

ТОБОЛОВА ГАЛИНА ВАСИЛЬЕВНА

**МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДА *TRITICUM  
CARTHLICUM* NEVSKI. (= *T. PERSICUM* VAV.) КАК ИСХОДНЫЙ  
МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В  
ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени

доктора сельскохозяйственных наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Логинов Юрий Павлович**

Официальные оппоненты:

**Драгович Александра Юрьевна,**

доктор биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской Академии наук, зав. лабораторией генетических основ идентификации растений

**Мальчиков Петр Николаевич,**

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М.

Тулайкова – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы

**Боме Нина Анатольевна,**

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

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»

Защита состоится «05» апреля 2024 г. в 10<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета 35.2.018.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» по адресу: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 90, тел.: +7(391)227-36-09, e-mail: dissovet@kgau.ru.

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

Автореферат разослан «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Халипский  
Анатолий Николаевич

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** Одним из важнейших культивируемых злаков является пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L.). Сужение биологического разнообразия этой культуры при формировании пищевой пирамиды имеет целый ряд экологических, экономических и здравоохранительных негативных тенденций в обеспечении населения полноценной и доступной пищей (Жученко, 2004).

Для успешного решения продовольственной программы необходимо создавать сорта с улучшенными признаками и свойствами с использованием современных достижений генетики и биотехнологии. Важная роль при этом отводится генетическим ресурсам растений. Необходимо выявлять все разнообразие по возможно большему числу признаков с идентифицированными генами.

Большинство сортов яровой пшеницы создано в результате внутривидовой гибридизации, возможности которой ещё не исчерпаны. В Государственном реестре РФ на 2023 год зарегистрировано 320 сортов яровой мягкой пшеницы из них, сибирской селекции – 113, но их генетическое разнообразие невелико, созданные с использованием современных методов они имеют ряд недостатков.

В.П. Шаманин, И.В. Потоцкая, С.Л. Петуховский (2013) показывают, что имеющиеся генетические ресурсы используются в селекции растений на десять процентов и относятся к источникам, уже включенным в родословные большинства сортов. Возделываемые сорта пшеницы в нашей стране и за рубежом отличаются низким генетическим разнообразием, что создает угрозу для снижения их адаптивности к абиотическим и биотическим факторам.

Поэтому генетическое разнообразие генофонда мягкой пшеницы может быть увеличено за счет дополнительного использования в селекционных программах других её видов, несущих гены высокого качества зерна, устойчивости к болезням и вредителям, полеганию и т.д. Это вызывает необходимость тщательного изучения видового разнообразия пшеницы по морфологическим признакам и биологическим особенностям. Ценные образцы, выделенные по различным признакам или их комплексу, будут способствовать целенаправленному подбору родительских пар, в соответствии с принципами географической отдаленности и генетической дивергенции, разработанными Н.И. Вавиловым (1935).

Для идентификации зерновых культур используются различные биохимические методы, одним из которых считается метод электрофореза. Сорта мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), по данным сравнительного электрофоретического анализа, характеризуются значительными различиями в компонентном составе спирторастворимых клейковинных белков – глиадинов. Эти различия генотипически обусловлены и сохраняются независимо от условий выращивания (Созинов, Стельмах, Рыбалка, 1978; Созинов, 1985; Конарев, 2001; Упельник, 2013; Новосельская-Драгович, 2019; Поморцев, 2021).

Исследования показали, что за 100-летний период селекции в Сибири красноколосые аборигенные виды пшеницы были вытеснены белоколосыми разновидностями (Мартынов, 1997; Urelniek и др., 2003; Николаев, 2008). Это свидетельствует о сужении генетической изменчивости у возделываемой мягкой пшеницы (Драгович, Фисенко, Митрофанова, 2009).

Изучение мирового разнообразия твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) по аллелям глиадинкодирующих локусов показало, что произошло вытеснение и замещение местного материала и самое низкое генетическое разнообразие отмечено у сортов, созданных на основе линий СИММУТ (Мексика) (Мельникова, Кудрявцев, 2009).

По данным В.Г. Конарева и Н.К. Губаревой (1977) с использованием метода электрофореза из 116 образцов вида *T. persicum* Vav. 32,7 % оказались «персикоидной» формой гексаплоидной пшеницы.

Из всех видов рода *Triticum* карталинская пшеница широко не вовлекалась в селекцию мягкой пшеницы. Однако с её участием были созданы сорта Els, Reno, Runar, Rang, которые были включены в родословные сортов Омская 36, Геракл, Памяти Майстренко и Сигма 2.

В связи с этим, для создания перспективных сортов мягкой пшеницы, необходимо более широко использовать генетическое разнообразие карталинской пшеницы, а для контроля наследования ценных признаков использовать метод электрофореза.

**Степень разработанности темы исследований.** Видовое разнообразие пшеницы включает 28 видов с различным типом пloidности (Goncharov, 2005). Вид *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) с геномом ВВА<sup>u</sup> А<sup>u</sup> является среди тетраплоидных пшениц единственным носителем гена «Q». «Q»-фактор (локализован на длинном плече хромосомы 5A) обуславливает культурный тип пшеницы, или как иногда его называют, является «геном доместикизации» или одомашнивания (Наскидашвили, 2011). Н.И. Вавилов (1918) выделял персидскую пшеницу из ряда схожих с ней форм мягкой пшеницы по признаку высокой устойчивости к мучнистой росе. По данным М.М. Якубцинера (1969), П.М. Жуковского (1971) часть образцов *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) поражалась специфической расой патогена.

*Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) можно рассматривать как очень сильный источник ржавчиноустойчивости (Шитова, 1968; Якубцинер, 1969; Наскидашвили, 2011).

При изучении полевой рассоспецифической устойчивости к возбудителям пыльной головки В.И. Кривченко (1982, 1984) установил, что большинство образцов персидской пшеницы к ней невосприимчивы.

Период послеуборочного дозревания у карталинской пшеницы длительный. Поэтому вид *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) устойчив к прорастанию на корню и в снопах (Дорофеев, 1979).

По данным В.Г. Конарева и др. (1972), у большей части образцов *T.persicum* выявлено высокое содержание белка в зерне (до 23%), особенно у образцов горно-лесного экотипа из Грузии.

Исследования К.М. Чинго-Чингаса (1922) показали, что мука из зерна *T.persicum* обладает низкой хлебопекарной способностью и имеет грязно-коричневый цвет. Хлеб из неё по мягкости корки и мякиша и коричневому цвету, напоминает полубелый хлеб.

Все это указывает на уникальность и значительную роль тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) в истории эволюции рода *Triticum*, а также в создании новых сортов пшеницы и тритикале.

Одним из методов получения надежной информации об особенностях генотипов, а также оценки родительских форм для гибридизации является метод электрофоретического разделения запасных белков – проламинов. У пшеницы они представлены спирторастворимыми глиадинами и высокомолекулярными (ВМ) глютеинами (Гайденкова, 1988; Тищенко, 2000).

Глиадин мягкой пшеницы контролируется шестью основными кластерами генов - *Gli 1A*, *Gli 1B*, *Gli 1D*, *Gli 6A*, *Gli 6B*, *Gli 6D*, расположенными у *Triticum aestivum* в коротких плечах хромосом 1A, 1B, 1D, 6A, 6B и 6D (Созинов, 1985; Созинов, Лаптев, 1986). Глиадин твердой пшеницы наследуются сцепленными группами – блоками компонентов по кодоминантному типу и контролируется четырьмя локусами генов, которые представлены аллельными вариантами *Gli-A1<sup>d</sup>*, *Gli-B1<sup>d</sup>*, *Gli-A2<sup>d</sup>* и *Gli-B2<sup>d</sup>*. (Кудрявцев, 2007).

Изучение компонентного состава глиадинов карталинской пшеницы, идентификация локусов гибридных популяций в последние годы проводилась не достаточно.

**Цель исследований** – создание исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы с использованием тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) в сочетании с биотехнологическими методами в условиях лесостепи Зауралья.

**Задачи исследований:**

- изучить особенности морфогенеза карталинской пшеницы различного эколого - географического происхождения в условиях лесостепи Зауралья;
- выделить ценные генотипы по комплексу хозяйственно-ценных признаков или по отдельным признакам для использования в селекции мягкой пшеницы;
- изучить внутривидовой полиморфизм карталинской пшеницы по спектрам запасного белка (глиадины);
- изучить наследование компонентного состава глиадинов в гибридных популяциях карталинской пшеницы с сортами твердой и мягкой пшеницы;
- рекомендовать созданный исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепной зоны Северного Зауралья;
- рекомендовать использование глиадинкодирующих локусов в качестве генетических маркеров в первичном семеноводстве пшеницы.

**Научная новизна исследований.** В условиях лесостепной зоны Северного Зауралья проведено морфобиологическое, анатомическое изучение образцов тетраплоидного вида пшеницы *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.). Выделены ценные генотипы по скороспелости, устойчивости к болезням и качеству зерна. Создан ценный исходный материал для селекции мягкой пшеницы. Получены новые экспериментальные данные по компонентному составу запасного белка (глиадина) карталинской пшеницы. Проведена оценка внутри - и межвидовых гибридов карталинской пшеницы методом электрофореза в полиакриламидном геле. Создана схема использования метода электрофореза в первичном семеноводстве пшеницы.

**Теоретическое значение полученных результатов.** Представленные результаты исследований вносят вклад в расширение знаний о морфобиологических и анатомических особенностях, хозяйственно-полезных признаков тетраплоидного вида пшеницы *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) в условиях лесостепи Северного Зауралья. Выделенные образцы по скороспелости, устойчивости к болезням, качеству зерна являются родительскими формами в селекции мягкой пшеницы. Составленные формулы глиадина карталинской и мягкой пшеницы могут быть использованы для идентификации образцов, гибридов и сортов.

**Практическое значение полученных результатов.** Образцы тетраплоидного вида пшеницы *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) отличающиеся скороспелостью, устойчивостью к болезням, с высоким содержанием белка в зерне рекомендованы в качестве источников для селекции мягкой пшеницы в условиях лесостепной зоны Северного Зауралья; полученные внутривидовые и межвидовые гибриды  $F_2 - F_4$  карталинской пшеницы включены в селекционный процесс ГАУ Северного Зауралья; метод электрофореза запасных белков пшеницы используется в селекции, первичном семеноводстве, определении сортовой чистоты и сортовой принадлежности; результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» для направления подготовки 35.03.04 «Агрономия», для направления подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», магистерской программы «Селекция полевых культур» направления подготовки 35.04.04 «Агрономия»; получен патент на сорт яровой мягкой пшеницы Тюменская юбилейная (№ 8831).

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на теоретических законах и положениях в генетике и селекции яровой мягкой пшеницы, изложенных в отечественной и зарубежной литературе. В основе исследований лежит идея А.А. Филатенко о проведении географических опытов с *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum* Vav.) в нашей стране. Исследования выполнены с применением стандартизованных методик.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Особенности цветения, строения пыльца и зерновки, крахмалистой части эндосперма образцов *Triticum carthlicum* Nevski. (= *T. persicum* Vav.).

2. Сходство и различие по компонентному составу запасного белка (глиадина) образцов *Triticum carthlicum* Nevski. (= *T. persicum* Vav.) по сравнению с твердой и мягкой пшеницей.

3. Полиморфные запасные белки зерна (глиадины) эффективные маркеры для идентификации образцов и отбора генотипов в гибридных популяциях карталинской и мягкой пшеницы.

**Личный вклад соискателя.** Работа является обобщением результатов исследований, выполненных лично автором совместно с другими исследователями в период с 1982 по 2022 год. Исследования проведены в Государственном аграрном университете Северного Зауралья.

В соавторстве с Н.А. Асташевой проведен лабораторный анализ и обобщение результатов полевых исследований карталинской пшеницы; с М.И. Масленко – составлены матрицы усредненного значения весов присутствия – отсутствия компонентов глиадина для расчета КГО; с М.К. Ахтариевой выполнен электрофоретический анализ  $\beta$ -амилазы карталинской пшеницы и обобщены полученные данные; с К.В. Фуртаевым и И.Б. Кабаниным проанализирована динамика развития заболеваний на посевах мягкой пшеницы в Тюменской области; с Ю.А. Летяго, Р.И. Белкиной и Т.К. Федорук выполнены анализы и дана оценка сопряженности глиадинкодирующих локусов сортов мягкой пшеницы с технологическими свойствами зерна.

**Степень достоверности.** Достоверность результатов исследований подтверждается методами статистической обработки экспериментальных данных и проведением глубокого анализа полученных результатов. В основу научно-исследовательской работы положены общепринятые методики и ГОСТы. Повторяемость анализов позволяет считать результаты достоверными, а выводы и рекомендации обоснованными. Проверку соблюдения методики закладки и оформления полевых опытов ежегодно осуществляла методическая комиссия по приёму опытов при Агротехнологическом институте ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

**Апробация работы.** Результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались: Международной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева «Научные резервы - агропромышленному производству» (март 2004, г. Курган); Международной конференции посвящённой 100-летию со дня рождения селекционера А.В. Воробьёва (г. Красноуфимск, 2005 г.); Научно-методической конференции, посвящённой 100-летию Тулунской ГСС «Селекция сельскохозяйственных культур на скороспелость, холодостойкость, зимостойкость» (7-8 августа 2007, г. Тулун); Международной научно-практической конференции «Селекция сельскохозяйственных культур на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам» (22-24 июля 2008, г. Барнаул); Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию образования Тюменской государственной сельскохозяйственной академии «Пути повышения эффективности сельскохозяйственного производства в Сибирском регионе» (14-15 октября, 2009, г. Тюмень); Международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию

ФГОУ ВПО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева» Инновационные пути решения проблем АПК (28-29 мая 2009, г. Курган); Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения Е.Н. Синской «Проблемы эволюции и систематики культурных растений» (9-11 ноября 2009, г. Санкт-Петербург); Международной научно-практической конференции «Селекция сельскохозяйственных культур на устойчивость к экстремальным факторам среды в аридных зонах Сибири» (19-23 июля 2010, г. Улан-Удэ); Международной научно-практической конференции, посвященной 420 – летию земледелия в Зауралье (11-13 августа 2010 г., г. Тюмень); XIV Международной конференции «Аграрная наука - сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии» (25-28 июля 2011 г., г. Красноярск); заседании Уральского отделения Вавиловского общества генетиков и селекционеров (УралВОГиС) Ботанического сада Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург 26 января 2011г.); Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – основа инновационного развития АПК» (19-20 апреля 2011, г. Курган); Международной научно-практической конференции «Научные исследования – основа модернизации сельскохозяйственного производства» (8-11 ноября 2011, г. Тюмень); Международной научно-практической конференции «Селекция сельскохозяйственных культур на высокий генетический потенциал, урожай и качество» (24-27 июля 2012, г. Тюмень); III Вавиловской международной конференции «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире», посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (6-9 ноября 2012, г. Санкт-Петербург); Международной научно-практической конференции «Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата» / Объединенный научный и проблемный совет по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству СО Россельхозакадемии, ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии: (пос. Краснообск, 22-25 июля 2014 г.) – Новосибирск, 2014; Международной конференции «Коняевские чтения» Уральский аграрный университет. Екатеринбург. 26-28 ноября 2015 г; Всероссийской научно-практической конференции «Наследие Н.Л.Скалазубова – на службу устойчивого развития сибирского села»: Тобольск, 17-19 сентября 2015 г; Международной конференции «Эколого-генетические основы современных агротехнологий». ВИЗР, Санкт-Петербург, Пушкин, (27-29 апреля 2016); II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Современные научно-практические решения в АПК» 26 октября 2018. Тюмень; III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве» (8 апреля 2019 г.). Курган, 2019; Международной научно-практической конференции, посвященной 140-летию Тюменского Александровского реального училища, 60-летию Тюменского государственного сельскохозяйственного института - Государственного аграрного университета Северного Зауралья «Аграрная наука и образование Тюменской области: связь времен» Тюмень, 6 июня 2019; Научно-практической конференции с международным участием «Состояние и

проблемы сельскохозяйственной науки в Приенисейской Сибири» // Красноярск, КрасНИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН, 27-28 июля 2023; на заседаниях кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве Государственного аграрного университета Северного Зауралья (1992-2022 гг.).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 33 научных работ, в т. ч. 12 работ - в ведущих рецензируемых научных журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, выводов и списка литературы. Материал изложен на 285 страницах машинописного текста, включает 69 таблиц, 43 рисунка, 22 приложения. Список литературы содержит 358 источников, из них 42 на иностранных языках.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю признательность и благодарность за совместную творческую работу кандидату с.-х. наук Асташевой Н.А., кандидату биол. наук Любимовой А.В., кандидату биол. наук Неуймину С.И., кандидату с.-х. наук Киршиной М.К., а также доктору с.-х. наук Белкиной Р.И., доктору с.-х. наук Казак А.А. за ценные советы и поддержку.

Автор признателен за оказанную помощь в проведении исследований студентам направления подготовки 35.03.04 «Агрономия», преподавателям и лаборантам кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве, сотрудникам Института фундаментальных и прикладных агротехнологий. Особую благодарность автор выражает научному консультанту доктору сельскохозяйственных наук, профессору Юрию Павловичу Логинову.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *TRITICUM CARTHLICUM* NEVSKI. (= *T. PERSICUM* VAV.)**

В главе приведено описание карталинской пшеницы. Первое упоминание о ней были сделаны Н.И. Вавиловым в 1912 - 1913 годы при описании образца пшеницы, устойчивого к мучнистой росе. В каталоге селекционной станции значилось, что этот образец под названием «Persischer Weizen» был получен от немецкой семенной фирмы Гааге и Шмидт в Эрфурте в 1902 году как мягкая пшеница. Впервые видовое описание *Triticum carthlicum* Nevski. (= *T. persicum* Vav.) сделал П.М. Жуковский в 1923 году. Автор вида *T. persicum* – Н.И. Вавилов (1925, 1926, 1929, 1931) считал, что наличие у этого вида признаков пшеницы мягкой свидетельствует о его происхождении при гибридизации между видами *T. dicoccum* и *T. aestivum*.

### **ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Полевые исследования** проведены на опытном поле д. Утёшева и д. Труфанова на базе Агротехнологического института ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» и д. Аромашево Аромашевского района Тюменской области на базе СПК Слободчиковский с

1992 по 2009 гг. В исследование были включены 143 образца карталинской пшеницы различного эколого-географического происхождения из коллекции ФГБНУ ФИЦ Всероссийского института генетических ресурсов им. Н.И.Вавилова (г. Санкт-Петербург). В 2009-2010 гг. было изучено 11 гибридных комбинаций  $F_1$  -  $F_2$  внутривидовых и межвидовых скрещиваний карталинской пшеницы.

Лабораторные исследования проведены в сертифицированной лаборатории сортовой идентификации семян Института фундаментальных и прикладных исследований ГАУ Северного Зауралья (Росс RUS ПСО 1.6.1.1207 и Росс RU ДС 1.6.1.116) с 2004 по 2022 гг.

Погодные условия в годы исследований были различными. Максимальный ГТК (2,07) был зарегистрирован в 2002 г. и 1999 г. (2,02), что соответствовало избыточному переувлажнению. Недостаточное увлажнение было отмечено в 7 из 18 лет, что соответствует 38,9% анализируемого периода. Близкое значение к среднему увлажнению имели 22,2% лет (ГТК от 1,3-1,5), и столько же лет характеризовались как достаточно увлажненные.

Почва опытного поля (д. Утёшева) – чернозём выщелоченный, маломощный, тяжелосуглинистый, пылевато-иловатый, на карбонатном покровном суглинке с типичными для Западной Сибири признаками и свойствами. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) варьировало от 7,65 до 9,1 %. Почва опытного участка (д. Труфанова) – лугово-черноземная, тяжелосуглинистая, пылевато-иловатая, на карбонатном покровном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) варьировало от 7,7 до 7,9 %. Почва опытного участка (с. Аромашево) – тёмно-серая оподзоленная, тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая, на карбонатном покровном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) изменялось от 7,8 до 8,5 %. Технология возделывания соответствовала зональной системе земледелия. Посев проводили в II-III декадах мая сеялкой ССФК-7 и ССФК-10 с нормой высева 620 всхожих семян на  $1\text{ м}^2$ . Учетная площадь делянки –  $1-3\text{ м}^2$ . В качестве стандартов использовали сорта мягкой пшеницы: до 1999 г. – Скала, с 2000 г. – Новосибирская 15. Полевые наблюдения, учеты и измерения проводили согласно «Методическим указаниям по изучению мировой коллекции Всесоюзного института растениеводства им. Н.И. Вавилова» (1977) и Международному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. (1984).

Площадь листовой поверхности определяли по методике П.П. Литуна (1976) в фазе колошения в 1999-2000 гг. в зоне северной лесостепи (г. Тюмень) и в зоне подтайги (с. Аромашево). Изучение характера цветения карталинской пшеницы провели на опытном поле д. Труфанова в 1998-2000 гг. в соответствии с методикой Т.Н. Житковой (1914). Для изучения размеров пыльцы карталинской пшеницы в 2009-2011 гг. отобрали пыльники трех разновидностей *fuliginosum*, *stramineum* и *rubiginosum*. Пыльцевые зерна обрабатывали щелочным методом Поста (Гладкова, Гричук и др., 1950). Строение пыльцы изучили с помощью светового микроскопа Axioskop 40 фирмы Carl Zeiss (Германия) при увеличении А-Plan 40x0,65 и 100x1,25 в ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН. Измерения проводили на 25 пыльцевых

зернах. Параметры зерновок у образцов пшеницы измеряли по методике Е.Д. Казакова (1987) в лабораторных условиях при помощи штангенциркуля. Толщина внешних покровов зерна пшеницы ( $\delta$ ) изучили в 2011-2012 гг. на микротомных препаратах зерновок урожая 1999, 2008 и 2009 годов по методике З.П. Паушевой (1974). Для измерения использовали световой микроскоп Аxiostar plus фирмы Carl Zeiss (Германия) с увеличением А-plan 40x0,65 на кафедре ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры Института биологии Тюменского государственного университета. Оценку образцов карталинской пшеницы к основным возбудителям болезней провели на естественном фоне в полевых условиях и лабораторных условиях на искусственных фонах заражения в 2010 г. (ФГБНУ Омский АНЦ). Внутривидовые и межвидовые скрещивания провели в полевых условиях в 1997, 1998, 2004, 2006-2008 гг. Опыление – твел-методом и по П.П. Лукьяненко (1951).

Урожай убирали методом сплошного обмолота зерна с делянки комбайном «Хеге-125» или вручную с последующим обмолотом на молотилке МПСУ-500. Полученный урожай взвешивали и приводили к стандартной влажности и чистоте.

Качество зерна изучили в ФГУ ГС агрохимической службы «Тюменская», лаборатории качества зерна АТИ ГАУ Северного Зауралья и лаборатории кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья. Масса 1000 зёрен – ГОСТ 10842-89; массовая доля клейковины и её качество – ГОСТ 13586.1-68; содержание белка – ГОСТ 10846-91.

Для исследования применяли метод электрофореза запасного белка пшеницы (глиадин) (Metakovsky, Novoselskaya, 1991). Идентификацию глиадина образцов карталинской пшеницы провели в 2006 г., 2010 г. и 2016 г., гибридов  $F_2$  внутривидовых и межвидовых скрещиваний – в 2009 году. Семей сорта яровой мягкой пшеницы Тюменская юбилейная – в 2020-2022 гг. и сортов мягкой пшеницы, включенных в Государственный реестр по Тюменской области – 2004-2017 гг. Наряду с этим были исследованы 46 партий семян элиты сортов яровой мягкой пшеницы для определения сортовой чистоты и соответствия. В качестве стандартов использовали сорт твердой пшеницы Langdon и сорт мягкой пшеницы Безостая 1. Электрофорез  $\beta$ -амилаз зерновок карталинской пшеницы урожая 2006-2009 гг. изучили по методике В.П. Нецветаева (2012) в лаборатории селекции и семеноводства пшеницы ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук» в 2013 г. В качестве стандартов использовали сорта яровой мягкой пшеницы Омская 38 и Новосибирская 15.

Математическую обработку полученных данных, корреляционные зависимости, кластерный анализ провели с помощью пакета программ SNEDECOR V 5 (Сорокин, 2010) и PAST (Hammer, 2001).

### ГЛАВА 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *TRITICUM* *CARTHLICUM NEVSKI.* (= *T. PERSICUM VAV.*)

Продолжительность вегетационного периода образцов карталинской пшеницы в среднем за годы исследований составила 81 сутки (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов карталинской пшеницы, 1992-2009 гг.

Признак	Карталинская пшеница		Мягкая пшеница			
	среднее, суток	CV, %	Скала		Новосибирская 15	
			среднее, суток	CV, %	среднее, суток	CV, %
Всходы – колошение	41	17,1	37	17,8	40	13,7
Колошение – восковая спелость	40	14,9	41	14,1	38	14,4
Всходы – восковая спелость	81	11,0	78	8,8	78	10,9

Анализ продолжительности вегетационного периода показал, что 83,3% образцов карталинской пшеницы имели более продолжительный период вегетации по сравнению со стандартными сортами. Отмечена положительная связь между периодом вегетации и гидротермическим коэффициентом ( $r=+0,55$ ). Между суммой эффективных температур и продолжительностью вегетационного периода установлена сильная отрицательная связь ( $r=-0,82$ ). Выделены образцы карталинской пшеницы, созревающие на уровне стандартных сортов (табл. 2).

Таблица 2. Продолжительность вегетационного периода перспективных образцов карталинской пшеницы, суток

Сорт, образец	Происхождение	1992-1999 гг.		±стандарту	2000-2009 гг.		±стандарту
		среднее	CV, %		среднее	CV, %	
Скала, стандарт	Иркутская обл., Россия	78±2,4	8,8	–	–	–	–
Новосибирская 15, стандарт	Новосибирская обл., Россия	–	–	–	78±2,7	11,1	–
К-7881	Грузия	79±3,1	11,1	+1	80±2,1	7,9	+2
К-7882	Грузия	80±3,2	11,3	+2	82±2,8	9,6	+4
К-11899	Грузия	80±3,2	11,5	+2	81±2,5	8,6	+3
К-13822	Армения	81±4,6	16,1	+3	78±1,5	5,6	–
К-17555	Армения	78±3,4	12,2	–	80±2,4	8,4	+2
К-17703	Армения	80±3,4	12,1	+2	81±3,1	12,3	+3
К-18722	Армения	79±3,4	12,2	+1	80±2,3	8,0	+2
К-39142	Армения	81±3,0	10,5	+3	79±2,9	10,2	+1

Образцы К-7881, К-17555, К-18722, К-39142 и К-13822, относящиеся к горно-степному экотипу карталинской пшеницы имели более короткий период вегетации, по сравнению с образцами горно-лесного экотипа.

**Фотосинтетическая активность образцов карталинской пшеницы.** Длина листовой пластинки образцов карталинской пшеницы различалась по

ярусам и пунктам возделывания. Самым длинным из пяти листьев был третий лист у К-13698, его размеры в зоне северной лесостепи составили  $24,4 \pm 0,2$  см (рис. 1). В зоне подтайги величина их по ярусам оказалась длиннее на 1,1-4,3 см по сравнению с зоной северной лесостепи. Длина третьего листа образца К-13698 составила  $26,1 \pm 0,4$  см.

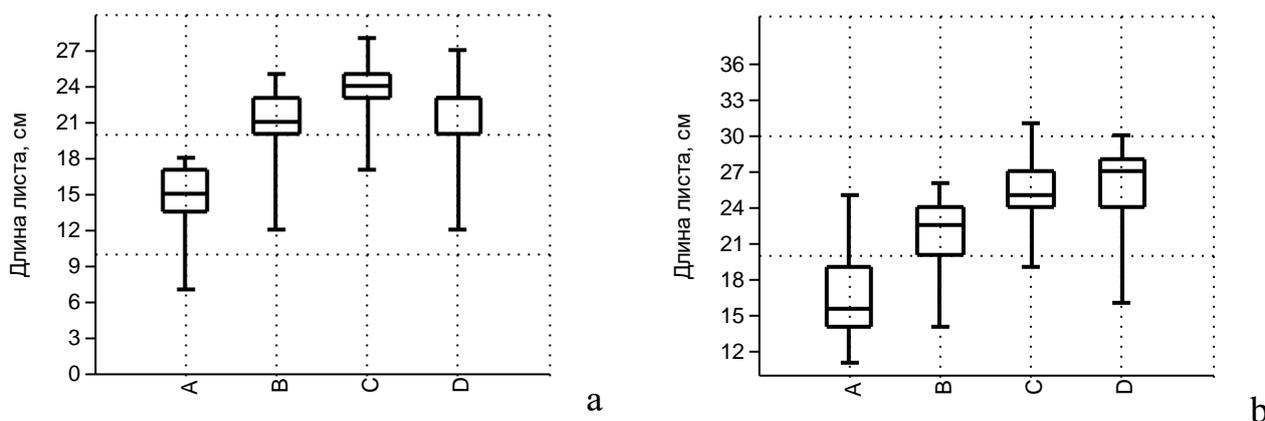


Рисунок 1. Диаграмма размаха варьирования длины листа образца К-13698 (А – первый лист, В – второй лист, С – третий лист, D – четвёртый лист): а – зона северной лесостепи; б – зона подтайги.

Площадь флагового листа в зоне северной лесостепи у карталинской пшеницы достоверно превысила стандарт и составила  $12,9-15,1$  см<sup>2</sup> (табл. 3). Исключение показал образец К-7885, имевший наименьшую поверхность флага-листа  $8,4$  см<sup>2</sup> ( $CV=19,9\%$ ). Поверхность флагового листа в зоне подтайги была в два раза больше, чем в северной лесостепи. Варьирование площади флага-листа у образцов карталинской пшеницы в зоне подтайги колебалось от 11,8 до 17,6%, по сравнению со стандартом -  $CV=8,3\%$ .

Карталинская пшеница сформировала в зоне северной лесостепи от 11 до 17 зёрен, в зоне подтайги из-за более благоприятных погодных условий – 24-36 зерновок.

Таблица 3. Площадь листовой поверхности флагового листа, 1999-2000 гг.

Сорт, образец	Происхождение	Северная лесостепь		Подтайга	
		S листа, см <sup>2</sup>	CV, %	S листа, см <sup>2</sup>	CV, %
Тюменская 80	Тюменская обл.	7,2	26,6	27,8	8,3
К-7885	Грузия	8,4	19,9	27,9	14,3
К-11891	Грузия	12,9	10,8	28,0	14,2
К-13698	Армения	15,1	16,6	27,5	17,6
К-14036	Армения	14,2	13,5	27,9	15,3
К-17555	Армения	15,8	8,8	27,1	12,3
К-17687	Армения	15,0	10,2	28,2	14,3
К-19726	Грузия	13,6	10,4	28,1	12,3
К-29288	Грузия	13,9	16,3	27,2	11,8
НСР <sub>05</sub>		4,0		2,5	

Масса зерновки у образцов карталинской пшеницы в условиях северной лесостепи была на уровне Новосибирской 15, в среднем выше, чем в зоне подтайги на 8,29-18,95 мг. В Аромашево в колосе сформированы более мелкие зерна, чем в Тюмени (табл. 4).

Таблица 4. Масса зерна с колоса, количество зерен и масса зерновки у перспективных образцов карталинской пшеницы 1999-2000 гг.

Сорт, образец	Северная лесостепь			Подтайга		
	Мзк*, г.	Кз**, шт.	Мз, мг.	Мзк, г.	Кз, шт.	Мз, мг.
Тюменская 80	0,800	16,52	50,82	1,061	28,96	36,76
К-7885	0,753	16,59	45,47	1,257	34,5	36,16
К-11891	0,569	11,29	50,73	1,062	32,12	31,78
К-13698	0,678	14,73	46,78	1,075	31,0	33,79
К-14036	0,672	13,07	53,59	1,133	30,52	38,73
К-17555	0,740	16,61	44,81	1,060	29,14	36,52
К-17687	0,7	14,9	47,75	0,773	23,81	32,26
К-19726	0,736	16,36	44,82	1,384	36,20	37,57
К-29288	0,768	17,05	44,92	0,992	30,49	31,28
НСР <sub>05</sub>	0,09	1,96	6,8	0,32	7,66	6,2

\* Мзк – масса зерна с колоса; \*\* Кз – количество зёрен в колосе; \*\*\*Мз–масса зерновки

Величина площади листовой поверхности у растений в зоне северной лесостепи оказала достоверное влияние на массу зерна с колоса, озернёность колоса и массу зерновки. Наибольшее влияние площади листьев на указанные признаки отмечено у сорта мягкой пшеницы Тюменская 80 (табл. 5).

Таблица 5. Корреляционная зависимость площади листьев с массой зерна с колоса, озернёностью и массой зерновки, 1999-2000 гг.

Сорт, образец	Северная лесостепь			Подтайга		
	масса зерна с колоса	кол-во зерен в колосе	масса зерновки	масса зерна с колоса	кол-во зерен в колосе	масса зерновки
Тюменская 80	0,94*	0,75*	0,73	0,72	0,99	0,39
К-7885	0,02	0,04	0,55	0,29	0,45	0,24
К-11871	0,54*	0,66*	0,92	0,13	0,13	0,17
К-13698	0,92*	0,51*	0,08	0,10	0,08	0,16
К-14036	0,33	0,42	0,94	0,38	0,72	0,39
К-17555	0,47*	0,49*	0,91	0,19	0,27	0,39
К-17687	0,7	0,66*	0,73	0,21	0,08	0,68
К-19726	0,4	0,56*	0,32	0,23	0,26	0,41
К-29288	0,36	0,51*	0,99	0,36	0,35	0,53
Порог достоверности на уровне 5%: R=0,4438*				R=0,6319*		

В зоне северной лесостепи наиболее высокой чистой продуктивностью фотосинтеза выявлена у образца карталинской пшеницы К-7885 (28,328 г\*м<sup>2</sup>/сутки), уступившему по этому показателю мягкой пшенице Тюменская 80 на 14,3 %. В зоне подтайги ФП<sub>ч</sub> у всех образцов был ниже, чем в зоне северной лесостепи, но более резкое снижение отмечено у мягкой пшеницы на 19,203

г\*м<sup>2</sup> /сутки, в то время как у образцов карталинской пшеницы чистая продуктивность фотосинтеза снижена лишь на 1,398-6,968 г\*м<sup>2</sup>/сут. (табл. 6).

Таблица 6. Фотосинтетический потенциал листьев растений карталинской пшеницы, 1999-2000 гг.

Сорт, образец	Происхождение	Северная лесостепь		Подтайга	
		ФП, м <sup>2</sup> /сут.	ФП <sub>ч</sub> , г*м <sup>2</sup> /сут.	ФП, м <sup>2</sup> /сут.	ФП <sub>ч</sub> , г*м <sup>2</sup> /сут.
Тюменская 80	Тюменская обл.	22,605	32,958	42,020	13,755
К-7885	Грузия	26,476	28,328	43,745	12,847
К-11871	Грузия	28,493	18,601	42,893	12,986
К-13698	Армения	32,922	15,035	43,624	11,690
К-14036	Армения	30,474	14,635	44,372	10,772
К-17555	Армения	33,211	10,990	42,949	9,593
К-17687	Армения	32,218	10,864	43,352	9,088
К-19726	Грузия	30,671	15,813	44,200	10,520
К-29288	Грузия	28,680	20,746	42,337	13,817

**Характер цветения образцов карталинской пшеницы.** Массовое цветение образцов карталинской пшеницы наблюдали в 1998 г. с 11 по 13 июля, в 1999 г. с 16-17 июля и в 2000 г. с 9 по 11 июля.

Наиболее интенсивное цветение было отмечено у образца К-13847 в первый день в 1998 г. – 92,6%, в 1999 г. – 89,4 % и в 2000 г. – 73,0% соответственно (табл. 7). Остальные образцы карталинской пшеницы цвели более равномерно. Кроме того, отмечено единичное цветение за пределами этого периода. Наибольшее количество колосьев мягкой пшеницы сорта Тюменская 80 (65,5%) зацвели во второй день только в 1998 году. В остальные годы динамика цветения у этого сорта проходила практически равномерней.

Таблица 7. Динамика цветения колосьев карталинской пшеницы по дням, %

Сорт, образец	1998 г.			1999 г.		2000 г.		
	1 день	2 день	3 день	1 день	2 день	1 день	2 день	3 день
Тюменская 80	1,2	65,5	33,3	57,5	42,5	48,2	37,0	14,5
К-13847	92,6	7,4	–	89,4	10,6	73,0	27,0	–
К-14036	1,8	57,3	40,9	48,1	51,9	66,2	33,8	–
К-17555	57,7	35,6	6,8	81,0	19,0	60,8	39,2	–
К-19740	47,6	50,6	1,8	79,0	21,0	71,8	23,1	5,1

Время зацветания и продолжительность цветения образцов карталинской пшеницы в зависимости от условий года были различными. Анализ частоты зацветания цветков показал, что карталинская пшеница в условиях Тюменской области цвела в течение дня и имела несколько пиков. Максимальное и самое энергичное цветение проходило в первой половине дня в утренние часы. Продолжительность цветения в среднем за три года изменялась от 74,7 минут у К-14036 до 167,2 минут у К-17555. Из-за влажных условий 1999 г. цветки

отцветали в среднем за 30 минут. Продолжительность цветения мягкой пшеницы Тюменская 80 составила в среднем 47,5 минут.

В ходе анализа цветения цветков карталинской пшеницы обнаружено, что количество выброшенных пыльников было различным по образцам и годам. Цветки выбрасывали по три, два или одному пыльнику (рис. 2). Это соответствует открытому типу цветения.

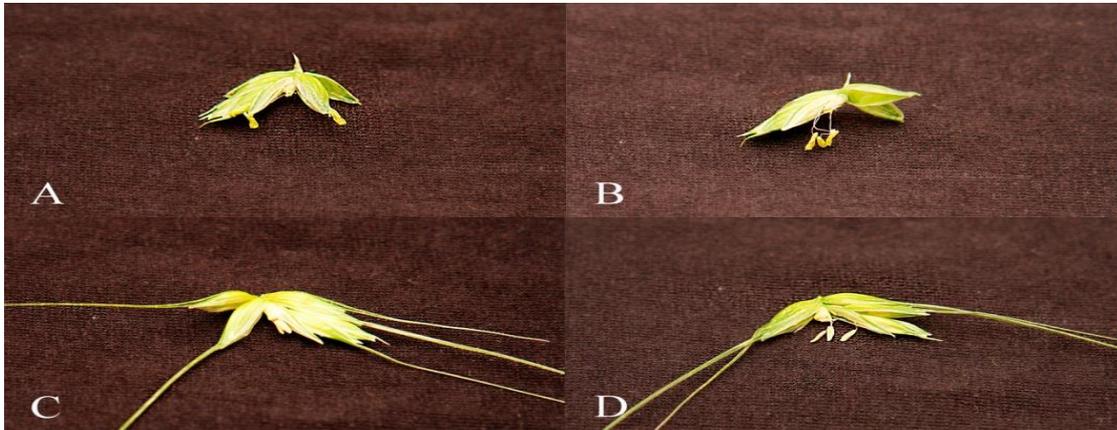


Рисунок 2. Выбрасывание пыльников цветками пшеницы вида *Triticum aestivum* L. (А и В) и вида *Triticum carthlicum* Nevski. (С и D). Время выхода пыльников 5 секунд.

Количество пыльников, которое выбрасывали цветки образцов карталинской пшеницы, различалось по годам. Карталинская пшеница в годы исследований цвела открыто (табл. 8).

Таблица 8. Тип цветения образцов карталинской пшеницы, 1998-2000 гг.

Сорт, образец	Открытое цветение, %	R, %	CV, %	Закрытое цветение, %	R, %	CV, %
Тюменская 80	51,0±37,2	8,2-75,0	72,9	49,0±37,2	25,0-91,8	75,9
К-13847	51,3±1,5	49,6-52,4	3,0	48,6±1,5	47,6-50,4	3,1
К-14036	87,7±1,0	87-88,9	1,2	12,3±1,0	11,1-13,0	8,0
К-17555	79,4±6,0	74,9-86,2	7,5	20,6±6,0	13,7-25,1	29,2
К-19740	89,0±1,8	86,9-90,3	2,0	11,1±1,8	9,7-13,1	16,3

У образцов К-19740, К-17555 и К-14036 преобладал хазмогамный тип цветения, а у К-13847 практически половина цветков цвела закрыто. Сорт мягкой пшеницы Тюменская 80 наряду с закрытым типом цветения, как типичный самоопылитель имел и открытое цветение (два года из трёх).

Выявлена прямая корреляционная зависимость между температурой воздуха во время цветения и количеством открытоцветущих цветков (табл. 9). Корреляция составила от  $r=0,519\pm 0,08$  у К-19740 до  $r=0,698\pm 0,09$  у К-17555. Более слабая связь отмечена в 1999 г. у всех исследованных образцов, когда

при высокой температуре воздуха цветковые чешуи слабо открывались или не открывались совсем.

Таблица 9. Корреляционная зависимость между количеством раскрытых цветков образцов карталинской пшеницы и температурой воздуха

Год	Сорт, образец				
	К-19740	К-17555	К-14036	К-13847	Тюменская 80
1998	0,505	0,8013	0,5473	0,49571	0,64047
1999	0,393	0,51014	0,45043	0,56373	0,51014
2000	0,661	0,77784	0,72433	0,9947	0,68129
CV, %	25,9	23,2	24,2	39,5	14,6
Порог достоверности: на уровне 5% R=0,98					

Выявлена положительная корреляционная связь между открытым цветением пшеницы и относительной влажностью воздуха (табл. 10). Несколько слабее эта связь была в 1999 г., так как во время цветения дефицита паров воды в воздухе не наблюдалось. Сильнее всего зависимость проявилась в 2000 году у К-19740 ( $r=0,898$ ) и Тюменской 80 ( $r=0,873$ ) из-за колебаний дефицита насыщения влагой ( $d=1,3-3,3$ ).

Таблица 10. Корреляционная зависимость между количеством раскрытых цветков образцов карталинской пшеницы и относительной влажностью воздуха

Год	Сорт, образец				
	К-19740	К-17555	К-14036	К-13847	Тюменская 80
1998	0,592	0,713	0,678	0,747	0,595
1999	0,575	0,572	0,680	0,505	0,572
2000	0,898	0,831	0,864	0,853	0,873
CV, %	26,5	18,4	14,5	25,4	24,6
Порог достоверности: на уровне 5% R=0.98					

**Морфология пыльцевых зерен карталинской пшеницы.** Пыльцевой анализ показал, что наиболее мелкими пыльцевые зёрна были у карталинской пшеницы разновидности *rubinosum* (табл. 11).

Таблица 11. Параметры пыльцы пшеницы ( $\mu\text{m}$ ), 2009-2011 гг.

Разновидность	Длина пыльцевого зерна	Ширина пыльцевого зерна	Диаметр околопорового валика	Высота валика	Диаметр поры
Карталинская пшеница					
<i>fuliginosum</i>	49,14	43,70	10,77	1,70	5,89
<i>stramineum</i>	45,94	44,56	10,82	2,67	5,40
<i>rubinosum</i>	40,02	32,50	9,01	2,94	3,92
среднее	45,03	40,25	10,20	2,44	5,07

## Продолжение таблицы 11

Разновидность	Длина пыльцевого зерна	Ширина пыльцевого зерна	Диаметр околопорового валика	Высота валика	Диаметр поры
Твёрдая пшеница					
<i>hordeiforme</i>	54,08	51,42	13,31	2,13	8,28
<i>reichenbachii</i>	49,42	47,72	10,26	2,25	5,19
среднее	51,75	49,57	11,79	2,19	6,72
Мягкая пшеница					
<i>lutescens</i>	54,24	47,79	12,87	3,28	6,40
НСР <sub>05</sub>	15,5	26,4	5,2	1,2	1,4

Соотношение длины к ширине у пыльцы этой разновидности составило 1,23 (рис. 3А). Более округлое пыльцевое зерно имела var. *stramineum* (1,05). Самая крупная пыльца была у разновидности *fuliginosum* ( $l=49,14 \mu\text{m}$ ;  $w = 43,70 \mu\text{m}$ ) (рис. 3В). Соотношение длины к ширине пыльцевого зерна у неё отмечено на уровне соотношения пыльцы мягкой пшеницы (рис. 3F). Размеры пыльцевых зёрен твердой пшеницы обеих разновидностей превышали пыльцу карталинской пшеницы (рис. 3D; 3E). Причем пыльца var. *hordeiforme* по крупности приближалась к мягкой пшенице.

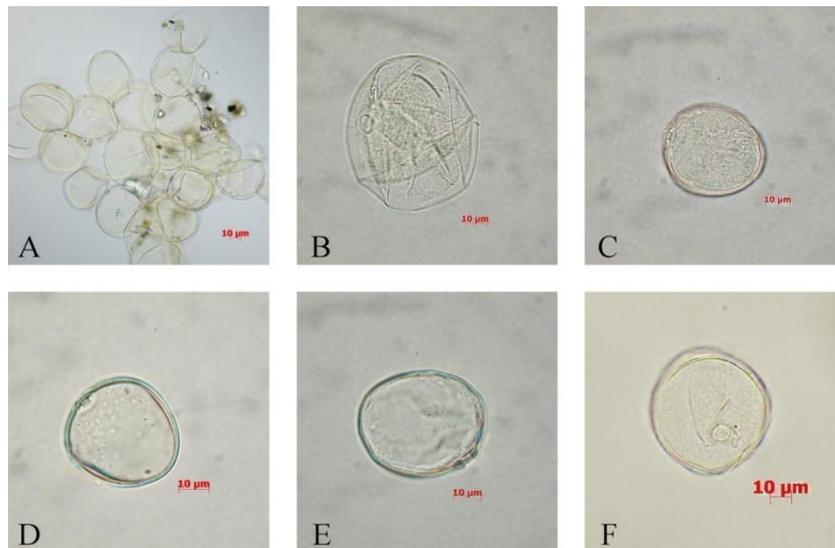


Рисунок 3. Микрофотографии пыльцы *Triticum carthlicum* Nevski. (А, В, С): *Triticum durum* Desf. (D, E); *Triticum aestivum* L. (F): А – var. *fuliginosum*; В – var. *stramineum*; С – var. *rubiginosum*; D – var. *reichenbachii*; E – var. *hordeiforme*; F – var. *lutescens*.

Диаметр околопорового валика пыльцы карталинской пшеницы был меньше, чем у мягкой и твёрдой на  $2,67 \mu\text{m}$  и  $3,11 \mu\text{m}$ , соответственно. Также был меньше и диаметр поры пыльцевого зерна в сравнении с мягкой и твердой пшеницей. Следует отметить, что самую крупную пору имела пыльца var. *hordeiforme* ( $8,28 \mu\text{m}$ ) твердой пшеницы. Все этого указывает на то, что по параметрам пыльцы карталинская пшеница уступает мягкой пшенице и твердой

пшенице var. *hordeiforme*, занимая промежуточное положение между дикорастущими формами злаков и возделываемыми видами пшеницы.

**Устойчивость образцов карталинской пшеницы к болезням.**

Мониторинг развития болезней и вредителей на посевах яровой пшеницы в Тюменской области с 1992 по 2011 гг. показал, что из болезней самыми распространенными являются септориоз, корневые гнили и мучнистая роса. Наибольший процент развития в годы исследований имел септориоз. Эпифитотии наблюдались в 1999 г. (24%), 2008 г. (18,2%), в 2000 г. (17,0%), в 2006 г. (16,0%) и в 2001 г. (15,0%), когда был превышен экономический порог вредоносности. В остальные годы развитие болезни изменялось от 4,4% до 13,0%.

Корневые гнили развивались на посевах пшеницы ежегодно, но пик развития пришелся на 2004 год (11%). Среднее значение развития корневых гнилей за годы исследований в области составило 5,8 %.

Пороговое значение вредоносности по развитию мучнистой росы было превышено только в 2000 г. (19,0%). В среднем развитие болезни составило 4,7%.

Бурая ржавчина на посевах пшеницы проявлялась редко и не значительно. Максимальное её развитие отмечено в 2010 г. – 8,3%.

Анализ показал, что наибольшую устойчивость к септориозу образцы имели в 1993 году 8,9 балла (CV=3,9%), а наименьшую в 1999 – 5,9 балла (CV=18,6%). Максимальную устойчивость 7,8 балла по сравнению со стандартами показал К-17703 (табл. 12).

Таблица 12. Устойчивость образцов карталинской пшеницы к септориозу, 1992-2009 гг.

Сорт, образец	1992-1999 гг.		2000-2009 гг.	
	балл	CV, %	балл	CV, %
Скала (var. <i>lutescens</i> )	6,0	30,9	–	–
Новосибирская 15 (var. <i>lutescens</i> )			6,0	19,1
К-7881 (var. <i>persicum</i> )	7,0	21,6	6,6	19,2
К-11899 (var. <i>stramineum</i> )	7,0	15,3	6,4	25,7
К-13383 (var. <i>persicum</i> )	–	–	6,6	19,2
К-13822 (var. <i>stramineum</i> )	7,5	12,3	6,6	12,8
К-17555 (var. <i>rubiginosum</i> )	7,3	17,7	6,6	23,9
К-17703 (var. <i>rubiginosum</i> )	7,8	13,4	6,8	21,7
К-18772 (var. <i>rubiginosum</i> )	–	–	6,8	21,7
К-19725 (var. <i>persicum</i> )	7,3	17,7	6,6	19,2
К-39142 (var. <i>stramineum</i> )	6,3	29,3	6,8	16,7

Наибольшая устойчивость к мучнистой росе отмечена у образцов карталинской пшеницы в 1995 г. 8,2 балла (CV=11,9%), 2002 г. 8,4 балла (CV=11,2%). Высокая патогенная нагрузка эпифитотий 2000 и 2006 годов сказалась на полевой устойчивости образцов карталинской пшеницы, которая была снижена до 7,7-7,6 баллов. Максимальную устойчивость 8,5 баллов по сравнению со стандартами за период 1992-1999 годы имели образцы К-13815,

К-18621, К-18771, а также К-13822, К-17953 (8,3 балла) (табл. 13). За период 2000-2009 годы практически не поражен мучнистой росой образец К-36064 - 8,8 балла (CV=8,1%), К-13822 – 8,4 балла (CV=11,5%).

Таблица 13. Устойчивость образцов карталинской пшеницы к мучнистой росе, 1992-2009 гг.

Сорт, образец	1992-1999 гг.		2000-2009 гг.	
	балл	CV, %	балл	CV, %
Скала (var. <i>lutescens</i> )	5,2	22,4	–	–
Новосибирская 15 (var. <i>lutescens</i> )	–	–	6,1	14,8
К-7882 (var. <i>persicum</i> )	8,0	13,4	7,8	13,2
К-13822 (var. <i>stramineum</i> )	8,3	12,5	8,4	11,5
К-17953 (var. <i>stramineum</i> )	8,3	12,5	8,2	12,6
К-11899 (var. <i>stramineum</i> )	7,8	13,4	7,8	13,2
К-17555 (var. <i>rubiginosum</i> )	7,8	13,4	7,6	12,7
К-39142 (var. <i>stramineum</i> )	7,8	19,2	7,6	12,7

Естественный инфекционный фон бурой ржавчины в годы исследований был слабым, максимальная интенсивность поражения образцов карталинской пшеницы составляла 20-30 % по шкале Петерсона (1948) (табл.14). Порог вредоносности (40%) в изучаемые годы превышен только отдельными образцами и стандартными сортами мягкой пшеницы.

Таблица 14. Степень поражения образцов карталинской пшеницы бурой ржавчиной, 1992-1993 гг., 2003-2004 гг.

Сорт, образец	Среднее значение, %	lim	CV, %
Скала (var. <i>lutescens</i> )	28	8,8-47,5	97,4
Новосибирская 15 (var. <i>lutescens</i> )	13,4	10-16,7	35,5
К-7881 (var. <i>persicum</i> )	6,3	5-7,5	28,3
К-7882 (var. <i>persicum</i> )	6,3	5-7,5	28,3
К-11899 (var. <i>stramineum</i> )	6,3	5-7,5	28,3
К-13768 (var. <i>rubiginosum</i> )	6,3	5-7,5	28,3
К-13822 (var. <i>stramineum</i> )	6,3	5-7,5	28,3
К-19725 (var. <i>persicum</i> )	6,3	5-7,5	28,3
К-19756 (var. <i>stramineum</i> + var. <i>rubiginosum</i> )	6,3	5-7,5	28,3

Для более полной иммунологической характеристики образцы карталинской пшеницы были оценены в лабораторных условиях на устойчивость к трем популяциям бурой ржавчины (омской, новосибирской и красноярской), а также к трем популяциям стеблевой ржавчины (омской, новосибирской и пушкинской). В качестве стандартов использовали мягкую пшеницу сорт Новосибирская 15 и восприимчивый сорт Памяти Азиева. Лабораторный анализ показал, что образцы карталинской пшеницы более устойчивы к бурой ржавчине, чем к стеблевой (табл. 15).

Таблица 15. Оценка образцов карталинской пшеницы в лабораторных условиях к популяциям бурой и стеблевой ржавчины, ФГБНУ Омский АНЦ, 2010 г.

Сорт, образец	Тип поражения ржавчиной, балл	
	<i>Puccinia triticina</i> Erikss.	<i>Puccinia graminis</i> Rers.
Памяти Азиева (var. <i>lutescens</i> )	4	4
Новосибирская 15 (var. <i>lutescens</i> )	3-4	3-4
К-13836 (var. <i>rubiginisum</i> )	2-3	3
К-19756 (var. <i>stramineum</i> )	0-1	4
К-32484 (var. <i>persicum</i> )	0-2	4
К-32487 (var. <i>persicum</i> )	0-2	4
К-36021 (var. <i>stramineum</i> )	0-2	4
К-36221 (var. <i>stramineum</i> )	0-2	4
К-13822 (var. <i>stramineum</i> )	3-4	3
К-27490 (var. <i>rubiginisum</i> )	3	3

Практически все исследуемые на устойчивость к стеблевой ржавчине образцы имели на листьях большие сливающиеся пустулы без участков отмершей ткани, что соответствовало типу иммунности 4. У образцов К-13836, К-13822 и К-27490 пустулы были среднего размера, также без участков отмершей ткани. Следовательно, эти образцы по степени устойчивости – умеренно восприимчивые.

#### ГЛАВА 4. УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ ОБРАЗЦОВ *TRITICUM CARTHLICUM* NEVSKI. (= *TRITICUM PERSICUM* VAV.).

Анализ урожайности карталинской пшеницы за годы исследований показал, что она уступала по этому показателю сортам мягкой пшеницы Скала и Новосибирская 15. Превышение стандартов за период 1992-1999 гг. составило 32,6%, а за период 2000-2009 – 39,4% (табл. 16).

Таблица 16. Урожайность образцов карталинской пшеницы

Признак	1992-1999 гг.		2000-2009 гг.	
	Карталинская пшеница	Мягкая пшеница, Скала	Карталинская пшеница	Мягкая пшеница, Новосибирская 15
Урожайность, г/м <sup>2</sup>	186,0	281,9	264,9	464,8
CV, %	52,9	25,1	33,2	38,2

По урожайности за годы исследований выделены перспективные образцы карталинской пшеницы. Формирование высокой продуктивности у образцов карталинской пшеницы проходило за счет полевой всхожести К-14735 (71,1%), К-7181 (55,9%); сохранности растений к уборке К-19764 (84,6%), К-7881 (84,3%), К-19725 (84,6%) (табл. 17).

Образцы карталинской пшеницы имели большее количество зерен в колосе по сравнению с мягкой пшеницей: К-18771 (20,7±2,7 шт.), К-27490 (21,5±2,0 шт.); массу зерна с колоса: К-27490 (1,09 г.), К-36021 (1,07 г.) (табл. 18).

Таблица 17. Урожайность и элементы структуры урожая образцов карталинской пшеницы, 1992-2009 гг.

Сорт, образец	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	CV, %	Полевая всхожесть, %	CV, %	Сохранность растений к уборке, %	CV, %	Продуктивная кустистость, %	CV, %
1992-1999 гг.								
Скала	281,9	25,1	64,7	22,7	81,1	11,9	0,95	15,9
К-14735	270,2	43,5	71,1	30,7	73,6	24,6	1,00	31,4
К-19764	265,6	52,9	65,4	35,0	84,6	18,0	1,02	34,1
К-19747	254,1	37,1	70,7	28,6	78,4	20,2	0,96	20,1
К-18771	245,3	48,1	58,9	35,6	72,2	29,2	1,00	22,6
К-7879	224,8	52,1	63,8	33,3	77,2	20,1	1,03	34,0
НСР <sub>05</sub>	48,6		8,8		5,2		0,2	
2000-2009 гг.								
Новосибирская 15	464,8	38,2	54,3	18,9	80,5	15,1	1,20	20,2
К-27490	379,9	54,1	33,2	52,3	81,5	10,6	1,13	26,4
К-7181	335,7	35,8	55,9	26,1	84,3	9,9	1,0	36,7
К-39142	318,4	23,7	37,0	47,6	74,1	25,0	1,11	30,0
К-19725	314,9	35,5	54,2	19,1	84,6	14,1	1,05	25,8
К-36021	311,9	23,0	36,9	33,8	76,9	17,5	1,27	27,3
НСР <sub>05</sub>	1,9		0,1		0,09		2,9	

Таблица 18. Структура урожая образцов карталинской пшеницы, 1992-2009 гг.

Сорт, образец	Масса 1000 зёрен, г	CV, %	Масса зерна с растения, г	CV, %	Масса зерна с колоса, г	CV, %	Количество зерен в колосе, шт.	CV, %
1992-1999 гг.								
Скала	35,1	4,5	0,93	47,1	0,65	50,4	19,5	38,2
К-14735	33,8	12,3	0,87	47,8	0,63	39,5	18,0	42,1
К-19764	33,5	16,0	0,82	46,1	0,52	26,1	17,4	20,8
К-19747	32,0	17,6	0,78	52,2	0,53	68,1	19,0	45,6
К-18771	33,7	11,3	0,93	45,5	0,61	64,6	20,7	36,7
К-7879	32,6	17,6	0,77	36,9	0,51	54,0	16,5	35,9
НСР <sub>05</sub>	13,1		5,9		3,8		0,5	
2000-2009 гг.								
Новосибирская 15	34,9	12,0	1,36	24,1	0,98	40,5	22,1	24,4
К-27490	33,8	18,9	1,52	35,6	1,09	35,4	21,5	24,9
К-7181	32,9	15,9	1,1	39,1	0,9	38,1	20,6	40,9
К-39142	31,1	13,6	1,39	27,8	1,01	46,2	19,0	32,6
К-19725	30,9	14,7	1,26	38,5	0,88	36,7	19,9	16,3
К-36021	29,0	17,9	1,55	33,6	1,07	55,6	16,0	27,1
НСР <sub>05</sub>	1,7		0,09		0,08		1,9	

Урожайность карталинской пшеницы в условиях Северного Зауралья за годы исследований 1992-2009 гг. формировалась в основном за счет продуктивной кустистости с колебаниями по годам от 1,12 (CV=37,1%) до 1,17 (CV=18,7 %) и озернённости колоса, образуя более мелкое зерно относительно стандартных сортов Скала и Новосибирская 15. Сохранность растений к уборке образцов в годы исследований была на уровне стандартных сортов Скала (81,1%; CV=11,9 %) и Новосибирская 15 (80,5%; CV=15,1%). Наибольший вклад в фенотипическую изменчивость урожайности карталинской пшеницы внесли погодные условия (65,4 %) и совместное действие факторов «сорт x год» – 53 %. Из коллекции были выделены образцы карталинской пшеницы по урожайности: К-14735, К-19764, К-19740, К-18771, К-7879, К-13734, К-27490, К-40307, К-7881, К-39142, К-19725, К-36021, К-7882.

**Геометрическая характеристика зерна образцов карталинской пшеницы.** Линейные размеры зерновок образцов карталинской пшеницы (длина – 6,24 мм; ширина – 2,80 мм; толщина – 2,64 мм) были на уровне зерновок мягкой пшеницы сорта Новосибирская 15 (длина – 6,20 мм; ширина – 2,78 мм; толщина – 2,69 мм). Стандартный сорт твердой пшеницы Безенчукская 141 имел более крупное зерно (длина – 7,33 мм; ширина – 3,11 мм; толщина – 3,0 мм).

Полученные линейные размеры зерновок использованы для расчётно-аналитического определения массовой доли крахмалистой части эндосперма, но, для проведения расчетов необходимо знать толщину внешних покровов зерновок карталинской пшеницы. Измерения показали, что толщина семенных и плодовых оболочек изменялась по контуру зерновки (табл. 19).

Таблица 19. Толщина семенных и плодовых оболочек образцов карталинской пшеницы, 2011-2012 гг.

Сорт, образец	Толщина оболочек боковой части зерновки, $\mu\text{m}$		Толщина оболочек на вершинке зерновки, $\mu\text{m}$		Разница толщины оболочки между боковой и верхушечной частью зерновки, $\mu\text{m}$	Толщина оболочки зерновки, $\mu\text{m}$
	Среднее	CV,%	Среднее	CV,%		
Новосибирская 15	69,65±0,8	1,7	74,74±0,7	6,5	5,10	72,19
Безенчукская 141	33,54±0,02	0,1	42,14±0,4	6,9	8,60	37,84
К-13822	34,4±0,01	0,2	42,08±0,4	7,2	7,68	38,24
К-17687	33,23±0,11	0,5	42,19±0,4	6,9	8,96	37,71
К-18772	34,84±0,04	0,2	43,82±0,4	6,2	8,98	39,33
К-19725	31,18±0,09	0,4	37,49±0,4	6,6	6,31	34,33
К-36064	32,19±0,01	0,1	45,39±0,3	5,9	9,30	36,84
К-39142	35,45±0,02	0,1	45,0±0,5	7,4	9,56	40,23
среднее	34,82±0,9	14,6	43,28±0,9	12,0	8,46±0,3	39,05±0,9

Определено, что разница в толщине оболочек по бокам зерновки и на её вершине составила у карталинской пшеницы 8,5  $\mu\text{m}$ , у твердой – 8,6  $\mu\text{m}$ , у мягкой – 5,1  $\mu\text{m}$ . Следовательно, по периметру зерна по толщине оболочек

зерновки мягкой пшеницы более выровнены, чем зерновки карталинской и твердой. Толщина семенных и плодовых оболочек у образцов карталинской пшеницы составила 39,05  $\mu\text{m}$ .

Бороздка влияет на сортовой помол, поэтому были проведены измерения её глубины и конфигурации, которые показали, что параметры бороздки карталинской пшеницы, являются типичными для рода *Triticum*.

Глубина бороздки зерновок образцов карталинской пшеницы составила в среднем 228,37  $\mu\text{m}$ , что на 111,87  $\mu\text{m}$  меньше, чем у мягкой пшеницы.

Сравнение толщины зерновки с глубиной бороздки показало, что эти показатели были в положительной достоверной связи друг с другом ( $r=0,80\pm 0,06$ ). При увеличении толщины зерновки увеличивалась глубина бороздки зерна. Соотношение толщины зерновки к толщине оболочек составило у карталинской и твердой пшеницы 1:12, а у мягкой пшеницы – 1:8.

Массовая доля крахмалистой части эндосперма у образцов карталинской пшеницы варьировала от 87,3% до 88,1% (табл.20).

Таблица 20. Массовая доля крахмалистой части эндосперма образцов карталинской пшеницы (1999, 2008-2009 г.)

Сорт, образец	V, мм <sup>3</sup>		F, мм <sup>2</sup>		M, %	
	Объём зерновки	CV, %	Площадь верхней поверхности зерна	CV, %	Массовая доля эндосперма	CV, %
Скала	22,6±0,49	21,7	52,92±0,95	18,0	82,1±0,09	1,1
Новосибирская 15	24,31±3,79	22,0	59,8±7,27	17,2	81,2±0,61	1,0
Безенчукская 141	35,79±0,78	3,8	82,4±1,3	2,7	88,4±0,1	0,2
К-11899	23,32±1,06	7,9	58,7±1,9	5,6	87,5±0,2	0,4
К-13822	23,09±1,35	10,1	56,3±3,21	9,9	87,9±0,11	0,2
К-17687	21,04±1,24	10,2	53,3±2,89	9,4	87,9±0,41	0,8
К-18772	22,59±1,95	15,0	57,2±2,46	7,4	87,3±0,51	1,0
К-19725	23,99±1,37	9,9	60,2±2,69	7,7	87,6±0,26	0,5
К-36064	22,54±1,83	14,0	56,2±4,0	12,3	87,6±0,22	0,4
К-39142	21,71±1,56	12,5	54,0±3,06	9,8	87,6±0,24	0,5
Среднее по карталинской пшенице	24,24±0,27	11,9	59,84±0,52	9,2	87,8±0,04	0,5
НСР <sub>05</sub>	7,05		15,27		1,53	

За годы исследований карталинская пшеница достоверно превышала по этому показателю стандартный сорт мягкой пшеницы Новосибирская 15 и находилась на уровне стандартного сорта твердой пшеницы Безенчукская 141. Высокий выход эндосперма по годам отмечен у образцов: К-11890 (88,7%), К-18604 (88,9%), К-7882 (87,7%), К-13822 (87,9%), К-17703 (88,3%). Условия вегетации не оказали существенного влияния на содержание эндосперма у карталинской пшеницы (CV=0,2-1,0%).

Показатель сферичности представляет собой отношение площади равновеликого по объему шара к площади внешней поверхности зерна. С повышением сферичности возрастает содержание эндосперма, а технологические свойства зерна улучшаются.

Сферичность зерна ( $\psi$ ) образцов карталинской пшеницы получена от 0,66 (CV=3,9%) в 2009 г. до 0,68 (CV=1,9%-2,2%) в 2008 и 1999 гг. Из коллекции выделены образцы: К-17687 (0,71), К-13822 (0,7), К-39142 (0,7) сферичность зерна, которых приближалась к показателям сорта мягкой пшеницы Новосибирская 15 (табл. 21).

Таблица 21. Объем внешних покровов и сферичность зерна образцов карталинской пшеницы, 1999, 2008-2009 гг.

Сорт, образец	$V_i, \text{мм}^3$			$\psi$		
	Среднее	lim	CV, %	Среднее	lim	CV, %
Новосибирская 15	3,91±0,49	3,42-4,40	17,7	0,68±0,01	0,67-0,69	2,1
Безенчукская 141	3,22±0,05	3,12-3,29	2,8	0,64±0,01	0,63-0,64	0,9
К-11899	2,29±0,06	2,20-2,40	4,4	0,67±0,01	0,66-0,69	2,3
К-13822	2,20±0,11	2,0-2,39	8,9	0,70±0,02	0,68-0,73	4,1
К-17687	2,09±0,12	1,90-2,30	9,6	0,71±0,02	0,67-0,75	5,6
К-18772	2,24±0,09	2,10-2,41	7,1	0,67±0,01	0,65-0,68	2,6
К-19725	2,35±0,09	2,20-2,50	6,4	0,67±0,01	0,65-0,69	3,0
К-36064	2,20±0,15	1,90-2,40	12,1	0,69±0,01	0,66-0,71	3,7
К-39142	2,08±0,13	1,90-2,30	11,1	0,70±0,02	0,68-0,73	4,1

Сферичность зерна твердой пшеницы сорта Безенчукская 141 была ниже, чем у карталинской и мягкой пшеницы сорта Новосибирская 15.

**Качество зерна карталинской пшеницы.** По содержанию белка в зерне образцы карталинской пшеницы различались по годам (CV=20,7-23,7 %). Анализ показал, что в среднем за годы исследований содержание белка в зерне было на 0,5-1,0 % выше, чем у стандартных сортов (табл. 22).

Таблица 22. Содержание белка в зерне карталинской пшеницы, %

Сорт, образец	1992-1999 гг.		2000-2009 гг.	
	Белок, %	CV, %	Белок, %	CV, %
Скала	15,9	15,2	–	–
Новосибирская 15	–	–	16,3	16,9
Карталинская пшеница	16,9	20,7	16,4	23,7

В результате корреляционного анализа определено, что содержание белка в зерне карталинской пшеницы зависело от условий вегетации ( $r=+0,52\pm 0,1$ ).

Отмечено снижение содержания белка в зерне **за** период 2004-2009 гг. по сравнению с периодом (1993, 1998-1999 гг.) (табл. 23).

Из коллекции выделены образцы карталинской пшеницы достоверно превысившие в годы исследований стандарты по содержанию белка в зерне: К-13768 – 18,3% (CV=16,9 %), К-7882 – 18,1% (CV=34,1%), К-32507 – 17,5% (CV=10,3%), К-17581 – 17,3% (CV=25,5%).

Таблица 23. Содержание белка в зерне перспективных образцов карталинской пшеницы, %.

Сорт, образец	1993, 1998-1999 гг.		2004-2009 гг.	
	среднее значение	CV, %	среднее значение	CV, %
Скала	16,1	19,5	–	–
Новосибирская 15	–	–	16,3	16,9
К-7881	17,0	33,8	15,1	22,8
К-11899	19,3	2,9	15,3	12,5
К-13822	18,8	8,7	16,1	8,2
К-17555	16,0	38,6	15,8	11,8
К-17687	18,6	8,9	15,7	33,8
К-36064	17,2	37,9	14,1	30,8
К-39142	17,9	19,5	16,4	18,7

Анализ количества клейковины и ее качества образцов карталинской пшеницы показал, что они достоверно превысили стандартный сорт Новосибирская 15 по количеству клейковины (табл. 24).

Таблица 24. Содержание сырой клейковины её качество у образцов карталинской пшеницы, 2006-2008 гг.

Сорт, образец	Содержание сырой клейковины, %		Качество клейковины, ед. ИДК	
	среднее значение	CV, %	среднее значение	CV, %
Новосибирская 15 (var. <i>lutescens</i> )	33,8	23,6	68	11,1
К-32496 (var. <i>fuliginosum</i> )	39,8	9,1	92	8,3
К-7887 (var. <i>fuliginosum</i> )	38,7	16,3	90	11,1
К-32484 (var. <i>fuliginosum</i> )	35,8	13,2	97	6,0
К-32487 (var. <i>fuliginosum</i> )	34,9	14,7	93	13,5
К-7113 (var. <i>fuliginosum</i> )	34,7	29,5	92	11,4
К-14966 (var. <i>fuliginosum</i> )	34,6	18,4	103	2,8

В среднем за годы исследований были выделены образцы карталинской пшеницы с высоким содержанием клейковины: К-32496, К-7887, К-7113, К-32484, К-32487. Полученные результаты показали, что карталинская пшеница формировала клейковину II и III группы качества.

**Сопряжённость компонентов глиадина с показателями качества зерна.** На основе электрофоретического анализа зерновок образцов карталинской пшеницы было выделено 24 фенотипических класса. На основе бинарной матрицы определили число компонентов присутствия. Сравнительный анализ показал, что у образцов с компонентами 1, 6, 19 и 24 содержание белка в зерне было на 0,6 – 2,1 % выше относительно среднего значения (табл. 25).

Выявлено, что у образцов с компонентами 11, 16 и 23 глиадина содержание клейковины в зерне было на 1,6-3,8 % выше среднего значения. Корреляционный анализ показал, что связь между компонентами глиадина и

количеством белка слабая ( $r=0,31$ ), с количеством клейковины в зерне – сильная ( $r=0,72$ ).

Таблица 25. Содержание белка и клейковины в соответствии с компонентным составом глиадины образцов карталинской пшеницы, 2006-2008 гг.

Номер фенотипического класса по глиадину	Число компонентов присутствия	Доля компонента	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %
1	7	4,194	18,3	32,6
2	8	3,698	17,5	30,7
3	11	2,752	17,5	33,7
4	9	3,263	16,4	32,9
5	11	2,748	16,9	33,7
6	3	9,333	17,9	33,4
7	11	2,774	17,1	32,5
8	12	2,719	16,8	32,8
9	16	2,011	17,3	32,8
10	14	2,226	17,5	31,9
11	3	11,200	16,4	36,7
12	7	4,726	17,1	32,9
13	16	1,936	17,3	32,7
14	6	4,739	17,5	31,7
15	9	3,572	16,8	32,5
16	8	3,692	17,1	34,5
17	17	1,830	17,4	31,5
18	23	1,370	17,1	32,4
19	5	6,048	18,9	33,7
20	15	1,952	17,4	31,5
21	17	1,845	17,3	32,5
22	14	2,312	17,9	33,5
23	4	8,531	16,4	34,6
24	2	14,925	19,4	32,9
Среднее значение	-	-	17,3	32,9
Коэффициент корреляции (r)			0,31 Порог достоверности: на уровне 5% $R=0.4044^*$	0,72 Порог достоверности: на уровне 5% $R=0.4044^*$

## ГЛАВА 5. ГИБРИДИЗАЦИЯ ОБРАЗЦОВ *TRITICUM CARTHLICUM* NEVSKI. (= *TRITICUM PERSICUM* VAV.) С СОРТАМИ *TRITICUM DURUM* DESF. И *TRITICUM AESTIVUM* L.

**Питомник гибридизации образцов карталинской пшеницы с сортами твердой и мягкой пшеницы.** В скрещивания были включены образцы карталинской пшеницы, выделенные из коллекции по урожайности, скороспелости, устойчивости к болезням, качеству зерна и сорта твердой и

мягкой пшеницы. За годы исследований было проведено 38 комбинаций скрещиваний, прокастрировано 12044 цветков. Отмечена сильная отрицательная связь между завязываемостью гибридных зерен при внутривидовых скрещиваниях и количеством осадков ( $r=-0,6$ ), при межвидовых скрещиваниях со среднесуточной температурой воздуха – ( $r=-0,75$ ). При межвидовых скрещиваниях максимальная завязываемость зерен была, когда в качестве материнской формы использовали белоколосую разновидность (*var. stramineum*) – 39,9 %. Межвидовая гибридизация образцов карталинской пшеницы с сортами твердой и мягкой пшеницы показала, что количество гибридных зёрен увеличивалось, если в качестве материнской формы использовали твердую (23,4 %) или мягкую пшеницу (17,9 %).

Анализ изменчивости числа колосков в колосе, озернённости главного колоса и массы зерна с колоса у родительских форм и гибридов  $F_2$  в 2010 году показал, что различия между гибридами, при межвидовых скрещиваниях наблюдались по числу зёрен в колосе и массе зерна с колоса (табл. 26).

Таблица 26. Элементы продуктивности гибридов  $F_2$  межвидовых скрещиваний карталинской пшеницы, 2010 г.

Гибридная комбинация	Число колосков в колосе, шт.	CV, %	Число зерен в колосе, шт.	CV, %	Масса зерна с колоса, г	CV, %
К-40307 х К-11375	18,1	6,7	51,8	14,1	1,44	21,3
К-40307 х К-58132	18,5	8,0	44,9	12,7	1,36	17,1
К-36221 х К-11375	20,2	13,4	37,1	16,0	1,34	23,0
К-32510 х К-11375	21,6	8,9	37,3	16,5	1,35	18,8
К-11375 х К-36221	19,9	6,8	55,0	12,2	2,45	19,7
К-58132 х К-36221	19,6	9,5	52,9	20,5	2,18	31,3
df=13,09 p=9,56						

Выявили, если в качестве материнской формы использовали твердую пшеницу К-11375 и К-58132, у гибридов увеличивалось число зерен в колосе и масса зерна с колоса.

**Гибридологический анализ наследования компонентов глиадина гибридов  $F_2$  в комбинациях скрещивания.** Методом электрофореза были проанализированы четыре гибридные популяции: К-17581 х К-7881; К-17581 х К-7887; К-7887 х К-32484; К-17581 х К-32484. Для оценки генетического сходства образцов карталинской пшеницы на основе бинарной матрицы были рассчитаны Евклидовы расстояния и проведена кластеризация методом Варда (Ward, 1963). В результате по каждой комбинации были выделены три группы (кластера) различающиеся по уровню генетического разнообразия. Анализ гибридной популяции К-7887 х К-32484 показал, что электрофореграммы глиадина образцов К-7887 (*var. persicum*) и К-32484 (*var. persicum*) различались по подвижности и числу компонентов. При исследовании электрофоретических спектров отдельных зерновок было выявлено 27 фенотипических классов. Для анализа сходства/различия полученных спектров гибридных зёрен была построена матрица. Алгоритм кластерного анализа позволил последовательно

объединить фенотипы сначала с максимальным парным показателем сходства, а затем менее сходные (рис. 4).

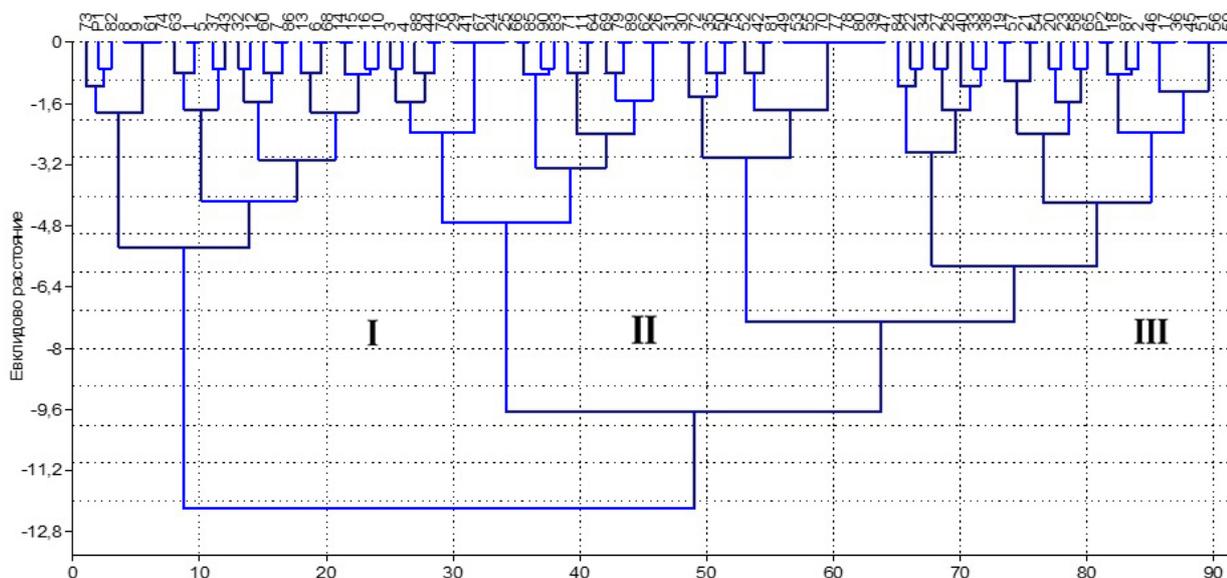


Рисунок 4. Дендрограмма кластерного анализа гибридов F<sub>2</sub> карталинской пшеницы гибридной комбинации К-7887 x К-32484 методом Варда (Ward, 1963)

В первый кластер вошли генотипы, унаследовавшие компоненты первого родителя К-7887. Электрофореграммы второго кластера показали промежуточное наследование компонентов обоих родителей у гибридов. Зерновка № 18 по компонентному составу глиадина совпала с родительским образцом К-32484 и следовательно, не является гибридной.

В исследованных популяциях методом электрофореза определен компонентный состав глиадина гибридов карталинской пшеницы. Наследование компонентов глиадина соответствовало кодоминантному типу.

## ГЛАВА 6. ПОЛИМОРФИЗМ ГЛИАДИНА *TRITICUM CARTHLICUM* NEVSKI. (= *T. PERSICUM* VAV.)

По компонентному составу запасного белка (глиадина) все изученные образцы карталинской пшеницы оказались полиморфными. Полученные спектры отличались друг от друга по электрофоретической подвижности и плотности компонентов. Расчёт коэффициента подобия по присутствию/отсутствию компонентов (Jaccard, 1908) и кластерный анализ по (Ward, 1963) показали, что наибольшую степень сходства имели разновидности из одной географической зоны.

В результате сравнительной оценки электрофоретических спектров глиадина карталинской пшеницы и стандартного сорта Langdon рассчитан коэффициент подобия, который изменялся от 0 до 0,22 (табл. 27).

Таблица 27. Коэффициент подобия электрофоретических спектров карталинской пшеницы

Образец	Происхождение	Разновидность	Количество компонентов	Коэффициент подобия
К-36021	Армения	<i>stramineum</i>	14	0,13
К-36064	Армения	<i>stramineum</i>	21	0,13
К-17581	Армения	<i>stramineum</i>	20	0,14
К-7106	Грузия	<i>fuliginosum</i>	17	0,15
К-19725	Грузия	<i>fuliginosum</i>	16	0,15
К-32484	Дагестан	<i>fuliginosum</i>	15	0,16
К-32487	Дагестан	<i>fuliginosum</i>	16	0,16
К-13383	Грузия	<i>fuliginosum</i>	17	0,18
К-39142	Грузия	<i>fuliginosum</i>	13	0,22

Самое минимальное сходство со стандартным сортом Langdon было у образца красноколосой разновидности (var. *rubiginisum*) К-13836 (Армения) (КП=0). На основе матрицы, используя иерархический агломерационный алгоритм была составлена дендрограмма (рис. 5).

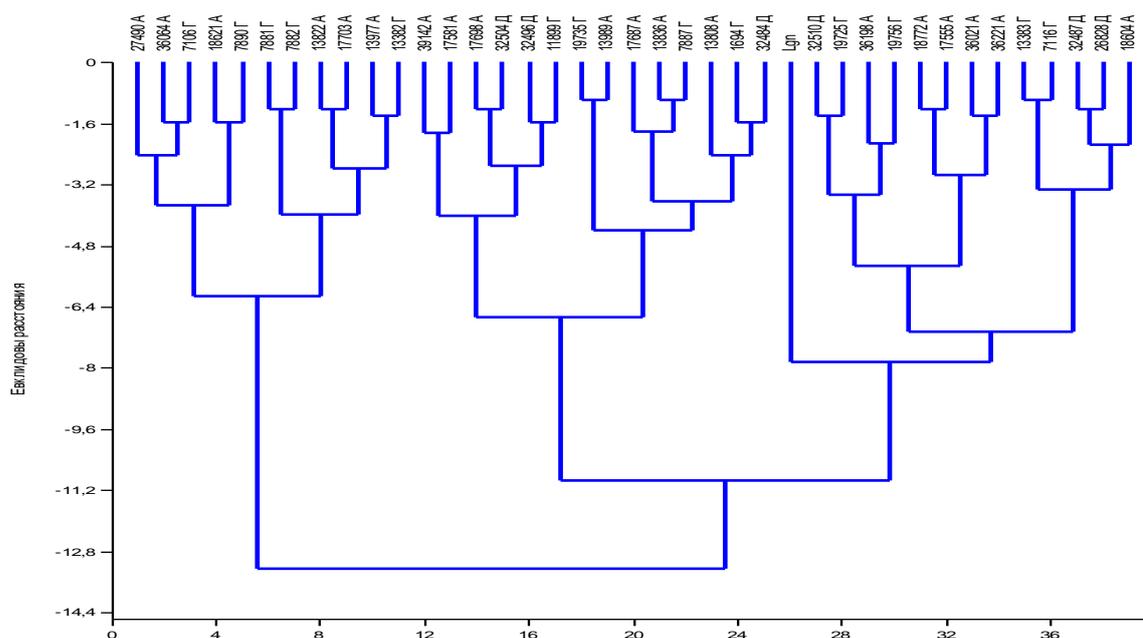


Рисунок 5. Кластеризация образцов карталинской пшеницы методом Уорда (Ward, 1963)

Результаты кластерного анализа матрицы мер сходства электрофореграмм образцов карталинской пшеницы и сорта Langdon показали, что имеются три кластера, различающиеся между собой. Степень сходства внутри кластера пропорциональна их географическому расположению.

Коэффициент подобия в первом и во втором кластере составил КП=0,078, а в третьем – КП=0,095, что указывает на большее сходство образцов этого кластера с сортом твердой пшеницы Langdon.

На основе анализа компонентного состава глиаина была составлена исходная матрица с привязкой компонентов к оси ординат и рассчитан коэффициент генетической оригинальности на основе усредненного значения весов присутствия – отсутствия компонентов в электрофоретических спектрах исследованных образцов карталинской пшеницы.

Максимальное значение КГО имели образцы: К-7890 *var. fuliginosum* (Грузия) – 2,68; К-18604 *var. rubiginosum* (Армения) – 1,52; К-40307 *var. fuliginosum* (Дагестан) – 1,38; К-11899 *var. stramineum* (Грузия) – 1,25. У этих образцов в спектре были обнаружены редко встречаемые компоненты относительно всей исследованной популяции. Образец К-7890 (Грузия) можно отнести к наиболее древним по происхождению по сравнению с другими образцами (табл. 28). Из коллекции 68,3% образцов показали коэффициент генетической оригинальности ниже единицы.

Таблица 28. Коэффициент генетической оригинальности образцов карталинской пшеницы, 2016 г.

Образец	Происхождение	$\Sigma$	КГО	Log	Балл
К-19756	Грузия	38,05	1,12	0,162	4
К-14940	Грузия	39,01	1,15	0,198	4
К-19725	Грузия	40,48	1,19	0,252	4
К-36021	Армения	41,75	1,23	0,296	4
К-11899	Грузия	42,44	1,25	0,320	4
К-40307	Дагестан	46,75	1,38	0,460	4
К-36198	Армения	38,86	1,40	0,193	4
К-7884	Грузия	48,72	1,43	0,519	5
К-18604	Армения	51,54	1,52	0,600	5
К-7890	Грузия	91,07	2,68	1,421	5

Полученные электрофореграммы карталинской пшеницы могут быть использованы для идентификации генотипов и гибридных популяций.

**Полиморфизм по изоферментам  $\beta$ -амилазы зерна карталинской пшеницы.** Для выявления генетически обусловленного полиморфизма  $\beta$ -амилазы зерна карталинской пшеницы использовали метод электрофореза  $\beta$ -амилаз в трис-глициновой системе ПААГ (рН 8,3). В результате проведенных исследований образцов карталинской пшеницы обнаружено три зимотипа  $\beta$ -амилазы (**H, C, I**) (табл. 29).

Стандартный сорт мягкой пшеницы Омская 38 оказался гетерогенным и имел два зимотипа **C+A** (рис. 6). В зерне образца К-17555 урожая 2006 г. был обнаружен зимотип **I**, в другие годы был идентифицирован зимотип **H**. Образцы К-7881 (рис. 7), К-7887 и К-32484 оказались гомогенными по локусам  $\beta$ -амилазы.

Таблица 29. Образцы карталинской пшеницы, сгруппированные по зимотипам  $\beta$ -амилазы, 2013 г.

Сорт, образец	Зимотипы $\beta$ -амилазы	Встречаемость, %
К-7881 (var. <i>fuliginosum</i> )	<i>H</i>	40,0
К-7887 (var. <i>fuliginosum</i> )		
К-32484 (var. <i>fuliginosum</i> )	<i>C</i>	20,0
К-17555 (var. <i>rubiginosum</i> )	<i>H+I</i>	26,7+13,2
К-17581 (var. <i>stramineum</i> )		
Омская 38 (var. <i>lutescens</i> )	<i>C+A</i>	
Новосибирская 15 (var. <i>lutescens</i> )	<i>C</i>	



Рисунок 6. Изозимы  $\beta$ -амилазы зимотипа *C+A* сорта Омская 38

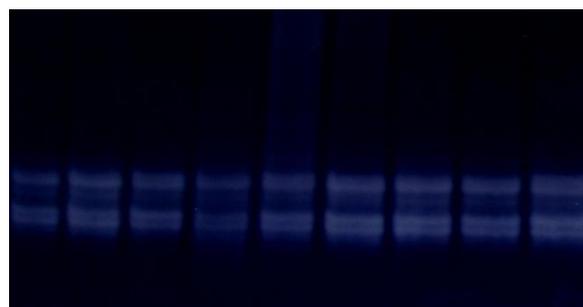


Рисунок 7. Изозимы  $\beta$ -амилазы зимотипа *H* образца К-7881

Таким образом, образцы карталинской пшеницы имели отличные от мягкой пшеницы зимотипы  $\beta$ -амилазы. У исследованных образцов преобладал зимотип *H* (40 %).

**Полиморфизм глиадина сортов *Triticum aestivum* L.** Для оценки биотипного состава сорта мягкой пшеницы Тюменская юбилейная были отобраны и проанализированы методом электрофореза в ПААГ в 2020 г. 1500 семей. В результате у сорта обнаружено наличие нескольких типов спектров глиадина. Из исследованных семей 402 оказались гетерозиготными и из дальнейшего анализа были исключены (табл. 30).

Таблица 30. Биотипный состав сорта мягкой пшеницы Тюменская юбилейная, 2020 г.

№ п/п	Тип спектра	Количество семей, шт.	Частота встречаемости, %
1.	I	169	15,4
2.	II	141	12,8
3.	III	126	11,5
4.	IV	104	9,5
5.	Остальные	558	0,1-9,4
	Итого	1098	

В 2021 году семьи сорта Тюменская юбилейная в соответствии с типом спектра глиадина были высеяны в питомнике испытания потомств 1-го года. В

полевых условиях были отобраны 500 семей с I, II и III типом спектра. В 2022-2023 гг. проведен электрофоретический анализ полученного потомства по типам спектра для уточнения биотипного состава сорта Тюменская юбилейная. По результатам лабораторного анализа семьи объединены для питомника размножения Р-1.

На основе электрофоретических анализов зерновок была определена генетическая формула глиадины сорта мягкой пшеницы Тюменская юбилейная по шести локусам: *Gli A1 f*, *B1 l + e*, *D1 l + f*, *A2 l + m*, *B2 m + o*, *D2 p + q* (Тоболова, 2008; Утебаев, 2023).

На основе электрофоретического разделения запасных белков пшеницы определен аллельный состав сортов мягкой пшеницы, возделываемых в Тюменской области (табл. 31).

Таблица 31. Частота встречаемости аллелей глиадинкодирующих локусов у сортов пшеницы Тюменской области, 2004-2021 гг.

Локусы <i>Gli</i> -	Аллель	Частота встречаемости, %	Аллель	Частота встречаемости, %	Аллель	Частота встречаемости, %
<i>A1</i>	<i>f</i>	21,1	<i>a</i>	18,2	<i>o</i>	15,2
<i>B1</i>	<i>b</i>	40,0	<i>e</i>	30,0	<i>q</i>	10,0
<i>D1</i>	<i>a</i>	55,2	<i>b</i>	10,3	<i>g</i>	10,3
<i>A2</i>	<i>k</i>	21,9	<i>f</i>	21,9	<i>m</i>	18,8
<i>D2</i>	<i>a</i>	30,0	<i>e</i>	13,3	<i>g</i>	10,0

Анализ генотипов сортов по пяти глиадинкодирующим локусам выявил аллели с высокой частотой встречаемости. По первой гомеологической группе максимальную частоту распространения имели аллели *Gli-A1f* (21,1%), *Gli-B1b* (40,0%), *Gli-D1a* (52,2%), по шестой гомеологической группе – аллель *Gli-A2k* (21,9%) и аллель *Gli-D2a* (30,0%). Предположительно, выделенные аллели создают устойчивые ассоциации и связаны с высокой адаптивностью к различным почвенно-климатическим условиям Тюменской области.

**Глиадинкодирующие локусы в лабораторном сортовом контроле пшеницы.** Идентификация коммерческих партий зерна мягкой пшеницы сельскохозяйственных предприятий Тюменской области показала, что все они соответствовали заявленным сортам. Однако сортовая чистота партий элиты была разной и колебалась от 73,7% до 100% (табл. 32), Только семена 20,5% партий, относительно актов апробации, соответствовали элите.

Таблица 32. Распределение партий элитных семян по сортовой чистоте, 2004-2017 гг.

Партии	Сортовая чистота, %					
	99,7-100	99,6-98	97-96	95-94	93-92	≤ 91
(n=46)	20,5	21,5	10,1	18,2	6,8	22,9

С учётом параметров электрофоретических выборок семян эквивалентных по статистической корректности требованиям ГОСТ Р 52325-2005 к элите можно отнести ещё 21,5 % партий с сортовой чистотой 98 %,

Таким образом, применение лабораторного сортового контроля показало, что из 46 изученных партий элиты 42 % партий действительно соответствовали элите.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты многолетней работы по изучению вида *T. carthlicum* для включения его в селекционный процесс с целью расширения генетического разнообразия исходного материала для мягкой пшеницы позволили сделать следующие выводы.

1. Отмечено, что 83,3 % образцов карталинской пшеницы имели более продолжительный вегетационный период по сравнению со стандартными сортами мягкой пшеницы. Выделены образцы, созревающие на уровне стандартных сортов: К-7881 (Грузия), К-17555 (Армения), К-18722 (Армения), К-39142 (Армения), К-13822 (Армения).

2. Доказано, что образцы карталинской пшеницы по чистой продуктивности фотосинтеза в зоне северной лесостепи и подтайги не превышали стандартные сорта Тюменская 80 и Безенчукская 139. В зоне северной лесостепи установлена положительная связь между площадью листьев и массой зерна с колоса ( $r=0,54$  –  $r=0,47$ ); площадью листьев и озерненностью колоса ( $r=0,66$  –  $r=0,49$ ). Для зоны подтайги достоверной связи между данными признаками не установлено.

3. Выявлено, что у исследованных образцов карталинской пшеницы преобладал хазмогамный тип цветения. Максимальное и самое энергичное цветение карталинской пшеницы приходилось на первую половину дня (утренние часы). Продолжительность цветения зависела от температуры воздуха ( $r=0,698\pm 0,09$ ); относительной влажности воздуха ( $r=0,705\pm 0,07$ ) и составляла от 74,7 минут у сорта К-14036 до 167,2 минут у К-17555.

4. Определено, что размеры пыльцы карталинской пшеницы в условиях лесостепи Зауралья в среднем составили 45,03 мкм, что меньше, чем у мягкой и твердой пшеницы и ниже биометрического порога культурных злаков.

5. Оценка образцов карталинской пшеницы показала лучшую их устойчивость к основным болезням в Тюменской области, чем сортов мягкой пшеницы. Выделены, источники устойчивости к болезням:

- септориозу – К-7881, К-11899, К-13383, К-13822, К-17555, К-17703, К-18772, К-19725, К-39142.

- мучнистой росе – К-7882, К-13822, К-17953, К-11899, К-17555, К-39142.

- бурой ржавчине (поле) – К-39142, К-7881, К-7882, К-11899, К-13768, К-13822, К-19725, К-19756.

- стеблевой ржавчине (лаборатория) умеренно восприимчивые – К-13822, К-27490.

6. Получено, что наибольший вклад в фенотипическую изменчивость урожайности карталинской пшеницы внесли погодные условия (65,4 %) и совместное действие факторов «сорт x год» – 53 %. Из коллекции выделены

перспективные для селекции урожайные образцы карталинской пшеницы: К-14735, К-19764 К-19740 К-18771 К-7879 К-13734, К-27490, К-40307, К-7881, К-39142, К-19725, К-36021, К-7882.

7. Подтверждены анатомическими исследованиями покровов зерновок различия между карталинской и мягкой пшеницей. Толщина семенных и плодовых оболочек зерновок у карталинской пшеницы составила 39,05  $\mu\text{m}$ , что на 33,1  $\mu\text{m}$  меньше, чем у мягкой. Толщина зерновки и глубина бороздки образуют существенную положительную связь ( $r=+0,80\pm 0,06$ ), петля бороздки имеет форму вогнутой чаши. Соотношение толщины зерновки к толщине оболочек у карталинской и твердой пшеницы составило 1:12, мягкой пшеницы – 1:8.

8. Установлено достоверное превышение карталинской пшеницы по массовой доле крахмалистой части эндосперма над сортами мягкой пшеницы. Она у образцов карталинской пшеницы варьировала от 87,4 % до 88,07 %.

9. Определено, что сферичность зерна образцов карталинской пшеницы составила 0,68, что на уровне мягкой пшеницы и немного выше, чем твердой пшеницы Безенчукская 141 – 0,64.

10. Важно отметить, что многие образцы карталинской пшеницы отличаются повышенным содержанием белка, в отдельные годы превышающие стандарт на 0,1-4,5 %. Это ценные источники для селекции на качество зерна мягкой пшеницы. Выделены образцы с высоким содержанием белка в зерне: К-13768, К-7882, К-32507, К-17581 и клейковины: К-32496, К-7887, К-7113, К-32484, К-32487.

11. Внутривидовые и межвидовые скрещивания образцов карталинской пшеницы показали невысокий процент завязываемости семян, которая зависела от среднесуточной температуры воздуха ( $r=-0,75$ ). Процент завязываемости изменялся от 1,4 (2004 г.) до 75,9 (2006 г.) по отдельным комбинациям. Перспективные гибридные комбинации К-17581 x К-7881, К-32510 x К-40307 включены в селекционный процесс.

12. Анализ гибридных популяций  $F_2$  методом электрофореза выявил кодоминантный тип наследования компонентного состава глиаина. Кластеризация мер сходства и различия выявила распределение гибридов между родительскими формами по подвижности компонентов.

13. Изучен полиморфизм глиаина образцов карталинской пшеницы на основе нативного электрофореза. Установлено, что по спектру глиаина, относительно стандартного сорта, образцы соответствуют тетраплоидному виду. Рассчитан коэффициент генетической оригинальности образцов карталинской пшеницы по компонентному составу глиаина. Выделены образцы с редко встречаемыми аллелями глиаина.

14. Определено, что у образцов карталинской пшеницы по изоферменту  $\beta$ -амилазы преобладал зимотип **H**, по сравнению с мягкой пшеницей.

15. Исследования показали, что для яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зауралья по глиадинкодирующим локусам характерны аллели с частотой встречаемости *Gli-A1f* (21,1%), *Gli-B1b* (40,0%), *Gli-D1a* (52,2%), *Gli-A2k* (21,9%) и *Gli-D2a* (30,0%).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1 Рекомендуем использовать в качестве исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы выделенные образцы *Triticum carthlicum* Nevski. (= *T. persicum* Vav.): на устойчивость септориозу – К-7881, К-11899, К-13383, К-13822, К-17555, К-17703, К-18772, К-19725, К-39142; к мучнистой росе – К-7882, К-13822, К-17953, К-11899, К-17555, К-39142; к бурой ржавчине – К-39142, К-7881, К-7882, К-11899, К-13768, К-13822, К-19725, К-19756; к стеблевой ржавчине – К-13822, К-27490; на качество зерна - К-7882, К-13768, К-17581, К-32507, К-32496, К- 7887, К-7113, К-32484, К-32487; на скороспелость – К-7881, К-17555, К-18722, К-39142, К-13822.

2 Созданные гибридные популяции К-17581 х К-7881, К-32510 х К-40307, К-11375 х К-36221, от внутривидовых и межвидовых скрещиваний карталинской пшеницы с твердой и мягкой пшеницей целесообразно включить в селекционные программы в качестве исходного материала для селекции.

3 Для контроля гибридных популяций, гетерогенности, подлинности и сортовой чистоты сортов рекомендуем использовать метод электрофореза в ПААГ запасных белков пшеницы.

4 Рекомендуем в первичном семеноводстве использовать анализ биотипного состава сортов на основе электрофореза в ПААГ запасных белков пшеницы.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. **Тоболова, Г.В.** Сортообразцы *Triticum persicum* L. как исходный материал для селекции / Г.В. Тоболова // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 3 (44). – С. 56-58.

2. **Тоболова, Г.В.** Определение компонентного состава глина у сортов сильной пшеницы Тюменской области / Г.В. Тоболова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 4 (184). – С. 34-37.

3. **Тоболова, Г.В.** Создание исходного материала для селекции пшеницы методом отдаленной гибридизации в условиях Северного Зауралья / Г.В. Тоболова, Н.А. Асташева // Аграрный вестник Урала – 2008. – № 6 (48). – С. 36-37.

4. **Тоболова, Г.В.** Внутрисортовой полиморфизм по компонентному составу глина у пшеницы персидской / Г.В. Тоболова, Н.А. Асташева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 6 (210). – С. 22-25.

5. **Тоболова, Г.В.** Геометрическая характеристика зерна тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. в условиях северной лесостепи Тюменской области / Г.В. Тоболова / Достижения науки и техники АПК – 2013. – № 9. – С. 40-43.

6. **Тоболова, Г.В.** Биология цветения у сортообразцов тетраплоидного вида *T. carthlicum* Nevski. в условиях лесостепи Тюменской области / Г.В. Тоболова // Земледелие – 2013. – № 6. – С. 43-45.

7. **Тоболова, Г.В.** Толщина семенных и плодовых оболочек зерновок тетраплоидного вида пшеницы *Triticum* / Г.В. Тоболова // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 9. – С. 132-134.

8. **Тоболова, Г. В.** Морфология пыльцы тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. (= *T. persicum* Vav.) в условиях Тюменской области / Г.В. Тоболова // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2021. – № 4(67). – С. 51-54.

9. Летяго, Ю.А. Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по технологическим свойствам и биохимическим признакам / ЮА. Летяго, Р.И. Белкина, **Г.В. Тоболова** // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 5(41). – С. 64-67.

10. **Тоболова, Г.В.** Мониторинг развития болезней зерновых культур в Тюменской области / Г.В. Тоболова, К.В. Фуртаев, И.Б. Кабанин // Вестник защиты растений. – 2016. – № 3(89). – С. 168-170.

11. **Тоболова, Г.В.** Сортовые качества семян / Г.В. Тоболова // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 8. – С. 70-73.

12. **Тоболова, Г.В.** Сопряжённость компонентного состава глиадина с качеством зерна яровой мягкой пшеницы Тюменской области / Г.В. Тоболова, Т.К. Федорук // Известия Оренбургского ГАУ. – 2021. – № 6(92). – С. 31-34.

### Авторское свидетельство и патент РФ

1. Авторское свидетельство № 66913. Пшеница мягкая яровая Тюменская юбилейная. По заявке № 8559015 от 01.12.2014 г. / Н.В. Абрамов, А.А. Казак, Ю.П. Логинов, **Г.В. Тоболова** и др. Заявитель ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», ООО Селекционно-семеноводческая фирма «Семена».

2. Патент на селекционное достижение № 8831 Российская Федерация. Тюменская юбилейная: № 8559015: заявл. 01.12.2014 / Н.В. Абрамов, А.А. Казак, Ю.П. Логинов, **Г.В. Тоболова** и др. Заявитель ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», ООО Селекционно-семеноводческая фирма «Семена».

### Публикации в других научных изданиях

1. **Харисова, Г.В. (Тоболова Г.В.)** Использование *Tr. persicum* в селекции мягкой пшеницы / Г. В. Тоболова // Аграрная наука и образование в условиях аграрной реформы Тюменской области: проблемы, поиски, решения. Мат. науч.- метод. и практ. конф. – Тюмень, 1997. – С. 132-133.

2. **Тоболова, Г.В.** Характер цветения *Tr. persicum* в условиях Северного Зауралья / Г.В. Тоболова, Н.Л. Кугаевская // Актуальные проблемы агрономии и агроэкологии: Региональная конференция студентов и молодых ученых, Тюмень, 07–08 августа 2002 года. – Тюмень: Тюменская государственная сельскохозяйственная академия, 2002. – С. 7-9.

3. **Тоболова, Г.В.** *Triticum persicum* Vav. как исходный материал для селекции мягкой пшеницы / Г.В. Тоболова // Вестник ТГСХА – Тюмень, № 1 (4). – 2008. – С.44-47.

4. **Тоболова, Г.В.** Создание исходного материала методом межвидовой гибридизации / Г.В. Тоболова, Н.А. Асташева // Материалы V съезда генетиков и селекционеров, посвященного 200-летию со дня рождения Чарльза Дарвина, часть I, Москва, 21-28 июня 2009. – Москва, 2009. – С. 342.

5. **Тоболова, Г.В.** Изучение *Triticum persicum* Vav. в условиях Северного Зауралья / Г.В. Тоболова // Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы эволюции и систематики культурных растений: Международная научно-практическая конференция, посвященная 120-летию со дня рождения Е.Н. Синской: материалы конференции, Санкт-Петербург, 09–11 декабря 2009 года. – Санкт-Петербург: Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (ГНЦ РФ ВИР), 2009. – С. 404-407.

6. Ахтариева, М.К. Электрофоретический метод генетического анализа  $\beta$ -амилазы зерна у сортов пшеницы / М.К. Ахтариева, Р.И. Белкина, **Г.В. Тоболова** // Достижения науки – агропромышленному производству: мат-лы LI международной научно-технической конференции. – Челябинск: 2012. – С. 13-16.

7. **Тоболова, Г.В.** Мониторинг партий семян элиты в хозяйствах Заводоуковского района Тюменской области / Г.В. Тоболова, Н.А. Асташева, М.И. Масленко // Аграрная наука – основа инновационного развития АПК: Материалы международной научно-практической конференции, Курган, 19-20 апреля 2011 года. – Курган: 2011. – Т. 2. – С. 338-343.

8. **Тоболова, Г.В.** Кластерный анализ электрофореграмм у сортообразцов персидской пшеницы / Г.В. Тоболова, Н.А. Асташева // Объединённый научный и проблемный совет по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству СО Россельхозакадемии «Селекция сельскохозяйственных культур на высокий генетический потенциал, урожай и качество»: мат. междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, 24-27 июля 2012 г. – Тюмень. – С. 112-114.

9. **Тоболова, Г.В.** Изучение степени генетической оригинальности вида *Triticum persicum* Vav. по компонентному составу глина / Г.В. Тоболова, Н.А. Асташева, М.И. Масленко // III Вавиловской международной конференция: Тезисы докладов, Санкт-Петербург, 6-9 ноября 2012 г. – СПб.: ВИР, 2012. – С. 217.

10. **Тоболова, Г.В.** Сопряжённость компонентного состава глина с показателями качества зерна персидской пшеницы / Г.В. Тоболова, Н.А. Асташева // Использование современных методов в селекции новых сортов сельскохозяйственных культур, их семеноводство и технологии возделывания в Восточной Сибири: Материалы научно-практической конференции, Красноярск 1-2 августа 2012 года. – Красноярск: Изд-во «Гротеск». – 2012. – С. 60-65.

11. **Тоболова, Г.В.** Устойчивость сортообразцов тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. (*T. persicum* VAV.) к мучнистой росе / Г.В. Тоболова // Мат. «Международной конференции по биологии и биотехнологии растений». – Алматы: ИББР, 2014 – С. 309.

12. Казак, А.А. Научная основа семеноводства многобиотипных сортов яровой пшеницы в Северном Зауралье / А.А. Казак, Ю.П. Логинов, Л.И. Якубышина, **Г.В. Тоболова** // Мат. «Международной конференции по биологии и биотехнологии растений». – Алматы: ИББР, 2014 – С. 335.

13. **Тоболова, Г.В.** Продолжительность межфазных периодов вегетации тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. (*T. persicum* Vav.) в условиях лесостепи Тюменской области / Г.В. Тоболова // Проблемы эволюции и систематики культурных растений: II Международной научной конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Е.Н. Синской: материалы конференции – Санкт-Петербург: Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (ГНЦ РФ ВИР), 2014 – С. 59-60.

14. Mapping of QTLs of agronomically valuable traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in different ecogeographical regions of Russia / Yu.V. Chesnokov, V.V. Syukov, N.V. Shumlyanskaya, **G.V. Tobolova**, [et al.] // Cereals for Food, Feed and Fuel – Challenge for Global Improvement, Wernigerode, Germany, 29 июня – 04 июля 2014 года. – Wernigerode, Germany: Without a publisher, 2014. – P. 310.

15. **Tobolova, G.V.** Study of kartalinskaya wheat in the Northern Trans-Urals area / G.V. Tobolova // Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics and Biotechnology: The 3rd International Conference. Abstract book, Novosibirsk, 17-21 июня 2015 года. – Novosibirsk: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, 2015. – P. 57.

16. **Тоболова, Г.В.** Компонентный состав глина тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski / Г.В. Тоболова // Идеи Н. И. Вавилова в современном мире: Тезисы докладов IV Вавиловской международной научной конференции, Санкт-Петербург, 20–24 ноября 2017 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова", 2017. – С. 203-204.

17. **Tobolova, G.V.** Genetic resources of the genus *Triticum* L. for breeding in the conditions of the Tyumen region / G.V. Tobolova // Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2019): Abstracts, Novosibirsk, 24–29 июня 2019 года. – Novosibirsk: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, 2019. – P. 212.

18. **Tobolova, G.V.** Photosynthetic activity of *Triticum carthlicum* Nevski. (= *Triticum persicum*) variety samples in the forest-steppe zone of the Northern trans-Urals / G.V. Tobolova // BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture» (FSRAABA 2021), Tyumen, 19–20 июля 2021 года. – Tyumen: EDP Sciences, 2021. – Vol. 36. – P. 01028.

19. **Тоболова, Г.В.** Устойчивость сортообразцов тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski (*T. persicum* Vav.) к бурой и стеблевой ржавчине /

Г.В. Тоболова // Тезисы докладов V Вавиловской международной конференции, посвященной 135-летию со дня рождения Н.И. Вавилова – Санкт-Петербург: ВИР, 2022. – С. 115-116.

20. **Tobolova, G.** Productivity of Kartalinsk Wheat Varieties Under Conditions of the Northern Forest-Steppe of the Tyumen Region / G. Tobolova // XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022»: Collection of materials of the 15th International Scientific Conference. Global Precision Ag Innovation 2022, Rostov-on-Don, 02–04 марта 2022 года. Vol. 575-2. – Rostov-on-Don: Springer Cham, 2023. –P. 1015–1020.