

На правах рукописи

Ковтуненко Андрей Николаевич

**РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск - 2022

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

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, член-корреспондент РАН
Рутц Рейнгольд Иванович

Официальные оппоненты: **Ковтуненко Виктор Яковлевич**
доктор сельскохозяйственных наук,
Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Национальный центр зерна имени
П.П. Лукьяненко», главный научный сотрудник
отдела селекции и семеноводства пшеницы и
тритикале.

Потоцкая Инна Владимировна
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Омский государственный аграрный
университет имени П.А. Столыпина», доцент
кафедры агрономии, селекции и семеноводства

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Федеральный исследовательский
центр Институт цитологии и генетики Сибирского
отделения Российской академии наук»

Защита состоится «22» сентября 2022 г. в 13⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 220.037.06 при ФГБОУ ВО «Красноярский
государственный аграрный университет» по адресу: 660049, г. Красноярск, пр.
Мира, 90, тел./факс: +7(391)-227-36-09, e-mail: dissovet@kgau.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО
«Красноярский государственный аграрный университет» и на официальном сайте
<http://www.kgau.ru>.

Автореферат разослан «20» июля 2022 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Халипский
Анатолий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В Западной Сибири зерновые культуры занимают более половины посевных площадей (Научные основы..., 2018). Безусловно, что ведущей культурой региона является яровая пшеница, однако для стабильности производства зерна целесообразно создание и внедрение в производство новых сортов озимых культур (Лихенко и др., 2005; Кашуба и др., 2019).

В 2020 г. наибольшее количество посевных площадей под озимыми культурами в Западной Сибири было размещено в Алтайском крае – 232 тыс. га (из них 185 тыс. га под озимой пшеницей) (Сайт Министерства сельского хозяйства Алтайского...). В Новосибирской области общая площадь под озимыми зерновыми составляла 69789 га (пшеница – 30,2 тыс. га, рожь – 25,4 тыс. га, тритикале – 14,2 тыс. га) (Сайт Министерства сельского хозяйства Новосибирской...). Посев озимых культур в Курганской области в 2020 г. проведён на площади 41,6 тыс. га (Сайт департамента ...). В Омской области под озимые зерновые культуры отведено 18,7 тыс. га (из них 5,1 тыс. га – под рожью, остальное – под пшеницей) (Сайт Омская...). В Тюменской области озимые зерновые культуры размещены на площади 12 тыс. га (Сайт агропромышленного...).

Озимые культуры имеют ряд преимуществ перед яровыми, в частности, за счёт эффективного использования агроклиматических ресурсов они формируют высокий урожай; их уборка происходит в более благоприятных условиях; введение озимых в севооборот снижает напряжение полевых работах в хозяйствах; озимые являются хорошими предшественниками для яровых (Кашуба и др., 2016; Leonova et al., 2017; Тимина, Кобылянский, Солодухина, 2018). Прогресс селекции предполагает достижение максимальной выраженности таких основных признаков как урожайность, качество, адаптивность. Их совмещение в одном генотипе возможно в результате планомерной селекционной работы, важную роль в которой играют обобщение, статистическая обработка, анализ полученных данных (Белан, Россеева, Зыкин, 2008). Всё это послужило основой для проведения исследований с озимыми зерновыми культурами (пшеница, рожь, тритикале) в Омском аграрном научном центре (ФГБНУ «Омский АНЦ»).

Степень разработанности темы. В Сибирском НИИСХ (ныне Омский АНЦ) под руководством Р.И. Рутца в 1979 г. была возобновлена селекция озимых зерновых культур. В селекционный процесс озимой пшеницы были вовлечены мутантные формы и созданы сорта озимой пшеницы Омская озимая, Сибирская нива, Омская 4; озимой ржи Сибирь, Сибирь 4 и др. Автор сортов тритикале Омская и пшеницы Северная заря Е.Г. Мухордов активно использовал коллекционные формы в селекции озимых культур. На необходимость поддержания высокого уровня зимостойкости озимой пшеницы особое внимание обращал В.Р. Борадулин; им также впервые были определены особенности изменчивости и корреляций признаков озимой пшеницы в Сибирских условиях. Отдалённая гибридизация в большей степени использована в ИЦиГ (г. Новосибирск) при выведении сорта озимой пшеницы Альбидум 12 В.М. Шепелевым и сорта Новосибирская 32 – В.М. Чекуровым. В селекции

озимой тритикале наиболее значительны достижения видного учёного из СибНИИРС П.И. Стёпочкина (автор сортов Цекад 90 и СИРС 57), создававшего собственный исходный материал этой культуры. На Алтае под руководством В.А. Борадулиной для получения сортов озимой пшеницы в настоящее время используются дигаплоидные формы.

Также определённый вклад в селекцию озимых зерновых культур в Западной Сибири и разработку технологии их возделывания внесли Г.В. Артёмов, П.Н. Бражников, Н.С. Владимиров, В.Р. Волков, В.В. Волкова, А.С. Иваненко, Ю.Н. Кашуба, В.Е. Козлов, В.Н. Костомаров, С.И. Леонтьев, Л.Т. Мальцева, И.Д. Нейман, В.М. Трипутин, В.Н. Шорин.

Отдельные разделы работы выполнены в рамках государственного задания № 0797-2019-0008 "Создание новых сортов пшеницы озимой, яровой мягкой и твердой с улучшенными сложными, экономически значимыми свойствами (продуктивность и качество), повышенной устойчивостью к грибным болезням, биотическим и абиотическим факторам среды».

Цель исследований – изучить созданный в Омском АНЦ новый селекционный материал озимых зерновых культур в южной лесостепи Омской области.

Задачи исследований:

- дать характеристику линий озимых культур (пшеница, рожь, тритикале) в конкурсном сортоиспытании по ряду хозяйственно-ценных признаков: зимостойкость, урожайность, устойчивость к полеганию, элементы структуры урожая, показатели качества зерна;
- определить уровень изменчивости селекционируемых признаков и установить характер корреляционных связей между ними для разработки стратегии и тактики селекционной работы;
- оценить сорта и линии озимой пшеницы по экологической пластичности и стабильности;
- дать характеристику сортам, созданным в процессе исследований.

Научная новизна работы. Обоснованы и применены на практике элементы стратегии селекции озимых культур в регионе:

- возможность эффективного отбора по высоте растения, как наименее изменчивому количественному признаку;
- сочетание зимостойкости с низкорослостью и устойчивостью к полеганию;
- повышение устойчивости к полеганию у тритикале за счёт значительного снижения высоты растения;
- создание на основе мутантных форм пшеницы сортов и линий с высокими значениями урожайности и качества зерна.

По результатам корреляционного анализа выявлено наличие тесной связи продуктивности растения с продуктивной кустистостью. Продуктивность колоса имела сильную корреляцию с его озернёностью. Озернёность колоса у сортов и линий пшеницы и тритикале была наиболее тесно связана с числом зёрен в колоске, а у сортов и линий ржи – с количеством колосков в колосе.

Теоретическая и практическая значимость работы. Использование выделенных селекционных номеров позволит получить новый материал озимых

зерновых культур с ценными свойствами. Результаты статистического и корреляционного анализа количественных признаков, урожайности, показателей качества зерна могут быть использованы в селекционных исследованиях. Выведенные при участии автора сорта озимых зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале) рекомендуются для возделывания в Западной Сибири.

Методология и методы исследований. Теоретические знания и методология исследований основаны на проработке научных трудов отечественных и зарубежных специалистов. В работе использованы методы исследований: аналитический, экспериментальный (полевые и лабораторные опыты), статистический.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты оценки образцов конкурсного сортоиспытания озимых зерновых культур по основным хозяйственно-биологическим признакам и свойствам.

2. Созданный селекционный материал озимых зерновых культур, сочетающий высокий потенциал продуктивности и качество зерна, обеспечит стабильность при производстве зерна в Сибирском регионе.

Личный вклад автора. Диссертация является результатом исследований автора, проведенных в 2014-2020 гг. на базе лаборатории селекции озимых культур ФГБНУ «Омский АНЦ».

Автором лично: определены цель и задачи; самостоятельно проведены полевые и лабораторные исследования; при непосредственном участии автора осуществлялись планирование и закладка полевых опытов, проведение фенологических и других необходимых учетов и наблюдений, структурный анализ снопового материала; проведен анализ и обобщение полученных результатов, их статистическая обработка; подготовлен текст диссертации, сформулированы выводы и защищаемые положения; в соавторстве с В.М. Трипутиным, Ю.Н. Кашуба, И.В. Пахотиной, М.Е. Мухордовой, Н.Г. Мазепа, Т.В. Шварцкопф подготовлены статьи для публикации в научных журналах и сборниках трудов.

В соавторстве с В.М. Трипутиным, Ю.Н. Кашуба, Н.Г. Мазепа, Т.В. Шварцкопф проведены закладка опытов, статистическая обработка и интерпретация полученных данных, в соавторстве с И.В. Пахотиной проведен анализ селекционного материала на качество зерна. Диссертант работает заведующим лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ с 2006 г.

Степень достоверности результатов исследований. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, не противоречат известным положениям агрономических и биологических наук и базируются на строго доказанных выводах многолетних исследований, основываются на достаточно большом объеме экспериментального материала и подтверждаются данными статистического анализа с использованием общепринятых методик.

Апробация работы. Результаты исследований доложены на международной научно-практической конференции «Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки» (г. Ростов-на-Дону, 2018 гг.), XXI международной научно-практической конференции «Аграрная

наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии» (г. Новосибирск, 2018), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения С.И. Леонтьева (г. Омск, 2019), III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве» (Курган, 2019), международной научно-практической конференции «Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, «цифра», окружающая среда (AgroProd 2021) (Омск, 2021), выставке Агро-Омск (2015-2020 гг.), совещаниях «Сибирские семена» (2015-2021 гг.), а также на заседаниях научно-методического совета селекционно-семеноводческого центра и учёного совета Омского АНЦ.

Публикации. Автором опубликовано 89 научных работы, в том числе – по материалам диссертации 18, из них 6 статей в изданиях, включённых в перечень ВАК РФ. На селекционные достижения получено 17 патентов и 16 авторских свидетельств, в том числе по материалам диссертации – 3 патента и 3 авторских свидетельства.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 125 страницах печатного текста; состоит из введения, 5 глав, заключения, рекомендаций для селекционной работы и производства; включает 26 таблиц, 7 рисунков, 26 приложений. В библиографическом списке содержится 214 публикаций, в том числе 13 зарубежных и 5 интернет-источников.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Озимые зерновые культуры и их селекция в Западной Сибири (обзор литературы)

На основании анализа литературных источников рассмотрены биологические особенности и вопросы селекции озимых зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале) в Западной Сибири.

Глава 2. Материал, методика и условия проведения исследований

Экспериментальная часть работы выполнена в 2014-2020 гг. на опытных полях лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ.

Объектами исследований были сорта и линии (таблица 1) озимых культур (пшеница, тетраплоидная рожь, тритикале) из конкурсного сортоиспытания (КСИ). В качестве стандартов использованы сорта: озимой пшеницы Омская 4, озимой ржи Сибирь и озимой тритикале Алтайская 4. Непосредственно в наших исследованиях используется селекционный материал озимых зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале), полученный в основном методом внутривидовой гибридизации, а также отдаленной гибридизации с привлечением в скрещивания с пшеницей – тритикале, и тритикале с рожью.

Таблица 1 - Происхождение линий, упоминаемых в автореферате диссертации

Линия	Гибридная комбинация
Пшеница мягкая озимая	
22/16	Фантазия х(Дон.ост. х Мутант 114)
24/16	(Ильичевка х Саратовская 8)х(Альб.114 х Мут. 261/18)
25/16	(Альб.114 х Мутант 261/18)х Омская 5
26/16	Кулундинка х Диалог
28/16	Мешинская 2 х Омская 6
43/16	Котовчанка х Лют. 5748-1
47/16	(Котовчанка х Л.5748-1)х Мут 018/86(4)
38/17	Ершовская 10 х(441/96 М 361/79 х Ом. оз.-3)
42/18	(Дон.ост. х Мутант 114)х WW 71919
43/18	Эрит. 108-778 х Омская 6
43/19	Лан х(Одесская 51 х Лют.220)
45/19	(Прибой х Ильичевка) х Омская 6
46/19 и 47/19	(Котовч. х Л.5748-1) х (Мир. 808 х Ульяновка)
48/19	(Прибой х Ильичевка) х Омская 6
34/20	Мироновская 25 х мутант Ильичевки
Рожь озимая	
18/18 и 20/18	Юбилейная 25 х Тетра короткая
Тритикале озимая	
6/19	Шанс х 0200-02(Т-14)
9/18	Омское х Шанс, Венец Сибири 2
11/18 и 10/18	Омское х Шанс

Почву под опыты озимых культур обрабатывали по типу черного пара с высеваем кулис из горчицы сизой. Посев проводился поперёк кулис сеялкой ССФК-7М; после посева производилось прикатывание. Срок посева – третья декада августа. Норма высева – 5 млн. всхожих семян на 1 га. Площадь делянки – 15 м², повторность трёхкратная. Уборка опыта производилась комбайном «Nege 125».

Наблюдения и учёты в КСИ проводились по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1989). Выборка для индивидуального анализа растений озимых культур из КСИ составила 30-45 растений.

Оценка показателей качества зерна проведена в лаборатории качества зерна Омского АНЦ в соответствии с ГОСТ Р 51404-99 и ГОСТ Р 51415-99. Содержание белка в зерне определялась по Къельдалю в модификации Базавлука, количество клейковины – на приборе Глютоматик. Реологические свойства теста изучались на альвеографе и фаринографе; хлебопекарные свойства оценивались по пробной выпечке хлеба методом «ремикс».

Параметры экологической пластичности рассчитаны по S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966) в изложении В.А. Зыкина с соавторами (1984). Статистическая обработка результатов исследований проведена по программам из пакета Анализ для Microsoft Excel и по пособию Доспехова (2014).

Погодные условия в осенне-зимний период 2017-2020 гг. В осенний период 2017 г. проявилось сильное похолодание в конце сентября и начале октября. В

2018 и 2019 гг. преобладал повышенный температурный фон. Осадки выпадали крайне неравномерно осенью 2018 г. Относительно лучшее распределение осадков происходило в 2019 г., когда их выпало больше обычного, и в 2017 г. – в несколько меньшем количестве. В зимний период неоднократные понижения температуры воздуха происходили в 2017/18 и 2018/19 гг. А в 2019/20 г. за исключением холодного и сухого ноября преобладала аномально тёплая многоснежная погода. В 2017 и 2018 гг. наибольшее количество осадков отмечено в начале зимнего периода.

Для 2014-2020 гг. итоговое сравнение погодных условий проведено по данным периода вегетации озимых культур (апрель-июль). В 2014 г. (рис. 1 и 2) отмечены сильные перепады температуры воздуха от тепла к холоду. При этом до июля было очень мало осадков (почвенная засуха). В 2015 г. в целом преобладал повышенный температурный фон с общим количеством осадков в пределах нормы. В 2016 г. температура воздуха оказалась близка к среднемуголетним значениям. Но из-за недобора осадков в мае и начале июня 2016 г. фактически проявилась почвенная засуха со сменой на обильное увлажнение почвы после большого количества осадков в оставшийся период до уборки озимых культур. В 2017 г. преобладали повышенные температуры воздуха кроме похолодания в июле.

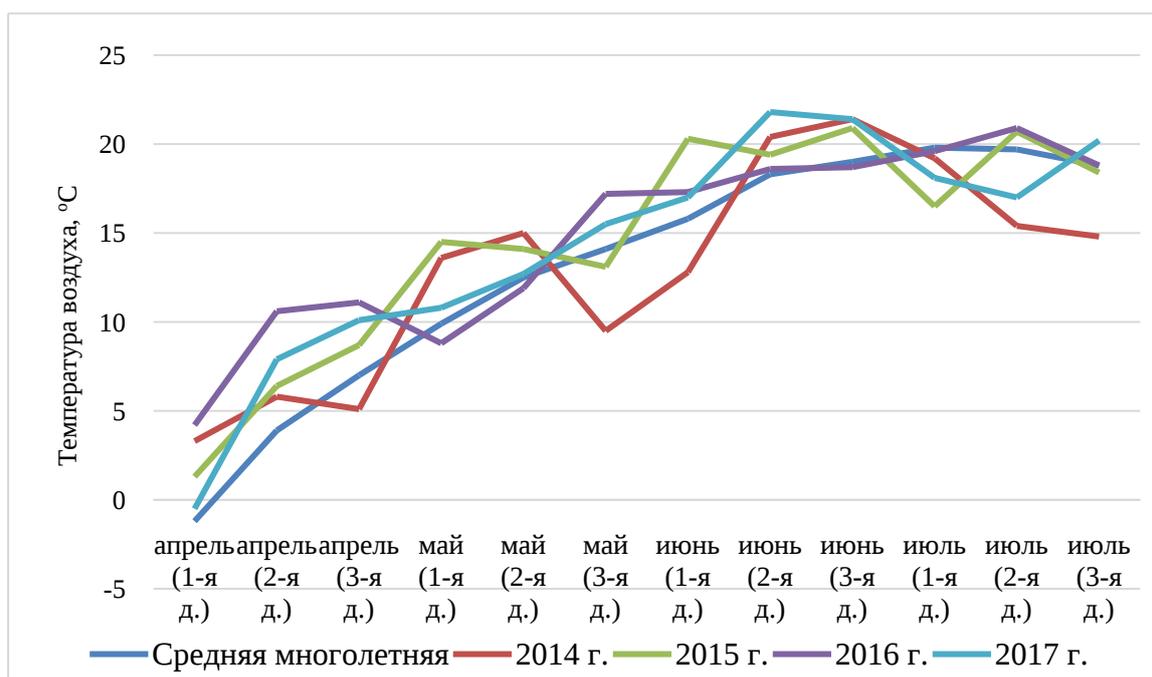


Рисунок 1 – Температура воздуха (°C) в период возобновление весенней вегетации - восковая спелость (2014-2017 гг.)

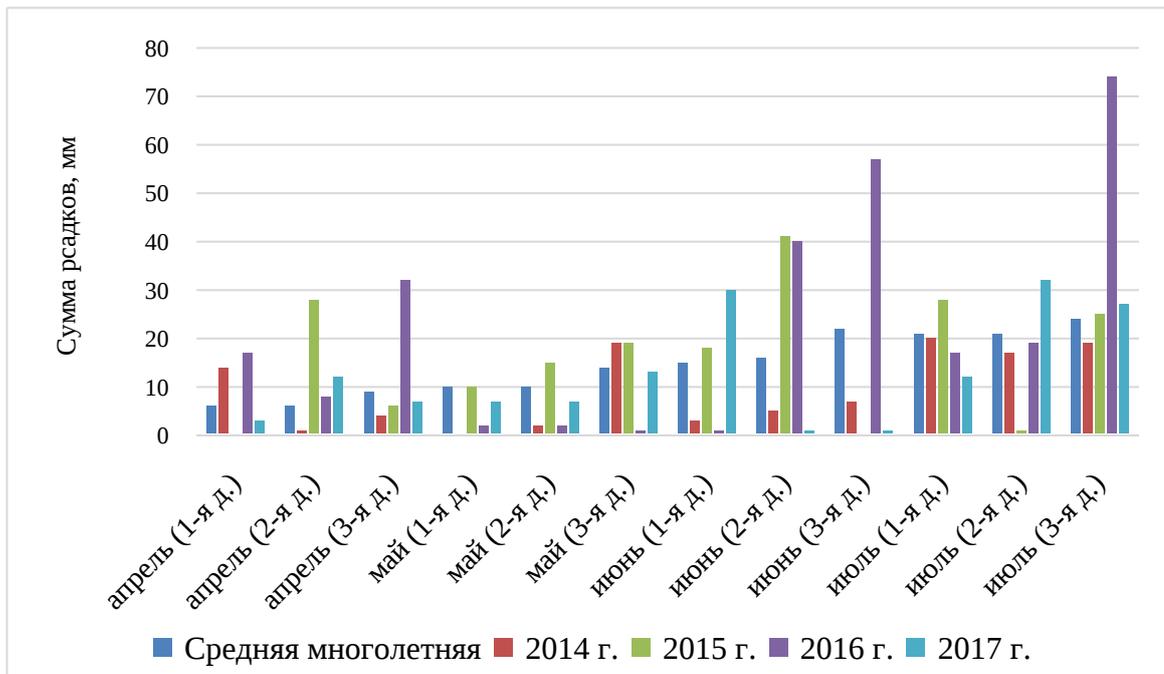


Рисунок 2– Сумма осадков (мм) в период возобновление весенней вегетации-восковая спелость (2014-2017 гг.)

Осадков в целом было меньше обычного (за исключением второй половины июля). В период вегетации растений в 2018 и 2019 гг. преобладали пониженные температуры воздуха. Особенно холодным оказался май 2018 г. Озимые культуры сильно задержались в развитии, из-за чего их созревание произошло гораздо позже обычных сроков. Количество выпавших осадков в 2018 и 2019 гг. при их относительно равномерном распределении в целом соответствовало норме. В 2020 г. было очень тепло, а из-за недобора осадков фактически проявилась засуха.

Таким образом, обзор метеорологических условий в годы исследований показал их разнообразие, что позволило наиболее всесторонне оценить озимые зерновые культуры в опытах.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесиловый, тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса 6-9% и имеет благоприятные водно-физические свойства для возделывания сельскохозяйственных культур и является типичной разновидностью почв для южной лесостепной зоны Западной Сибири. По данным лаборатории агрохимии (2020 г.) в почве опытного участка содержание азота (34,4 мг/кг) и подвижного фосфора (182 мг/кг), определенных по методу Чирикова, высокое, калия по методу Масловой – очень высокое (260,6 мг/кг).

Глава 3. Характеристика сортов озимых зерновых культур в условиях южной лесостепи Омской области

3.1 Зимостойкость

Для озимых зерновых культур зимостойкость является важнейшим биологическим свойством, и селекция на высокое значение этого свойства приоритетна. В сравнении со стандартными сортами (пшеница Омская 4 – 82 %,

рожь Сибирь – 94 %) превышения по зимостойкости были в пределах НСР и составили в среднем от 1 до 4 % у пшеницы (линии 26/16, 34/20, 43/19, 45/19, 47/19; сорта Юбилейная 180 и Прииртышская) и до 1 % – у ржи (линия 20/18) (таблица 2).

Анализ данных перезимовки (2018-2020 гг.) показал, что рожь в условиях Западной Сибири зимует стабильно лучше тритикале и пшеницы (соответственно, 94 % против 83 и 81 %).

Таблица 2 - Перезимовка сортов и линий озимых культур, %

Сорт, линия	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	± к стандарту
Пшеница мягкая озимая					
Омская 4 (стандарт)	77	95	75	82	-
Юбилейная 180	75	95	78	83	1
Прииртышская	75	95	78	83	1
Прииртышская 2	67	92	70	76	-6
Линия 26/16	88	95	75	86	4
Линия 43/18	75	95	75	82	0
Линия 43/19	85	95	68	83	1
Линия 45/19	83	95	72	83	1
Линия 46/19	80	95	72	82	0
Линия 47/19	85	95	73	84	2
Линия 48/19	75	92	77	81	-1
Линия 34/20	83	95	73	84	2
Средняя по пшенице	75	94	73	81	
НСР ₀₅	8,5	4,3	9,1	9,0	-
Рожь озимая					
Сибирь (стандарт)	93	100	90	94	-
Сибирь 4	95	98	88	94	0
Линия 18/18	98	100	85	94	0
Линия 20/18	100	98	87	95	1
Средняя по ржи	97	99	88	94	-
НСР ₀₅	7,2	2,7	5,0	4,8	-
Тритикале озимая					
Алтайская 4 (стандарт)	82	95	90	89	-
Линия 6/19	82	77	92	84	-5
Линия 9/18	88	67	90	82	-7
Линия 10/18	78	63	90	77	-12
Линия 11/18	78	87	83	83	-6
Средняя по тритикале	82	78	89	83	-
НСР ₀₅	6,8	11,4	8,2	9,7	-

3.2 Высота растений и устойчивость к полеганию

Полегание растений в зоне южной лесостепи Омской области наиболее актуально для озимых сортов ржи и тритикале. Появление в КСИ линий тритикале с высотой растений 97-107 см и устойчивостью к полеганию 4,6-4,7 баллов в сравнении со стандартом Алтайская 4 (высота растений 143 см, устойчивость к полеганию 2,7 балла) указывает на возможное решение данной проблемы для тритикале.

Расчёт корреляций показал, что именно снижение высоты растений будет способствовать повышению устойчивости к полеганию у тритикале. Корреляционная связь высоты растений с устойчивостью к полеганию в опытах у тритикале была достоверной сильной отрицательной ($r = -0,784$). В то же время зависимость этих признаков у ржи отсутствовала ($r = 0,057$). Соответственно, только снижение высоты растений тетраплоидных форм ржи не обеспечит повышение их устойчивости к полеганию.

Связь зимостойкости с высотой растений ($r = 0,016...0,276$) и с устойчивостью к полеганию ($r = -0,112...0,102$) была слабой и не существенной, что, в частности, указывает на возможность сохранения высокой зимостойкости у низкорослых и устойчивых к полеганию форм озимых культур.

3.3 Элементы структуры урожая

Среди образцов КСИ у пшеницы выделяется линия 38/17, имевшая высокие значения продуктивной кустистости, массы 1000 зёрен, массе зерна с колоса и растения. Также стоит отметить сорта Юбилейную 180 (в группе лучших по густоте стояния растений перед уборкой, озернённости и массе зерна с колоса) и Прииртышскую 2 (самая низкорослая форма, отличившаяся по продуктивной кустистости, массе 1000 зёрен и массе зерна с растения). У тритикале лучшими по комплексу признаков оказались низкорослые линии 9/18 (густота стояния растений перед уборкой, продуктивная кустистость, масса 1000 зёрен, масса зерна с колоса и растения) и 10/18 (густота стояния растений перед уборкой, продуктивная кустистость, озернённость колоса, масса зерна с колоса и растения). Все эти формы могут быть использованы как исходный материал в гибридизации.

Анализ данных количественных признаков выявил преимущество тритикале перед пшеницей и рожью по выраженности озернённости и массе зерна с колоса, массе 1000 зёрен и массе зерна с растения. Рожь формировала наибольшие густоту стояния растений перед уборкой и количество колосков в колосе, а также имела самый длинный колос. Пшеница отличалась лучшими значениями продуктивной кустистости и числа зёрен в колоске.

По коэффициенту вариации самый низкий уровень у всех озимых культур отмечен для высоты растения, а наиболее высокий – для продуктивной кустистости, массы зерна колоса и растения (рис. 3). Озернённость колоса и масса 1000 зёрен в целом характеризовались средней изменчивостью.

Корреляционный анализ количественных признаков сортов и линий озимых культур показал наличие наиболее тесной связи массы зерна с растения с продуктивной кустистостью ($r = 0,651...0,870$). Средний уровень отмечен в корреляциях массы зерна растения с массой зерна колоса ($r = 0,475...0,699$), длиной колоса ($r = 0,383...0,663$), озернённостью колоса ($r = 0,377...0,625$), количеством колосков в колосе ($r = 0,351...0,561$). Зависимость массы зерна с растения с его высотой, массой 1000 зёрен и числом зёрен в колоске менялась от слабой до средней ($r = 0,277...0,478$; $r = 0,261...0,478$ и $r = 0,022...0,500$).

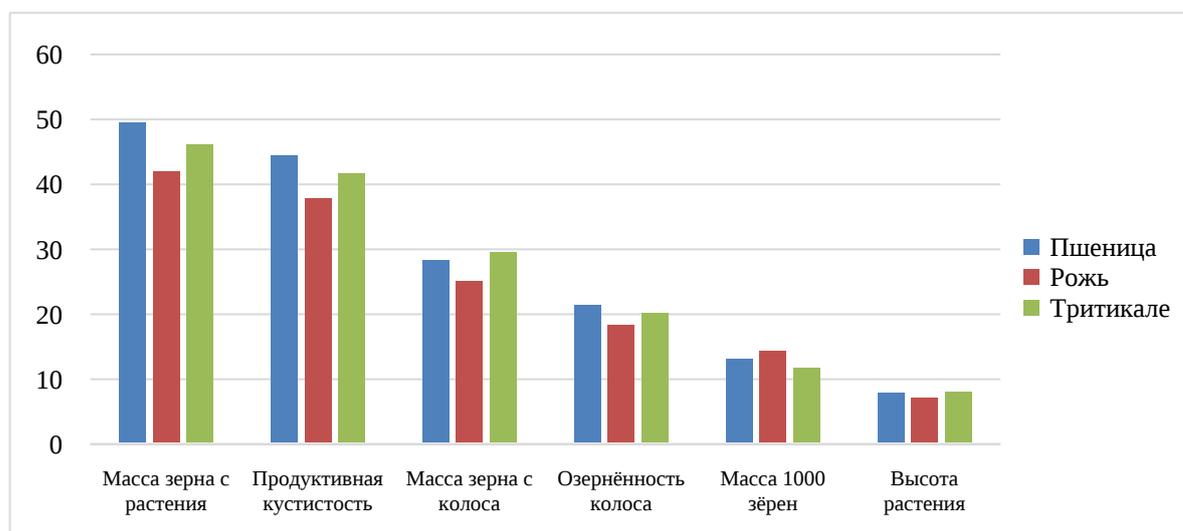


Рисунок 3 – Коэффициент вариации количественных признаков (2018-2020 гг.), %

Для массы зерна с колоса зависимость с озернённостью колоса была более тесной ($r = 0,802...0,927$), чем с массой 1000 зёрен ($r = 0,644...0,757$). Озернённость колоса у сортов и линий пшеницы и тритикале была наиболее тесно связана с числом зёрен в колоске ($r = 0,853...0,887$ и $r = 0,712...0,830$), а у сортов и линий ржи – с количеством колосков в колосе ($r = 0,692...0,808$).

3.4 Урожайность зерна

Урожайность является ведущим показателем хозяйственной ценности сорта. Среди образцов пшеницы наиболее урожайными оказались линии 34/20, 45/19, 46/19, 47/19 и сорт Юбилейная 180 (таблица 3). Они стабильно превосходили стандарт Омскую 4 во все годы исследований, причём в 2018 и 2020 гг. превышение было достоверным.

Таблица 3 - Урожайность сортов и линий озимых культур, т/га

Сорт, линия	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	К стандарту
Пшеница					
Омская 4 (стандарт)	4,06	6,19	3,44	4,56	-
Юбилейная 180	5,01	6,67	5,14	5,61	1,05
Линия 34/20	6,24	6,70	4,89	5,94	1,38
Линия 45/19	5,59	6,80	4,94	5,78	1,22
Линия 46/19	5,85	6,36	4,78	5,66	1,10
Линия 47/19	6,01	6,58	4,79	5,79	1,23
НСР ₀₅	0,44	0,68	0,79	0,97	-
Тритикале					
Алтайская 4 (стандарт)	5,28	6,46	6,21	5,98	-
Линия 6/19	5,80	7,47	6,11	6,46	0,48
Линия 9/18	7,32	7,96	6,92	7,40	1,42
Линия 10/18	6,16	6,94	7,42	6,84	0,86
НСР ₀₅	0,24	0,72	0,30	0,95	-

У тритикале лучшей по урожайности была линия 9/18, достоверно превосходящая стандартный сорт Алтайскую 4 во все годы исследований. Также выделяются урожайные линии 6/19 и 10/18.

Среди озимых культур рожь отличалась более высокой урожайностью (6,66 т/га) в сравнении с тритикале и пшеницей (6,44 и 5,03 т/га соответственно).

За период 2016-2020 гг. проведена оценка параметров адаптивности по урожайности у образцов озимой пшеницы. Наиболее высокие значения коэффициента линейной регрессии отмечены у линий 22/16 ($b_i = 1,19$), 24/16 ($b_i = 1,15$), сортов Юбилейная 180 ($b_i = 1,18$), Омская 4 ($b_i = 1,17$) (таблица 4).

Слабее реагировали на изменение условий среды линии 38/17, 47/16, 42/18, сорта Прииртышская, Прииртышская 2 ($b_i = 0,81-0,89$). У линий 25/16, 26/16 и 43/18 пластичность оказалась близкой к единице ($b_i = 1,01-1,02$).

Таблица 4 - Параметры адаптивности образцов озимой пшеницы (2016-2020 гг.)

Сорт, линия	Урожайность, т/га	Коэффициент вариации (V), %	Пластичность (b_i)	Стабильность (S^2_d)
Омская 4 (стандарт)	4,24	38,1	1,17	0,30
Прииртышская	4,85	22,8	0,81	0,05
Прииртышская 2	5,29	26,3	0,86	0,48
Юбилейная 180	5,19	31,0	1,18	0,17
Линия 22/16	4,67	35,3	1,19	0,31
Линия 24/16	4,65	32,9	1,15	0,01
Линия 25/16	4,45	30,8	1,01	0,17
Линия 26/16	4,50	32,7	1,02	0,45
Линия 47/16	5,01	24,3	0,89	0,08
Линия 38/17	5,18	23,8	0,82	0,36
Линия 42/18	4,58	26,7	0,89	0,15
Линия 43/18	5,70	23,8	1,01	0,10
НСР ₀₅	0,59	-	-	-

Самой стабильной в опыте была линия 24/16 ($S^2_d = 0,01$). Также выделяются сорт Прииртышская, линии 47/16, 43/18 ($S^2_d = 0,05-0,10$). Среди менее стабильных – сорт Прииртышская 2 ($S^2_d = 0,48$), линии 22/16, 26/16, 38/17 ($S^2_d = 0,31-0,45$) и стандартный сорт Омская 4 ($S^2_d = 0,30$).

У всех образцов изменчивость урожайности была значительной. Самое высокое значение коэффициента вариации отмечено у стандартного сорта Омская 4 ($V = 38,1$ %). Относительно менее изменчивыми по урожайности оказались сорт Прииртышская ($V = 22,8$ %), линии 38/17, 43/18 (у обеих $V=23,8$ %).

Глава 4. Показатели качества зерна сортов озимых зерновых культур

За период 2017-2019 гг. среди образцов озимой пшеницы по комплексу показателей качества зерна (натура зерна, содержание белка и клейковины, сила

муки и др.) выделяются линии 24/16, 22/16, сорта Прииртышская и Юбилейная 180.

Анализ показателей качества зерна (2014-2019 гг.) выявил некоторое преимущество пшеницы перед тритикале по содержанию белка в зерне в годы исследований. У пшеницы были также более высокие средние значения натуре зерна и стекловидности в сравнении с тритикале (соответственно 784 г/л и 50 % против 719 г/л и 49 %).

Наиболее стабильными (2015-2018 гг.) по натуре зерна среди всех изученных образцов оказались линии 24/16, 25/16, 43/16 ($S^2_d = 4,28...16,19$).

По содержанию белка сильнее реагировала на изменение условий выращивания линия 47/16 ($b_i = 1,34$). По меньшей изменчивости накопления белка следует выделить сорт Прииртышскую, линии 24/16, 26/16 ($S^2_d = 0,02...0,05$). Среди них линия 24/16, наряду с высокой стабильностью ($S^2_d = 0,02$), отличалась и повышенной пластичностью ($b_i = 1,14$).

Константным содержанием клейковины характеризовались линии 24/16, 26/16, сорт Прииртышская 2 ($S^2_d = 0,18...0,29$). К числу отзывчивых на условия среды с меньшей вариабельностью признака следует отнести линию 47/16 ($b_i = 1,53$; $S^2_d = 0,40$). По показателю ИДК, характеризующему качество клейковины, к числу пластичных отнесены сорт Прииртышская, линия 28/16 ($b_i = 1,23...1,28$). Менее варьирующие величины этого показателя были у сорта Прииртышская 2, линии 26/16 ($S^2_d = 1,88...2,10$).

В условиях 2014-2019 гг. выявлена отрицательная связь урожайности с содержанием белка в зерне ($r = -0,247...-0,616$) и с клейковиной ($r = -0,701$), что указывает на определённые сложности сочетания высокой урожайности и содержанием белка и клейковины в сортах озимых культур в Омском регионе.

Натура зерна у пшеницы характеризовалась средней положительной корреляцией с урожайностью ($r = 0,530$). Для тритикале связь этих признаков оказалась не существенной ($r = 0,008$).

Корреляционная связь стекловидности с урожайностью у двух культур была несущественной ($r = -0,039...0,195$).

Связь урожайности с числом падения у тритикале оказалась средней положительной ($r = 0,335$).

Корреляционная связь массы 1000 зёрен с натурой была положительной: от средней у тритикале ($r = 0,409$) до сильной у пшеницы ($r = 0,708$). Корреляция массы 1000 зёрен с белком отмечена как отрицательная у пшеницы ($r = -0,259$), так и положительная у тритикале ($r = 0,305$).

Связь белка со стекловидностью в наших опытах оказалась положительной ($r = 0,117...0,269$), а с натурой зерна – отрицательной ($r = -0,191...-0,520$).

Глава 5. Создание сортов озимых зерновых культур и их характеристика

При создании сортов в лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ использовались различные методы. Непосредственно через проведённую в лаборатории внутривидовую гибридизацию и последующий отбор в питомниках селекционного процесса созданы сорта озимой ржи Сибирь 4; озимой тритикале Сибирский и Венец Сибири 2.

Через привлечение в скрещивания мутантных форм получены сорта озимой пшеницы Прииртышская и Прииртышская 2 (в ГСИ с 2019 г.).

Возделывание новых сортов является более выгодным, поскольку за счёт высокой урожайности они имеют преимущество перед стандартными сортами по экономическому эффекту (таблицы 5 и 6).

Таблица 5 - Экономическая эффективность выращивания сортов озимой пшеницы (2018-2020 гг.)

Показатель	Омская 4 (стандарт)	Прииртышская	Прииртышская 2
Урожайность, т/га	4,56	5,03	5,13
Производственные затраты на 1 га, руб.	25080	25856	26020
Себестоимость 1 т, руб.	5500	5140	5072
Цена реализации 1 т, руб.	12300	12300	12300
Экономический эффект, руб./га	-	5006	6071
Рентабельность, %	124	139	143

Таблица 6 - Экономическая эффективность выращивания сортов озимой ржи (2018-2020 гг.)

Показатель	Сибирь (стандарт)	Сибирь 4
Урожайность, т/га	6,86	7,08
Производственные затраты на 1 га, руб.	37730	38090
Себестоимость 1 т, руб.	5500	5380
Цена реализации 1 т, руб.	10600	10600
Экономический эффект, руб./ га	-	1971
Рентабельность, %	93	97

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ данных перезимовки (2018-2020 гг.) позволил выявить в КСИ образцы озимой пшеницы (линии 26/16, 34/20, 43/19, 45/19, 47/19, сорта Юбилейная 180, Прииртышская) с лучшей, чем у стандарта, зимостойкостью.

2. Полегание растений в зоне южной лесостепи Омской области наиболее характерно для сортов озимой ржи и тритикале. Установлена сильная отрицательная связь между высотой растений и их устойчивостью к полеганию ($r = -0,784$). Появление в КСИ низкорослых форм тритикале (линии 6/19, 9/18, 10/18, 11/18) позволяет надеяться на решение проблемы полегания этой культуры в регионе.

3. Корреляция зимостойкости с высотой растений и с устойчивостью к полеганию была слабой и не существенной ($r = 0,016...0,276$ и $r = -0,112...0,102$), что предполагает возможность сохранения относительно высокой зимостойкости у низкорослых и устойчивых к полеганию форм озимых культур.

4. Среди количественных признаков сортов и линий озимых культур наименьший уровень изменчивости отмечен для высоты растения, а наибольший – для продуктивной кустистости, массы зерна колоса и растения. По комплексу признаков (масса 1000 зёрен, масса зерна колоса и др.) выделены лучшие номера КСИ: у пшеницы – линия 38/17, Юбилейная 180 и Прииртышская 2; у тритикале -

линии 9/18 и 10/18. Они могут быть использованы как исходный материал в гибридизации.

5. Выявлено наличие наиболее тесной связи продуктивности растения с продуктивной кустистостью ($r = 0,651...0,870$). Продуктивность колоса характеризовалась сильной корреляцией с его озернёностью ($r = 0,802...0,927$). Озернёность колоса у сортов и линий пшеницы и тритикале была наиболее тесно связана с числом зёрен в колоске ($r = 0,853...0,887$ и $r = 0,712...0,830$), а у сортов и линий ржи – с количеством колосков в колосе ($r = 0,692...0,808$).

6. Наиболее урожайными, в сравнении со стандартом, оказались линии пшеницы 34/20, 45/19, 46/19, 47/19 и сорт Юбилейная 180 (в среднем от 5,61 до 5,94 т/га). У тритикале выделяется линия 9/18 (Венец Сибири 2), которая превосходила по урожайности сорта и линии всех культур в годы исследований (её среднее значение 7,40 т/га).

7. Установлено, что линия 43/18 (5,70 т/га) является пластичной по урожайности ($b_i = 1,01$). Сорт Юбилейная 180 – это сорт интенсивного типа ($b_i = 1,18$). Слабее реагируют на изменение условий среды сорта Прииртышская, Прииртышская 2, линии 38/17, 47/16 ($b_i = 0,81-0,89$). Наиболее стабильная по урожайности – линия 24/16 ($S^2_d = 0,01$).

8. По содержания белка линия 24/16 наряду с высокой стабильностью ($S^2_d = 0,02$), отличается и повышенной пластичностью ($b_i = 1,14$). К отзывчивой на условия среды с меньшей вариабельностью содержания клейковины относится линия 47/16 ($b_i = 1,53$; $S^2_d = 0,40$). По качеству клейковины (ИДК), к числу пластичных отнесены сорт Прииртышская, линия 28/16 ($b_i = 1,23...1,28$). Менее варьирующие величины этого показателя у сорта Прииртышская 2, линии 26/16 ($S^2_d = 1,88...2,10$).

9. По данным показателей качества у озимой пшеницы выделяются линии 22/16, 24/16, сорта Прииртышская и Юбилейная 180. Пшеница имела лучшие значения природы зерна, содержания белка в зерне и стекловидности в сравнении с тритикале. Отрицательная корреляция урожайности как с белком ($r = -0,247...-0,616$), так и с клейковиной ($r = -0,701$) указывает на определённую сложность сочетания высоких значений урожайности и содержания белка в зерне в изучаемом наборе селекционных номеров.

10. Методом внутривидовой гибридизации, отборами из других сортов, а также через привлечение в скрещивания мутантных форм с участием автора созданы сорта озимой пшеницы, ржи и тритикале.

11. Возделывание новых сортов является более выгодным, поскольку за счёт высокой урожайности они имеют преимущество перед стандартными сортами по экономическому эффекту.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДСТВА

1. В качестве источников ценных признаков при селекции озимой пшеницы рекомендуется использовать:

- зимостойкость – озимая пшеница сорта Прииртышская, Юбилейная 180, линии 26/16, 34/20, 43/19, 45/19, 47/19

- высота растений (устойчивость к полеганию) – озимая пшеница Прииртышская 2, тритикале линии 9/18, 10/18, 11/18;
 - продуктивная кустистость: озимая пшеница – Прииртышская 2, линии 24/16, 25/16, 38/17, тритикале – линии 6/19, 9/18, 10/18, 11/18;
 - масса 1000 зерен – озимая пшеница Прииртышская 2, линии 43/18, 47/16 и 38/17, рожь – Сибирь, Сибирь 4;
 - продуктивность колоса и растения: озимая пшеница – Юбилейная 180, Прииртышская 2, линия 38/17, тритикале - линии 9/18 (Венец Сибири 2), 10/18.
2. Более широкое возделывание сорта озимой ржи Сибирь 4, озимой пшеницы Прииртышская, включённых в Государственный реестр селекционных достижений, а также сортов озимой пшеницы Прииртышская 2 и озимой тритикале Венец Сибири 2 обеспечит стабильность при производстве зерна в Сибирском регионе.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Трипутин В.М., Шварцкопф Т.В. Селекция озимой пшеницы в Омской области // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 3. – С. 5-8.
2. Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Трипутин В.М., Пахотина И.В., Зелова Л.А. Селекция озимой пшеницы на качество зерна в Омской области // Вестник Алтайского ГАУ. – 2017. - № 5. – С. 5-9.
3. Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Трипутин В.М., Шварцкопф Т.В., Мазепа Н.Г. Результаты селекции озимой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. - 2019. - № 1. - С. 32-34.
4. Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Трипутин В.М. Сорт озимой мягкой пшеницы Прииртышская 2 // Вестник Алтайского ГАУ. – 2020. – № 2. – С. 32-37.
5. Евдокимов М.Г., Белан И.А., Юсов В.С., Ковтуненко А.Н., Россеева Л.П. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твёрдой) селекции Омского аграрного научного центра // Достижения науки и техники АПК. – 2020. - Т. 34. - № 10. - С. 9-15.
6. Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н., Кашуба Ю.Н. Характеристика перспективных по урожайности образцов озимой пшеницы // Вестник Алтайского ГАУ. – 2021. - № 1. – С. 5-9.

Публикации в других изданиях

7. Мухордова М.Е., Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н. Корреляционный и путевой анализ хозяйственно-ценных признаков озимой тритикале в условиях Омской области // Тритикале: Материалы межд. науч.-практ. конф. – Ростов-на-Дону, 2018. – С. 120-124.
8. Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Трипутин В.М., Шварцкопф Т.В. Результаты изучения исходного материала озимой мягкой пшеницы для селекции в южной лесостепи Западной Сибири // Состояние и перспективы научного обеспечения АПК Сибири: Сборн. науч. стат. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Б.А., 2018. – С. 224 – 227.

9. Трипутин В.М., **Ковтуненко А.Н.**, Кашуба Ю.Н. Корреляции количественных признаков у озимой пшеницы в Омской области // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XXI межд. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – С. 67-69.

10. Трипутин В.М., **Ковтуненко А.Н.**, Кашуба Ю.Н. Корреляции урожайности с хозяйственно-ценными признаками у озимой пшеницы в условиях Омской области // Сборн. материалов Всеросс. (национальной) науч.-практич. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения С. И. Леонтьева. – Омск: ОмГАУ, 2019. – С. 275-279.

11. Трипутин В.М., **Ковтуненко А.Н.**, Кашуба Ю.Н. Изменчивость количественных признаков озимой пшеницы в условиях Омской области // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве: Сборн. статей по материалам III Всеросс. (национ.) науч.-практ. конф. / Курганская ГСХА. - Курган, 2019. - С. 262-265.

12. Трипутин В.М., **Ковтуненко А.Н.**, Кашуба Ю.Н., Пахотина И.В. Селекционная оценка озимых зерновых культур в Омской области // Актуальные направления развития аграрной науки: Сборник науч. статей, посвящ. 50-летию селекционного центра ФГБНУ «Омский АНЦ». – Омск: Изд-во ИП Макшеевой И.А., 2020. - с. 249-254.

13. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Омский АНЦ»: каталог / Омский АНЦ; подгот.: **А.Н. Ковтуненко** [и др.]; под общ. ред. М.С. Чекусова. – Омск, 2020. – С. 17-24.

14. Трипутин В.М., **Ковтуненко А.Н.**, Кашуба Ю.Н. Оценка биометрических показателей озимой тритикале в условиях Омской области // Тритикале: Материалы заседания секции тритикале ОСХН РАН. – Ростов-на-Дону, 2021. – С. 116-122.

15. Трипутин В.М., **Ковтуненко А.Н.**, Кашуба Ю.Н. Изменчивость количественных признаков озимой ржи в условиях Омской области // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, «цифра», окружающая среда (AgroProd 2021): материалы межд. науч.-практ. конф. / – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2021. — С. 194-196.

Авторские свидетельства и патенты

16. **А.с.** Рожь озимая Сибирь 4 / Гайдар А.А., **Ковтуненко А.Н.** Рутц Р.И., Кашуба Ю.Н., Мухордов Е.Г., Шварцкопф Т.В. (РФ). - № 55964: по заявке № 8954461, с датой приоритета 20.12.2010, выдано 02.03.2015. **Пат.**; селекционное достижение RU № 7735; Заявитель и патентообладатель ГНУ Сибирский НИИСХ Россельхозакадемии; заявка № 8954461 с датой приоритета 20.12.2010; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 02.03.2015

17. **А.с.** Тритикале озимая Сибирский / Кашуба Ю.Н., **Ковтуненко А.Н.** Мухордов Е.Г., Николаев П.Н., Рутц Р.И., Шварцкопф Т.В. (РФ). - № 55968: по заявке № 8954463, с датой приоритета 20.12.2010, выдано 22.04.2016. **Пат.**; селекционное достижение RU № 8466; Заявитель и патентообладатель ФГБНУ Сибирский Научно-Исследовательский Институт Сельского Хозяйства; заявка

№ 8954463 с датой приоритета 20.12.2010; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 22.04.2016

18. **А.с.** Пшеница мягкая озимая Прииртышская / Гайдар А.А., **Ковтуненко А.Н.** Рутц Р.И., Колмаков Ю.В., Мухордов Е.Г., Мазепа Н.Г., Кашуба Ю.Н., Пахотина И.В., Шварцкопф Т.В., Мухордова М.Е. РФ № 66503: по заявке № 8559163, с датой приоритета 12.12.2014, выдано 12.11.2018. **Пат.;** селекционное достижение RU № 9918; Заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Омский АНЦ»; заявка № 66502 с датой приоритета 12.12.14; регистрация в гос. реестре охраняемых селекционных достижений от 12.11.18