

На правах рукописи

АХТАРИЕВА Марина Камиловна

**ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНОГО
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПО
КАЧЕСТВУ ЗЕРНА В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ**

Специальность 06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных
растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Тюмень – 2020

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент **Белкина Раиса Ивановна**

Официальные оппоненты: **Лихенко Иван Евгеньевич**, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе Института цитологии и генетики СО РАН, руководитель Сибирского НИИ растениеводства и селекции – филиала ИЦиГ СО РАН

Пахотина Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией качества зерна, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»**

Защита состоится «17» ноября 2020 г. в 13-30 на заседании диссертационного совета Д 999.114.02 при ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» по адресу:

625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7.

Телефон/факс: 8(3452) 29-01-52;

e-mail: dissgausz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного аграрного университета Северного Зауралья и на сайте университета <http://www.tsaa.ru>

Автореферат разослан «___» ____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор с.-х. наук

Турсумбекова Галина Шалкаровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Мягкая яровая пшеница – основная пищевая культура Российской Федерации. Увеличение продуктивности пшеницы в сочетании с улучшением биохимических показателей и технологических достоинств зерна – главная задача селекционеров (Ковтун В.И., 2013).

На эффективность производства зерна, наряду с урожайностью, существенно влияет качество продукции. Однако в реальных условиях зернового производства возделываемые сорта не всегда в полной степени реализуют потенциальные возможности в формировании высококачественного зерна. В связи с этим уровень качества выращиваемого зерна невысокий, и еще более снижается из-за несвоевременности уборки и ряда других факторов (Колмаков Ю.В., 2007). Таким образом, актуальным следует считать направление селекционных работ в плане адаптации сортов к специфическим местным условиям (Казак А.А. и др., 2015).

Сорт является одним из самых доступных и эффективных средств повышения урожайности (Галеев Р.Р. и др., 2017). Именно сорту принадлежит первостепенная роль в формировании качественного потенциала зерна (Белоусова Е.М., 1988).

В связи с этим целесообразно проводить оценку физических, физико-химических и биохимических свойств зерна пшеницы, начиная с ранних этапов селекции. В дополнение к общепринятым методам разработаны методы биохимической характеристики качества клейковины на основе исследования наследственных особенностей запасных и β -амилазных белков (Нецветаев и др., 2014; 2015). Изучение комплекса качественных показателей яровой пшеницы, факторов влияющих на формирование этих показателей позволит выявить направление и перспективность исследований по совершенствованию существующих и разработке новых методов тестирования качества зерна пшеницы, как в интересах селекции, так и для производства высококачественной пищевой продукции.

Степень разработанности темы исследований.

Исследования в области повышения технологических свойств зерна пшеницы отражены в трудах Л.Я. Ауэрмана, В.Л. Кретовича, Н.С. Беркутовой, Е.П. Мелешкиной и др. Существенный вклад в решение проблемы повышения качества зерна пшеницы в условиях Сибири внесли С.С. Синицын, Ю.В. Колмаков, А.Г. Разумовский, А.С. Иваненко, Р.И. Белкин и др. Вместе с тем, изучение белково-углеводного комплекса яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья значительно расширит биохимическую характеристику зерна, что важно как для селекции, так и для технологий переработки зерна этой культуры.

Цель исследований – оценка физических, физико-химических и биохимических свойств зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости, определение доли вклада отдельных факторов в формирование показателей, исследование корреляционных взаимосвязей между признаками качества зерна.

Задачи:

- изучить физические и физико-химические свойства зерна сортов пшеницы по показателям: масса 1000 зерен, натура, стекловидность, содержание и качество клейковины, число падения;
- исследовать биохимические показатели зерна пшеницы: содержание белка, содержание крахмала, SDS-седиментация и количество дисульфидных связей белкового комплекса;
- выявить генетически обусловленный полиморфизм β -амилазы зерна яровой мягкой пшеницы посредством электрофореза β -амилаз;
- сгруппировать сорта яровой мягкой пшеницы, по зимотипам β -амилазы и выделить зимотипы β -амилазы, способные улучшить качество зерна;
- определить долю вклада отдельных факторов в формирование показателей качества зерна;
- рассчитать корреляционные зависимости между показателями качества зерна у сортов пшеницы разных групп спелости.

Научная новизна. Впервые в условиях региона изучены особенности формирования признаков качества зерна сортами яровой мягкой пшеницы разных групп спелости, выращенных в условиях Северного Зауралья. Выявлены различия по влиянию факторов «сорт» и «год» на изменчивость признаков качества зерна у сортов различных групп спелости. Впервые в условиях региона изучен полиморфизм β -амилаз яровой мягкой пшеницы и выявлена возможность определения состояния белково-углеводного комплекса с целью характеристики качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Особенности формирования физических, физико-химических и биохимических признаков качества зерна сортами яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в условиях Северного Зауралья.
2. Положительное влияние на образование межмолекулярных $-S-S-$ связей белкового комплекса зерна имеет изофермент β -амилазы типа С.
3. Доля вклада сорта в изменчивость признаков качества зависела от группы спелости.

Практическая значимость работы. Сорта яровой мягкой пшеницы, выделившиеся по отдельным признакам и комплексу показателей качества зерна, рекомендованы для использования в практической селекции. Как источники повышенного качества белкового комплекса определены и рекомендованы генотипы пшеницы по изоферментам β -амилазы. Результаты исследований использованы в практической селекции научно-исследовательских учреждений: ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН (г. Белгород), СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН (г. Новосибирск), НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН (г. Тюмень), что подтверждается справками о внедрении.

Степень достоверности результатов исследований. Исследованы физические, физико-химические и биохимические свойства зерна 42 сортов

яровой мягкой пшеницы разных групп спелости различного экологогеографического происхождения. Методы оценки соответствуют методикам, изложенным в государственных стандартах. Для биохимической характеристики белково-углеводного комплекса зерна применяли опубликованные методики отечественных ученых. Выводы и положения, выносимые на защиту, представленные в диссертации, отвечают целям, задачам работы и соответствуют полученным результатам. Обработка данных выполнена с использованием методов вариационного, корреляционного и дисперсионного анализов (Доспехов Б.А., 1985). Для статистической обработки полученных данных использовали прикладную программу «MicrosoftExel», программы NIRSMAN (Основы НИР в растениеводстве) и StatNov (1991).

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на заседаниях кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства ГАУ Северного Зауралья в 2011, 2012, 2013 гг. и на курсах повышения квалификации для товаропроизводителей агропромышленного комплекса юга Тюменской области; на конференции «Научно-техническое творчество молодежи – агропромышленному комплексу Урала и Сибири» (Тюмень, 2010); на региональной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 50-летию Тюменской государственной сельскохозяйственной академии «Молодежь XXI века – аграрной науке» (Тюмень, 2010); на Международной научно-технической конференции «Научные исследования – основа модернизации сельскохозяйственного производства» (Тюмень, 2011); на Международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству» (Челябинск, 2012); на Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных «Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодёжи» (Курган, 2014).

Личный вклад. Исследование показателей качества зерна выполнены лично автором и совместно с доктором биологических наук, профессором В.П. Нецветаевым. Анализ полученных экспериментальных данных, статистическая обработка результатов, апробация результатов исследований, публикации и написание текста диссертации выполнены лично автором.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 научных статей, в т.ч. 1 – в международной индексируемой базе Scopus, 3 – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 138 страницах компьютерного текста, включает 30 таблиц, 6 приложений и 12 рисунков, состоит из введения, 5 глав и заключения. Список литературы содержит 242 источника, в том числе 26 – иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Аналитический обзор литературы

В главе представлен аналитический обзор литературы о значении и использовании зерна пшеницы. Отражен химический состав зерна пшеницы.

Приведены сведения о сорте пшеницы – основе получения высококачественного зерна.

Глава 2. Условия, объекты и методика проведения исследований

Исследования проведены в лаборатории качества продукции растениеводства Агробиотехнологического центра Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» и в аналитической лаборатории Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук». Проанализированы сорта мягкой яровой пшеницы, выращенные в северной лесостепи Тюменской области на опытном поле ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья в 2011-2013 гг. Почвенный покров опытного поля – чернозем выщелоченный. Предшественник в опыте – чистый пар. Исполнитель полевого опыта – Л.А. Сердюкова.

Метеорологические условия в годы проведения опытов. Температура воздуха в вегетационный период 2011 г. соответствовала многолетнему уровню, количество осадков было выше нормы в июне, а в июле и августе ниже нормы. В целом условия года были благоприятными для роста, развития растений и формирования продуктивности яровой пшеницы. 2012 год отличался жаркой и сухой погодой с дефицитом осадков в летний период, что сократило вегетационный период сортов пшеницы. В результате таких погодных условий зерно сформировалось недостаточно выполненным и характеризовалось пониженной натурой. Условия 2013 г. отличались умеренно теплой погодой с достаточным количеством осадков. Июнь выдался сухим и жарким, а июль особенно дождливым. В целом погодные условия 2013 г. были благоприятными для формирования урожайности и качества зерна яровой пшеницы.

Объекты исследований: 42 сорта яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения разных групп спелости: среднеранних – 9 сортов, среднеспелых – 26, среднепоздних – 7. Стандартом в среднеранней группе служил сорт Новосибирская 31, в среднеспелой – Тюменская 29, в среднепоздней – Мелодия.

Оценку физических свойств зерна (масса 1000 зерен, натура, стекловидность), физико-химических признаков (содержание сырой клейковины в зерне, качество клейковины, активность амилолитических ферментов по величине числа падения, седиментация) и биохимические показателей (содержание общего азота, содержание крахмала, амилазную активность β -амилаз и суммарную) выполняли в соответствии с методами Государственных стандартов.

Для оценки количества дисульфидных связей белкового комплекса использовали метод В.П. Нецветаева (2009).

Электрофорез β -амилаз и общих амилаз проводили в соответствии с опубликованными методиками (Дарканбаев Е.Б., 1980; Рыбалка А.И. и др., 1980; Нецветаев В.П и др., 2012).

При обработке данных использовали методы вариационного, корреляционного и дисперсионного анализов (Доспехов Б.А., 1985). Для статистической обработки полученных данных использовали прикладную программу «Microsoft Excel», программы NIRSMAN (Основы НИР в растениеводстве) и StatNov (1991).

Глава 3. Физические и физико-химические свойства зерна сортов яровой пшеницы

3.1 Масса 1000 зерен

Масса 1000 зерен яровой пшеницы, по сведениям В.В. Новохатина, применительно к условиям северной лесостепи Тюменской области составляет у раннеспелого сорта – 37-40 г, у среднеспелого – 39-43 г (Программа работ комплексного селекционно-семеноводческого центра..., 2011).

Наиболее крупное и плотное зерно с высокой и выше средней массой 1000 зерен сформировалось у сортов среднеспелой и среднепоздней групп спелости за 2011-2013 гг. исследований. Условия 2011 г. были благоприятны для формирования крупного зерна пшеницы: масса 1000 зерен варьировала от 33,8 (Новосибирская 15) до 47,5 г (Казахстанская 10). Из группы среднепоздних сортов высокой массой 1000 зерен отличался сорт Радуга – 46,0 г (+2,7 г к стандарту). Выделились сорта Чернява 13 (42,8 г), Новосибирская 29 (38,4 г), Тюменская 27 (38,9 г), Тюменская 30 (39,2 г) из группы среднеранних сортов. Из среднеспелых сортов лучшими по данному показателю были Тюменская 28 (43,8 г), Ильинская (44,1 г), Геракл (43,9 г), ОмГАУ 90 (44,6 г), Черноземноуральская (44,5 г), Скэнт 3 (44,7 г), Памяти Леонтьева (43,6 г).

В 2012 г. средние значения массы 1000 зерен были значительно ниже, чем годом ранее, что объясняется дефицитом осадков в период налива и созревания зерна. Из среднеранних сортов пшеницы выделились: Чернява 13 (+5,7 г к стандарту), Омская 36 (+3,6 г), Новосибирская 15 (+3,3 г). У среднеспелых и среднепоздних сортов в 2012 году значения массы 1000 зерен были в пределах 25-30 г. Лучшими показателями в среднеспелой группе отличались сорт-стандарт Тюменская 29 (28,5 г) и Ильинская (29,6 г), в среднепоздней – Баганская 51 (28,6 г), Радуга (28,5 г).

Масса 1000 зерен большей части сортов пшеницы в 2013 г. превышала 30 г. Наиболее высокими показателями характеризовались в среднеранней группе сорта: Чернява 13 (34,8 г), Ирень (33,4 г); в среднеспелой группе – Маргарита (35,1 г), Памяти Леонтьева (35,0 г), Сударушка (34,8 г), Новосибирская 18 (34,4 г); в среднепоздней группе выделились Радуга (35,3 г) и Рикс (34,9 г).

На изменчивость массы 1000 зерен большое влияние оказывал фактор «год». Наибольшее влияние фактора «сорт» отмечено у среднеранних сортов.

3.2 Натура зерна

Натура зерна зависит от выполненности зерна, его плотности, формы и ряда других признаков (Горпинченко Т.В., 2008; Личко Н.М., 2017). Натура служит признаком мукомольных свойств зерна: установлено, что выход муки снижается, если натура зерна ниже 740 г/л (Егоров Г.А., 2007).

Условия 2011 г. были благоприятны для формирования зерна пшеницы с высокой натурой (рис. 1). Требованиям первого и второго классов действующего межгосударственного стандарта ГОСТ 9353-2016 на зерно пшеницы отвечали среднеспелые сорта: Ильинская, Маргарита, Тюменская 25, Скэнт 3, Баганская 51 (натура более 800 г/л); из среднеранней группы выделился сорт Тюменская 30 (814 г/л).

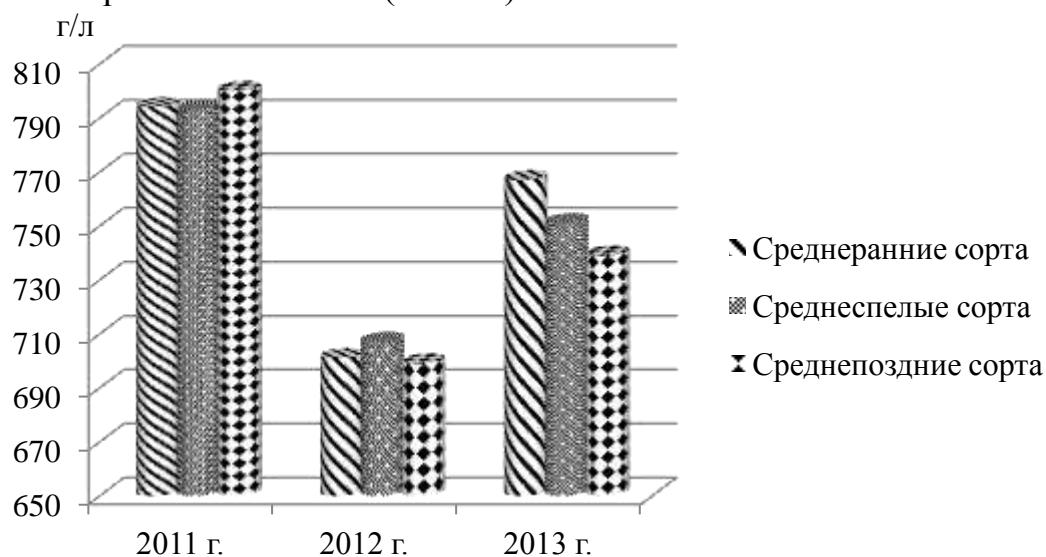


Рисунок 1 – Натура зерна пшеницы, г/л (в среднем по сортам разных групп спелости)

В жарких и засушливых условиях 2012 г. значение натуры зерна у сортов пшеницы всех групп спелости было ниже 710 г/л, что в пределах требований ГОСТ четвертого класса. Некоторые сорта отвечали требованиям ГОСТ первого и второго классов: Авиада (754 г/л) у среднеспелых сортов и Рикс (775 г/л) у среднепоздних сортов. Среди среднеранних сортов максимальное значение у Тюменской 27 (723 г/л) и Тюменской 30 (718 г/л).

2013 год с умеренно теплыми погодными условиями и достаточным количеством осадков способствовал формированию зерна с высокой натурой у большинства сортов среднеранней группы – 89% сортов соответствовало по этому показателю требованию ГОСТ первого и второго классов. Из среднеспелой группы отвечали этому уровню 58% сортов, из среднепоздней – 57.

Факторный анализ показал, что наибольшее влияние на натуру зерна сортов всех групп спелости оказывал фактор «год» – 68-87,9%.

3.3 Стекловидность зерна

В 2011 г. и 2013 г. изучаемые сорта пшеницы характеризовались высокой стекловидностью зерна – 60-89% (рис. 2), что в пределах требований первого класса ГОСТ. В условиях 2012 г. стекловидность была значительно

ниже этих значений: у среднеранних сортов средняя величина стекловидности 69%, у среднеспелых 71%, у среднепоздних – 75%.

Наибольшими значениями стекловидности зерна характеризовались сорта среднепоздней группы: Сибирская 17 (87%), Свирель (82%), Радуга (81%). В среднеспелой группе выделились: Икар (84%), Ильинская (80%), Памяти Леонтьева (80%), в среднеранней – Тюменская 30 (82%) и Челяб степная (80%).

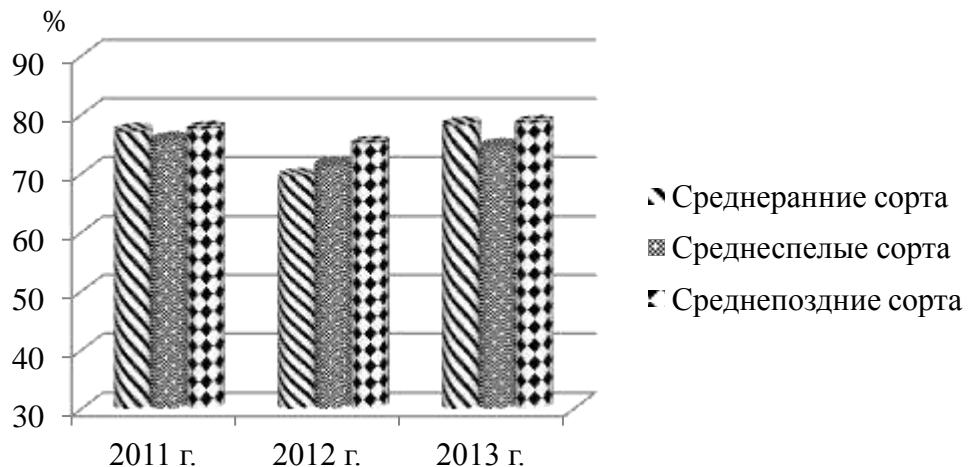


Рисунок 2 – Стекловидность зерна пшеницы, % (в среднем по сортам разных групп спелости)

Существенное влияние на формирование стекловидности в зерне пшеницы оказывал фактор «сорт», особенно это характерно для среднепоздней и среднеранней групп (доля влияния фактора 51,7 и 42,8% соответственно).

3.4 Количество и качество клейковины

Количество и качество клейковины относятся к наиболее информативным признакам при оценке технологических свойств зерна пшеницы (Белоглазова М.В., 2005; Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П., 2005). Средние значения содержания клейковины в зерне составили по годам исследований (2011-2013): у среднеранних сортов – 27,6%, 34,4%; 28,4%; у среднеспелых – 27,9%; 33,8%; 26,5%; у среднепоздних – 25,9%; 30,6%; 25,9%.

Самые высокое содержание клейковины в зерне сортов пшеницы всех групп спелости сформировалось в 2012 г., этому способствовала высокая температура воздуха и ограниченное количество осадков в период созревания зерна.

Из сортов среднеранней группы в условиях 2011 г. высоким содержанием клейковины на уровне стандарта Новосибирская 31 характеризовались сорта Новосибирская 15 (31,0%) и Ирень (30,8%). В условиях 2012 г. уровню стандарта (38,4%) соответствовали Новосибирская 29 и Новосибирская 15. В 2013 г. выделились по содержанию клейковины сорта Новосибирская 31, Челяб степная, Новосибирская 29, Новосибирская 15, Ирень, их значения 28,0-30,0%. В среднем за годы исследований в раннеспелой группе наиболее высокими значениями признака отличались

сорта Новосибирская 31 – 33,9%, Новосибирская 15 – 32,6%, Новосибирская 29 – 32,4%, Ирень – 32,1%. Нормативам второго класса ГОСТ по содержанию клейковины в зерне соответствовали сорта Челяба степная (30,5%) и Тюменская 27 (31,2%).

В среднеспелой группе высоким содержанием клейковины в зерне отличался стандарт Тюменская 29 (в среднем за годы изучения 33,3%). Такому уровню соответствовали показатели у сортов Тюменская 31 (33,1%) и Кампанин (33%). У большей части сортов этой группы значение признака в пределах 28-31,2%, что соответствует нормативам второго класса ГОСТ. Среди них сорта: Тюменская 28, Ильинская, Икар, Геракл, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90 и др.

В группе среднепоздних сортов по содержанию клейковины в зерне выделились сорта: Баганская 51(31,3%), Свирель (29,7%), Рикс (29,1%). Их показатели в среднем за годы изучения на 2,1-4,3% выше, чем у стандарта Мелодия.

Исследования показали, что в 2012 году, характеризующимся повышенным температурным фоном во время созревания зерна, происходило более интенсивное формирование клейковины в зерне. Требованиям первого класса ГОСТ в среднеспелой группе соответствовало 85% образцов (табл.1).

Таблица 1 – Варьирование количества клейковины у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости

Группа спелости	Количество сортов	Среднее значение, %	min-max, %	Коэф. V, %	Количество сортов, соответств. требованиям 1 кл. ГОСТ, %
2011 год					
Среднеранние сорта	9	27,6	20,8 – 32,0	13,8	11
Среднеспелые сорта	26	27,9	22,1 – 34,2	9,3	8
Среднепоздние сорта	7	25,9	23,6 – 31,1	10,0	0
2012 год					
Среднеранние сорта	9	34,4	29,2 – 38,4	9,9	67
Среднеспелые сорта	26	33,8	28,4 – 36,8	6,5	85
Среднепоздние сорта	7	30,6	23,6 – 37,2	15,7	43
2013 год					
Среднеранние сорта	9	28,4	20,8 – 32,0	14,3	11
Среднеспелые сорта	26	26,5	19,6 – 37,6	15,8	12
Среднепоздние сорта	7	25,9	22,3 – 31,2	14,5	0

В условиях 2011 г. количество клейковины в зерне пшеницы у сортов среднеранней группы варьировало от 20,8 до 32%, в среднеспелой – от 22,1 до 34,2%, в группе среднепоздних сортов – от 23,6 до 31,1%. В 2013 г. показатели количества клейковины у сортов среднеранней группы и у сортов среднепоздней группы были идентичны показателям 2011 г. В группе среднепоздних сортов 12% образцов сформировали клейковину более 32%. Коэффициент вариации указывал в основном на среднюю изменчивость

признака, что свидетельствует о разнообразии сортов по содержанию клейковины в пределах каждой группы.

Содержание клейковины в зерне пшеницы среднеранней группы зависело от фактора «сорт» (42,8%) и условий выращивания (42,0%) практически в равной степени. В группе среднеспелых сортов 50,6% составила доля средового фактора. В среднепоздней группе изменчивость признака определялась влиянием фактора «сорт» на 36,4%, и взаимодействием факторов «сорт x год» – на 34,7%.

Один из важных факторов, определяющих технологические свойства пшеницы – **качество клейковины**. В период налива и созревания зерна в 2013 г. погодные условия были оптимальными для образования клейковины в зерне яровой пшеницы. Средние значения качества клейковины в этом году у сортов пшеницы всех групп спелости соответствовали требованиям первого класса ГОСТ. В 2011 и 2012 гг. средние значения качества клейковины у большинства сортов всех групп спелости превышали предел значений для первой группы качества (77 ед. ИДК).

Факторный анализ показал, что именно условия года выращивания оказывают большее влияние на качество клейковины среднеранних (52,4%) и среднеспелых (41,9%) сортов. Доля влияния взаимодействия факторов «год» и «сорт» преобладала у среднепоздних сортов (67,4%).

3.5 Число падения

Средние значения числа падения в зерне сортов пшеницы во все годы исследований соответствовали требованиям 1-го и 2-го классов ГОСТ (не менее 200 с) (рис. 3).

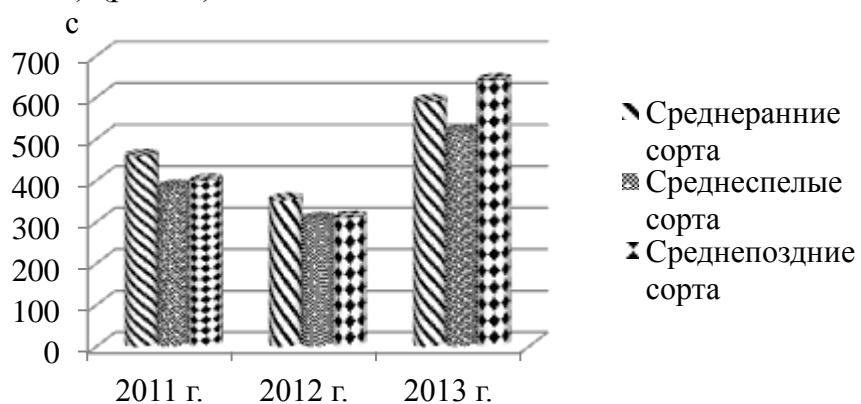


Рисунок 3 – Число падения зерна пшеницы, с (в среднем по сортам разных групп спелости)

Большинство изучаемых сортов (36) отличались высокой величиной числа падения (более 300 с), а у остальных шести сортов: Омская 36, Тюменская 28, Казахстанская 10, Маргарита, Черноземноуральская и Рикс показатели значительно ниже, что свидетельствует о возможной подверженности их к прорастанию зерна в колосе.

Факторный анализ влияния сорта и года показал, что год имеет значительное влияние на показатель сортов среднепоздней группы (64,6%) и

среднеспелой (42,2%). На показатель группы среднеранних сортов значительно повлиял фактор «сорт» – 47,3%.

С учетом изученных показателей качества проведена оценка сортов на соответствие зерна требованиям второго класса ГОСТ 9353-2016. В среднеранней группе в большей степени соответствовали этим требованиям следующие сорта: Челяба степная, Новосибирская 31, Ирень, Тюменская 27 (табл. 2).

Таблица 2 – Сорта среднеранней группы, выделившиеся по показателям качества зерна в соответствии с требованиями второго класса ГОСТ-9353-2016 (2011-2013 гг.)

Показатель	Значения показателя	Сорта
Натура зерна, г/л	Не менее 750 г/л	Тюменская 30, Омская 36, Челяба степная, Тюменская 27, Ирень
Стекловидность, %	Не менее 60%	Все изучаемые сорта
Содержание клейковины, %	Не менее 28%	Новосибирская 31, Новосибирская 15, Новосибирская 29, Тюменская 27, Ирень, Челяба степная
Содержание белка, %	Не менее 14,5 %	Все изучаемые сорта
Число падения, с	200 с и более	Все изучаемые сорта

Среди сортов среднеспелой группы всем требованиям второго класса государственного стандарта отвечали сорта Черноземноуральская, Тюменская 28, Маргарита, Сертори (табл. 3).

Таблица 3 – Сорта среднеспелой группы, выделившиеся по показателям качества зерна в соответствии с требованиями второго класса ГОСТ-9353-2016 (2011-2013 гг.)

Показатель	Значения показателя	Сорта
Натура зерна, г/л	Не менее 750 г/л	Ильинская, Авиада, Икар, Черноземноуральская, Диоблон, Тюменская 29 (St), Новосибирская 18, Тюменская 28, Маргарита, Скэнт 3, Сертори, Памяти Леонтьева, Тюменская 25, Тюменская 31, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90
Стекловидность, %	Не менее 60%	Все изучаемые сорта
Содержание клейковины, %	Не менее 28%	Тюменская 29 (St), Тюменская 28, Тюменская 31, Ильинская, Икар, Авиада, Геракл, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90, Тюменская 25, Черноземноуральская, Скэнт 3, Лютесценс 70, Диоблон, Кампанин, Сертори, ШТРУ-0521911, ШТРУ-0622072, Тепсей, Маргарита
Содержание белка, %	Не менее 14,5 %	Все изучаемые сорта
Число падения, с	200 с и более	Все изучаемые сорта

В среднепоздней группе по большинству признаков качества, предусмотренных требованиями второго классов ГОСТ, выделились сорта: Рикс, Баганская 51, Свирель, Сибирская 17.

Глава 4. Биохимическая характеристика зерна сортов яровой мягкой пшеницы

4.1 Содержание белка в зерне

Средние значения содержания белка в зерне пшеницы разных групп спелости в 2012 и 2013 гг. превышали отметку в 14,5%, т.е. норматив первого класса ГОСТ. Показатели 2011 г. сортов пшеницы всех групп спелости соответствовали третьему классу государственного стандарта.

100% изучаемых сортов пшеницы всех групп спелости в 2012 и 2013 гг. по содержанию белка соответствовали требованиям первого класса ГОСТ.

Содержание белка у среднеранних сортов в 2011 году было в пределах 11,7-15,3%. Сорт-стандарт Новосибирская 31 (13,9%) был превзойден по количеству белка только сортом Ирень (+1,4%) в этой группе спелости. В 2012 и 2013 гг. у стандарта Новосибирская 31 содержание белка составило 19% и 18,4% соответственно, это самые высокие показатели в среднеранней группе сортов пшеницы.

В группе среднеспелых сортов в 2011 году превысили по содержанию белка сорт-стандарт Тюменская 29 (13,7%) несколько сортов: Лютесценс 70, Диоблон и ЛП-588-1-06 (+0,8% все сорта). В 2012 году в этой группе спелости сорта были наиболее конкурентоспособными по отношению к стандарту Тюменская 29 (15,6%): Сертори (+3,7%), Лютесценс 70 (+2,8%), Сударушка, ШТРУ-0521911 (+1,8% оба сорта), Кампанин (+1,5%), Памяти Леонтьева, Тепсей (+1,3% оба сорта), Тюменская 31, Новосибирская 18, Омская 38, Красноуфимская 100, Диоблон, ЛП-588-1-06 и ШТРУ-0622072 (+1,1% все сорта). В 2013 году среднеспелый сорт-стандарт Тюменская 29 (16,4%) превысили Тюменская 31 (+1,6%), ОмГАУ 90 и Сертори (+1% оба сорта).

В группе среднепоздних сортов за 2011-2013 гг. исследований сорт-стандарт Мелодия характеризовался максимальным содержанием белка: в 2011 году – 15%, в 2012 году – 18,1% и в 2013 году – 17,1%, что доказывает высокий потенциал данного сорта в формировании белка в зерне.

Показатели количества клейковины и содержания белка в зерне имели корреляционную зависимость (табл. 4), так как клейковина представляет в своей основе белковое вещество. Наиболее высокие значения коэффициентов корреляции отмечены у сортов среднеранней группы. У среднеспелых сортов зависимость между признаками была на уровне средней, у среднепоздних – на уровне слабой и средней.

Таблица 4 – Коэффициент корреляции между количеством клейковины и белка в зерне сортов пшеницы разных групп спелости

Группа спелости	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Среднеранние сорта	0,842*	0,768*	0,640*
Среднеспелые сорта	0,394*	0,339	0,451*
Среднепоздние сорта	0,225	0,325	0,457

*Связь существенна на 5%-ном уровне значимости

4.2 Содержание крахмала

В условиях 2011 г. наибольшее содержание крахмала наблюдалось у сортов среднеспелой группы, в 2012 г. и 2013 г. у сортов среднеранней группы спелости. По средним значениям за годы исследований выделились сорта среднеранней группы Челяба степная (50,5%), Чернява 13 (47,5%), Тюменская 30 (46,1%), которые характеризовались наибольшим содержанием крахмала в сравнении с остальными сортами этой группы и стандартом Новосибирская 31 (41,6%). В группе среднеспелых сортов выделились Новосибирская 18 (53,3%), Омская 38 (50,7%), Ильинская (48,4%), Икар (48,1%), Красноуфимская 100 (47,6%). В группе среднепоздних сортов максимальное содержание крахмала за годы исследований наблюдалось у сортов Радуга (50,0%), Сибирская 17 (48,6%), Рикс (48,4%) и у стандарта Мелодия (48,0%).

Корреляционная связь между содержанием белка и крахмала в зерне сортов пшеницы разных групп спелости свидетельствовала об отсутствии достоверной взаимосвязи между ними ($t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$).

4.3 SDS-седиментация и количество дисульфидных связей

Количество дисульфидных связей в среднем по сортам разных групп спелости в 2011 г. было самым низким, особенно у среднепоздней группы сортов, в отличие от 2012 г., который характеризовался самыми высокими значениями дисульфидных связей. Сорта среднеранней группы были лучшими по этому компоненту во все изучаемые годы.

В группе среднеранних сортов в 2011 г. максимальными значениями отличались Новосибирская 15 (56,5 усл. ед.) и Ирень (52,25). Наименьшей агрегацией за счет дисульфидных связей обладали формы с ржанымитранслокацией 1BL.1RS и 1AL.1RS – у среднеспелой группы сортов Памяти Леонтьева (4,0), ОмГАУ 90 (1,8) и Омская 38 (17,0). Характерно, что сорт Омская 38 несет ржаную транслокацию 1BL.1RS (Трубачеева Н.В. и др., 2011). В связи с этим, можно ожидать, что сорта Памяти Леонтьева и ОмГАУ 90 также являются носителями ржаной транслокации, ответственной за синтез запасных белков ржи в геноме пшеницы.

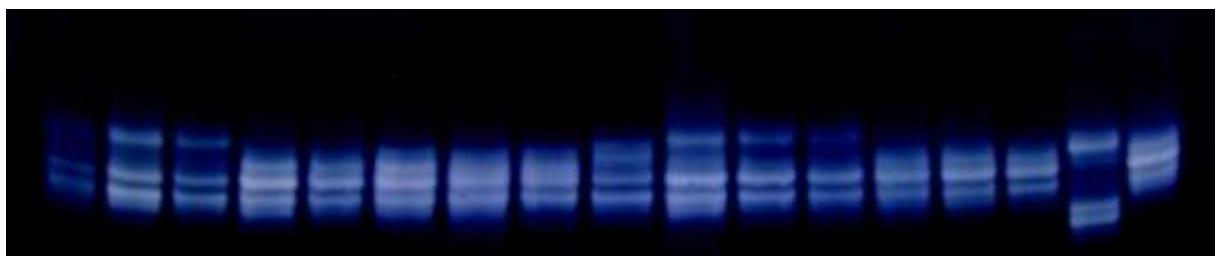
Показатели количества дисульфидных связей в муке в засушенном 2012 г. были выше, чем в 2011 и 2013 гг. исследований. В группе среднеранних сортов высокие значения отмечены у стандарта Новосибирская 31 (77,5 усл. ед.), Новосибирская 29 (76,8) и Новосибирская 15 (76,8). В группе среднепоздних сортов высокие значения наблюдались у сортов Свирель (72,5), Мелодия (70,6) и Баганская 51 (70,5).

В условиях 2013 г. количество дисульфидных связей в муке у большинства сортов было выше, чем в 2011 году, но ниже, чем в 2012 г. Исключения составили в среднеранней группе сорта Ирень (41,5 усл. ед.) и в среднеспелой группе Тюменская 31 (41), Ильинская (42,3), Маргарита (32,7), Диоблон (41,7), Сертори (48).

На основе более низкой реакции на условия среды можно выделить группу среднеранних сортов с повышенным качеством, обусловленным наследственностью. Это сорта сильной пшеницы Новосибирская 15 (среднее значение показателя 66,5 усл. ед.), Новосибирская 31 (62,9 усл. ед.), Новосибирская 29 (58,7 усл. ед.) и ценной – Ирень (55,4 усл. ед.).

4.4 Полиморфизм по изоферментам β -амилазы зерна яровой мягкой пшеницы

Для выявление генетически обусловленного полиморфизма β -амилазы зерна яровой мягкой пшеницы был применён метод электрофореза β -амилаз в трис-глициновой системе ПААГ (рН 8,3). Обнаружено 4 зимотипа β -амилаз (A, A*, C, I) (рис. 4). Процент встречаемости разных зимотипов в селекционном материале: преобладает зимотип A (73%), тип фермента C – более 19% и около 2% зимотип I.



C	C	C	A	A	A	A	A*	C	C	C	A	A	A	I	A
23	23	23	24	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28

Рисунок 4 – Зимотипы сортов:

23 – Авиада

24 – Геракл

25 – Маргарита

26 – Тюменская 29

27 – ОмГАУ-90

28 – ШТРУ-051911

Отбор родоначального растения в процессе селекции проходит не во втором поколении самоопыления, а в третьем или четвертом поколении (р, соответственно, $>0,05$ и $>0,90$).

Изоферменты β -амилазы влияют на агрегирующую способность белкового комплекса эндосперма и определяют его качество. В исследуемый период сорт Новосибирская 15 из среднеранней группы, сорт-стандарт Тюменская 29, Новосибирская 18, Авиада, Сертори и Тепсей из среднеспелой группы и сорта Серебристая и Свирель из среднепоздней группы, имевшие β -амилазу типа C, отличались большей агрегирующей способностью за счет дисульфидных связей по сравнению с группой, несущих вариант A (табл. 5).

Такая же тенденция наблюдалась и в следующем, 2013 г., но в этом случае различия были несущественны.

Результаты наших исследований показали, что улучшение качества зерна яровой мягкой пшеницы путем введения в культуру β -амилаз типа C,

способно улучшить качество белка и не ухудшить зерновую продуктивность новых сортов пшеницы.

Таблица 5 – Варианты β -амилаз и показатели качества белкового комплекса зерна яровой мягкой пшеницы

Типы β - амилаз	Коли- чество сортов	2011г.		2012 г.		2013 г.		Среднее	
		-S-S-	ИДК	-S-S-	ИДК	-S-S-	ИДК	-S-S-	ИДК
C	8	34,6 \pm 5,4	85,0 \pm 3,8	74,6 \pm 1,4	82,5 \pm 2,3	45,3 \pm 3,5	66,9 \pm 4,2	51,5	78,1
A	24	30,9 \pm 2,7	84,6 \pm 1,9	70,6 \pm 0,9	86,3 \pm 0,9	41,7 \pm 1,5	70,0 \pm 2,2	47,5	80,3
Различия между А и С		3,7	0,4	4,0*	-3,8	3,6	-3,1	4,0*	-1,9
Критерий t		0,69	0,09	2,36	1,50	0,94	0,65	-	-
		НСР _{0,95}						0,7	5,6

Примечание: -S-S- – число дисульфидных связей, мл; ИДК – индекс деформации клейковины, усл. ед.; * – различия существенны при $p<0,05$.

Ведущее влияние на вариацию показателей агрегирующей способности белкового комплекса и физических свойств клейковины оказывали условия года.

Глава 5. Характеристика сортов, выделившихся по физическим, физико-химическим и биохимическим свойствам зерна яровой мягкой пшеницы

Дана характеристика сортам, выделившихся по физическим, физико-химическим и биохимическим свойствам зерна яровой мягкой пшеницы: среднеранние сорта – Челяба степная, Тюменская 27, Ирень; среднеспелые сорта – Черноземноуральская, Тюменская 28, Маргарита, Сертори; среднепоздний сорт – Рикс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование физических, физико-химических и биохимических свойств зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости позволило сделать следующие выводы:

1. Более высоким потенциалом в формировании физических свойств зерна (массы 1000 зерен, натуры и стекловидности) отличались сорта пшеницы среднеспелой и среднепоздней групп, в сравнении с сортами среднеранней группы. По массе 1000 зерен из среднеспелой группы выделились сорта Казахстанская 10 (36,3 г), Ильинская (35,8 г), Черноземноуральская (35,2 г), из среднепоздней – Радуга (36,6 г) и Рикс (35,2 г), из среднеранней – Чернява 13 (35,4 г). Высокой величиной натуры зерна (773–777 г/л) характеризовались среднеспелые сорта Ильинская и Авиада, среднепоздний Рикс и среднеранний Тюменская 30.

2. Среднеранние сорта пшеницы характеризовались более высоким содержанием клейковины в зерне, чем сорта других групп спелости. Требованиям первого класса ГОСТ (не менее 32%) соответствовали

показатели среднеранних сортов сильной пшеницы Новосибирская 31, Новосибирская 15, Новосибирская 29, ценной – Ирень и среднеспелых – Тюменская 29, Тюменская 31.

3. Выявлено преимущество сортов среднеранней группы по содержанию белка и крахмала в зерне в сравнении с сортами других групп спелости. Наибольшее содержание белка (17,0–17,5%) отмечено у следующих сортов этой группы: Новосибирская 31, Новосибирская 15, Новосибирская 29, Ирень, а максимальное содержание крахмала (60%) – в зерне сорта Чернява 13. Повышенным содержанием белка (16,1–16,7%) отличались среднеспелые сорта Сертори, Лютесценс 70, Диоблон и среднепоздний – Мелодия.

4. Лучшим сочетанием физических и физико-химических признаков качества зерна характеризовались сорта: Челяба степная, Тюменская 27, Ирень, Новосибирская 31 из среднеранней группы; Черноземноуральская, Тюменская 28, Маргарита, Сертори, Тюменская 29, Тюменская 31, Ильинская, Икар, Авиада, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90, Тюменская 25, Скэнт 3, Диоблон из среднеспелой группы; Рикс, Баганская 51, Свирель, Сибирская 17 из среднепоздней группы.

5. Показатель агрегирующей способности белков муки за счет образования дисульфидных связей наиболее информативным был в годы, близкие по погодным условиям вегетационного периода к средним многолетним для региона. Высокими показателями (66,5 и 62,9 усл. ед.) характеризовались сорта сильной пшеницы среднеранней группы Новосибирская 15 и Новосибирская 31. Среди сортов этой группы выделились также сильная пшеница Новосибирская 29 (58,7 усл. ед.) и ценная – Ирень (55,4 усл. ед.). В среднеспелой группе лучшие показатели у сортов Сертори (59,9 усл. ед.), Тюменская 29 (56,4 усл. ед.) и Ильинская (56,3 усл. ед.), в среднепоздней – у сорта Баганская 51 (50,0 усл. ед.).

6. Установлено положительное влияние изофермента β -амилазы типа С на способность к образованию межмолекулярных -S-S- связей белкового комплекса зерна сортов пшеницы по сравнению с изоферментом β -амилазы типа А. У сортов с преобладанием β -амилазы типа С (Новосибирская 15, Тюменская 29, Новосибирская 18, Авиада, Сертори, Тепсей, Серебристая и Свирель) наблюдалось улучшение физических свойств клейковины, а их зерновая продуктивность не уступала группе сортов, несущих β -амилазу зимотипа А.

7. По результатам факторного анализа установлено существенное влияние на стекловидность зерна и содержание в нем крахмала фактора «сорт» и взаимодействия факторов «сорт» и «год». Доля влияния фактора «сорт» в изменчивости количества клейковины составила у среднеранних сортов 43%, у среднеспелых – 22%, у среднепоздних – 36%. Отмечено преобладающее влияние фактора «год» на изменчивость массы 1000 зерен, натуры зерна, качества клейковины, количества дисульфидных связей.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ

1. Селекционным учреждениям Западной Сибири для использования в селекционных программах рекомендуются сорта яровой мягкой пшеницы с комплексом высоких физических и физико-химических признаков качества зерна: среднеранние – Челяба степная, Тюменская 27, Ирень, Новосибирская 31; среднеспелые – Черноземноуральская, Тюменская 28, Маргарита, Сертори, Тюменская 29, Тюменская 31, Ильинская, Икар, Авиада, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90, Тюменская 25, Скэнт 3, Диоблон; среднепоздние – Рикс, Баганская 51, Свирель, Сибирская 17.

2. Для отбора ценных по качеству форм пшеницы на ранних этапах селекции рекомендуется использовать метод электрофореза β -амилаз.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Ахтариева М.К., Бондаренко Л.С., Акиншина О.В., Нецеваев В.П. Роль наследственности и среды в формировании агрегирующей способности белкового комплекса зерна яровой мягкой пшеницы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2013. – № 24 (167). – С. 72-76.
2. Ахтариева М.К., Белкина Р.И. Белок и клейковина в зерне мягкой пшеницы сортов сибирской селекции в условиях Северного Зауралья // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 4 (24). – С. 34-40.
3. Ахтариева М.К., Белкина Р.И., Сердюкова Л.А., Моисеева К.В. Физические свойства зерна сортов яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (138). – С. 3-8.

Статьи в международной индексируемой базе Scopus:

4. Ахтариева М.К., Козелец Я.О., Филиппова Ю.М., Нецеваев В.П. Изоферменты бета-амилазы у яровой мягкой пшеницы и их роль в агрегации белков зерна // Цитология и генетика. – 2019. – Т. 53. – № 4. – С. 34-40.

Публикации в других изданиях

5. Ахтариева М.К. Влияние условий выращивания на активность фермента альфа-амилазы в зерне яровой пшеницы // Молодежь XXI века – аграрной науке. – Тюмень, 2010. – С. 4-7.
6. Ахтариева М.К. Активность фермента альфа-амилазы в зерне яровой пшеницы различных сроков посева // Научно-техническое творчество молодежи – агропромышленному комплексу Урала и Сибири. – Тюмень 2010. – С. 3-7.
7. Ахтариева М.К., Тоболова Г.В., Белкина Р.И. Электрофоретический метод генетического анализа β -амилазы зерна у сортов пшеницы // Научные исследования – основа модернизации сельскохозяйственного производства. – Тюмень, 2011. – С. 16-18.
8. Ахтариева М.К., Тоболова Г.В., Белкина Р.И. Электрофоретический метод генетического анализа β -амилазы зерна у сортов пшеницы // Материалы LI международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству». – Челябинск, 2012. – С. 13-16.
9. Ахтариева М.К., Бондаренко Л.С., Акиншина О.В., Нецеваев В.П. Количество дисульфидных связей, роль наследственности и среды в формировании агрегирующей способности белкового комплекса муки по сортам яровой пшеницы // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодёжи. – Курган, 2014. – С. 70-74.
10. Ахтариева М.К. Агрегирующая способность белкового комплекса и состояние углеводно-амилазного комплекса зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зауралья // Научные исследования молодых ученых – сельскому хозяйству России. – Москва, 2014. – С. 3-5.