*	3,07	2,63*
11	Э-756	1,02	2,58	2,66	2,09

12	Новосибирская 29	1,17	2,82	2,21	2,07
13	Э-758	0,97	2,48	2,74	2,06
14	Лютесценс 509	1,65*	3,16	2,58	2,46
15	Челяба 2	1,2	3,35	3,48*	2,68*
16	Эритроспермум 760	0,92	2,72	2,54	2,06
17	Степная 1	1,04	3,13	3,04	2,4
18	Чернява 13	1,01	4,44*	3,27*	2,9*
19	№18 (эр)	0,82	3,55*	2,83	2,4
20	Омская 29	1,02	3,12	2,44	2,19
21	Ария	1,23*	4,93*	4,9*	3,68*
22	Астана	1,16*	3,47*	3,13*	2,59*
23	Надежда	0,94	3,79*	2,77*	2,5*
24	Соната	1,41*	4,32*	3,07*	2,93*
25	Сибирская 12	1,24*	3,38*	2,73*	2,45*
26	Голубковская	1,62*	4,44*	3,08*	3,05*
27	Удача	1,09	2,78	2,23	2,03
28	Терция	1,69*	4,72*	4,59*	3,67*
29	Лютесценс 13	1,8*	4,77*	4,3*	3,63*
30	Дуэт		3,92*	3,78*	3,17*
31	Нива 2	1,23*	4,22*	2,98*	2,81*
32	Сибирская 123	1,23*	3,94*	3,84*	3*
33	Лютесценс 574	1,02	2,71	2,85*	2,19
34	Э-746	1,34*	3,93*	3,55	2,94*
35	Омская 18	1,01	3,39	2,96	2,45
36	Байтерек	1,15	4,78*	4,13*	3,35
37	Шортандинская улучш.	1,6	4,82*	3,94*	3,45
38	Лютесценс 54	1,4	5,2*	3,55*	3,39
39	Эритроспермум 78	1,19	4,91*	3,98*	3,36
40	ГВК 1369-2	1,27	4,43*	3,52*	3,07
41	ГВК 1857-9	0,95	4,24*	3,78*	2,99
42	Эритроспермум 59	1,67	4,82*	4,13*	3,54
43	Эритроспермум 727	1,4	3,41	3,2*	2,67
44	Алтайская 50	0,88	3,38	3,35*	2,54
45	Омская 35	1,32	4,91*	3,86*	3,36
46	Лютесценс 148-97-16	1,35	4,59*	3,38*	3,11
47	Лютесценс 30-94	1,69	2,92	3,14*	2,58
48	ГВК 1860-8	1,07	3,76*	4,01*	2,94
49	Лютесценс 424	1,21	3,03	3,8*	2,68
50	Лютесценс 29-94	1,49	2,99	3,16*	2,55
51	Лютесценс 53-95	1,32	2,6	2,58*	2,16
52	Челяба	1,59	3,98*	3,09	2,89
53	Чебаркульская	1,31	4,51*	3,55	3,12
	Среднее	1,2	3,7	3,2	2,7
	НСР 0,5	0,08	0,21	0,16	0,14

Приложение 12
Поражение сортов и линий питомника КАСИБ-4
болезнями в 2003 – 2005 гг.

	Образец	2003 г.			2004 г.			2005 г.			Среднее		
		Бурая ржавчина		м/р	Бурая ржавчина		м/р	Бурая ржавчина		м/р	Бурая ржавчина		м/р
		Тип	%		Тип	%		Тип	%		Тип	%	
1	Памяти Азиева	4	100	4	4	5	5	4	40	8	4	48	6
2	Фора	4	20	4	4	10	4	0	0	8	3	10	5
3	Новосиб. 15	4	100	4	4	10	3	4	40	8	4	50	5
4	Омская 34	4	60	4	4	5	5	4	65	8	4	43	6
5	Актюбинка	4	100	4	0	0	3	4	40	8	3	47	5
6	Актюбе 32	4	100	4	4	5	4	4	65	8	4	57	5
7	Иргина	4	50	4	0	0	4	4	45	7	3	32	5
8	Ирень	4	60	4	4	10	4	4	25	7	4	32	5
9	Красноуфим. 90	4	100	4	0	0	4	4	25	7	3	42	5
10	Э-757	4	30	4	0	0	5	4	25	6	4	18	5
11	Э-756	4	20	4	0	0	3	4	40	7	4	20	5
12	Новосиб. 29	4	80	4	4	30	5	4	40	7	4	50	5
13	Э-758	4	20	4	0	0	5	4	40	7	4	20	5
14	Лютесценс 509	4	100	4	0	0	3	4	10	7	3	37	5
15	Челяба 2				4	5	4	4	5	7	4	5	6
16	Эритр. 760	0	0	4	0	0	5	4	50	7	1	17	5
17	Степная 1	4	100	4	0	0	3	4	65	6	3	55	4
18	Чернява 13	4	100	4	2	20	3	4	30	7	3	50	5
19	№18 (эр)	4	100	4	4	5	5	4	65	7	4	57	5
20	Омская 29	4	70	4	4	30	6	4	40	8	4	47	6
21	Ария	0	0	4	0	0	5	4	65	8	1	22	6
22	Астана	4	100	4	4	10	5	4	65	7	4	58	5
23	Надежда	4	100	4	4	5	5	4	40	7	4	48	5
24	Соната	0	0	4	4	10	4	0	0	5	1	3	4
25	Сибирская 12	4	100	4	4	5	2	4	65	7	4	57	4
26	Голубковская	4	100	4	3	30	3	4	40	7	4	57	5
27	Удача	0	0	4	4	40	5	4	10	7	3	17	5
28	Терция	0	0	4	4	5	5	0	0	7	1	2	5
29	Лютесценс 13	4	10	4	4	5	5	4	40	6	4	18	5
30	Дуэт				0	0	4	4	5	5	2	3	5
31	Нива 2	4	30	4	2	20	4	4	25	7	3	25	5
32	Сибирская 123	4	100	4	0	0	2	4	25	7	3	42	4
33	Лютесценс 574	4	100	4	4	5	5	0	0	6	3	35	5
34	Э-746	0	0	4	0	0	2	4	10	5	2	3	4
35	Омская 18	4	100	4	4	20	4	4	65	7	4	62	5
36	Байтерек	4	100	4	4	10	3	4	65	6	4	58	4

37	Шортан. улучш.	4	70	4	4	5	5	4	40	7	4	38	5
38	Лютесценс 54	4	90	4	4	5	5	4	40	7	4	45	5
39	Эритр.78	4	100	4	4	5	4	4	40	7	4	48	5
40	ГВК 1369-2	4	100	4	4	100	3	4	40	6	4	80	4
41	ГВК 1857-9	4	100	4	4	30	3	4	25	6	4	52	4
42	Э-59	4	30	4	4	5	5	4	25	7	4	20	5
43	Эритр. 727	4	40	4	4	5	5	4	40	7	4	28	5
44	Алтайская 50	4	80	4	0	0	5	4	65	8	3	48	6
45	Омская 35	4	50	4	0	0	5	4	25	7	3	25	5
46	Лют. 148-97-16	0	0	4	0	0	2	4	10	5	1	3	4
47	Лют. 30-94	4	10	4	0	0	4	0	0	6	1	3	5
48	ГВК 1860-8	4	100	4	0	0	3	4	40	7	3	47	5
49	Лютесценс 424	4	80	4	4	10	5	4	35	7	4	42	5
50	Лют. 29-94	4	100	4	4	5	3	4	40	7	4	48	5
51	Лют. 53-95	4	100	4	0	0	3	4	65	7	3	55	5
52	Челяба	4	20	4	4	5	3	4	25	7	4	17	5
53	Чебаркульская	4	30	4	0	0	4	0	0	6	1	10	5

Приложение 13

Результаты дисперсионного анализа по высоте растений среднеранней группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	18,7	0,100	3,077	2,6
Фактор В (генотипы)	18	259,7	1,384	1,697	37,4
Взаимодействие АхВ	36	222,2	1,184	1,523	32,0
Случайное отклонение	108	194,6	1,482	1,862	28,0

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по высоте растений среднеспелой группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	869,5	5,001*	3,100	59,5
Фактор В (генотипы)	14	271,1	1,559	1,806	18,5
Взаимодействие АхВ	28	138,4	0,796	1,604	9,5
Случайное отклонение	84	182,2	0,426	1,870	12,5

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по высоте растений среднепоздней группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	131,743	0,607	3,077	14,3
Фактор В (генотипы)	18	266,332	1,227	1,697	29,0
Взаимодействие АхВ	36	295,744	1,362	1,523	32,2
Случайное отклонение	108	225,114	0,426	1,870	24,5

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по коэффициенту хозяйственной
продуктивности растений среднеранней группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,001	0,318*	3,077	5,7
Фактор В (генотипы)	18	0,007	2,968*	1,697	53,4
Взаимодействие АхВ	36	0,003	1,231	1,523	22,2
Случайное отклонение	108	0,002	0,426	1,870	18,7

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по коэффициенту хозяйственной
продуктивности растений среднеспелой группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F _{расч.})	Критерий Фишера (F _{0,05})	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,001	0,394	3,100	10,3
Фактор В (генотипы)	14	0,004	1,173	1,806	30,8
Взаимодействие АхВ	28	0,004	1,196	1,604	31,4
Случайное отклонение	84	0,004	0,003	– 0,016	27,5

* Достоверно при P = 0,5.

Результаты дисперсионного анализа по коэффициенту хозяйственной
продуктивности растений среднепоздней группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F _{расч.})	Критерий Фишера (F _{0,05})	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,024	5,022*	3,077	56,8
Фактор В (генотипы)	18	0,007	1,508	1,697	17,1
Взаимодействие АхВ	36	0,006	1,274	1,523	14,4
Случайное отклонение	108	0,005	0,003	– 0,016	11,7

* Достоверно при P = 0,5.

Результаты дисперсионного анализа по массе 1000 зерен среднеранней группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F _{расч.})	Критерий Фишера (F _{0,05})	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	11,763	0,498	3,077	8,2
Фактор В (генотипы)	18	84,419	3,577*	1,697	59,4
Взаимодействие АхВ	36	21,565	0,914	1,523	15,2
Случайное отклонение	108	24,477	0,003	– 0,016	17,2

* Достоверно при P = 0,5.

Результаты дисперсионного анализа по массе 1000 зерен среднеспелой группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	11,206	0,257	3,100	6,9
Фактор В (генотипы)	14	54,417	1,249	1,806	33,7
Взаимодействие АхВ	28	50,401	1,157	1,604	31,2
Случайное отклонение	84	45,626	– 0,421	– 2,040	28,2

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по массе 1000 зерен среднепоздней группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	31,919	1,808	3,077	18,6
Фактор В (генотипы)	18	105,772	5,991*	1,697	61,7
Взаимодействие АхВ	36	15,495	0,878	1,523	9,0
Случайное отклонение	108	18,308	– 0,421	– 2,040	10,7

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по массе зерна с главного колоса
среднеранней группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,054	1,002	3,077	22,2
Фактор В (генотипы)	18	0,106	1,959*	1,697	43,3
Взаимодействие АхВ	36	0,028	0,524	1,523	11,6
Случайное отклонение	108	0,056	– 0,421	– 2,040	22,9

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по массе зерна с главного колоса
среднеспелой группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,023	0,481	3,100	11,6
Фактор В (генотипы)	14	0,101	2,117*	1,806	51,2
Взаимодействие АхВ	28	0,024	0,492	1,604	11,9
Случайное отклонение	84	0,050	0,008	– 0,021	25,3

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по массе зерна с главного колоса
среднепоздней группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,039	0,809	3,077	13,3
Фактор В (генотипы)	18	0,184	3,822*	1,697	62,7
Взаимодействие АхВ	36	0,020	0,426	1,523	7,0
Случайное отклонение	108	0,050	0,008	– 0,021	17,0

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по продуктивной кустистости среднеранней
группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,060	0,485	3,077	11,8
Фактор В (генотипы)	18	0,180	1,452	1,697	35,5
Взаимодействие АхВ	36	0,138	1,116*	1,523	27,3
Случайное отклонение	108	0,129	0,008	– 0,021	25,4

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по продуктивной кустистости среднеспелой группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,301	2,685	3,100	42,6
Фактор В (генотипы)	14	0,162	1,445	1,806	22,9
Взаимодействие АхВ	28	0,126	1,122	1,604	17,8
Случайное отклонение	84	0,118	– 0,006	– 0,151	16,7

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по продуктивной кустистости среднепоздней группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,061	0,504	3,077	9,9
Фактор В (генотипы)	18	0,288	2,370	1,697	46,5
Взаимодействие АхВ	36	0,144	1,183	1,523	23,2
Случайное отклонение	108	0,126	– 0,006	– 0,151	20,4

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по урожайности среднеранней группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	25963,605	7,978*	3,077	53,8
Фактор В (генотипы)	18	13188,019	4,052*	1,697	27,3
Взаимодействие АхВ	36	5695,615	1,750*	1,523	11,8
Случайное отклонение	108	3375,106	– 0,006	– 0,151	7,0

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по урожайности среднеспелой группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	11279,589	2,639	3,100	24,1
Фактор В (генотипы)	14	20585,516	4,816*	1,806	43,9
Взаимодействие АхВ	28	10496,140	2,456*	1,604	22,4
Случайное отклонение	84	4477,770	17,749	– 10,351	9,6

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по урожайности среднепоздней группы
спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	1424,175	0,261	3,077	3,2
Фактор В (генотипы)	18	22056,865	4,047*	1,697	50,6
Взаимодействие АхВ	36	14500,188	2,661*	1,523	33,2
Случайное отклонение	108	5651,813	17,749	– 10,351	13,0

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по числу зерен в колосе среднеранней группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	9,197	0,553	3,077	12,1
Фактор В (генотипы)	18	38,338	2,304*	1,697	50,2
Взаимодействие АхВ	36	11,479	0,690	1,523	15,1
Случайное отклонение	108	17,253	17,749	– 10,351	22,6

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по числу зерен в колосе среднеспелой
группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	2,766	0,139	3,100	4,1
Фактор В (генотипы)	14	32,638	1,637	1,806	47,4
Взаимодействие АхВ	28	12,553	0,630	1,604	18,2
Случайное отклонение	84	20,886	– 0,403	– 0,492	30,3

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по числу зерен в колосе среднепоздней
группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	8,269	0,610	3,077	7,3
Фактор В (генотипы)	18	75,356	5,563*	1,697	67,4
Взаимодействие АхВ	36	14,177	1,047	1,523	12,7
Случайное отклонение	108	14,047	– 0,403	– 0,492	12,6

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по числу колосков в колосе среднеранней
группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	7,733	3,274*	3,077	51,0
Фактор В (генотипы)	18	3,734	1,581	1,697	24,6
Взаимодействие АхВ	36	1,258	0,533	1,523	8,3
Случайное отклонение	108	2,449	– 0,403	– 0,492	16,1

* Достоверно при $P = 0,5$.

Результаты дисперсионного анализа по числу колосков в колосе среднеспелой
группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	0,292	0,163	3,100	2,6
Фактор В (генотипы)	14	7,778	4,343*	1,806	68,1
Взаимодействие АхВ	28	1,475	0,823	1,604	12,9
Случайное отклонение	84	1,876	– 0,520	0,836	16,4

* Достоверно при $P = 0,5$.

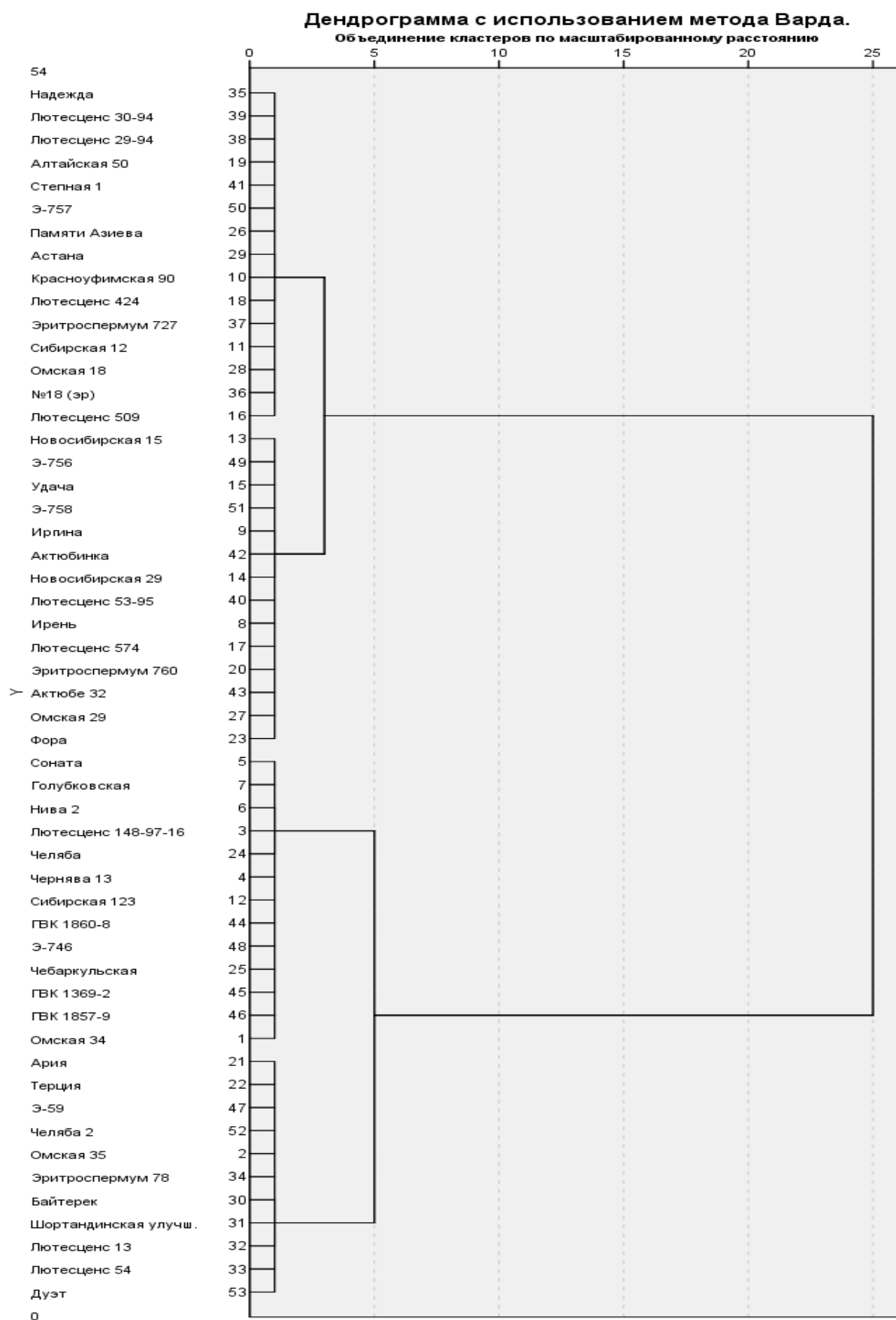
Результаты дисперсионного анализа по числу колосков в колосе среднепоздней
группы спелости

Источник варьирования	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера ($F_{\text{расч.}}$)	Критерий Фишера ($F_{0,05}$)	Доля влияния фактора, %
Фактор А (года)	2	1,229	0,569	3,077	10,8
Фактор В (генотипы)	18	6,535	3,025*	1,697	57,2
Взаимодействие АхВ	36	1,422	0,658	1,523	12,4
Случайное отклонение	108	2,241	– 0,520	0,836	19,6

* Достоверно при $P = 0,5$.

Приложение 14

Кластерный анализ КАСИБ 4 (2003 – 2005 гг.)



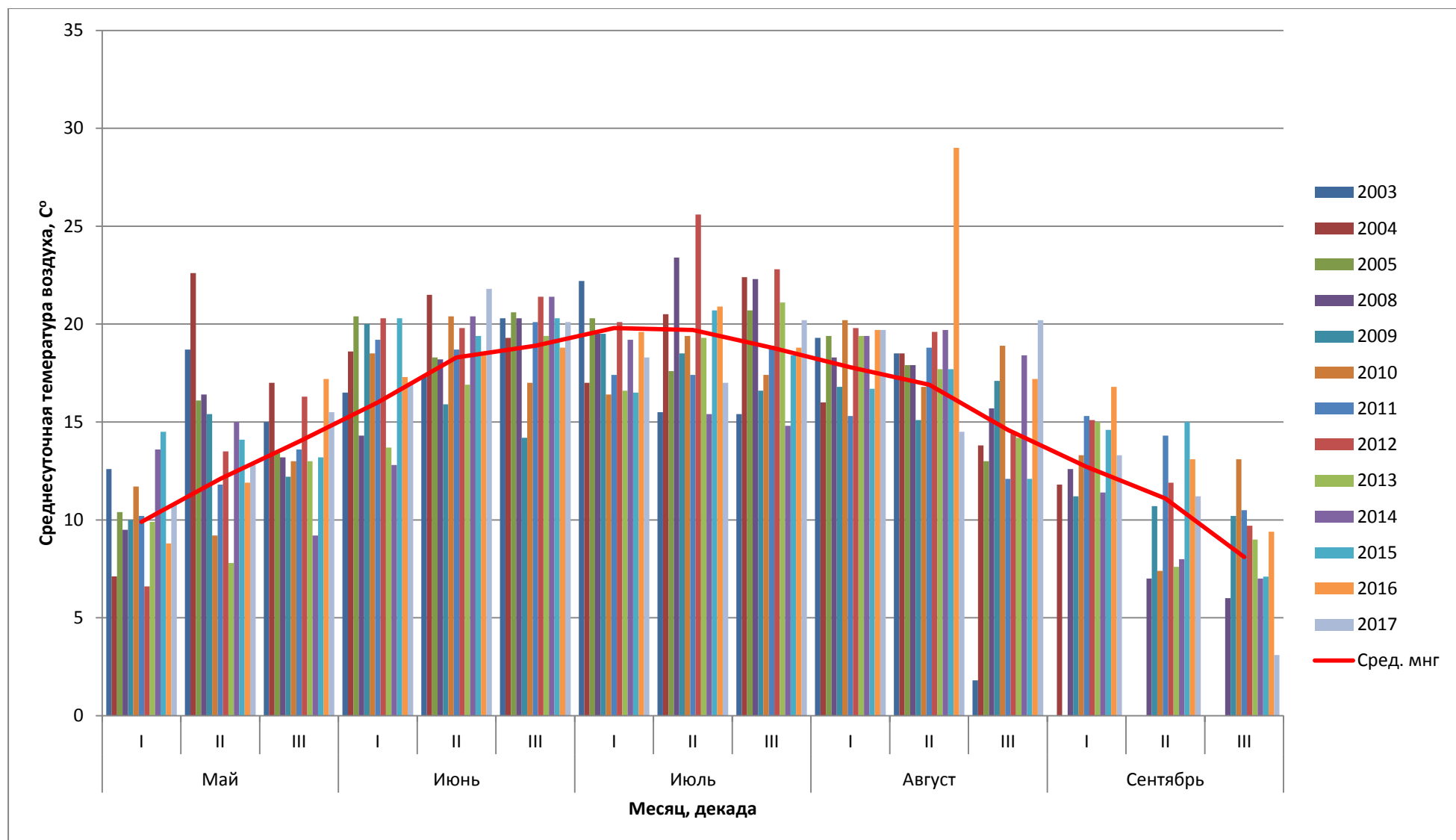
Приложение 15 Анализ структуры урожая КСИ, среднее за 2015-2017 гг.

№ п/п	Сорт	Высо- та расте- ний, см	Число расте- ний, шт.	Общее число стеб- лей, шт.	Число продук- тивных стеблей, шт.	Масса растений без корней, г	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Дли- на коло- са, см	Масса колоса, г	Масса зерна снопа, г	Общая кусти- стость	Про- дукти- вная кусти- стость	Масса 1000 зерен	К _{хоз}
1	Памяти Азиева st	73	158,0	356,0	286,0	512,4	12,5	23,0	0,92	9,1	1,23	159,5	2,25	1,81	40,1	0,32
2	Эритроспермум 53-15	91*	190,0*	376,0*	313,0*	655,7*	13,1*	26,2*	1,01	7,0	1,38*	239,6	1,98	1,65	38,5	0,37*
3	Лютесценс 135-15	73	186,0*	345,0	295,0	581,2	13,5*	28,6*	1,03*	8,5	1,40*	205,5	1,85	1,59	36,1	0,36
4	Лютесценс 136-15	78	188,0*	353,0	306,0*	493,4	12,8	26,7*	1,00	8,6	1,30	190,0	1,88	1,63	37,5	0,39*
5	Лютесценс 24-12	73	161,0	338,0	306,0*	535,5	11,6	26,3*	1,00	6,6	1,34*	201,9	2,10	1,90	38,1	0,38*
6	Дуэт st	80	156,0	407,0	346,0	621,9	12,5	21,9	1,10	6,3	1,48	231,8	2,61	2,22	50,2	0,37
7	Лютесценс 27-12	88*	188,0*	409,0	370,0*	758,3*	13,3*	27,5*	1,18	8,2*	1,48	295,7	2,18	1,97	42,7	0,40
8	Лютесценс 87-13	96*	181,0*	358,0	335,0	825,4*	14,0*	29,0*	1,45*	8,4*	1,95*	332,4	1,98	1,85	50,1	0,41
9	Лютесценс 88-13	96*	172,0*	364,0	331,0	781,3*	14,0*	30,1*	1,50*	8,5*	1,90*	325,5	2,12	1,92	49,9	0,42*
10	Лютесценс 70-13	97*	175,0*	423,0*	402,0*	939,0*	14,9*	32,1*	1,38*	7,6*	1,68*	401,4	2,42	2,30	42,9	0,42*
11	Лютесценс 105-15	112*	166,0	387,0	322,0	724,9*	13,3*	29,8*	1,15	6,8*	1,58	239,7	2,33	1,94	38,7	0,34
12	Лютесценс 23-12	90*	201,0*	406,0	367,0*	654,5*	12,1	21,6*	0,90	6,8*	1,90*	186,3	2,02	1,83	41,7	0,29
13	Лютесценс 123-13	102*	157,0	328,0	222,0	581,1*	13,0*	25,9*	1,18	7,7*	1,58	138,6	2,09	1,41	45,4	0,25
14	Лютесценс 25-14	97*	196,0*	407,0	317,0	715,5*	14,4*	28,3*	1,10	8,5*	1,45	224,4	2,08	1,62	38,9	0,32
15	Элемент 22 st	81	179,0	379,0	324,0	822,5	13,9	30,2	1,24	6,3	1,68	328,7	2,12	1,81	40,9	0,40
16	Лютесценс 90-12	100*	241,0*	341,0	312,0	631,5	13,1	24,3	0,99	6,5	1,30	214,4	1,41	1,29	40,7	0,35
17	Лютесценс 88-14	99*	176,0	380,0	295,0	680,7	15,5*	27,3	1,20	7,7*	1,26	191,0	2,16	1,68	43,8*	0,29
18	Эритроспермум 88-12	95*	193,2*	400,0*	312,0	785,2*	13,6	24,6	1,10	8,1*	1,47	206,4	2,07	1,61	44,2*	0,28
	НСР 0,5	5,6	10,1	14,4	19,1	55,0	0,48	1,47	0,09	0,45	0,11	37,4	0,12	0,13	2,18	0,04

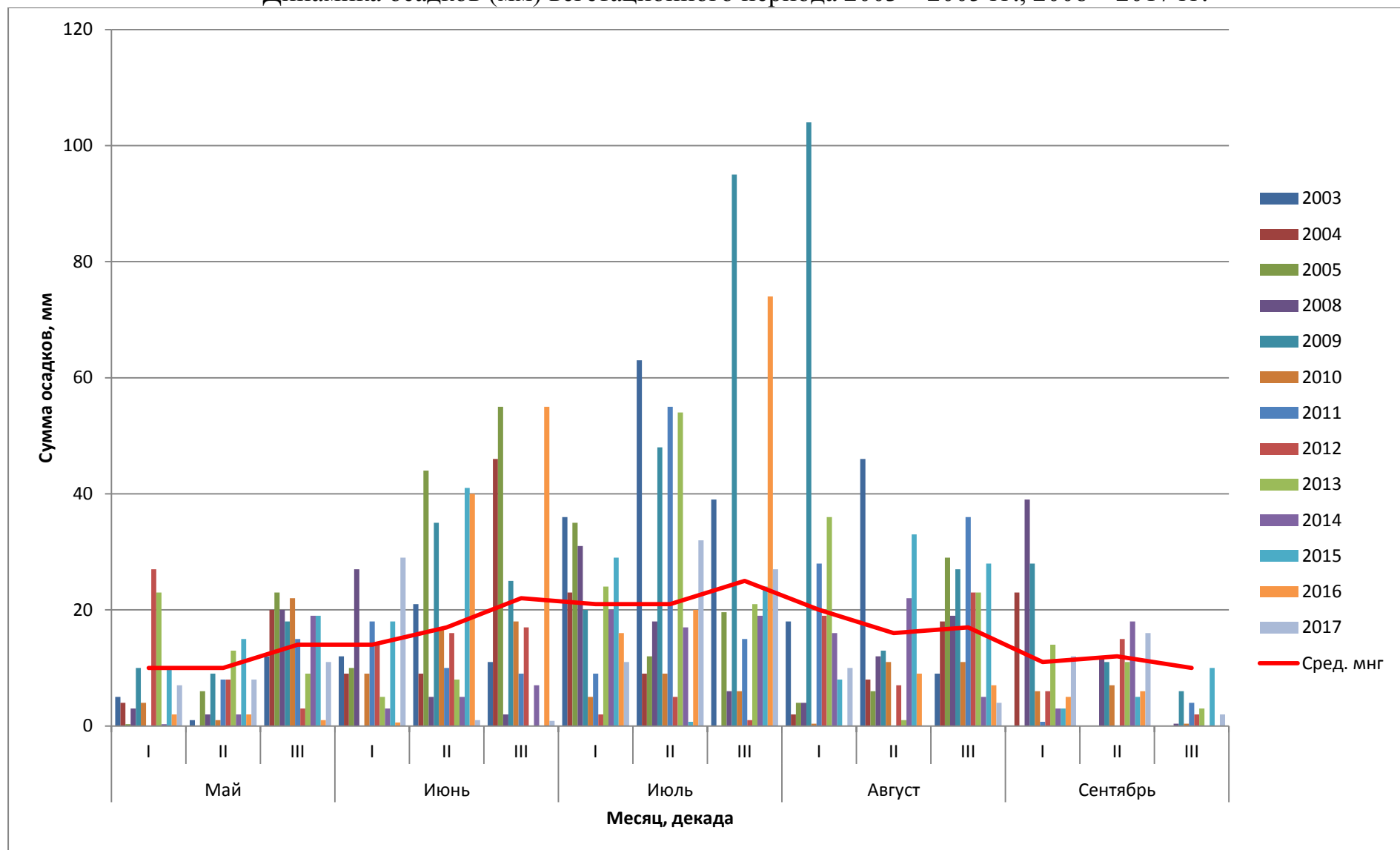
* Достоверное превышение над стандартом

Приложение 16

Динамика среднесуточной температуры воздуха (С°) вегетационного периода 2003 – 2005 гг., 2008 – 2017 гг.



Приложение 17
Динамика осадков (мм) вегетационного периода 2003 – 2005 гг., 2008 – 2017 гг.



Приложение 18

Описание сорта яровой мягкой пшеницы Силантий (Лютесценс 88-13)

Сорт Силантий создан в Омском ГАУ в рамках международной программы КАСИБ, путем индивидуального отбора из гибридной популяции челночной селекции: LUTESCENS 30-94*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372)//3*PASTOR

– LUTESCENS 30-94 – Линия яровой мягкой пшеницы селекции Павлодарского НИИСХ, по урожайности и комплексу хозяйственно ценных признаков один из лучших образцов 4 КаСиба.

PASTOR - мексиканский сорт яровой мягкой пшеницы, устойчивый к засухе, содержит в родословной краснодарский сорт Аврора, содержащий пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL. короткое плечо хромосомы ржи 1RS, входящее в состав транслокации, несет гены, контролирующие устойчивость растений к грибным патогенам: бурой ржавчине (Lr 26), стеблевой ржавчине (Sr 31), желтой ржавчине (Yr 9) и мучнистой росе (Pm 9).

T.DICOCCON PI94625 и AE.SQUARROSA (372) – образец диких предков пшеницы Каспийского региона, отличающиеся высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к болезням.

Морфологические признаки: Разновидность лютесценс. Колос белый безостый, зерно красное. Форма колоса призматическая, средней плотности. Колосковая чешуя средняя, ланцетовидная. Нервация слабовыражена; зубец колосковой чешуи - средний, прямой, тупой; плечо узкое, приподнятое; киль выражен сильно. Зерно крупное, овальной формы, основание зерна опушенное, бороздка неглубокая.

Хозяйственно-биологическая характеристика. Силантий по вегетационному периоду относится к сортам среднспелого типа. Продолжительность периода от всходов до восковой спелости в конкурсном сортоиспытании варьировала от 81 до 95 суток. Сорт технологичен для

возделывания, устойчив к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню.

Урожайность. Сорт высокоурожайный. В конкурсном испытании по пару средняя урожайность за 2016-2018 гг. составила 41,3 ц/га, что достоверно выше, чем у стандарта Дуэт на 4,1 ц/га. Максимальная урожайность отмечена в 2016 на уровне 49,5 ц/га, стандарт Дуэт соответственно 38,0 ц/га (достоверная прибавка составила 11,5 ц/га). По непаровому предшественнику (после зерновых) средняя урожайность за 2016-2018 гг. конкурсного сортоиспытания у Касибовской была равна 33,1 ц/га, достоверно выше, чем у стандарта Дуэт на 6,4 ц/га.

В степной зоне Омской области за годы экологического испытания средняя урожайность сорта Силантий составила 25,6 ц/га. У стандарта Дуэт–24,4 ц/га (достоверная прибавка составила 1,2 ц/га).

Устойчивость к болезням. Комплексная устойчивость к болезням: бурой и стеблевой ржавчине на основе генов Lr3, Lr16, Lr21, Sr22, Sr23. Очень высокая устойчивость к септориозу (*S. nodorum* и *S. Tritici*).

Качество зерна. По качеству зерна сорт Силантий отвечает требованиям, предъявляемым к сильной и ценной пшенице. Средние показатели по качеству равны: стекловидность 49%, содержание сырой клейковины 30,6%, содержание сырого протеина 15,9%, натура 734 г./л. и общая оценка качества 4,1 балла. Сорт рекомендуется для степной и лесостепной зон Западно-Сибирского и Уральского регионов России.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 6039

Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

ОМГАУ 90

Патентообладатель

ФГОУ ВПО ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Авторы -

МЕРЕЖКО АНАТОЛИЙ ФЕДОРОВИЧ
МЕРКЕШНИНА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА
ПЬЯНОВ ВЛАДИМИР ПАВТЕЛЕВИЧ
СЕРЮКОВ ГЕРМАН МИХАЙЛОВИЧ
ТРУШЕНКО АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ
ЧУРСИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ШАМАНИН ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 9154564 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 28.11.2008 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 05.08.2011 г.

Председатель

В.В. Шмаль

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 7397

Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

ПАВЛОГРАДКА

Патентообладатель
ФГБОУ ВПО ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.
П.А. СТОЛЫПИНА
ООО 'СУПЕРЭЛИТА'

Авторы -

БОЙКО ВЛАДИМИР ЛЕОНТЬЕВИЧ
ВАКУЛЕНКО ГРИГОРИЙ МИХАЙЛОВИЧ
ПЕТУХОВСКИЙ СЕРГЕЙ ЛЬВОВИЧ
ПУШКАРЕВ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ
ПЬЯНОВ ВЛАДИМИР ПАВТЕЛЕВИЧ
СЕРЮКОВ ГЕРМАН МИХАЙЛОВИЧ
ТРУЩЕНКО АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ
ЧУРСИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ШАМАНИН ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 8854210 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 30.11.2011 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 05.06.2014 г.

Председатель

В.С. Волощенко

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 8262

Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

СТОЛЫПИНСКАЯ

Патентообладатель

ФГБОУ ВПО ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.
П.А. СТОЛЫПИНА
ООО 'СУПЕРЭЛИТА'

Авторы -

ВАКУЛЕНКО ГРИГОРИЙ МИХАЙЛОВИЧ
КУЗЬМИН ОЛЕГ ГЕОРГИЕВИЧ
ПЕТУХОВСКИЙ СЕРГЕЙ ЛЬВОВИЧ
ПЬЯНОВ ВЛАДИМИР ПАНТЕЛЕЕВИЧ
ТРУЩЕНКО АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ТЮНИН ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ
ЧУРСИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ШАМАШИН ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ
ШРЕЙДЕР ЕКАТЕРИНА РОБЕРТОВНА



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 8654764 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 29.11.2013 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 24.02.2016 г.

Председатель

В.С. Волощенко

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

№ 9047

Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

ЭЛЕМЕНТ 22

Патентообладатель

ФГБОУ ВО 'ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА'
ООО 'АПК 'ТИТАН'

Авторы -

КУЗЬМИН ОЛЕГ ГЕОРГИЕВИЧ
ПЕТУХОВСКИЙ СЕРГЕЙ ЛЬВОВИЧ
ПЬЯНОВ ВЛАДИМИР ПАНТЕЛЕЕВИЧ
СУТЯГИНСКИЙ МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ
ТРУЩЕНКО АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ЧУРСИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ШАМАНИН ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 8558798 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 28.11.2014 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 13.04.2017 г.

И.о. председателя  Ю.Л. Гончаров

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 10305

Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

ОМГАУ 100

Патентообладатель
ФГБОУ ВО 'ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА'
ООО 'СУПЕРЭЛИТА'

Авторы -

КУЗЬМИН ОЛЕГ ГЕОРГИЕВИЧ
ПУШКАРЕВ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ
ПЬЯНОВ ВЛАДИМИР ПАНТЕЛЕЕВИЧ
СЕРЮКОВ ГЕРМАН МИХАЙЛОВИЧ
ТРУЩЕНКО АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ
ЧУРСИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ШАМАНИН ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 8355993 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 28.11.2016 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 23.05.2019 г.

Врио председателя

О.С. Лесных

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 10228

Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

СТОЛЫПИНСКАЯ 2

Патентообладатель
ФГБОУ ВО 'ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА'

Авторы -

БЕЛДИНА ЯНА БОРИСОВНА
КУЗЬМИН ОЛЕГ ГЕОРГИЕВИЧ
МОРИУНОВ АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ
ПОТОЦКАЯ НИНА ВЛАДИМИРОВНА
ПЬЯНОВ ВЛАДИМИР ПАНТЕЛЕЕВИЧ
ТРУЩЕНКО АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ
ЧУРСИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
ШАМАШИН ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 8355990 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 28.11.2016 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 17.04.2019 г.

Врио председателя

О.С. Лесных