

На правах рукописи

АЙДАРОВ АМАНЖОЛ НУРЖАН УЛЫ

**СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА И ОТБОР ОБРАЗЦОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОЛЛЕКЦИИ МНОГОЛЕТНЕЙ ПШЕНИЦЫ И
КРУПНОЗЕРНОГО ПЫРЕЯ СИЗОГО ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ
ПРИЗНАКАМ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Шаманин Владимир Петрович

Официальные оппоненты: **Евдокимов Михаил Григорьевич**,
доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Омский аграрный научный
центр», главный научный сотрудник лаборатории
селекции твердой пшеницы

Артемова Галина Васильевна,
кандидат биологических наук,
заместитель руководителя по научной работе
Сибирский научно-исследовательский институт
растениеводства и селекции – филиал
Федерального исследовательского центра
Института цитологии и генетики Сибирского
отделения Российской академии наук

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Уральский федеральный аграрный научно-
исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук»

Защита состоится «29» декабря 2023 г. в 10⁰⁰ на заседании диссертационного совета 35.2.018.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» по адресу: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 90, тел.: +7(391)227-36-09, e-mail: dissovet@kgau.ru.

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

Автореферат разослан «_____» _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Халипский
Анатолий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Яровая пшеница – главная культура в Западной Сибири, однако из-за часто повторяющихся засух и эпифитотий грибных болезней во влажные годы в регионе отмечается значительное колебание урожая по годам. В решении проблемы повышения стабильности производства зерна ведущая роль отводится селекции, в том числе и по улучшению сортов озимой пшеницы. Озимая пшеница, в сравнении с яровой, эффективнее использует зимние запасы влаги, имеет более высокий потенциал урожайности. Сдерживающим фактором увеличения площади возделывания этой культуры в регионе являются низкие показатели сортов, включенных в Госреестр, по зимостойкости, качеству зерна, устойчивости к болезням и раннелетней засухе. Для расширения генотипического разнообразия создаваемых сортов озимой пшеницы в качестве источников признаков качества зерна, устойчивости к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам окружающей среды целесообразно использование образцов многолетней пшеницы, созданных в мире на основе диких видов злаковых культур. В качестве альтернативы многолетней пшеницы для повышения устойчивости зернового производства созданы сорта крупнозерного пырея сизого, недостатком которых остается низкая масса 1000 зерен и урожайность зерна. Актуальность вышеизложенного определила цель и задачи исследований.

Степень разработанности темы исследований.

Селекционные программы по созданию многолетней пшеницы гибридизацией культурной пшеницы с многолетними дикими сородичами были начаты в 30-е гг. прошлого столетия в СССР и США (Цицин, 1954; Цицин, 1978; Sunesonetal, 1964). В настоящее время в России и во многих странах ведутся исследования по созданию сортов многолетней пшеницы (Hayesetal, 2018; Lachugaetal, 2023). Созданные образцы и линии многолетней пшеницы имеют комплекс ценных для селекции признаков, которые целесообразно использовать для расширения генотипического потенциала озимой пшеницы.

В 1980-х гг. в исследовательском центре «Rodale» (Кутцтаун, США) пырей средний был выбран для доместикации и производства зерна. У этого злака относительно крупные семена для многолетней культуры, умеренная ломкость колоса и хороший обмолот зерна, наряду с высокой биомассой и отличным качеством зеленого корма (Wagoner, 1990; Beckeretal, 1992). Было проведено два цикла отборов по агрономическим признакам и размеру зерновки, выделены перспективные биотипы (клоны) пырея, переданные для дальнейшего изучения в The Lande Institute (Салина, штат Канзас, США) (DeHaan et. al., 2005; Coxetal., 2010). В институте The Land (США) получен сорт Kernza и в Омском ГАУ сорт Сова, оба сорта двойного назначения – рекомендуются на зерно и зеленый корм, сено (DeHaan et. al., 2014; Hayesetal, 2018; Шаманин и др., 2021).

Цель исследования: в условиях южной лесостепи Западной Сибири оценить образцы из международной коллекции многолетней пшеницы, популяции пырея сизого, выделить источники ценных признаков и создать исходный материал для селекции.

Для реализации цели были определены следующие задачи:

1. Оценить образцы многолетней пшеницы из коллекции СИММИТ по зимостойкости, устойчивости к болезням и компонентам продуктивности растений.
2. Выделить лучшие образцы в качестве источников ценных признаков для селекции.
3. Провести скрещивания между многолетней и озимой пшеницей и создать исходный материал для селекции озимой.
4. Оценить популяции крупнозерного пырея сизого по хозяйственно-ценным признакам и выделить источники для селекции.
5. Провести отбор клонов в популяции сорта Сова, различающихся по высоте растений, оценить их потомство по хозяйственно-ценным признакам и выделить лучшие популяции по массе 1000 зерен и урожайности зерна.
6. Рассчитать корреляцию между морфометрическими показателями растений многолетней пшеницы и пырея сизого.
7. Дать рекомендации селекционной практике.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях южной лесостепи Западной Сибири проведена оценка образцов многолетней пшеницы из международной коллекции СИММИТ, выделены источники по зимостойкости (с показателем 78 и 90%), содержанию белка (от 19,3 до 21,2%) и устойчивости к болезням; гибридизацией с озимой создан исходный материал для селекции озимой пшеницы в регионе. Определена сопряженность массы 1000 зерен с морфометрическими признаками многолетней пшеницы. Выделены источники хозяйственно-ценных признаков среди образцов американского пырея сизого (*Ph. intermedium*), выявлен общий кластер массы 1000 зерен с шириной колоса, зерновки и циркулярностью зерна и достоверная на уровне средней корреляция между массой 1000 зерен и площадью зерновки ($r=0,50$). Отбор клонов пырея сизого, различающихся по высоте растения (высокостебельных и низкостебельных) позволил достигнуть в популяциях их потомства достоверного увеличения массы 1000 зерен и урожайности зерна.

Теоретическая значимость работы. Выделенные образцы многолетней пшеницы по зимостойкости, качеству зерна и устойчивости к болезням являются источниками для расширения генетического разнообразия создаваемых сортов озимой пшеницы. Выявленные корреляции между массой 1000 зерен и морфометрическими признаками растений многолетней пшеницы и пырея сизого будут способствовать повышению эффективности отбора.

Практическая значимость работы. Результаты используются в учебно-научной лаборатории селекции и семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева международного селекционно-генетического центра ФГБОУ ВО Омский ГАУ в селекционном процессе: выделенные источники зимостойкости и качества зерна среди образцов многолетней пшеницы из международной коллекции СИММИТ при создании исходного материала озимой пшеницы; популяции пырея сизого из университета Миннесота (США) – как источники хозяйственно-ценных признаков и лучшие потомства клонов, отобранных в популяции сорта Сова. Сорт крупнозерного пырея сизого Сова включен в

государственный реестр селекционных достижений по всем регионам РФ (патент на селекционное достижение № 11145 от 18.06.2020).

Полученные результаты используются в учебном процессе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» для обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия. Также размножение сорта пырея сизого Сова проводится на полях Крестьянского хозяйства «Тритикум» и Индивидуального предпринимателя «Глава крестьянского (фермерского) хозяйства Говин Александр Григорьевич» Омской области.

Использование выделенных источников хозяйственно-ценных признаков многолетней пшеницы позволило создать адаптивный исходный материал для селекции озимой пшеницы; выделенные образцы пырея сизого из университета Миннесота (США) используются как источники хозяйственно-ценных признаков перспективных для селекции клонов. Отобранные клоны пырея сизого в популяции сорта Сова, имеют достоверно большую массу 1000 зерен и урожайность зерна в сравнении со стандартом и представляют интерес для практической селекции пырея сизого в условиях Западной Сибири.

Методология и методы исследования.

При проведении исследований использованы общепринятые и стандартные полевые, лабораторные, аналитические и статистические методы исследований. Методология исследований основана на теоретических законах и положениях для самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся культур, применяемых в генетике и селекции пшеницы и пырея сизого, изложенных в отечественной и зарубежной литературе.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Выделенные образцы коллекции многолетней пшеницы являются источниками ценных признаков для селекции озимой пшеницы.
2. Лучшие популяции пырея сизого предлагаются в качестве исходного материала для селекции на зерно и кормовые цели.
3. Установленные коэффициенты корреляции между морфометрическими показателями растений многолетней пшеницы и в популяциях пырея сизого рекомендуется использовать для повышения эффективности отбора при селекции на увеличение массы 1000 зерен.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

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

Результаты исследований были представлены на научных конференциях различного уровня: Международной научно-практической конференции,

посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ «Научные инновации - аграрному производству» (Омск, 2018), Всероссийской научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные разработки естественных и гуманитарных наук: современные концепции, последние тенденции развития» (Ростов-на-Дону, 2018), XXIV Научно-технической студенческой конференции (Омск, 2018), XII Международной научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные тенденции развития российской науки» (Красноярск, 2019), Всероссийской конференции, посвященной 100-тию со дня рождения С.И. Леонтьева (Омск 2019), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 105-летию агрономического факультета (Омск, 2023).

Публикации. Основное содержание диссертационной работы полностью отражено в 10 научных работах автора, в том числе 4 в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых изданий, рекомендованных для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций, и в изданиях, входящих в международные базы данных, индексирующие научные публикации. Соискатель является соавтором сорта пырея сизого Сова.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 130 страницах печатного текста, содержит 23 таблицы, 22 рисунков и 13 приложений. В списке литературы 97 источников, из них 40 отечественные.

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии в полевых исследованиях, выполнении всех фенологических и биометрических наблюдений и исследований, анализе и обработке материала, ежегодном представлении научных отчетов, подготовке научных публикаций, апробировании результатов исследований, написании и оформлении диссертации.

При проведении исследований и написании статей определенные виды работ выполнены в соавторстве: с Шаманиным В.П. и Моргуновым А.И. была разработана программа исследований; с Чурсиным А.С., Шепелевым С.С. проводился посев изучаемого материала; с Гладких М.С. проводился анализ структуры урожая; с Потоцкой И.В. осуществлялся перевод иностранных источников при обзоре литературы; с Хамовой О.Ф. проводили изучение микробиома корневой системы.

Хамит Коксель и его коллеги провели химический анализ качества зерна и хлеба пырея сизого в лаборатории университета Истинье в Турецкой Республике. С Зарогодним Б. и Кербер И. проводились оценки и уход за посевами. С коллективом авторов (Lee D., Гладких М.С., Кузьмин О.Г., Моргунов А.И., Шаманин В.П., Потоцкая И.В., Чурсин А.С., Шепелев С.С., Пожерукова В.Е.) был создан сорт пырея сизого Сова.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность и глубокую благодарность научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору В.П. Шаманину за научные и методические консультации, кандидату с.-х. наук А.И. Моргунову – за предоставление международной коллекции СИММИТ многолетней пшеницы и популяции пырея сизого для изучения; коллективу лаборатории селекции и семеноводства полевых культур, преподавателям и лаборантам кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ Омского ГАУ – за содействие и помощь в проведении исследований.

Глава 1. Селекция многолетней, озимой пшеницы и пырея сизого (обзор литературы)

В обзоре литературы, представленном в данной главе, дан анализ научного материала, опубликованного в отечественных и зарубежных литературных источниках по теме исследований. Показано, что для повышения устойчивости к абиотическим и биотическим факторам внешней среды в современных селекционных программах широко используют дикие злаки и особенно – *Thinopyrum intermedium*, для создания линий и сортов озимой, яровой и многолетней пшеницы, как с транслокациями от пырея, так и в качестве альтернативы многолетней пшеницы.

Глава 2. Условия, исходный материал и методика проведения исследований

Полевые опыты проведены в 2017-2022 гг. на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Омский ГАУ. В основу анализа метеоусловий в годы проведения исследований положены данные, полученные от Гидрометцентра ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС». Погодные условия в годы проведения исследований были типичными для лесостепи Западной Сибири: холодная зима, теплое, зачастую жаркое лето, резкие колебания температуры от месяца к месяцу, от одного дня к другому и даже в течение суток. Летом температура воздуха достигала до 40 °С, морозы зимой до -30 °С и ниже. Осенние заморозки до -25 °С были отмечены уже в ноябре, при отсутствии снежного покрова.

Погодные условия летнего периода вегетации (температура и осадки) в 2017 г. были на уровне средних многолетних значений. 2018 год в целом благоприятный по обеспеченности осадками. В 2019 г. отмечена затяжная холодная весна, и в целом более холодное лето с низкой, по отношению к средней многолетней сумме активных температур, количество влаги в течение вегетационного периода, кроме июля, превысило среднемноголетние значения. 2020 и 2021 гг. характеризовались как засушливые. В 2022 г. первая половина вегетации была засушливая, а в июле выпало 179% осадков от нормы. В целом, погодные условия в годы испытания были контрастными, что позволило провести объективную оценку популяций по основным хозяйственно - ценным признакам.

Почва опытного поля – лугово-черноземная маломощная средне гумусовая тяжелосуглинистая.

Материал и методика оценки образцов международной коллекции многолетней пшеницы (Опыт 1).

В 2017 г. из СИММИТ было получено 27 образцов многолетней пшеницы, которые были высеяны по чистому пару вручную рядами по 1 п. м. В 2018 г. по результатам зимостойкости, фенологических наблюдений, устойчивости к болезням и признакам продуктивности растений были отобраны лучшие 5 образцов (табл. 1). Отобранные образцы в последующих годах (2019-2022 гг.) изучали по типу озимой пшеницы с ежегодным пересевом.

Площадь делянки 1м², повторность 3-кратная. Все учеты и наблюдения проведены по методике государственного сортоиспытания (Методика, 1985).

Таблица 1 – Образцы международной коллекции многолетней пшеницы*

Название	Родословная	Оригинатор	Донор от многолетней культуры
235A	Madsen//Chinese Spring/PI531718	US-WSU	<i>Th.elongatum</i>
Ot38 (Отрастающая 38)	Wheat / <i>Agropyron Intermedium</i> (Partial Amphiploid)	Russia	<i>Th.intermedium</i>
Agrotana	Wheat- <i>Agropyron Ponticum</i> (Partial Amphiploid)	Other	<i>Th.ponticum</i>
TAF 46	Vilmorin 27*2/ <i>Ag. Intermedium</i>	France	<i>Th.intermedium</i>
11955	Wheat- <i>Agropyron Ponticum</i> (Partial Amphiploid)	USA	<i>Th.ponticum</i>

Примечание: *условные обозначения в табл. сохранены в соответствии с ведомостью СИММИТ

Содержание белка и клейковины определяли на «ИнфралюмФТ 10 М» число падения по ГОСТ 34702-2020, индекс глютена – на приборе Gluten Index Device-Y08; показатель седиментации – на аппарате седиментации Sedimentation Device-15 («YUCEBAS MACHINERY», Турция) (ГОСТ ISO 21415-2-2019, ГОСТ ISO 5529-2013) и показателю белизны хлебопекарной муки (ГОСТ 26361-2013).

Материал и методика оценки популяций пырея сизого из университета Миннесоты (США) (Опыт 2).

В 2019 г. были получены популяции 5 образцов: MNCleawaterSyn-3, MNCleawaterSyn-4, TLI-IWC 3471-2, TLI-IWCL-5, TLI-IWSL-6. В мае 2020 г. семена каждого образца были высеяны на рядок длиной 1 п. м. В 2021 и 2022 гг. во второй декаде сентября растения с делянок скашивали серпами на высоту 10 см от почвы. В лаборатории проведен анализ по морфометрическим параметрам растений и компонентам продуктивности колоса.

Методика оценки потомства клонов различных по высоте растений, отобранных в популяции сорта Сова (Опыт 3).

В 2018 году в питомнике 3 – его года размножения сорта Сова отобрано 20 наиболее высокостебельных и 20 самых низкостебельных клонов. По результатам анализа компонентов продуктивности главного колоса были отобраны по 7 лучших клонов в каждой группе. В 2019 г. в мае семена каждого клона были высеяны по 10 шт. зерен на рядок длиной 1 п. м в 4-кратной повторности с полной рандомизацией. В 2020-2022 гг. ежегодно во второй декаде сентября растения с делянок скашивали серпами на высоту 10 см от почвы. В лаборатории проводили анализ растений по морфометрическим показателям и компонентам продуктивности колоса.

В каждом опыте (1-3) в течение вегетации проводили оценку на устойчивость к болезням по методике СИММИТ (Singhtet. al., 2012). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы R-Statistics. Статистическая обработка экспериментальных данных

включала определение средних значений (M), стандартных ошибок средних ($\pm SEM$), корреляционный анализ. Достоверность различий оценивали по наименьшей существенной разности при уровне значимости 5 % ($НСР_{05}$) по общепринятой методике (Доспехов, 1985) с использованием пакета прикладных статистических программ MicrosoftExcel.

Для анализа параметров зерновки использовали сканер EPSONXL110000 и программу Smartgrain.

Глава 3. Оценка образцов многолетней пшеницы международной коллекции СИММИТ по хозяйственно-ценным признакам в условиях южной лесостепи Западной Сибири (экспериментальная часть)

Образцы многолетней пшеницы из международной коллекции СИММИТ, изученные по типу озимой пшеницы, с пересевом каждый год после перезимовки, представляют ценный исходный материал в качестве источников определённых признаков устойчивости, качества зерна и продуктивности растений для селекции яровой и озимой пшеницы в условиях Западной Сибири.

Вегетационный период.

Полученные результаты оценки образцов многолетней пшеницы, высеваемые по типу озимой, свидетельствуют о том, что в среднем за 4 года испытаний они имели более продолжительный период развития от всходов до восковой спелости, по сравнению со стандартным сортом озимой пшеницы Омская 4 от 5 до 18 суток. В среднем наименьший период от всходов до восковой спелости отмечен у образца 235А -326 сут. (+5 сут. к стандарту), а наиболее позднеспелый образец Ot38 созрел на 18 суток позднее стандарта.

Зимостойкость.

Повышенной зимостойкостью отличаются: образец из России Ot 38 (*Wheat /Th. intermedium*), средняя зимостойкость за 4 года была равна 90%, и из США 235А (*Madsen//ChineseSpring/Th. elongatum*), соответственно 78%, что существенно выше по сравнению со стандартным сортом озимой пшеницы Омская 4 (средняя зимостойкость составила 64%). Выделенные образцы многолетней пшеницы целесообразно включать в гибридизацию селекционных программ в качестве источников зимостойкости по озимой пшенице.

Урожайность и компоненты продуктивности растений.

Данные табл.2 свидетельствуют, о том, что в целом по урожайности зерна образцы многолетней пшеницы уступали стандартному сорту озимой пшеницы Омская 4. Масса 1000 зерен у изучаемых образцов многолетней пшеницы в среднем за 4 года варьировала от 21,3 г (*Agrotana*) до 30,8 г (№11955), что значительно меньше, чем у сорта Омская 4 (38,1 г).

Таблица 2 – Урожайность и компоненты продуктивности образцов коллекции многолетней пшеницы, 2019-2022 гг.

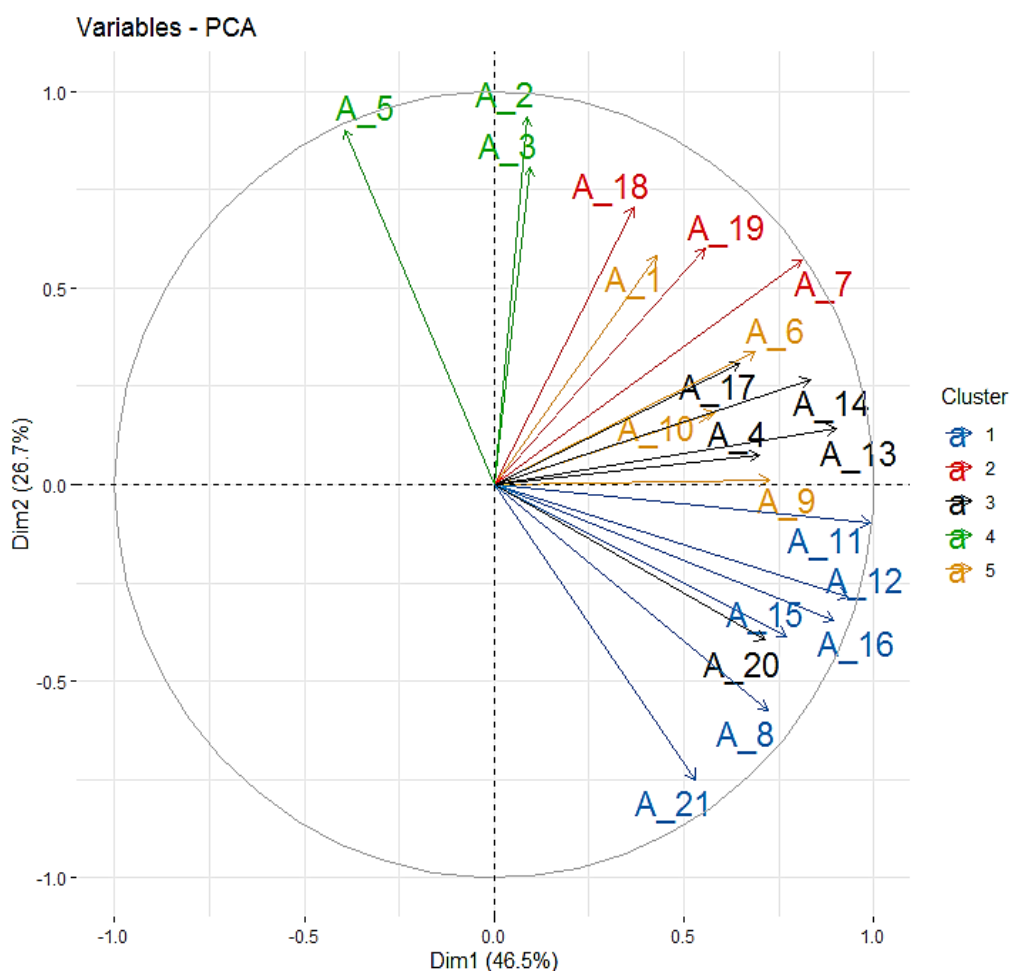
Признак	Год	Agrotana	119 55	23 5A	TAF 46	Ot 38	Омска я 4 (ст-т)	НСР ₀ 5	Корреляция с массой 1000 зерен
Число зерен с главного колоса, шт.	2019	22,9	23,9	25,5	37,8	45,9	36,4	9,8	-0,05
	2020	11,7	39,8	37,5	25,5	28,1	27	10,5	0,18
	2021	21,6	34,2	31,4	16,2	29,4	39,0	8,8	-0,38
	2022	27,2	28,2	33,8	13,4	40,0	32,8	9,4	-0,26
	Среднее	20,9	31,5	32,1	23,2	35,9	35,3	6,6	-0,13
Масса зерна с главного колоса, г.	2019	0,56	0,95	0,82	1,42	1,34	1,59	0,42	0,42*
	2020	0,33	1,32	1,01	0,61	0,72	0,93	0,36	0,50*
	2021	0,50	0,74	0,75	0,49	0,54	1,37	0,35	0,04
	2022	0,57	0,70	0,86	0,36	0,92	1,24	0,32	0,07
	Среднее	0,49	0,93	0,86	0,72	0,88	1,33	0,29	0,26
Урожайность, г/м ²	2019	142	483	285	613	436	523	180	0,31
	2020	72	89	132	92	151	87	32	0,24
	2021	152	209	163	269	277	468	122	-0,23
	2022	93	176	85	153	167	217	53	0,08
	Среднее	115	239	166	282	258	324	81	0,10
Масса зерна с растения, г.	2019	0,68	3,25	1,17	4,30	1,91	1,89	1,41	0,73*
	2020	0,52	1,14	0,82	1,12	0,68	1,28	0,31	0,64*
	2021	0,56	0,94	0,96	0,97	1,22	1,60	0,36	-0,10
	2022	0,68	0,86	1,11	0,79	1,18	1,44	0,30	-0,01
	Среднее	0,61	1,55	1,02	1,80	1,25	1,65	0,47	0,32
Масса 1000 зерен, г.	2019	24,8	39,8	32,2	37,8	29,3	43,8	7,4	-
	2020	18,1	39,2	27,5	25,2	25,5	32,5	7,5	-
	2021	21,5	19,8	25,3	25,6	18,4	35,2	6,4	-
	2022	20,9	24,5	25,4	26,6	22,7	33,8	4,7	-
	Среднее	21,3	30,8	27,6	28,8	24,0	38,1	6,1	-

Примечание: критическое значение $r = 0,37$, *- достоверные значения

Кластерный анализ показал, что показатель массы 1000 зерен образует общий кластер с такими признаками, как масса колоса, масса зерна главного колоса, Кхоз колоса, ширина зерновки, плотность колоса и циркулярность зерна (рис. 1). Отмечена достоверная положительная корреляция у образцов многолетней пшеницы между массой 1000 зерен и шириной колоса (r варьировал от 0,53 до 0,8), что необходимо учитывать при селекции на увеличение массы 1000 зерен.

При селекции многолетней пшеницы на увеличения массы 1000 зерен целесообразно проводить отбор по указанным выше признакам.

Коллекция многолетней пшеницы представляет значительную ценность в качестве источников высокого содержания белка и клейковины в зерне (табл. 3). В среднем за 4 года у изученных образцов содержание белка варьировало от 19,3% (образец 235А) до 21,2% (Ot 38), что существенно выше по сравнению с сортом озимой пшеницы Омская 4 (14,7%). Среднее содержание сырой клейковины в зерне образцов многолетней пшеницы варьировало от 41,0% (образец 235А) до 47,6% (Ot 38), у стандарта озимой пшеницы Омская 4 этот показатель был равен 28,1%.



Примечание: 1-длина растения, 2-длина верхнего междоузлия, 3-длина флагового листа, 4-ширина колоса, 5-длина колоса, 6-число колосков в колосе, 7-продуктивная кустистость, 8-плотность колоса, 9-число зерен главного колоса, 10-число зерен растения, 11-масса колоса, 12-масса зерна главного колоса, 13-урожайность, 14-масса зерна растения, 15-Кхоз колоса, 16-масса 1000 зерен, 17-площадь зерна, 18-периметр зерна, 19-длина зерна, 20-ширина зерновки, 21- циркулярность зерна.

Рисунок 1 – Кластеризация признаков у образцов многолетней пшеницы за 2019-2022 гг.

Таблица 3 – Количество белка и клейковины, 2019-2022 гг., %

Признак	Год	Agrotana	11955	235A	TAF46	От38	Омская 4 (ст-т)	НСР ₀₅
Белок	2019	20,35	20,0	18,6	19,7	20,2	14,3	2,4
	2020	19,3	20,8	19,2	23,2	21,5	14,1	3,3
	2021	21,9	20,4	19,6	20,7	21,4	14,6	2,8
	2022	22,3	20,0	19,7	20,3	21,5	15,6	2,4
	Среднее	21,0	20,3	19,3	21,0	21,2	14,7	2,73
Клейковина	2019	38,1	45,2	39,1	46,3	42,5	24,5	8,3
	2020	37,9	39,5	34,3	45,1	40,7	27,3	6,4
	2021	46,3	47,4	45,1	48,2	53,5	28,4	9,0
	2022	46,5	45,2	45,4	46,6	53,7	32,2	7,3
	Среднее	42,2	44,3	41,0	46,6	47,6	28,1	7,75

По устойчивости к болезням в среднем за 4 года выделены следующие образцы многолетней пшеницы: к мучнистой росе образцы из США № 235А (варьирование 7-8 баллов) и 11955 (Wheat / *Th. ponticum*), соответственно 5-7 баллов; к стеблевой ржавчине – *Agrotana*(Wheat / *Th. ponticum*- частичный амфидиплоид); № 11955; № 235 А и номер из Франции TAF 46 (*Vilmorin 27*2/Th. intermedium*); к септориозу-*Agrotana*, 11955 и Ot 38.

Гибридизацией между выделенными образцами многолетней пшеницы с сортами из международной коллекции озимой пшеницы на момент 2022 - 2023 года создан исходный материал для селекции озимой.

В 2023 году перезимовали и испытываются в питомниках селекционного процесса озимой пшеницы: в гибридном - 37 гибридов F1 по 37 комбинациям скрещивания; в СП1-109 линий F3 по 38 комбинациям скрещивания, 176 линий F4 по 13 комбинациям скрещивания; в СП2 - 14 линий по 4 комбинациям скрещивания.

Глава 4. Оценка образцов американских популяций пырея сизого из университета Миннесоты (США) в сравнении с сортом Сова (Россия)

Исследованиями установлено (табл. 4), что образцы американского пырея сизого представляют определенный интерес для селекции в условиях Западной Сибири в качестве исходного материала для создания сортов кормового назначения, особенно образцы - MN Cleawater Syn-3, MN Cleawater Syn-4 и TLI-IWC 3471-2, которые имели достоверно большие значения высоты растения, длины колоса и массы стебля в сравнении со стандартным сортом Сова.

Таблица 4 – Морфометрические показатели и признаки продуктивности растений у популяций пырея сизого, среднее за 2021-2022 гг.

Признак	MN Cleawater Syn-3	MN Cleawater Syn-4	TLI-IWC 3471-2	TLI-IWC L-5	TLI-IWS L-6	Сова (ст-т)	НСР ₀₅	Корреляция с массой 1000 зерен
Высота растения, см	134*	133*	134*	122	125	118	7,0	-0,28*
Масса стебля, г.	1,86*	2,05*	1,66*	1,68*	1,42	1,12	0,34	-0,79*
Длина колоса, см	17,4*	17,7*	18,4*	17,8*	20,5*	15,5	1,7	-0,05
Число колосков в колосе, шт.	19,5	19,7	18,8	18,7	18,2	18,7	0,6	-0,53*
Число зерен с колоса, шт.	29,6	43,2*	31,8	35,0	34,4	33,4	4,9	-0,63*
Масса зерна с колоса, г.	0,34	0,41	0,37	0,34	0,40	0,40	0,03	0,23
Масса 1000 зерен, г.	11,1	9,43	11,4	9,55	11,8	12,3	1,3	-

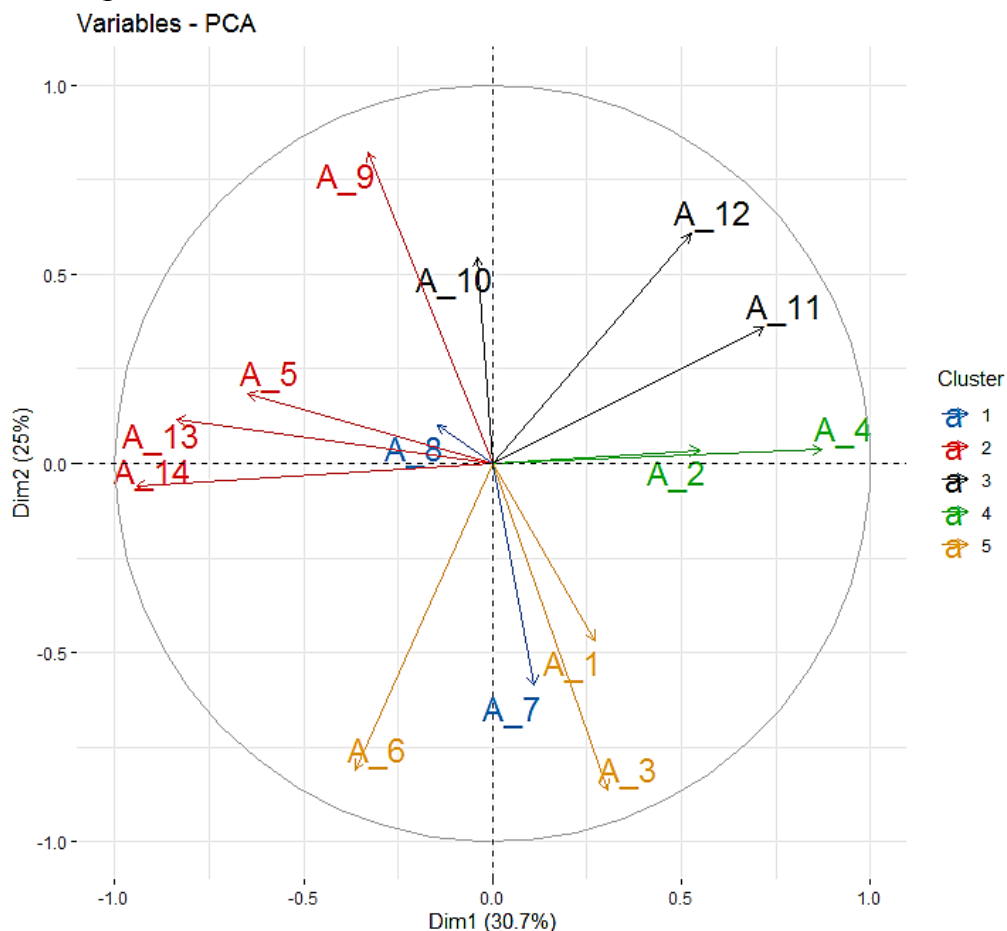
Примечание: критическое значение $r=0,25^*$, значения с достоверной корреляцией с массой 1000 зерен.

При селекции на увеличение количества зерен в колосе в качестве источника целесообразно использовать образец MN Cleawater Syn-4 (в среднем 43,2 шт.), что достоверно больше, чем у стандартного сорта Сова (в среднем 33,4 шт.).

Выявлена достоверная отрицательная корреляция между массой 1000 зерен и высотой стебля ($r=-0,28$), массой стебля ($r=-0,79$), числом колосков в колосе ($r=-$

0,53), числом зерен в колосе ($r=-0,63$), что указывает на возможность повышения эффективности отбора с целью увеличения массы 1000 зерен, за счет снижения количественного значения указанных признаков.

Кластеризацией морфометрических признаков зерновки в целом за 2 года установлено, что показатель массы 1000 зерен образует общий кластер с шириной колоса, зерновки и циркулярностью зерна, что свидетельствует о возможности увеличения массы 1000 зерен у пырея сизого целенаправленным отбором по сопряженным признакам.

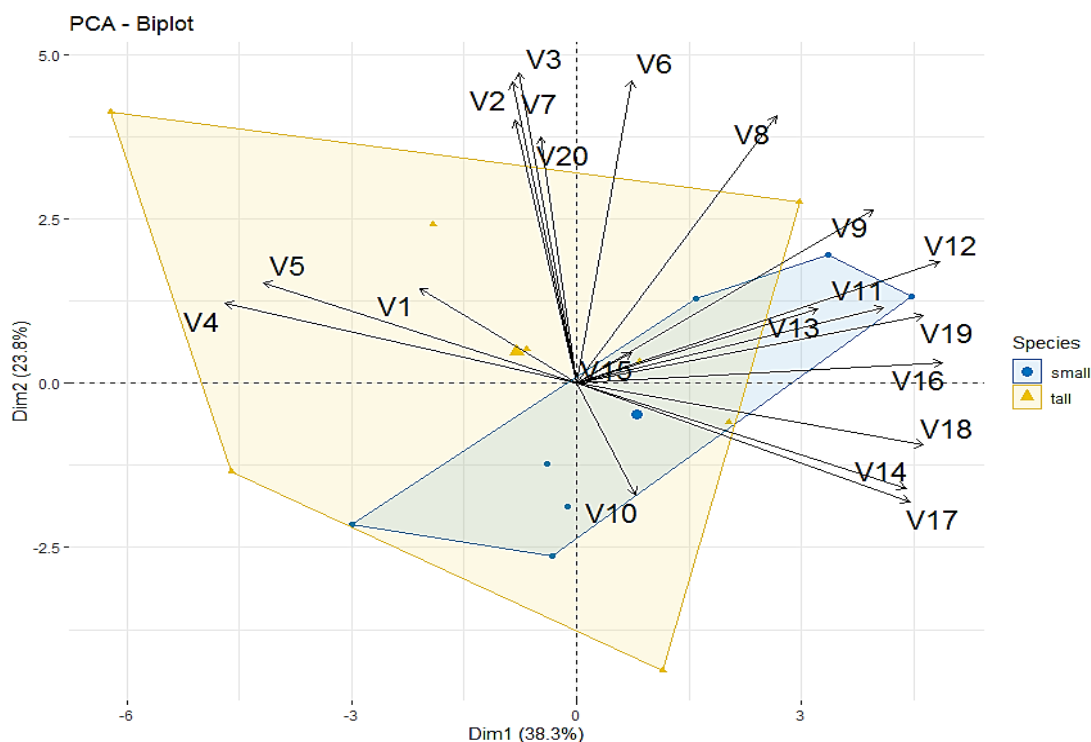


Примечание: 1-длина растения, 2-масса колоса, 3-масса стебля, 4-длина колоса, 5-ширина колоса, 6-число колосков в колосе, 7-число зерен с колоса, 8-масса зерна с колоса, 9-масса 1000 зерен, 10-площадь зерна, 11-периметр зерна, 12-длина зерна, 13-ширина зерновки, 14-циркулярность зерна.

Рисунок 2 – Кластеризация признаков у образцов пырея сизого из университета Миннесоты (США), 2021 и 2022 гг.

Глава 5. Оценка потомства клонов различных по высоте растений и корреляция между компонентами продуктивности и высотой растений у сорта пырея сизого Сова

В среднем за годы исследований установлено, что между популяциями от высокостебельных клонов отмечена большая вариабельность по изученным признакам, а популяции от низкостебельных клонов линии имели более однородные показатели (рис. 3).



Примечание: 1-длина растения, 2-число стеблей, 3-число колосьев, 4-длина колоса, 5-число колосков, 6-масса зерна снопа, 7-число зерен со снопа, 8-масса 1000 зерен, 9-масса колоса, 10-масса стебля с колосьями, 11-число зерен с колоса, 12-масса зерна колоса, 13-Кхоз растения, 14-Кхоз колоса, 15-плотность колоса, 16-площадь зерна, 17-периметр зерна, 18-длина зерна, 19-ширина зерна, 20-циркулярность зерна.

Рисунок 3 – Би-плот анализ высокостебельных и низкостебельных популяций сорта Сова за 2020-2022 гг.

Популяции от низкостебельных клонов имели большее значение массы колоса, массы зерна главного колоса, числа зерен главного колоса и морфометрических признаков зерновки (площадь, периметр, длина и ширина). Высокостебельные популяции имели высокое общее и продуктивное кущение, число и массу зерна со снопа, длину растения, длину колоса и число колосков. В среднем высокостебельные популяции имели большее количество продуктивных стеблей и зерна с делянки с большей массой 1000 зерен.

Анализ полученных результатов позволил выделить лучшие популяции по комплексу исследуемых признаков пырея сизого среди потомства отобранных высоко- и низкостебельных клонов.

Характеристика лучших популяций крупнозерного пырея сизого в сравнении со стандартным сортом Сова

Проведенный отбор и выполненные исследования позволили отобрать лучшие популяции из потомства высокостебельных клонов №7 и №22, а также низкостебельных - №61 и №65 (табл. 5).

Достоверное увеличение массы 1000 зерен по сравнению со стандартным сортом Сова достигнуто в популяциях № 7 и № 22, которые являются потомством отобранных высокостебельных клонов и одной популяции № 61 из потомства

низкостебельных клонов. По урожайности зерна отобранные популяции № 7 и № 61 достоверно превышают, а остальные на уровне стандартного сорта Сова.

Таблица 5 – Высота и компоненты продуктивности растений лучших популяций пырея сизого в сравнении с сортом Сова, среднее 2020-2022 гг.

Признак	Потомство высокостебельных клонов		Потомство низкостебельных клонов		Стандарт Сорт Сова	НСР _{0,05}
	№7	№22	№61	№65		
Высота растения, см	132*	128	127	125	126	1,58
Масса колоса, г	0,57*	0,58*	0,58*	0,59*	0,51	0,04
Кол-во колосков, шт.	19,6*	18,6	18	18,3	18,0	0,34
Длина колоса, см	19,3*	16,5	17,3*	16,4	16,8	0,43
Число зёрен с колоса, шт.	28,1	31,3*	30,5*	28,0	27,7	2,17
Масса зерен с колоса, г	0,34	0,36*	0,36*	0,37*	0,30	0,02
Урожайность, г/м ²	86,4*	71,4	77,5*	72,5	62,8	10,8
Масса 1000 зерен, г	12,3*	11,9*	11,7*	11,5	11,0	0,63

Примечание: *достоверное превышение над стандартом

Выделенные популяции представляют интерес для практической селекции на увеличение массы 1000 зерен и урожайности зерна пырея сизого в условиях Западной Сибири.

Заключение

1. Образцы многолетней пшеницы из международной коллекции СИММИТ и пырея сизого из университета Миннесота (США) представляют ценный исходный материал в качестве источников определённых признаков устойчивости, качества зерна и продуктивности растений для селекции в условиях Западной Сибири.

2. При посеве многолетней пшеницы по типу озимой из международной коллекции по зимостойкости выделены: образец из России Ot 38 (*Wheat /Th. intermedium*) - средняя зимостойкость за 4 года была равна 90%, и из США 235A (*Madsen//ChineseSpring/Th. elongatum*), соответственно - 78%, что существенно выше по сравнению со стандартным сортом озимой пшеницы Омская 4 (средняя зимостойкость 64%). Выделенные образцы многолетней пшеницы целесообразно включать в гибридизацию в качестве источников зимостойкости в селекционные программы по озимой пшенице.

3. Коллекция многолетней пшеницы представляет значительную ценность в качестве источников высокого содержания белка и клейковины в зерне. В среднем за 4 года у изученных образцов содержание белка варьировало от 19,3% (образец 235A) до 21,2% (Ot 38), что существенно выше по сравнению с сортом озимой пшеницы Омская 4 (14,7%). Среднее содержание сырой клейковины в зерне образцов многолетней пшеницы варьировало от 41,0% (образец 235A) до 47,6% (Ot 38), у стандарта озимой пшеницы Омская 4 этот показатель был равен 28,1%.

4. По устойчивости к болезням в среднем за 4 года выделены образцы многолетней пшеницы: к мучнистой росе – образцы из США № 235А (варьирование 7-8 баллов) и 11955 (Wheat / *Th. ponticum*), соответственно 5-7 баллов; к стеблевой ржавчине – Agrotana(Wheat / *Th. ponticum*- частичный амфидиплоид); № 11955; № 235 А и номер из Франции TAF 46 (Vilmorin 27*2/*Th. intermedium*); к септориозу – Agrotana, 11955 и Ot 38.

5. Масса 1000 зерен у изучаемых образцов многолетней пшеницы в среднем за 4 года варьировала от 21,3г (Agrotana) до 30,8 г (№11955), что значительно меньше, чем у сорта Омская 4 (38,1 г). Показатель массы 1000 зерен образует общий кластер с массой колоса, зерна главного колоса, Кхоз колоса, шириной зерновки, плотностью колоса и циркулярностью зерна. Отмечена достоверная положительная корреляция у образцов многолетней пшеницы между массой 1000 зерен и шириной колоса (г варьировал от 0,53 до 0,8). Выявленные сопряженности целесообразно учитывать при селекции на увеличение массы 1000 зерен.

6. Гибридизацией между выделенными образцами многолетней пшеницы с сортами из коллекции озимой создан ценный исходный материал для селекции озимой пшеницы на повышение зимостойкости, качества зерна и устойчивости к болезням в Западно-Сибирском регионе.

7. Образцы американского пырея сизого представляют определенный интерес для селекции в условиях Западной Сибири в качестве исходного материала для создания сортов кормового назначения с большей высотой растений. Образцы – MN Cleawater Syn-3, MN Cleawater Syn-4 и TLI-IWC 3471-2 имели достоверно большие значения выраженности высоты растения в сравнении со стандартным сортом Сова и достоверно превышали стандарт по длине колоса. При селекции на увеличение количества зерен в колосе в качестве источника целесообразно использовать образец MN Cleawater Syn-4 (в среднем 43 шт.), который достоверно превышает по данному показателю стандартный сорт Сова (33 шт.).

8. У пырея сизого масса 1000 зерен имеет общий кластер с шириной колоса, зерновки и циркулярностью зерна, отмечена достоверная на уровне средней корреляция между массой 1000 зерен и площадью зерновки $r=0,50$, что необходимо учитывать при селекции пырея среднего на увеличение массы 1000 зерен.

9. Отбор клонов пырея сизого в популяции сорта Сова, существенно различающихся по высоте растения (высокостебельных и низкостебельных) позволил достигнуть достоверного увеличения массы 1000 зерен в выделенных популяциях № 7 и № 22, которые являются потомством отобранных высокостебельных клонов, и в одной популяции № 61 из потомства низкостебельных клонов, в сравнении с исходным сортом. По урожайности зерна отобранные популяции № 7 и № 61 достоверно превысили, а остальные были на уровне стандартного сорта Сова. Выделенные популяции представляют интерес для практической селекции пырея сизого в условиях Западной Сибири.

Рекомендации селекционной практике

1. Для повышения зимостойкости и качества зерна озимой пшеницы в условиях Западной Сибири в качестве источников рекомендовать образцы многолетней пшеницы:

- по зимостойкости – Отрастающая 38 (*Wheat /Th. intermedium*), средняя зимостойкость за 4 года была равна 90% и из США 235А (*Madsen//ChineseSpring/Th. elongatum*), соответственно, 78%;
- по качеству зерна – образец 235А (среднее содержание белка 19,3%, клейковины - 41,0%) и Отрастающая 38 (среднее содержание белка - 21,2%, клейковины - 47,6%).

2. Скрещиванием многолетней и озимой пшеницы создан исходный материал, который рекомендуется для селекции озимой пшеницы в условиях Западной Сибири.

3. Образец пырея сизого MN Cleawater Syn-4 из университета Миннесота (США) целесообразно использовать для селекции в качестве источника увеличения количества зерен в колосе (в среднем 43 шт.).

4. Лучшие популяции, созданные отбором клонов из сорта Сова № 7, № 22 и № 61, включить в селекционный процесс для создания сорта пырея сизого с повышенной массой 1000 зерен и урожайностью зерна в условиях Западной Сибири.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, входящих в международную базу Scopus

1. Айдаров А. Н. Крупнозерный сорт пырея сизого (*Thinopyrum Intermedium*) Сова как альтернатива многолетней пшенице / В. П. Шаманин, А. И. Моргунов, А. Н. Айдаров, С. С. Шепелев, А. С. Чурсин, И. В. Потоцкая, О. Ф. Хамова, Л. Р. Дехан // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – том 56. – № 3. – С. 450-464.

2. Aydarov A. N. The use of wheatgrass (*Thinopyrum Intermedium*) in the breeding (review) / I. V. Pototskaya, V. P. Shamanin, A. N. Aydarov, A. I. Morgounov // Vavilov journal of genetics and breeding. – 2021. – № 26 (5). – С. 413-421.

3. Aydarov A. N. Utilization of Intermediate Wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) as an Innovative Ingredient in Bread Making / B. Cetiner, V.P. Shamanin, Z.H. Tekin-Cakmak, I. V. Pototskaya, F. Koxsel, S. S. Shepelev, A. N. Aydarov, B. Ozdemir, A. I Morgounov, H. Koxsel // Foods. – 2023. – № 12. – С. 2109.

В рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций

10. Айдаров А. Н. Характеристика по компонентам продуктивности высокостебельных и низкостебельных растений, выделенных из популяции крупнозерного пырея сизого (сорт Сова) в условиях южной лесостепи Западной Сибири / А. Н. Айдаров, С. С. Шепелев, В. П. Шаманин // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (43). – С. 5-16.

В других научных изданиях

5. Айдаров А. Н. Оценка коллекции многолетней пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / А. Н. Айдаров, С. С. Шепелев, В. П. Шаманин // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – № 8(2). – С. 197-205.

6. Айдаров А. Н. Изучение коллекции многолетней пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / А. Н. Айдаров, С. С. Шепелев, М. С. Гладких [и др.] // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 08-09 апреля 2019 года / Красноярский государственный аграрный университет. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 6-9.

7. Айдаров А. Н. Перспективы селекции многолетнего зернокармального злака *Thynopirum intermedium* для условий Западной Сибири / А. Н. Айдаров, В. П. Шаманин // Сборник материалов XXIV научно-технической студенческой конференции, Омск, 11 апреля 2018 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2018. – С. 31-33.

8. Айдаров А. Н. Оценка многолетнего зернокармального злака в условиях Западной Сибири / А. Н. Айдаров, А. С. Чурсин, В. П. Шаманин // Научные инновации – аграрному производству: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ, Омск, 21 февраля 2018 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2018. – С. 582-585.

9. Айдаров А. Н. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях Западной Сибири / В. П. Шаманин, Б. В. Зарогодний, И. И. Кербер, А. Н. Айдаров // Сельскохозяйственные науки – агропромышленному комплексу России : Материалы международной научно-практической конференции, Миасское, 20-22 февраля 2017 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Департамент научно-технологической политики и образования; ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет. – Миасское: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2017. – С. 152-157.

10. Айдаров А. Н. Генетический потенциал рода *Thynopirum* как источника хозяйственно-ценных признаков в селекции пшеницы / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, А. Н. Айдаров // Фундаментальные и прикладные разработки естественных и гуманитарных наук: современные концепции, последние тенденции развития: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции. В 4-х частях, Ростов-на-Дону, 24 сентября 2018 года. Том Часть 3. – Ростов-на-Дону: Южный университет (ИУБиП), 2018. – С. 433-438.

Интеллектуальная собственность

11. Патент на селекционное достижение № 11145. Заявка № 8154091, дата приоритета 26.11.18; зарегистрировано в Гос. реестре охраняемых селекцион. достижений 18.06.2020. Пырей сизый Сова / Lee Dehaan, Айдаров Аманжол Нуржан улы, Гладких Марина Сергеевна, Кузьмин Олег Георгиевич, Моргунов

Алексей Иванович, Пожерукова Виолетта Евгеньевна, Потоцкая Инна Владимировна, Чурсин Александр Сергеевич, Шаманин Владимир Петрович, Шепелев Сергей Сергеевич.