

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
Белкина Р.И.

Тюмень – 2020

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Аналитический обзор литературы.....	9
1.1.Значение и использование зерна пшеницы.....	9
1.2.Химический состав зерна пшеницы	11
1.3.Сорт пшеницы – основа получения высококачественного зерна.....	25
Глава 2. Условия, объекты и методика проведения исследований.....	29
2.1 Агроклиматические условия зоны	29
2.2 Метеорологические условия в годы проведения опытов.....	32
2.3 Материал и методика проведения исследований.....	37
Глава 3. Физические и физико-химические свойства зерна сортов яровой пшеницы	45
3.1.Масса 1000 зерен.....	45
3.2. Натура зерна.....	50
3.3. Стекловидность зерна.....	55
3.4. Количество и качество клейковины.....	60
3.5. Число падения	72
Глава 4. Биохимическая характеристика зерна сортов яровой пшеницы.....	84
4.1 Содержание белка в зерне	84
4.2 Содержание крахмала	90
4.3 SDS-седиментация и количество дисульфидных связей.....	95
4.4 Полиморфизм по изоферментам β -амилазы зерна яровой мягкой пшеницы.....	101
Глава 5. Характеристика сортов, выделившихся по физическим, физико- химическим и биохимическим свойствам зерна яровой мягкой пшеницы.....	108
Заключение.....	111
Предложения для селекционной практики.....	113

Библиографический список.....	114
Приложения.....	138

Введение

Актуальность темы исследования. 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).

Ценность пшеницы как продукта питания заключается в химическом составе её плода – зерновки, в которой содержатся основные элементы, необходимые для жизнедеятельности человека (Шпаар Д., Эллмер Ф., 2000).

Многочисленные исследования показали, что накопление белков, жиров и углеводов в зерне пшеницы в большой степени зависит от погодных условий района произрастания (Кондратенко Е.П. и др., 2016).

Чрезвычайно важно и значение сорта, так как сорт является одним из самых действенных и доступных 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 В.П. 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.

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.

Теоретическая и практическая значимость работы. На основании результатов исследований теоретически обоснована роль среднеранних, среднеспелых и среднепоздних сортов яровой мягкой пшеницы в формировании признаков качества зерна в условиях Северного Зауралья. Теоретически обоснована возможность использования метода электрофореза β -амилаз для отбора ценных по качеству форм на ранних этапах селекции. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при проведении занятий по таким учебным дисциплинам, как «Селекция и семеноводство», «Технология хранения и переработки продукции растениеводства», «Сельскохозяйственная биотехнология» для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлению «Агрономия». 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 (приложение А).

Методология и методы диссертационного исследования. При выполнении поставленных задач использовали стандартные методики исследований, а также разработанные методики на базе ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук». Определяли зависимости полученных данных дисперсионным и корреляционным методами.

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.

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. Исследования показателей качества зерна выполнены в лаборатории качества продукции растениеводства Агробιοтехнологического центра ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» лично автором и в аналитической лаборатории ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук» 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 работа в международной индексируемой базе Scopus, 3 работы в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 151 странице компьютерного текста, включает 30 таблиц, 12 рисунков, 6 приложений, состоит из введения, 5 глав и заключения. Список литературы содержит 242 источника, в том числе 26 иностранных.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Значение и использование зерна пшеницы

Пшеница – одна из основных продовольственных культур, производство которой в мире более 600 млн. тонн. Зерно пшеницы имеет первостепенное значение в обеспечении питанием возрастающей численности населения мира. Мировые запасы продуктов питания – это в первую очередь запасы зерна. В связи с этим, рост урожайности пшеницы – важнейшая народнохозяйственная задача (Якубцинер М.М. и др., 1979; Вавилов П.П., Балышев Л.Н., 1984; Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., 1987; Шпаар Д., Элмер Ф., 2000). Пшеничный хлеб обладает высокими вкусовыми качествами, а по питательности и переваримости превосходит хлеб из муки всех других зерновых культур (Подгорный П.И, 1963; Коренев Г.В. и др., 1983; Вавилов П.П. и др., 1986; Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л., 1987; Губанов Я.В., Иванов Н.Н., 1988; Wrigley С., 2009).

В Российской Федерации рынок пшеницы характеризуется стабильно высокими показателями посевных площадей, однако валовые сборы сильно зависят от погодных условий (Сводный обзор конъюнктуры аграрного рынка..., 2013).

Согласно сведениям Федеральной службы государственной статистики, суммарные посевные площади пшеницы в России в 2017 году составили 27,9 млн. га. По отношению к 2013 году они выросли на 11,1%, однако по сравнению с 2009 годом, когда была засеяна наибольшая площадь земель за всю историю Российской Федерации, они сократились на 2,8%.

Валовые сборы пшеницы в России в 2017 году составили 86 млн. тонн, а в 2013 году – 52,1 млн. тонн. Увеличение этого показателя за четыре года составило 65,0%. Урожайность пшеницы в 2017 году составила 29,2 ц/га, в 2013 году на 23,6% меньше – 22,3 ц/га (<http://www.gks.ru>).

По данным Департамента агропромышленного комплекса Тюменской области, посевные площади яровой пшеницы в Тюменской области

составили 410,332 тыс. га в 2017 г., 380,256 тыс. га в 2018 г., 391,047 тыс. га в 2019 г. и для сравнения 423,285 тыс. га в 2013 г. Урожайность яровой пшеницы за 2017 год была 22,1 ц/га, что на 3,6 ц/га выше, чем в 2018. В 2019 году урожайность составила 22,2 ц/га, что на 4,6 ц/га выше, чем в 2013 г.

Задача зерновой отрасли состоит главным образом в том, чтобы обеспечить зерноперерабатывающую промышленность высококачественным сырьем для производства муки, крупы, хлебных и кондитерских изделий. Одним из важнейших направлений является создание сортов, устойчивых к неблагоприятному воздействию окружающей среды (Кириллов И.П., 1971; Дорофеев В.Ф., 1984; Коренюк Е.Ф., 2000; Новохатин В.В., 2004; Прянишников А.И. и др., 2010). За последние 10 лет Россия вошла в число крупнейших экспортеров зерна. Однако качество товарного зерна за этот срок заметно снизилось. Большая часть продовольственного зерна пшеницы невысокого качества – относится к 4 и 5 классам ГОСТ (Жученко А.А., Сиденко Е.И., 2010; Алтухов А.И., 2018).

Основной культурой, выращиваемой в Западной Сибири, является яровая пшеница. Около 60% посевных площадей зерновых культур Тюменской области занято яровой пшеницей. Климат характеризуется как резко континентальный. Здесь наблюдаются как засушливые годы, так и переувлажненные. Гидротермические условия вегетационного периода сильно влияют на урожайность (Бурлака В.В. и др., 1973; Сигов В.И., 1981; Зыкин В.А. и др., 2000; Дымина Е.В., 2009; Шабайва А.И. и др., 2009; Обзор фитосанитарного состояния..., 2011; 2012; 2013).

Зерно пшеницы содержит важные элементы питания (белки, крахмал, сахара, витамины) для человека. Количество белка в зерне яровой пшеницы в зависимости от сорта и условий выращивания колеблется от 9 до 26%. Кроме белка в зерне содержится 63-74% безазотистых экстрактивных веществ, 2-2,5% жира, 2-3% клетчатки, 1,5-2% золы, 10-14% воды. По калорийности пшеничный хлеб превосходит ржаной: в 1 кг пшеничного хлеба 2000-2250

калорий (Беляков Г.В., 1983; Пруцков Ф.М., 1976; Посыпанов Г.С. и др., 1997).

Зерно пшеницы применяют и как сырье для глубокой переработки. Это производство сухой клейковины, модифицированного крахмала, лизина и других продуктов (Андреев Н.Р., Филиппова Н.И., Медведева Л.Н., 1992; Канарский А.В. и др., 2001; Хосни Р.К., 2006; Шпаар Д. и др., 2008). Также оно ценится не только как продовольственное, но и как кормовое. Одним из преимуществ кормовой пшеницы является ее абсолютная универсальность, то есть ее можно включать в рацион практически всех животных, выращиваемых в сельском хозяйстве (Рядчиков В.Г., 1978; Гончаренко А.А. и др., 2011).

Зерно пшеницы имеет большое значение в решении проблемы пищевого белка (Красильникова Л.А. и др., 2004).

1.2 Химический состав зерна пшеницы и его анатомических частей

Важную роль в полноценности семян пшеницы, в их качестве и силе играет химический состав (Шакирова Г.И., 2003).

Зерно пшеницы имеет сложный химический состав. Оно состоит из воды, органических и минеральных веществ, а также ферментов и витаминов (Посыпанов Г.С. и др., 1997). Химический состав зерна варьирует в зависимости от сорта, агротехники и условий произрастания (Строна И.Г. 1966; Коданев И.М., 1970; Шарапов Н.И., 1973; Вавилов П.П. и др., 1986; Вербина Н.М., 1988).

Основные вещества, определяющие питательную ценность пшеницы, белки и крахмал. Других веществ в зерне меньше, и они имеют меньшее пищевое значение (Плешков Б.П., 1980; Кириллов Ю.И. и др., 1998).

Белки – высокомолекулярные азотосодержащие органические вещества, состоящие из аминокислот, связанных между собой пептидными связями (Василенко Ю.К., 1978; Заиров С.З., 1987; Овчинников Ю.А., 1987;

Голубев В.Н., 1997; Нечаев А.П., 2001; Проскурина И.К., 2001). Количество белка в зерне пшеницы варьирует от 9 до 26%. Однако, по мировым стандартам белка в зерне должно быть не менее 13,5%. Наиболее характерный показатель белков – процентное содержание азота (Бободжанов В.А. и др. 2002; Казаков Е.Д., 2005).

Белковые вещества зерна состоят из нескольких групп, которые различаются по растворимости. Большую часть белка зерна злаковых культур составляют проламины (растворимые в спирте) и глютелины (растворимые в растворах щелочей и кислот), на долю этих двух групп приходится около 80% белков. Другие фракции составляют около 20% – это альбумины – белки, растворимые в воде, и глобулины, растворимые в солевых растворах (Павлов А.Н., 1984).

Белки, растворимые в спирте (проламины), служат в качестве маркеров для контроля генетической стабильности репродуцируемых сортов зерновых культур (Губарева Н.К. и др., 2012; Остапенко А.В. и др., 2013, 2014; Тоболова Г.В., 2018).

Белки, нерастворимые в воде, называются клейковинными, или клейковиной. В.Л. Кретович (1986) в своих трудах называет клейковину сгустком белковых веществ, остающихся после отмывки теста от крахмала и других составных веществ. Этот сгусток обладает совокупностью свойств, таких как: эластичность, упругость, растяжимость, вязкость, связанность. От этих свойств зависит качество, выпекаемого из муки хлеба (Вакар А.Б., 1961). Н.А. Сурин (2011) охарактеризовал клейковину как ценнейшую составную часть зерна пшеницы, определяющую пищевые, технологические и товарные достоинства зерна. Клейковина – белковый комплекс, состоящий из проламинов (белки, растворимые в спирте) и глютелинов (белки, растворимые в растворах щелочей и кислот), соотношение которых 1:1 (Созинов А.А., Попереля Ф.А, 1978; Маркарова А.Р. и др., 2011).

Содержание сырой клейковины в зерне сортов пшеницы, выращенных в различных почвенно-климатических зонах, колеблется от 16 до 58%, а

сухой – от 5 до 28% (Княгиничев М.И., 1958; Ремесло В.Н., 1973). М.М. Самсонов (1967) отмечал, что содержание клейковины в пшенице с продвижением с севера на юг и с запада на восток возрастает.

В упругой и крепкой клейковине пшеницы отсутствуют сульфгидрильные SH- группы, которые образуются при распаде -S-S- связей, это и является причиной различных физических свойств клейковины (Леонова С.А., 1998). Для оценки качества муки, общей агрегационной способности белкового комплекса зерновки используют обычный метод седиментации (Зелени или Пумпянского-Созинова) (Созинов А.А. и др., 1977). Лабораторией селекции и семеноводства пшеницы ФГБНУ «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук» на основе методов седиментации разработана методика определения числа дисульфидных связей белкового комплекса в муке (Нецветаев В.П. и др., 2012). Используя эту методику, можно выявить селекционные формы с наследственно высоким качеством и слабой реакцией на изменение погодных условий в период вегетации (Нецветаев В.П. и др., 2010).

Количество белка в зерне значительно варьирует под влиянием внешних условий. Л.В. Марченко (2005) изучено содержание белка в зерне сортов пшеницы, выращенных в различных агроклиматических зонах Тюменской области. Автором установлено, что количество белка возрастало с продвижением от северных зон к южным.

К настоящему времени достаточно изучены факторы, влияющие на повышение содержания белка в зерне. Это, в первую очередь, обеспечение растений азотом, что достигается применением минеральных и органических удобрений, размещением пшеницы по лучшим предшественникам и т. п.

В научной литературе отмечается наличие отрицательной зависимости между урожайностью и содержанием белка, что объясняется различиями в темпах накопления белка и крахмала в зерне. Вместе с тем такая особенность не исключает перспективы селекции на высокую урожайность, количество и качество белка. Как отмечают И.Е. Лихенко и Н.Н. Лихенко (2007), в Сибири

созданы сорта сильной пшеницы с повышенным содержанием белка: Омская 9, Омская 17 (СибНИИСХоз), Сibaковская 3 (ОмГАУ), Новосибирская 15, Новосибирская 29, Новосибирская 31 (СибНИИРС) и др.

В перспективе селекция на качество пшеницы предполагает следующие направления: повышение содержания суммарного белка в зерне, улучшение химического состава белка, что связано с изменением содержания аминокислот в белковых фракциях, а также улучшение физико-химических свойств белков клейковины, от которых зависят хлебопекарные свойства пшеницы (Зыкин В.А и др., 2000; Лихенко И.Е., Лихенко Н.Н. 2007).

Наряду с белками, основными веществами, определяющими питательную и технологическую ценность зерна пшеницы, являются *углеводы*. К их классу относят органические соединения, содержащие альдегидную или кетонную группу и несколько спиртовых гидроксильных групп (Степаненко Б.Н., 1968; Ленинджер А., 1985; Кириллов Ю.И. и др., 2002). Углеводы преобладают в составе зерна злаков. Их содержание достигает 75-80% от общего количества сухого вещества (Лисовская Д.П., 1977; Зиганшин А.А., 1981).

Основные углеводы, входящие в состав зерна – крахмал, сахара, клетчатка, гемицеллюлозы, пентозаны. Количество крахмала, в зависимости от сорта и условий выращивания, может изменяться в широких пределах и составлять от 65 до 80% массы эндосперма (Степаненко Б.Н., 1978; Агафонов Н.С., 1999). Сахара в зерне имеются в значительном количестве, они используются в первый период прорастания развивающимся зародышем (Казаков Е.Д., 1979; Плешков Б.П., 1987).

Основным запасным углеводом растений является крахмал. По содержанию в зерновке он стоит на первом месте (Arie Gur и др., 1969; Кретович В.Л., 1986). Урожайность в значительной степени зависит от накопления крахмала (Fujita S. и др., 1998). Крахмальные гранулы – высокоорганизованные структуры, форма и размер которых очень разнообразны. Зерна крахмала содержат до 20% воды (из которых 10%

химически связаны с крахмалом) и состоят из ряда концентрических слоев крахмала, находящихся вокруг центрально или не центрально расположенного в зерне ядра (Иванов И.Е., 1977; Гудвин Т., 1986; Калимушина М.В., 2009).

Крахмал может расщепляться до составляющих его моносахаридов в процессе, в котором участвуют амилолитические ферменты (Гудвин Т., Мерсен Э., 1986, Вербина Н.М., Каптерева Ю.В., 1988). Крахмал на 96,1–97,6% состоит из двух фракций – амилозы и амилопектина (Козьмина Н.П., 1976; Кретович В.Л., 1991).

Роль углеводов весьма велика в технологическом процессе переработки зерна. Крахмал имеет самое существенное значение в процессе замеса теста и выпечки хлеба (Жемела Г.П. и др., 1988).

В состав запасных веществ зерна входят липиды, наиболее богат ими зародыш (Королев А.П., 2002). *Липиды* – представляют собой сложные эфиры высших карбоновых кислот и глицерина. Основная часть липидов – это жиры, содержание которых в зерне пшеницы составляет 1,6 – 3,2% (Кнорре Д.Г., 2000; Кириллов Ю.И. и др., 2002).

В зерне содержатся *минеральные вещества*, которые называются еще зольными элементами, в связи с особенностями метода их определения. Содержание золы существенно изменяется в зависимости от многих факторов. В зерне яровой пшеницы её содержится от 1,3 до 3,0% (Фадеева Е.Ф., 2007).

Зерно пшеницы богато витаминами. Многие витамины входят в состав ферментов в качестве коферментов. В зерне содержатся как водорастворимые витамины, так и жирорастворимые. К водорастворимым витаминам зерна относятся: тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), ниацин (РР), пиридоксин (В₆), биотин (Н), аскорбиновая кислота (С), пантотеновая кислота (В₁₂), миоинозит (Проскурина И.К., 2001; Козьмина Н.П. и др., 2006).

Основное количество витаминов сосредоточено в алейроновом слое и зародыше, т.е. в тех частях зерна, клетки которого сохраняют

жизнедеятельность и обеспечивают развитие нового растения из семени (Керефов Н.К., 1975; Егоров Г.А., 2007).

Среди других биологически активных веществ, находящихся в зерне пшеницы, большое значение имеют *ферменты*. Их роль особенно важна в процессе формирования, налива и созревания зерна, а также при его хранении и переработке (Немцова З.С., 1986; Витол И.С. и др., 2000; Вобликов Е.М. и др., 2001). В тканях зародыша, алейронового слоя и эндосперма содержатся все ферменты, присущие растительным клеткам и обеспечивающие специфические функции в процессах обмена веществ. В зерне, находящемся в состоянии покоя, наибольшая концентрация ферментов – в зародыше. Во время прорастания зерна происходит перераспределение различных ферментов, то есть они проявляют свою активность и в зародыше, и в других частях зерновки (Козьмий Н.П., 1976; Неверова О.А., 2002).

Зерно пшеницы имеет несколько слоев: внешний и внутренний – околоплодник (перикарп). Околоплодник состоит из промежуточных клеток, перекрестных и трубчатых. Околоплодник занимает около 5% зерна, состоит из целлюлозы, белка, золы и жира. Средняя длина зерновки пшеницы – 8 мм, масса – 35 мг. Размер колеблется в зависимости от особенностей сорта и условий выращивания. Цвет зерновки связан с наличием пигмента в семенной оболочке (Nemery Y. и др., 2007).

Образование зерновки в колосе хлебных культур делят на три периода: формирование, налив и созревание. При *формировании* образуются главные составные части зерновки – зародыш, эндосперм, или мучнистое ядро, и оболочка. В период *налива* различают три фазы: водянистого состояния, предмолочная, молочного состояния. Период *созревания* разделяют на две фазы: восковой и твердой спелости. Растворимые в воде низкомолекулярные вещества (аминокислоты, сахара и др.), образовавшиеся в зеленых листьях и стеблях, распределяются в зерно. Сахара, находившиеся в зерне на его ранних стадиях созревания, превращаются в крахмал и гемицеллюлозы, из свободных аминокислот синтезируются белки, идет формирование

клейковины. В то же время происходит накопление жира, а активность ферментов постепенно падает (Новиков Н.Н., 1994).

Сформированное и созревшее зерно пшеницы состоит из трех основных частей: эндосперм, оболочка и зародыш (Hoseney R., 1986; Боуманс Г., 1991; Зверев С.В., 2007). Эндосперм (мучнистое вещество) содержит запасные питательные вещества для развития зародыша и молодого растения и составляет около 83% массы зерновки. Из питательных веществ зерновки пшеницы в эндосперме содержится около 70–75% белка, 43% пантотеновой кислоты, 32% рибофлавина, 12% ниацина, 6% пиридоксина, 3% тиамина. Периферический слой зародыша – алейроновый, состоит из белков и жиров. Под алейроновым слоем расположены крупные тонкостенные клетки, заполненные крахмальными зёрнами, между которыми находятся белковые вещества (Плешков Б.П., 1987; Боуманс Г., 1991; Андреева А.А., 2010).

Основная масса зерна заполнена эндоспермом, который снаружи покрыт алейроновым слоем, образованным из толстостенных крупных клеток, заполненных наполовину белком, а также жиром, жироподобными веществами, минеральными веществами, сахарами, водорастворимыми витаминами и ферментами. Крахмала в этом слое нет. Алейроновый слой играет важную роль при доставке питательных веществ развивающемуся молодому зерну. Сам эндосперм занимает всю внутреннюю часть зерна и составляет до 85% его массы. Он состоит из крупных тонкостенных клеток, заполненных зёрнами крахмала, которые окружены частицами белка. Эндосперм – самая ценная часть зерна, из которой получают высокие сорта муки. Чем больше эндосперма в зерне, тем больше выход муки (Бараев А.И., 1978; Попова, Е.П., 1979).

Зародыш отделен от эндосперма щитком. Размеры зародыша составляют 2-3% от массы зерна, при этом зародыш является важной частью зерна, так как в нем находятся первичные органы развития нового растения. Первые процессы прорастания зародыша происходят при помощи веществ,

имеющихся в самом зародыше (Реймерс Ф.Э., Илли И.Э., 1974). Зародыш богат питательными веществами: белками, сахарами, жирами, витаминами и ферментами (примерно половина всех витаминов зерна находится в зародыше). Несмотря на высокую пищевую ценность зародыша, при помоле стараются как можно лучше отделить его от муки, так как он богат жиром, содержащим большое количество непредельных жирных кислот, склонных к прогорканию на воздухе. Мука, не освобожденная от зародыша, будет нестойкой при хранении (Королёв А.П. и др., 2004).

Таким образом, зерно пшеницы обладает разнообразным химическим составом. Вместе с тем, главные вещества, определяющие как питательную, так и технологическую ценность – это белки и крахмал. От их количества и свойств в большей степени зависит выход и качество продуктов переработки зерна пшеницы.

В растительных клетках протекают многочисленные сложнейшие реакции обмена веществ, фотосинтеза, синтеза и распада сложных органических веществ, подчиняющиеся общим химическим законам (Белкина Р.И. и др., 2010). Различия в скоростях реакций внутри организма объясняются тем, что в любой живой клетке есть многочисленные биологические катализаторы – ферменты (Кириллов В.А., Яковлев В.А., Борисков Д.Е., 2002).

Ферменты (от лат. *fermentum* – закваска) — вещества белковой природы, способные катализировать (ускорять) различные химические реакции. Ферменты вырабатываются живыми клетками в небольших количествах, но благодаря высокой активности вызывают изменения в огромной массе вещества. Обладая многими свойствами, характерными для неорганических катализаторов, ферменты имеют и ряд специфических особенностей: они термолабильны, их активность зависит от состава среды (рН-среды, наличия активаторов и ингибиторов), действие ферментов специфично (Фадеева Е.Ф., Михайлова А.В., 2007).

Подавляющее количество ферментов действует внутри той клетки, в которой они образовались – эндоферменты, другие ферменты способны перемещаться в другие клетки – экзоферменты. К примеру, благодаря выделению экзоферментов, корни растений могут оказывать воздействие на состав веществ, содержащихся в прикорневом пространстве (Кириллов Ю.И., Кокин Г.А., 1998).

Все ферменты чувствительны к температуре и реакции среды. Для каждого фермента существует значение температуры и кислотности среды, при которых он наиболее активен (оптимальные условия). При определенных значениях температуры и кислотности фермент разрушается (инактивируется). Нагревание до 70-80°C разрушает почти все ферменты, они свертываются и теряют каталитические свойства. Для большинства растительных ферментов pH-оптимум находится в нейтральной или слабокислой среде (Leloir L.F. и др., 1961).

Скорость ферментативной реакции зависит также от концентрации субстрата и фермента. Если концентрация фермента низкая, то невысокой будет и активность фермента (Белкина Р.И. и др., 2010). На активность также влияет присутствие определенных химических веществ. Некоторые из них активируют ферменты (активаторы), другие — снижают их активность (ингибиторы) (Leloir L.F. и др., 1961). М. Диксон и Э. Уэбб (1982) в своей работе утверждают, что активность ферментов определяется также их структурой.

Ферменты играют важнейшую роль практически во всех биологических процессах. Первостепенная роль – это роль катализаторов, то есть ускорителей биохимических реакций (Диксон М., Уэбб Э., 1982; Хасиев Х.Х. и др., 2012).

Каждый фермент катализирует только определенную реакцию для одного вещества, а чаще для группы веществ, сходного строения. Ферменты не расходуются в реакциях, протеканию которых способствуют. Каждый фермент имеет уникальную химическую структуру и способен инициировать

только определенную реакцию (Фёршт Э., 1980; Frydman R.B. и др., 1967; Страйер Л., 1984 - 1985). Ферменты активны только в растворе, поэтому при хранении сухого зерна и муки их действие почти не проявляется (Blagoveschensky A.V., 1933; Фурсов О.В. и др., 1987; Казанцева Н.С., 2007).

Ингибирование какого-либо одного фермента может оказать глубокое, а иногда и фатальное влияние на весь биохимический процесс. В качестве инсектицидов все шире используются соединения, родственные ингибиторам ферментов (Анисимов А.А., 1986).

Для составных частей зерна главное значение представляют ферменты, гидролизующие крахмал, белки и липиды или участвующие в их синтезе. Ферменты, катализирующие гидролиз крахмала, гликогена и других родственных полисахаридов с образованием олиго- и моносахаридов – *амилазы* (Хайдарова Ж.С. и др., 1983; Фурсов О.В., 1990; Horvathova V. и др., 2000, Великанова Н.М., 2006). Наибольшее внимание из них привлекают α - и β -амилазы – ферменты, участвующие в распаде главного запасного вещества – крахмала и играющие первостепенную роль в хлебопекарном качестве муки (Глазунов И., 1938; Кобылянский В.Д. и др., 1989). β -амилаза разжижает и декстринирует крахмал, а α -амилаза приводит его к осахариванию. Во влажном зерне возрастает активность амилазы, что приводит к гидролизу высокомолекулярных соединений эндосперма на растворимые углеводы (Roger G. Bates, 1954; Козьмина Н.П., 1969), а в период хранения зерна активность α -амилазы снижается (Фурсов О.В. и др., 1974).

Фермент амилаза воздействует на крахмал, который различно поддается под действием амилазы – это называется атакуемость крахмала. На скорость расщепления крахмала амилазой влияет не только количество и активность ферментов, но также и атакуемость субстрата. Атакуемость увеличивается с уменьшением размеров крахмальных зерен, при механическом нарушении структуры крахмальных зерен или при слишком длительном помоле зерна (Кретович В.Л., 1991; Егоров Г.А., 1985).

В работах Е. Person (1976) упоминается о необходимости селекции на устойчивость к предуборочному прорастанию зерна. Так, под действием амилаз, содержащихся особенно в большом количестве в проросшем зерне (Панкратьева И.А. и др., 1971), происходит ферментативное осахаривание крахмала – он расщепляется с образованием, в конечном счете, мальтозы. В качестве промежуточного продукта при гидролизе крахмала образуются коллоидные вещества разного молекулярного веса, называемые декстринами. Гидролитическое расщепление амилазой крахмальных зерен сопровождается образованием мальтозы и постепенным изменением формы крахмальных зерен. В результате этого процесса ухудшается качество зерна (Братерский Ф.Д., 1994; Соловов Д.П., 2003).

При сильном прорастании зерна может произойти распад клейковинных белков и липидов. Содержание сырой клейковины снижается в 2-3 раза, происходит ее резкое ослабление (Неттевич Э.Д., 1976; Kulr К. и др., 1983). По данным Шориной О.С. (1966), при прорастании пшеницы в течение трех суток содержание сырой клейковины в эндосперме уменьшается на 72% от исходного значения. Параллельно с этим процессом происходит уменьшение массы сухого вещества эндосперма и содержания в нем общего азота. Также прорастание зерна в течение двух и трех суток приводит к резкому ухудшению физических свойств теста (Попцов А.В., 1972) и снижению хлебопекарных качеств зерна пшеницы (Фирсова М.К. и др., 1981). Для установления повреждений в результате прорастания используют определение числа падения (Бушук В. и др., 1980; Беркутова Н.С., 1982; Пертен Х., 1993).

По мнению Н.М. Великановой (2006) число падения не может быть использовано в качестве объективного критерия активности α -амилазы, так как данный признак из года в год достоверно не коррелирует с критериями состояния углеводно-амилазного комплексов пшеницы. В этой связи автор призывает разрабатывать новые критерии оценки активности α -амилазы зерна пшеницы.

Учитывая, что состояние углеводно-амилазного комплекса зерна определяется в основном, активностью амилазы (Хайдарова Ж.С. и др., 1983; Шевелькова А.Н., 1993), важное значение имеет изучение свойств этого комплекса и механизма изменения качества.

Фермент амилаза имеет α - и β -формы, которые различаются по своим свойствам и способу действия на крахмал. Единственным ферментом амилазного комплекса, способным атаковать крахмальные гранулы, является α -амилаза. Нативные гранулы крахмала не обладают способностью сорбировать β -амилазу и не гидролизуются этим ферментом (Дарканбаев Т.Б., Фурсов О.В. 1984; Комов В.П., 2004).

Формы α - и β -амилазы существенно различаются между собой по характеру их действия на компоненты крахмала – амилозу и амилопектин. β -амилаза полностью расщепляет амилозу, превращая ее на 100% в мальтозу, амилопектин же она расщепляет с образованием мальтозы всего лишь на 54% (Малер Г., 1970; Williams P.C. и др., 1970; Reiner L. и др., 1979).

Таким образом, при действии на крахмал β -амилазы образуется, главным образом, мальтоза и незначительное количество высокомолекулярных декстринов. При действии на крахмал α -амилазы образуются декстрины меньшего молекулярного веса и незначительное количество мальтозы. При одновременном действии обеих амилаз крахмал гидролизуются на 95% (Thoma J. A. и др., 1972;).

Помимо субстратной специфичности, α -амилаза гораздо чувствительнее к кислотности среды, по сравнению с β -амилазой. Поэтому в процессе брожения теста, приготовленного из муки такого зерна, накапливается значительное количество декстринов, придающих мякишу хлеба плохую эластичность и пористость (Дарканбаев Т.Б., 1984).

Амилазы различаются также по своей термостабильности и температурному оптимуму действия. Более устойчивой к действию повышенных температур является α -амилаза, ее температурный оптимум лежит несколько выше, чем оптимум β -амилазы. β -амилаза полностью теряет

активность за 10 минут при 70°C и за 20 – при 65°C, тогда как α -амилаза стабильна при этой температуре (Nishikawa K., 1973; Немцова З.С., 1986).

Технологическое значение амилаз различно. β -амилаза способствует накоплению сахаров, необходимых для спиртового брожения в тесте, а α -амилаза, превращая крахмал в декстрины, ухудшает при этом качество хлебных изделий. Мякиш с большим содержанием декстринов становится липким и влажным даже при нормальной влажности хлеба. β -амилаза содержится в муке всех видов и сортов, а β -амилаза в муке из незрелого или проросшего зерна (Gordon J.L., 1979; Miyata S., Akazawa T., 1982).

О.В. Fursov и др. (1986) отмечают, что в зерне пшеницы имеется две онтогенетически зависимые формы α -амилазы: «созревания» и «прорастания». Присутствие в электрофоретическом спектре изоферментов группы «прорастания» говорит о неустойчивости форм к предуборочному прорастанию, а наличие компонентов α -амилазы «созревания» в покое зерне сопряжено с качественными его факторами (Kobrehel K., 1974).

Прорастание зерна сопряжено со сложными физиолого-биохимическими процессами (Gordon J.L., 1979) и зависит от ряда причин: периода покоя, активности амилазных ферментов, содержания ингибиторов, интенсивности окраски зерновки и колосовых чешуи, водопоглотительной способности и проницаемости водой оболочек зерновки. Период покоя зависит от температурного режима и хода осадков во время созревания семян (Овчаров К.Е., 1976).

В период созревания β -амилаза в зерне связывается с помощью дисульфидных связей в белковые агрегаты и теряет ферментативную активность. В связи с этим она может влиять на формирование показателей качества зерна. Однако простое увеличение числа цистеиновых остатков на молекулу пептида не гарантирует соответствующего улучшения физических свойств клейковины. Это связано с тем, что сульфидгидрильная группа – SH, которая в результате окисления с другими сульфидгидрильными группами

может образовывать как интрамолекулярные, так и интермолекулярные ковалентные связи – S–S – (рис. 1) (Нецветаев В.П. и др., 2010).

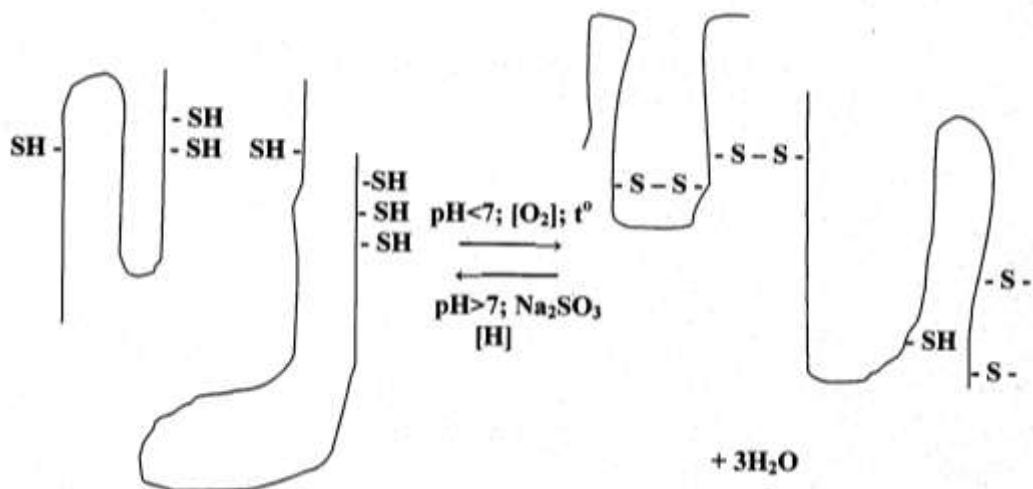


Рисунок 1 – Схема образования интра- и интермолекулярных дисульфидных связей при формировании белкового комплекса эндосперма и факторы, способствующие направлению реакции по В.П. Нецветаеву и др. (2012).

Существование наследственных различий по каждому конкретному биохимическому признаку между сравниваемыми видами, сортами и линиями – является важнейшим условием успешного применения методов биохимической генетики для исследования и селекционного улучшения сортов пшеницы (Рыбалка А.И. и др., 1980). Один из биохимических методов фракционирования – электрофорез, с помощью которого выявлены значительные различия между видами пшеницы по составу белков и ферментов (Hall O., 1963; Bozzini A. и др., 1973). Особенности выделения фермента β -амилаз, разделения их при электрофорезе, инкубации и проявления изложены В.П. Нецветаевым с соавторами (2012).

Следовательно, состояние углеводно-амилазного комплекса зерна пшеницы определяется в основном активностью ферментов α - и β -амилазы, которые существенно различаются по свойствам и характеру действия на компоненты крахмала.

1.3 Сорт пшеницы – основа получения высококачественного зерна

В повышении эффективности сельскохозяйственного производства важную роль играет сорт. На долю сорта приходится 30-60% прироста продуктивности растений яровой пшеницы (Волюнкина О.В., 2001; Некрасова О.А. и др., 2019).

Главная задача селекции – создание высококачественных сортов пшеницы, внедрение которых позволяет без дополнительных затрат увеличить выход продукта в переработке зерна, повысить питательную ценность и улучшить товарный вид хлеба и хлебобулочных продуктов (Сидоров А.В., 2010; Василова Н.З. и др., 2018; Алабушев А.В. и др., 2019).

Селекционные программы должны быть ориентированы на создание высокопродуктивных, с хорошим качеством зерна, адаптивных сортов, устойчивых к стрессовым факторам (Глуховцев В.В., 2015; Пахотина И.В., 2019).

Сложные климатические условия лесостепной зоны Тюменской области, где сосредоточены основные площади яровой пшеницы, затрудняют производство и селекцию на признак качества зерна. Необходимо создание и внедрение в производство сортов, характеризующихся экологической пластичностью, позволяющей повысить стабильность урожайности и, в целом, валовое производство зерна (Сапега В.А., 2000; Копусь М.М., 2018).

В 1974 году селекционную работу в Тюменской области начал Ю.П. Логинов с привезенными линиями пшеницы из Иркутска. Скрещивая сорта яровой и озимой пшеницы, он создал сорт сильной пшеницы Тюменская 80, районированный в 1985 году по 3 и 4 агроклиматическим зонам области. Это первый районированный сорт сильной пшеницы местной селекции (Моисеева К.В., 2017).

По определению Ю.Л. Гужова (1991), сорт – это созданная человеком для удовлетворения своих потребностей совокупность культурных растений, происходящих от одного или нескольких родоначальников и обладающих относительно одинаковыми, наследственно закреплёнными, ботанико-

биологическими и хозяйственными признаками и свойствами, которые позволяют в определённых природных и производственных условиях получать высокие и устойчивые урожаи продукции требуемого качества.

Сорт должен полностью вписываться в зональные природно-климатические условия, соответствовать современному уровню технической оснащённости производства (Коробейников Н.И. и др., 2015; Курылева А.Г., 2016). Сорт оказывает влияние на увеличение производства продукции и повышение её качества. Возможность стабилизации производства, уменьшение потерь в неблагоприятные годы в значительной степени зависят от сорта и применяемых технологий (Научные основы производства..., 2018; Хазраткулова Ш.У., 2020).

Качество зерна пшеницы – это комплекс биологических, физико-химических, технологических и потребительских свойств и признаков, определяющих его пригодность к использованию на продовольственные цели (Колмаков Ю.В., 2008; Балueva Н.П., 2019). Качественное зерно должно быть здоровым, достаточно твердозерным, стекловидным, выполненным, иметь определённый уровень натуры, хорошие мукомольные свойства, содержать достаточное количество белковых веществ, прежде всего клейковинных (Гриценко Г.М., 2012; Белкина, Р.И., 2017).

Ценность зерна как сырья для выработки готовой продукции определяют его физико-технологические и биохимические свойства. Эти свойства условно подразделяют на три группы: показатели состояния зерновой массы, показатели мукомольных свойств зерна, показатели хлебопекарных свойств зерна (Колмаков Ю.В. и др., 2010). К показателям состояния зерновой массы относятся: цвет, запах, влажность, засоренность, зараженность вредителями хлебных запасов. Показатели мукомольных свойств зерна включают стекловидность, натуру, массу 1000 зерен, крупность, выравненность, зольность. В число показателей хлебопекарных свойств зерна входят количество и качество клейковины, физические свойства теста, показатели пробной выпечки хлеба.

Мягкая пшеница подразделяется на: сильную, среднюю (или ценную) и слабую с учетом её хлебопекарной силы. Мука, полученная из зерна сильной пшеницы, обеспечивает получение высококачественного хлеба и хлебобулочных изделий. Кроме того, сильная пшеница служит улучшителем низкокачественной пшеницы, что используется при помоле и при выпечках в смесях. Ценная пшеница дает высококачественный хлеб, но не может служить добавкой для улучшения качества слабых пшениц (Агапкина А.М., 2016).

В.А. Кочетков (2015) в своих трудах приводит сведения, что за последние 15 лет содержание клейковины в пшенице снизилось на 2-3%. Доля сильной пшеницы с содержанием клейковины свыше 28% составляет не более 2% ее товарных ресурсов.

Ряд авторов утверждают: многолетняя практика сибирского земледелия показала, что в условиях Тюменской области наиболее высокое качество зерна формировали группы ранне- и среднеспелых сортов (Белкина Р.И. и др., 1999; Масленко М.И., 2007; Казак А.А., 2019). Однако среднеспелые, среднепоздние и среднепоздние сорта лучше используют летние осадки, характерные для северной лесостепи Тюменской области, в то время как скороспелые сорта страдают от весенне-летней засухи, снижая урожайность. Таким образом, целесообразно выращивать районированные сорта различных групп спелости, что позволяет избегать резких колебаний по урожайности (Кумакова В.А., 1988; Беляев В.И., 2015).

Для увеличения производства продовольственного зерна пшеницы в Северном Зауралье необходимы сорта, характеризующиеся своевременным созреванием, устойчивостью к прорастанию зерна в колосе и полеганию, способностью накапливать в зерне достаточно высокое количество белка, превосходить районированные сорта по содержанию и качеству клейковины, силе муки и хлебопекарным свойствам (Бабушкина Т.Д. и др., 1984; Балужева Н.П., 2019).

Обобщая приведенные сведения, можно сделать заключение о том, что в повышении качества зерна яровой пшеницы значительна роль сорта.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматические условия зоны

Тюменская область расположена на самой крупной в мире Западно-Сибирской равнине. Вся территория области делится на северную и южную части. По природно-климатическим условиям территория южной части Тюменской области разделена на четыре агроклиматические зоны: зона тайги, подтайги, северной лесостепи и южной лесостепи. Климат Тюменской области – резко континентальный. Он формируется под воздействием воздушных масс Атлантического океана и Азиатского материка. Беспрепятственное проникновение арктических масс воздуха с севера и сухих из Казахстана и Средней Азии обуславливает резкие изменения погоды (Иваненко А.С., Кулясова О.А., 2008).

Лесостепная зона области характеризуется холодной продолжительной зимой с многочисленными осадками в виде снега, тёплым непродолжительным летом, поздними заморозками весной и ранней осенью, коротким безморозным периодом.

Зима суровая, холодная и продолжительная. Устойчивый снежный покров образуется примерно со второй декады ноября, его максимальная высота – 30–45 см достигается во второй декаде марта. В конце марта наблюдается наибольшая глубина промерзания почвы – 190–220 см.

Весна умеренно теплая и влажная в зонах тайги и подтайги, и почти всегда без осадков и ветренная в зоне лесостепи. Осенью, зимой и весной преобладающими по направлению являются юго-западные ветры. В середине апреля происходит переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C и разрушение устойчивого снежного покрова. Май характерен похолоданием. Последние весенние заморозки прекращаются в третьей декаде мая, реже отмечаются в первой декаде июне.

Лето жаркое, но короткое. В летний период выпадает большая часть осадков (чаще во второй половине лета). Продолжительность дня в летний период составляет 15–18 часов, что считается благоприятным фактором для выращивания сельскохозяйственных культур. Летом часто повторяются северо-западные и северные ветры.

Осенний период характерен пасмурной, прохладной погодой с обильным, иногда с умеренным выпадением осадков. Первые осенние заморозки отмечаются во второй половине сентября, раз в 5 лет заморозки ранние в третьей декаде августа. Во второй декаде сентября наступают возвраты теплой погоды. Второй декаде октября свойственен переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C.

Среднее годовое количество осадков 348–429 мм, 50% из которых выпадает в летний период. Сумма положительных температур за последние 5 лет составляет 1755–2033°C, теплый период 112–199 суток. Устойчивый снежный покров формируется в первой декаде ноября. Глубина залегания снега 33–60 см. Глубина промерзания почвы 90–220 см. Преобладающие ветра юго-западные. Среднегодовые скорости ветра 4–5 м/с (Иваненко А.С., Кулясова О.А., 2008).

Важную роль в нормальном росте и развитии сельскохозяйственных культур играет тепло- и влагообеспеченность. Необходимые запасы продуктивной влаги в почве к началу полевых работ составляют 70–80% полной влагоемкости. Гидротермический коэффициент в разных агроклиматических зонах за последние 5 лет составил от 1,2 до 2,5.

Северная лесостепь является наиболее сельскохозяйственно-освоенная зона: 42% территории зоны занято под сельскохозяйственными угодьями, из которых под пашней – около 50%.

Температурный режим северной лесостепи имеет некоторые особенности: холодная продолжительная зима, короткое теплое лето, непродолжительные переходные сезоны весна и осень, поздние весенние и ранние осенние заморозки, короткий безморозный период.

Зона северной лесостепи считается теплой с умеренной увлажненностью. Сумма положительных температур за период активной вегетации составляет 1786–1932°С. Период со средней температурой выше 10°С равен 119–125 суток. Средняя дата перехода температуры воздуха через 10°С весной – 12–17 мая, осенью – 12–15 сентября. Безморозный период в среднем длится 98–121 суток с колебаниями от 62 до 160 суток. Средняя дата наступления последнего заморозка весной – 19–29 мая, а первого заморозка осенью – 5–21 сентября. В сентябре бывают продолжительные затяжные дожди.

Годовая сумма осадков в северной лесостепи составляет 363–422 мм, из которых в теплый период выпадает 290–359 мм. Около трети всех осадков теплого периода (96–110 мм) выпадает в апреле – первой половине июня, но примерно раз в три года в этот период выпадает всего половина нормы осадков, что имеет отрицательное влияние на урожайность яровой пшеницы. 50% осадков выпадает в июле-сентябре, что сильно усложняет уборку урожая, а также может привести к прорастанию зерна на корню. В метровом слое почвы в большинстве лет запасов влаги бывает достаточно в течение всего вегетационного периода, но в пахотном слое в период закладки колоса влаги бывает недостаточно. Раз в три года от воздушной и частично от почвенной засухи страдают сельскохозяйственные культуры (Логинов Ю.П., Клиндюк А.М., 2002).

Почвенный покров северной лесостепи в основном состоит из лугово-черноземных почв, а также из чернозема выщелоченного и оподзоленного, встречаются и другие типы почв, например засоленные. Серых почв больше в западной части зоны, а именно в Тюменском районе, черноземы преобладают в центральной и восточной части. Выщелоченный и оподзоленный чернозем – очень ценные почвы, так как они содержат 5–8% гумуса. Гумусовый горизонт мощный – 25–45 см. Доступного растениям азота черноземы содержат 8–10 мг на 100 г почвы, калия – 20–25 мг, что считается достаточным. Доступного фосфора во всех черноземах очень мало

– всего 4–5 мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора – нейтральная. На черноземных почвах яровая пшеница хорошо отзывается на внесение органических, а из минеральных – фосфорных удобрений.

Уборку яровой пшеницы в Тюменской области проводят в основном в августе и сентябре. Она часто осложняется неблагоприятными погодными условиями, так как в начале сентября обычно бывают продолжительные дожди и уже возможны первые осенние заморозки.

2.2. Метеорологические условия в годы проведения опытов

2011 год. Весна была умеренно теплая дождливая. Май отличался неустойчивой погодой с перепадами дневных и ночных температур. Среднемесячная температура воздуха составила 11,4°C (норма 10,9°C). Максимальная температура воздуха была 24,5°C, минимальная -3,5°C. Средняя температура воздуха за месяц составила 11,4°C, это выше нормы (10,9°C). Осадков выпало за май 23,7 мм при норме 34 мм.

Температура воздуха в летний период была на уровне многолетних температур. В июне была теплая погода, средняя температура воздуха составила 18,2°C. Максимальная температура воздуха поднималась до 28,4°C в первой декаде месяца. Минимальная температура опускалась до 4°C. В течение всей первой декады июня выпадали осадки; вторая декада умеренно теплая с грозовыми дождями; третья декада жаркая с осадками в начале декады. Осадков выпало за месяц 85,5 мм, при норме 58 мм.

Июль характеризовался в основном теплой погодой с выпадением достаточного количества осадков. Средняя температура воздуха за июль составила 17,4°C (норма 19°C), максимальное повышение температуры воздуха доходило до 31°C, минимальное значение зафиксировано в третьей декаде месяца 5°C. Осадков за месяц выпало 55,7 мм (норма 68 мм), большая их часть выпала в первой декаде месяца – 28,9 мм.

Температура в августе в этом году была ниже многолетних данных на $0,8^{\circ}\text{C}$, осадков выпало $79,6$ мм – больше нормы на $21,6$ мм. Средняя температура за месяц составила $14,5^{\circ}\text{C}$, при норме $15,3^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура воздуха поднималась до $30,8^{\circ}\text{C}$ во второй декаде месяца, минимальная опускалась до 2°C в третьей декаде. Большинство осадков выпало в третьей декаде августа – 60 мм.

Сентябрь характеризовался теплой погодой. Средняя температура воздуха составила 13°C . Максимальная температура воздуха поднималась в первой декаде сентября до $27,4^{\circ}\text{C}$, минимальная – в третьей декаде $1,2^{\circ}\text{C}$. Осадки выпадали в основном в третьей декаде сентября, всего выпало $31,2$ мм.

2012 год. В мае наблюдалась жаркая погода с резкими перепадами дневных и ночных температур. Среднемесячная температура воздуха равна $12,6^{\circ}\text{C}$. Максимальное повышение температуры было во второй декаде мая ($30,5^{\circ}\text{C}$), а минимальное значение отмечено в третьей декаде – до $-0,2^{\circ}\text{C}$. Осадков выпало $66,3$ мм, что превысило их норму (34 мм) и количество осадков за прошлый год ($23,7$ мм).

Июнь характеризовался жаркой погодой с недостатком выпавших осадков, осадки выпадали в основном в третьей декаде месяца. Средняя температура за июнь $19,6^{\circ}\text{C}$, что превышает норму на 3°C . Максимальная температура воздуха отмечена в первой декаде месяца ($32,2^{\circ}\text{C}$), при этом осадков в этой декаде выпало $1,6$ мм. Минимальная температура зафиксирована также в первой декаде (8°C). Всего выпало осадков 125 мм, большинство в третьей декаде – $101,2$ мм (норма 23 мм).

В июле в этом году температура была выше многолетних данных на $2,2^{\circ}\text{C}$, а осадков выпало ниже нормы на $23,3$ мм. Средняя температура за месяц $21,1^{\circ}\text{C}$ (норма $18,9^{\circ}\text{C}$). Максимально температура воздуха повышалась до $35,3^{\circ}\text{C}$ во второй декаде июля, минимально опускалась до $6,5^{\circ}\text{C}$ в первой декаде. Осадков выпало $45,7$ мм, выпадали в основном в третьей декаде июля

(31 мм), а в первой и второй декадах выпало 9,6 мм (норма 22 мм) и 5,1 мм (норма 26 мм) соответственно.

Август характеризовался теплой погодой. Средняя температура воздуха 17,2°C, в 2011 году 14,5°C. Максимальная температура воздуха зарегистрирована во второй декаде августа, она составила 34,3°C, минимальная температура была в третьей декаде (2,5°C). Осадков за месяц выпало 52,4 мм (в 2011 году 79,6 мм), из них 41,8 мм выпало в первой декаде месяца.

В сентябре преобладала теплая погода. Средняя температура за месяц 11,4°C. Максимальная температура воздуха составила 28,4°C в первой декаде, минимальная температура сентября 0,0°C отмечена в третьей декаде. Осадки выпадали на протяжении первой (23,7 мм) и второй (15,1 мм) декад месяца, всего выпало 41,8 мм.

2013 год. Май характеризовался неустойчивой погодой с резкими перепадами дневных и ночных температур. Среднемесячная температура воздуха составила 9,4°C, при норме 11,1°C. Максимально температура воздуха поднималась до 28,8°C, минимально понижалась до -2,5°C. Осадки выпадали в течение всего месяца, их количество – 61,6 мм, что превысило норму на 30,6 мм.

Погода июня была теплой и засушливой. Средняя температура воздуха составила 16,7°C, что меньше нормы на 0,5°C. Температура воздуха во второй и третьей декадах достигала максимального значения 30,0°C, в первой декаде – минимального 2,1°C. Всего выпало 17,3 мм осадков и все в первой декаде месяца. Осадков выпало ниже нормы на 30,7 мм.

Июль характеризовался теплой погодой с большим количеством осадков. Среднесуточная температура составила 18,9°C, что соответствует норме. Максимальная температура достигала 28,7°C, минимальная температура 7°C. Выпало осадков 150,5 мм, что больше нормы на 81,5 мм. Осадки выпадали в течение всего месяца.

В августе температура воздуха была ниже многолетних данных на $2,2^{\circ}\text{C}$ (среднемесячная температура составила $16,7^{\circ}\text{C}$), осадков выпало ниже нормы на $15,2$ мм (всего выпало $41,8$ мм). Максимальная температура зафиксирована во второй декаде августа ($28,0^{\circ}\text{C}$), а минимальная температура ($4,5^{\circ}\text{C}$) в третьей декаде месяца.

В сентябре преобладала теплая погода. Среднемесячная температура воздуха составила $9,9^{\circ}\text{C}$, что соответствует норме. Самая высокая температура воздуха зарегистрирована в первой декаде сентября, она составила $25,7^{\circ}\text{C}$, минимальная – во второй декаде ($-1,2^{\circ}\text{C}$). Осадки выпадали на протяжении всего месяца, общее их количество – $22,5$ мм, при норме 42 мм.

Анализ метеорологических условий в годы проведения исследований показал, что все вегетационные периоды различались между собой температурой воздуха и количеством осадков (рис. 2, 3).

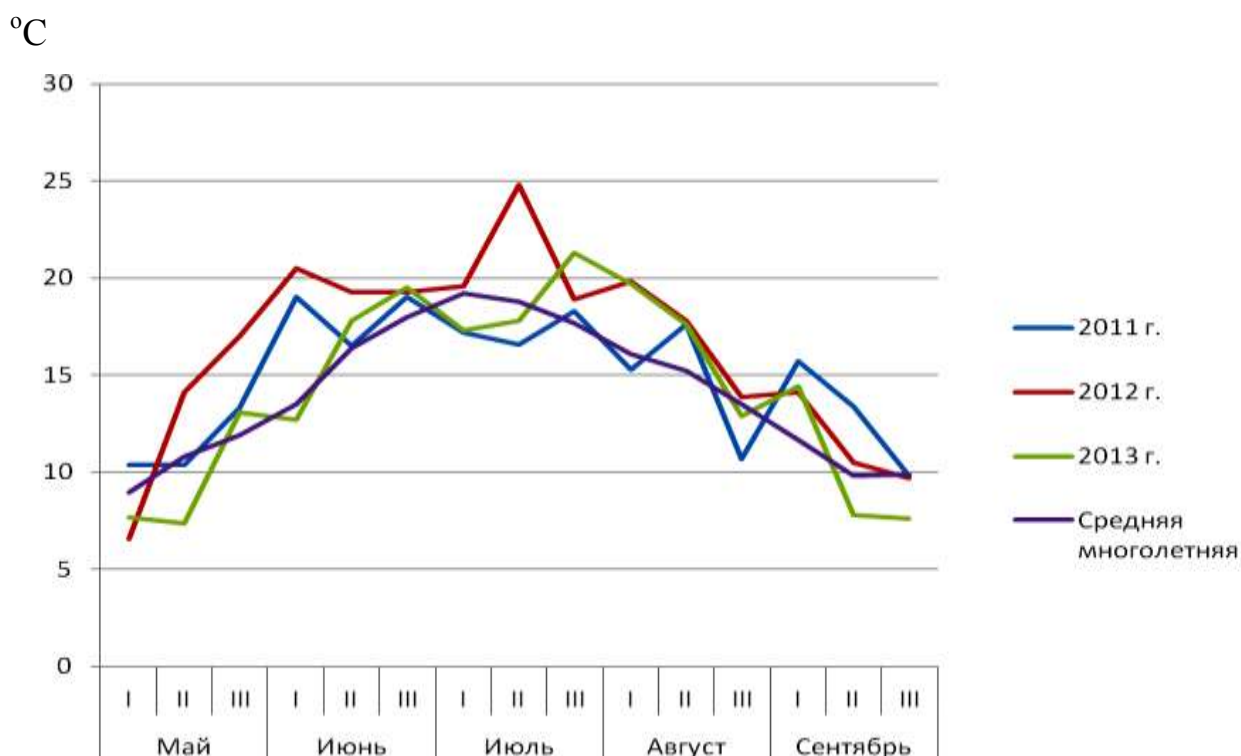


Рисунок 2 – Температура воздуха в годы исследований, ($^{\circ}\text{C}$)

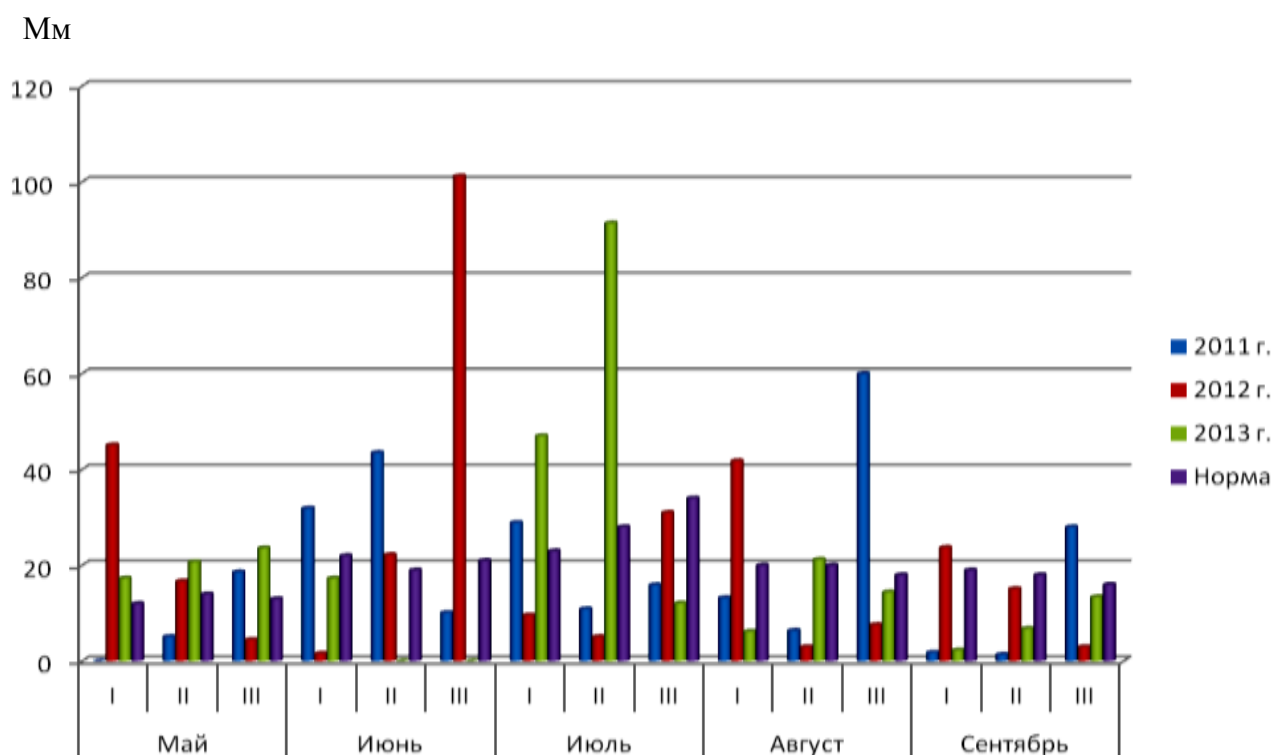


Рисунок 3 – Количество осадков вегетационного периода в годы исследований, мм

Температура воздуха в вегетационный период в 2011 году соответствовала многолетнему уровню, количество осадков было выше нормы в июне, а в июле и августе ниже нормы. В общем, погодные условия 2011 года были благоприятными для роста, развития растений и формирования продуктивности яровой пшеницы.

2012 год отличался жаркой и сухой погодой, с недостаточным количеством 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 года отличались умеренно теплой погодой с достаточным количеством осадков. Июнь выдался сухим и жарким, а июль особенно дождливым. В целом погодные условия 2013 года были благоприятными для формирования урожайности и качества зерна яровой пшеницы.

2.3 Материал и методика проведения исследований

Исследования выполнены в 2011-2013 гг. 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».

Объект изучения – сорта яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения разных групп спелости. Сорта пшеницы выращены на опытном поле ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья в севообороте кафедры Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, расположенном вблизи д. Утёшева. Предшественник – чистый пар. Из минеральных удобрений вносили аммиачную селитру из расчета 40 кг/га. Посев проводили в оптимальные сроки – 22-26 мая, уборку урожая в последнюю декаду августа. Сорта высевались на делянках площадью 5 м² сеялкой ССФК-10. Повторность 4-х кратная. Норма высева – 6,5 млн всх. зерен/га. Глубина заделки семян 4-5 см. Способ посева – рядовой. Опытное поле находится в зоне северной лесостепи Тюменской области. Почвенный покров опытного участка – чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистый по гранулометрическому составу, пылевато-иловатый на карбонатном суглинке. По химическому составу почва характеризуется средним содержанием гумуса в пахотном слое, средней обеспеченностью фосфором, калием и низкой - азотом, слабокислой реакцией почвенного раствора (Каретин Л.Н., 1990). Исполнитель полевого опыта – Л.А. Сердюкова.

Всего в изучении находилось 42 сорта яровой мягкой пшеницы (табл. 1), из которых 2 сорта относятся к раннеспелой группе (далее среднеранняя группа), 7 сортов среднеранних, 26 сортов среднеспелой группы и 7 сортов

среднепоздней. Группы спелости изучаемых сортов пшеницы соответствуют классификации сортов по продолжительности вегетационного периода, принятых Филиалом ФГБУ «Госсорткомиссия» по Тюменской области. Большая часть изучаемых сортов пшеницы создана в селекционных центрах Сибири. В качестве стандартов взяты сорта, используемые в государственном испытании по Тюменской области: для сортов среднеранней группы Новосибирская 31, среднеспелой – Тюменская 29, среднепоздней – Мелодия.

Таблица 1 – Перечень изучаемых сортов

№	Название сорта	Происхождение сорта
Раннеспелые сорта		
1.	Новосибирская 15	ГНУ СибНИИ растениеводства и селекции СО РАСХН
2.	Ирень	УралНИИСхоз
Среднеранние сорта		
3.	Новосибирская 31	ГНУ Сибирский НИИ Растениеводства и селекции СО РАСХН
4.	Челяба степная	ГНУ Челябинский НИИСХ
5.	Новосибирская 29	ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН
6.	Чернява 13	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья совместно с ФГБОУ ВО Омский ГАУ
7.	Омская 36	ГНУ Сибирский НИИСХ г. Омск
8.	Тюменская 27	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
9.	Тюменская 30	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
Среднеспелые сорта		
10.	Тюменская 29	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
11.	Тюменская 28	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
12.	Тюменская 31	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
13.	Казахстанская 10	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
14.	Новосибирская 18	ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН
15.	Ильинская	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
16.	Омская 38	ГНУ Сибирский НИИСХ г. Омск
17.	Сударушка	ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН
18.	Икар	НИИСХ Северного Зауралья совместно с Казахским НИИ земледелия и Казахским НИИ

		физиологии, генетики и биотехнологии
19.	Авиада	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
20.	Геракл	Научно-производственный агрохолдинг «Курган-семена»
21.	Маргарита	ГНУ Ульяновский НИИСХ
22.	Красноуфимская 100	ГУ Красноуфимская селекционная станция
23.	ОмГАУ 90	ФГБОУ ВО Омский ГАУ
24.	Тюменская 25	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
25.	Черноземноуральская	ФГБНУ «НИИСХ центрально-черноземной полосы им. В.В. Докучаева»
26.	Скэнт 3	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
27.	Лютесценс 70	Казахский НИИ земледелия совместно с институтом молекулярной биологии и биохимии АН Казахстана
28.	Диоблон	Германия
29.	Кампанин	Германия
30.	ЛПИ-588-1-06	Германия
31.	Памяти Леонтьева	ФГБОУ ВО Омский ГАУ
32.	Сертори	Германия
33.	ШТРУ-0521911	Германия
34.	ШТРУ-0622072	Германия
35.	Тепсей	ГНУ НИИ аграрных проблем Хакасии РАСХН
Среднепоздние сорта		
36.	Мелодия	ГНУ Сибирский НИИСХ г. Омск
37.	Рикс	ГНУ НИИСХ Северного Зауралья
38.	Радуга	ФГБНУ Курганский НИИСХ
39.	Сибирская 17	ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН
40.	Серебристая	ГНУ Сибирский НИИСХ г. Омск
41.	Свирель	ФГБНУ Красноярский НИИСХ
42.	Баганская 51	ГНУ СибНИИ кормов

Характеристика сортов-стандартов

Новосибирская 31. Оригинатор: ГНУ Сибирский НИИ Растениеводства и селекции СО РАСХН. Среднеранний сорт, разновидность лютесценс. Вегетационный период 70-76 суток. Устойчив к полеганию, прорастанию на корню, пыльной головне, слабовосприимчив к листовым заболеваниям. Масса 1000 зерен 33-38 г. Содержание белка в зерне до 20%, клейковины – до 40%. Средняя урожайность зерна за годы конкурсного испытания составила 3,2 т/га. Средняя урожайность на госсортоучастках 1,9-4,3 т/га.

Формирует зерно на уровне сильной пшеницы. Включен в государственный реестр с 2010 г. по 10 региону (www.sites.icgbio.ru/sibniirs).

Тюменская 29. Оригинатор: НИИСХ Северного Зауралья. Среднеспелый сорт, разновидность лютеценс. Вегетационный период 77-96 дней. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость хорошая. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница. Устойчив к твердой головне; умеренно восприимчив к мучнистой росе; восприимчив к бурой и стеблевой ржавчине, корневым гнилям и септориозу. Масса 1000 зерен 36–43 г, натура – 780–812 г/л, клейковина – 31,6%, содержание белка в зерне 14,1–14,9 %. Средняя урожайность в регионе – 2,5 т/га. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому региону. Рекомендован для возделывания в Тюменской области (www.agroserver.ru).

Мелодия. Оригинатор: ГНУ Сибирский НИИСХ г. Омск. Среднепоздний сорт, разновидность лютеценс. Вегетационный период 78–89 дней. Устойчив к осыпанию и полеганию, устойчив к засухе и поражению пыльной головней. Масса 1000 зёрен 34,7–38,0 г. По мукомольно-хлебопекарным качествам сорт отвечает требованиям, предъявляемым к ценной пшенице, формирует высокое содержание белка и клейковины, в том числе в годы с избыточным увлажнением. Средняя урожайность сорта по пару 2,5 т/га. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому региону. Рекомендован для возделывания в лесостепных зонах (www.semena-omsk.ru).

В лабораторных опытах были определены показатели качества зерна у сортов пшеницы урожая 2011–2013 гг. Общее количество проанализированных образцов – 42.

Определены физические свойства зерна:

Масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89. Из средней пробы зерна выделяли две навески, масса каждой из которых близка к массе 500 зерен. Выбранные из навесок целые зерна подсчитывали вручную по 500 зерен и взвешивали на лабораторных весах с точностью до второго десятичного знака. За

окончательный результат брали сумму двух результатов определения массы 500 зерен, если расхождения между ними не превышали 6%. В случае если расхождение превышало допускаемую норму, то определение повторяли.

Натура – 10840-2017. После выделения из средней пробы крупных примесей, путем просеивания зерна на сите диаметром отверстий 6 мм и тщательным перемешиванием, определяли натуру на литровой пурке. Пурку устанавливали и проводили два параллельных определения – определяли массу 1 л зерна согласно инструкции. Расхождения между двумя параллельными определениями, допускаются не более 5 г.

Стекловидность зерна – ГОСТ 10987-76. Кассету диафаноскопа заполняли зерном пшеницы: по одному зерну в каждой ячейке. Через окуляр диафаноскопа подсчитывали количество полностью стекловидных и мучнистых зерен. При этом к полностью стекловидным относили полностью просвечиваемое зерно, а к мучнистым – полностью непросвечиваемое зерно. Зерна с частично просвечиваемым или частично непросвечиваемым эндоспермом относили к частично стекловидным зернам.

Подсчитывали процент общей стекловидности (O_c) по формуле:

$$O_c = P_c + C_c : 2$$

где P_c – количество полностью стекловидных зерен, шт.; C_c – количество частично стекловидных зерен, шт.

Изучены физико-химические показатели:

Содержание сырой клейковины в зерне определяли ручным методом (ГОСТ 31699-2012), качество клейковины - на приборе ИДК-1.

Содержание сырой клейковины в муке оценивали на приборе «Глютоматик» (ГОСТ Р-51412-99 ИСО 5531-78).

Активность амилолитических ферментов по величине числа падения определяли на приборе ПЧП (ГОСТ 27676-88). Из размолотого зерна для параллельного определения выделяли по две навески, массу которых определяли в зависимости от влажности размолотого зерна. Навеску размолотого зерна помещали в вискозиметрическую пробирку, заливали в

пробирку пипеткой 25,0 мл дистиллированной воды температурой $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Пробирку закрывали резиновой пробкой и энергично встряхивали ее 20–25 раз для получения однородной суспензии. Пробирку с вставленной в нее шток-мешалкой помещали в отверстие в крышке кипящей водяной бани прибора. По счетчику определяли число падения – время в секундах с момента погружения пробирки с суспензией в водяную баню до момента полного опускания шток-мешалки. За окончательный результат числа падения принимали среднее арифметическое результатов параллельного определения двух навесок, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 10% от их средней арифметической величины. При превышении допускаемого расхождения определение повторяли. Вычисления проводили до первого десятичного знака с последующим округлением результата до целого числа.

Показатель седиментации оценивали по методу Зелени – ГОСТ Р 51403–99.

Исследованы биохимические свойства зерна:

Количество дисульфидных связей белкового комплекса определяли по методу В.П. Нецветаева (2009). Лабораторией селекции и семеноводства пшеницы ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук» на основе методов седиментации разработана методика определения числа дисульфидных связей белкового комплекса в муке (приложение Б). Она прошла апробацию в течение нескольких лет на сортах озимой мягкой пшеницы в условиях Белгородской области (Нецветаев В.П. и др., 2009). Зерно размалывалось на вальцовой мельнице Квадрумат-юниор с 30-35% выходом муки. Полученная мука использовалась для определения количества дисульфидных связей белкового комплекса. *Первый метод (SDS1)*. Отбиралась навеска муки 3,2 г в 100 мл мерный цилиндр. После этого в цилиндр добавлялось 50 мл 2% уксусной кислоты. Содержимое перемешивали покачиванием 30 секунд и отстаивали 5 мин. Затем добавляли в цилиндр еще 50 мл следующего раствора (содержимое

второго раствора: 100 г SDS в 5 л 2% уксусной кислоты). После добавления второго раствора, полученную смесь перемешивали покачиванием 10 сек., после чего отстаивали 5 мин. и проводили первый замер показателя седиментации (набухаемости) в мл. Данную процедуру повторяли еще раз, т.е. взбалтывали второй раз 10 сек., отстаивали 5 мин и снимали второе показание объема набухшей суспензии в мл. Средние показания по двум параллелям являлись характеристикой образца по данному виду анализа. *Второй метод* заключался в следующем: навеску муки (6 г) добавляли в 50 мл 1%-го раствора сульфита натрия (Na_2SO_3), перемешивали в течение 30 с и отстаивали 30 мин. Затем добавляли 50 мл 4%-го раствора уксусной кислоты. 4%-ый раствор получали путем добавления 100 г додецила сульфата натрия (Sodium Dodecyl Sulfate) в 200 мл CH_3COOH на 5 л воды с добавлением дистиллированной воды, подкрашенной бромфенол-синим. Перемешивали 10 с, отстаивали 5 мин, проводили первый замер показателя седиментации. Взбалтывали смесь еще раз в течение 10 с, отстаивали 5 мин и снимали второй показатель. Средняя величина показания по двум параллелям являлась характеристикой образца. Анализ проводили в двух повторностях каждого образца. Из показаний первого метода седиментации вычисляли второй и получали конечный результат. Полученная величина – количество дисульфидных связей в муке, измеряется в усл. ед. Для статистической обработки полученных данных использовали программу StatNov, 1991.

Содержание общего азота определяли по микрометоду Кьельдаля, сырого белка – путем пересчета: $N \times 5,7$ (Шапиро Д.К., 1976).

Содержание крахмала определяли по ГОСТ 10845-98.

Амилазную активность β -амилаз и суммарную определяли по стандартной методике, основанной на гидролизе крахмала (Плешков Б.П., 1980).

Электрофорез β -амилаз и общих амилаз (Дарканбаев Е.Б., 1980; Рыбалка А.И. и др., 1980; Нецветаев В.П. и др., 2012) проводили на базе ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской

академии наук» в лаборатории селекции и семеноводства пшеницы. В 2013 году были проанализированы с помощью электрофоретического метода образцы яровой пшеницы урожая 2012 г. (по методике В.П. Нецветаева с соавторами, 2012). Подробное описание метода дано в приложении А.

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

Технологические достоинства зерна пшеницы являются одним из главных аспектов качества зерна, а также это показатель пригодности зерна для производства муки и хлеба.

В селекции сортов пшеницы значимую роль может играть использование сортов, стабильно формирующих высокие мукомольные и хлебопекарные свойства, устойчивых при этом к погодным факторам (Иванов И.Е., 1977; Марченко Л.В., 2005). Создание и выращивание сортов пшеницы, соответствующих этим требованиям, может благоприятствовать формированию и увеличению высококачественного сырья для выработки муки и изделий в условиях рискованного земледелия лесостепи Западной Сибири (Иваненко А.С., 1993).

3.1 Масса 1000 зерен

Одним из важнейших показателей физических свойств зерна пшеницы является масса 1000 зерен, по которому можно характеризовать крупность зерна и его плотность. Чем крупнее зерно и более выполненное, тем больше его масса – в таком зерне запас питательных веществ будет больше. От крупности зерна зависят мукомольные качества пшеницы. В крупном зерне высокое отношение эндосперма к остальным компонентам, выход муки из такого зерна будет выше (Егоров Г.А., 1998; Пыльнев В.В. и др., 2008).

По В.В. Новохатину в числе параметров сортов пшеницы применительно к условиям Северного Зауралья масса 1000 зерен составляет у раннеспелого сорта – 37–40 г, у среднеспелого – 39–43 г (Программа работ комплексного селекционно-семеноводческого центра..., 2011).

Средние значения показателя массы 1000 зерен за 2011–2013 гг. показаны на рис. 4. На рисунке видно, что незначительное преимущество по

массе 1000 зерен наблюдалось у среднепоздних сортов. Среднеранние сорта уступали сортам более поздних групп спелости.

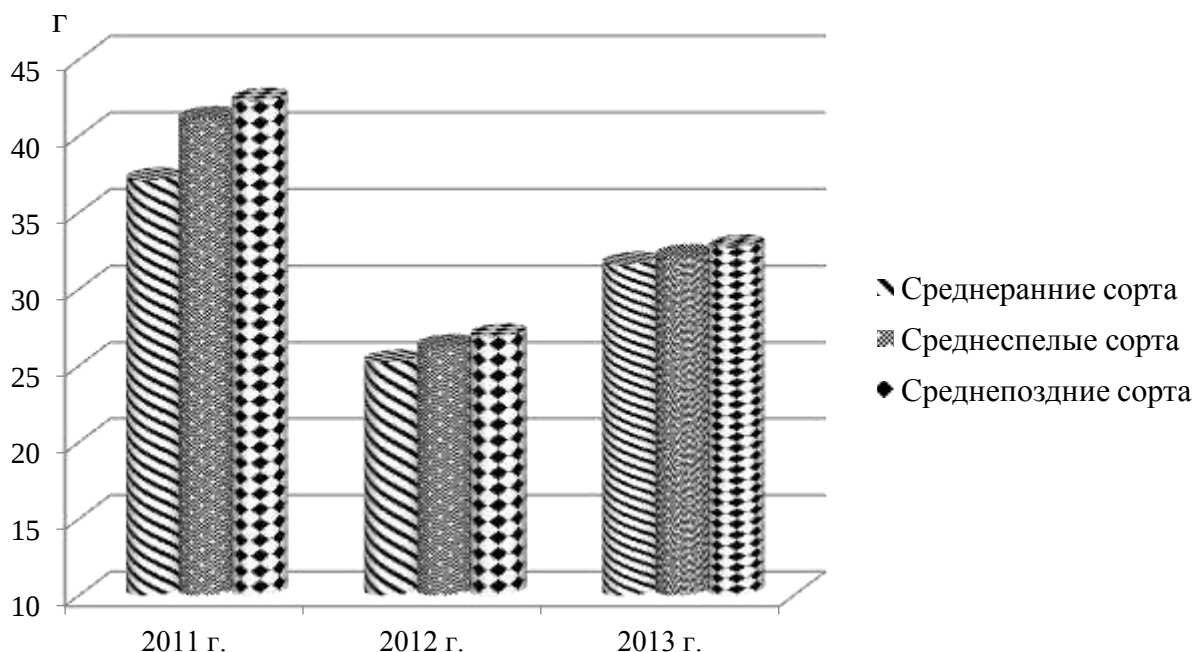


Рисунок 4 – Масса 1000 зерен пшеницы, г (в среднем по сортам разных групп спелости)

В среднем за годы исследований показатель среднеранних сортов составил 31,3 г, у среднеспелых и среднепоздних сортов показатели на одном уровне – 33,1 и 33,9 г соответственно.

Условия 2011 года были благоприятны для формирования крупного с хорошей плотностью зерна пшеницы. По данным таблицы 2 можно видеть, что масса 1000 зерен в этот год 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 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).

Таблица 2 – Масса 1000 зерен сортов пшеницы разных групп спелости,

г.

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	35,4	22,8	29,2	29,1
2.	Ирень	35,3	24,9	33,4	31,2
3.	Чернява 13	42,8	28,5	34,8	35,4
4.	Челяба степная	34,8	22,9	28,5	28,7
5.	Новосибирская 29	38,4	25,1	32,0	31,8
6.	Новосибирская 15	33,8	26,1	31,0	30,3
7.	Омская 36	34,9	26,4	32,3	31,2
8.	Тюменская 27	38,9	25,2	31,9	32,0
9.	Тюменская 30	39,2	24,9	32,3	32,1
	Среднее значение	37,1	25,2	31,7	
	НСР _{0,95}	0,8	1,4	1,2	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	40,2	28,5	32,6	33,8
2.	Тюменская 28	43,8	28,2	32,9	35,0
3.	Тюменская 31	36,2	23,9	29,5	29,9
4.	Казахстанская 10	47,5	28,4	33,0	36,3
5.	Новосибирская 18	40,0	25,6	34,4	33,3
6.	Ильинская	44,1	29,6	33,7	35,8
7.	Омская 38	39,1	25,4	33,4	32,6
8.	Сударушка	37,9	24,8	34,8	32,5
9.	Икар	41,7	27,0	33,7	34,1
10.	Авиада	41,1	26,8	32,3	33,4
11.	Геракл	43,9	25,5	34,4	34,6
12.	Маргарита	40,9	27,2	35,1	34,4
13.	Красноуфимская 100	41,5	27,4	32,5	33,8
14.	ОмГАУ 90	44,6	25,2	30,1	33,3
15.	Тюменская 25	40,3	25,6	31,0	32,3
16.	Черноземноуральская	44,5	27,4	33,6	35,2
17.	Скэнт 3	44,7	26,3	30,5	33,8
18.	Лютесценс 70	36,5	25,8	32,0	31,4
19.	Диоблон	38,6	24,0	30,5	31,0
20.	Кампанин	42,4	25,2	31,1	32,9
21.	ЛП-588-1-06	39,7	27,1	30,5	32,4
22.	Памяти Леонтьева	43,6	25,9	35,0	34,8
23.	Сертори	37,3	24,8	28,1	30,1
24.	ШТРУ-0521911	36,6	25,9	30,6	31,0
25.	ШТРУ-0622072	40,9	24,9	28,1	31,3
26.	Тепсей	41,5	24,2	32,0	32,6

	Среднее значение	39,6	25,2	30,9	
	НСР _{0,95}	1,5	1,1	1,1	
Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	43,3	23,0	28,7	31,7
2.	Рикс	44,2	26,6	34,9	35,2
3.	Радуга	46,0	28,5	35,3	36,6
4.	Сибирская 17	41,9	26,5	33,1	33,8
5.	Серебристая	40,2	27,7	32,9	33,6
6.	Свирель	42,3	27,1	31,0	33,5
7.	Баганская 51	38,3	28,6	33,0	33,3
	Среднее значение	42,3	26,9	32,7	
	НСР _{0,95}	0,9	0,6	1,1	

В 2012 году средние значения массы 1000 зерен были значительно ниже, чем годом ранее, что объясняется дефицитом осадков в период налива и созревания зерна. Среднеранние сорта пшеницы сформировали зерно с показателями, относящимися к группе со средней массой 1000 зерен – это сорта Чернява 13 (+5,7 г к стандарту), Омская 36 (+3,6 г), Новосибирская 15 (+3,3 г). Сорт-стандарт Новосибирская 31 показал наименьший результат 22,8 г. Среднеспелые и среднепоздние сорта в 2012 году относились в основном к группе с выше средней массой 1000 зерен (25-30 г). Лучшими значениями показателя у среднеспелой группы отличались сорт-стандарт Тюменская 29 (28,5 г) и Ильинская (29,6 г), у среднепоздней группы – Баганская 51 (28,6), Радуга (28,5). В условиях 2012 года ни один из изучаемых сортов не сформировал массу 1000 зерен, соответствующую параметрам, установленным для условий Северного Зауралья (37-43 г).

Средние значения показателя массы 1000 зерен большей части сортов в 2013 году соответствовали группе с высокой массой, значения которых превышало 30 г. Лишь у нескольких сортов отмечена масса 1000 зерен выше средней: Чернява 13 (34,8 г) и сорт-стандарт Новосибирская 31 (29,2 г) у среднеранних сортов, а также Тюменская 31 (29,5 г), Сертори (28,1 г) и ШТРУ-0622072 (28,1 г) у среднеспелых сортов и сорт-стандарт у среднепоздней группы спелости Мелодия (28,7 г). Наиболее высокими показателями в 2013 году отличались 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).

По средним данным за годы исследований можно заключить, что наиболее крупное и плотное зерно с высокой и выше средней массой 1000 зерен сформировалось у сортов среднеспелой и среднепоздней групп спелости. Среди сортов среднеранней группы максимальным значением характеризовался лишь один сорт – Чернява 13 (35,4 г). Из сортов среднеспелой группы выделились Казахстанская 10 (36,3 г), Ильинская (35,8 г), Черноземноуральская (35,2 г), Тюменская 28 (35,0 г), из сортов среднепоздней группы – Радуга (36,6 г) и Рикс (35,2 г).

Исследователи отмечают, что изменчивость массы 1000 зерен во многом зависит от условий выращивания. Так, Т.С. Ахтариева (2008) отмечала, что формирование массы 1000 зёрен зависело от погодных условий вегетационного периода. По наблюдениям А.И. Носатовского (1965), низкая увлажненность почвы и высокая температура воздуха, могут прервать прирост сухой массы зерна, что проявляется в пониженной массе 1000 зёрен и не высоком урожае. Это подтверждается и нашими исследованиями: условия 2012 года с жаркой и сухой погодой, с недостаточным количеством осадков в летний период, способствовали сокращению вегетационного периода сортов пшеницы, что негативно повлияло на показатель массы 1000 зерен. В связи с этим и велика доля вклада фактора «год» в изменчивость этого признака – 83-90% (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние сорта и года выращивания на массу 1000 зерен сортов пшеницы разных групп спелости, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля вклада факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	11,9	6,4	4,7
Год (Б)	83,1	88,5	90,1
Взаимодействие (АБ)	4,3	4,8	5,0
Ошибка	0,7	0,3	0,2

Следует отметить, что доля вклада фактора А (сорт) у группы среднеранних сортов составила 11,9%, что несколько выше, чем у среднеспелых (6,4%) и среднепоздних (4,7%).

3.2 Натура зерна

Натура – важный показатель качества зерна, который указывает на массу единицы объема зерна и является косвенным показателем выхода муки. Зерно с высоким показателем натуры содержит больше мучнистого вещества и меньше алейронового слоя, оболочек (Авдусь П.Б., Сапожникова А.С., 1976). Содержание оболочек и зародыша в муке нежелательно, так как большое содержание в них жира ускоряет порчу муки при хранении. Наиболее ценной частью зерна в пищевом отношении является эндосперм (Казаков Е.Д., 1987).

Установлена прямая зависимость между натурой и выходом муки. На основе этой закономерности к продовольственному зерну пшеницы ГОСТ 9353-2016 существуют требования по величине натуры зерна: для первого и второго классов не ниже 750 г/л, третьего – не менее 730 г/л, для четвертого класса – не менее 710 г/л, для пятого класса величина этого показателя не ограничивается.

Средние значения натуры за 2011-2013 гг., представленные на рисунке 5, показывают, что величина этого показателя у пшеницы различалась в годы с разным режимом тепло- и влагообеспеченности в период вегетации растений.

В среднем за 2011-2013 гг. исследований показатель среднеранних сортов составил 754 г/л, среднеспелых – 750 г/л, среднепоздних – 743 г/л.

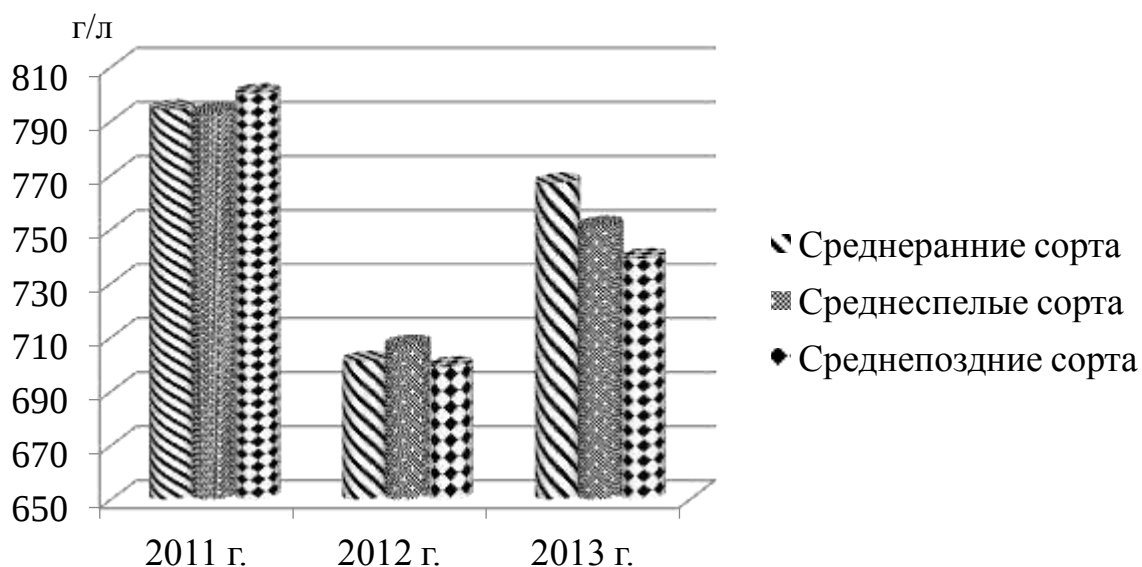


Рисунок 5 – Натура зерна пшеницы, г/л (в среднем по сортам разных групп спелости)

Условия 2011 года были благоприятны для формирования выполненного зерна пшеницы с высокой натурой. Показатели в этом году были наиболее высокими за годы исследований, особенно у среднепоздних сортов. Максимальными значениями (более 800 г/л) отличались сорта: Ильинская, Маргарита, Тюменская 25, Скэнт 3, Баганская 51 из среднеспелой группы; из среднеранней группы выделился сорт Тюменская 30 (814 г/л). У сорта Геракл сформировалась низкая натура (712 г/л) – это в пределах нормативов четвертого класса ГОСТ.

В жарких и засушливых условиях 2012 года среднее значение натуры зерна у сортов всех групп спелости было ниже 710 г/л. Это требования ГОСТ к четвертому классу зерна пшеницы. 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 с достаточным количеством осадков способствовал формированию зерна с натурой, отвечающей требованиям ГОСТ для первого и второго классов у среднеранних сортов яровой пшеницы, за исключением Новосибирской 15 (742 г/л). Из среднеспелой группы выделились 15 сортов, а в среднепоздней

группе 4 сорта, показатели которых отвечали требованиям ГОСТ для первого и второго классов.

Сравнивая полученные данные по показателю натуры зерна у сортов разных групп спелости (табл. 4), можно наблюдать следующее: в группе среднеранних сортов за все годы исследований натура зерна у сортов Челябинская, Омская 36 и Тюменская 30 была выше, чем у сорта-стандарта Новосибирская 31; в среднеспелой группе сорт Ильинская превзошел сорт-стандарт Тюменская 29 за все годы исследований; в среднепоздней группе натура зерна у сортов Радуга и Сибирская 17 была выше показателя сорта-стандарта Мелодия.

Таблица 4 – Натура зерна сортов пшеницы разных групп спелости, г/л

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	798	683	762	748
2.	Ирень	787	711	756	752
3.	Чернява 13	776	688	750	738
4.	Челяба степная	802	710	780	764
5.	Новосибирская 29	786	686	762	745
6.	Новосибирская 15	788	684	742	736
7.	Омская 36	809	706	788	768
8.	Тюменская 27	786	723	778	762
9.	Тюменская 30	814	718	786	773
	Среднее значение	794	701	767,1	
	HCP _{0,95}	3,6	4,6	4,5	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	814	723	766	768
2.	Тюменская 28	791	714	778	761
3.	Тюменская 31	784	704	769	752
4.	Казахстанская 10	806	682	748	745
5.	Новосибирская 18	811	706	782	766
6.	Ильинская	815	733	778	775
7.	Омская 38	756	638	730	708
8.	Сударушка	783	697	750	743
9.	Икар	811	730	772	771
10.	Авиада	813	754	752	773
11.	Геракл	712	707	734	718
12.	Маргарита	815	708	758	760

13.	Красноуфимская 100	786	715	754	752
14.	ОмГАУ 90	775	718	756	750
15.	Тюменская 25	815	703	742	753
16.	Черноземноуральская	797	735	778	770
17.	Скэнт 3	815	717	746	759
18.	Лютесценс 70	795	706	742	748
19.	Диоблон	807	727	772	769
20.	Кампанин	757	663	739	720
21.	ЛП-588-1-06	779	697	726	734
22.	Памяти Леонтьева	809	703	758	757
23.	Сертори	800	714	760	758
24.	ШТРУ-0521911	760	693	716	723
25.	ШТРУ-0622072	791	696	736	741
26.	Тепсей	813	699	680	731
	Среднее значение	792,7	707,0	750,8	
	НСР _{0,95}	5,3	6,9	6,3	
Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	784	677	724	728
2.	Рикс	797	775	758	777
3.	Радуга	809	705	774	763
4.	Сибирская 17	807	693	764	755
5.	Серебристая	793	702	674	723
6.	Свирель	799	683	716	732
7.	Баганская 51	812	662	766	747
	Среднее значение	800,1	699,6	739,4	
	НСР _{0,95}	5,9	4,8	5,8	

Варьирование натуры у сортов пшеницы разных групп спелости (по данным таблицы 5) показывает среднюю и низкую степень. Наименьший коэффициент варьирования признака у среднеранних сортов в 2012 году (0,8%), наибольший – у среднепоздних сортов пшеницы в 2012 году (5,3%).

Таблица 5 – Варьирование натуры у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости

Группа спелости	Количество сортов	Среднее значение, г/л	min-max, г/л	Коэф. V, %	Количество сортов, соответств. требованиям 1 кл. ГОСТ, %
2011 год					
Среднеранние сорта	9	794	776-814	1,5	100
Среднеспелые сорта	26	793	712-815	3,2	96,2
Среднепоздние сорта	7	800	784-812	1,3	100
2012 год					
Среднеранние сорта	9	701	683-723	0,8	0
Среднеспелые сорта	26	707	638-754	3,3	3,8
Среднепоздние сорта	7	699	662-775	5,3	14,3
2013 год					
Среднеранние сорта	9	767	742-788	2,1	88,9
Среднеспелые сорта	26	751	716-782	3,1	57,7
Среднепоздние сорта	7	739	674-774	4,9	57,1

Количество образцов, натура зерна которых соответствовала первому классу ГОСТ, наибольшим было в 2011 году: в группе среднеранних сортов 100%, в группе среднеспелых – 96 %, в группе среднепоздних – 100%. В 2012 году эти показатели значительно снижены: в среднеранней группе таких сортов не оказалось, в среднеспелой группе их было минимальное количество (3,8%), в среднепоздней – несколько выше – 14,3%. Условия 2013 года наиболее благоприятны были для формирования натуры зерна у среднеранних сортов, у 89% их натура соответствовала нормативам первого класса ГОСТ. В среднеспелой группе этот показатель был на уровне 58%, в среднепоздней составил 57%.

М.И. Масленко (2007) в своих исследованиях делает вывод, что натура зерна пшеницы в основном зависит от погодных условий второй половины вегетации.

Дисперсионный анализ показал, что в наших исследованиях наибольшее влияние на натуру зерна сортов всех групп спелости тоже

оказывал фактор «год» – 68-87,9% (табл. 6). Доля влияния взаимодействия двух факторов «сорт» и «год» у среднепоздних сортов пшеницы составила 18%. Влияние фактора «сорт» преобладало в среднеспелой группе (18,7%).

Таблица 6 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния сорта и года выращивания на показатель натурности зерна, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля вклада факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	8,7	18,7	13,3
Год (Б)	87,9	69,4	68
Взаимодействие (АБ)	2,9	11,5	18
Ошибка	0,5	0,4	0,7

Анализируя результаты наших исследований в среднем за 2011-2013 гг., можно заключить, что более высокой натурой зерна характеризовались: Рикс – 777 г/л, Радуга – 763 г/л (среднепоздняя группа); Ильинская – 775 г/л, Авиада – 773 г/л (среднеспелая группа); Тюменская 30 – 773 г/л, Омская 36 – 768 г/л, Челябинская степная – 764 г/л (среднеранняя группа).

3.3 Стекловидность зерна

При оценке технологических свойств зерна пшеницы немаловажное значение имеет количественное соотношение его анатомических частей. Наибольшее значение, как источник легкоусвояемых питательных веществ, имеет эндосперм. Показателем, характеризующим консистенцию эндосперма, является стекловидность (Плешков Б.П., 1987).

Зерно с разной консистенцией обладает различной светопропускающей способностью (прозрачностью). В основе метода определения

стекловидности лежит зрительное восприятие внешнего вида зерна, с учетом его структуры, при направленном на зерно луче света.

Крахмальные зерна стекловидного эндосперма крепко и плотно связаны между собой белком, что придает прозрачность при просвечивании зерна. Между крахмальными зернами мучнистого эндосперма белка меньше, образуются пустоты, заполненные воздухом. Такое зерно непрозрачное и матовое на вид (Колмаков Ю.В. и др., 2010).

Стекловидное зерно считается более ценным, так как в нем на 3-5 % больше белка, чем в мучнистом. Из такого зерна получают больший выход муки лучшего качества и, так как такое зерно имеет высокую механическую прочность, получают больший выход круп (Иваненко А.С. и др., 2010). Стекловидное зерно пшеницы более плотное по консистенции, имеет мелкие крахмальные зерна, тесно переплетенные клейковинными белками и характеризуется повышенной углеводно-амилолитической активностью (Евдокимов М.Г. и др., 2019).

Согласно ГОСТ 9353-2016 к продовольственному зерну пшеницы установлены требования по показателю стекловидности: для первого и второго классов – не менее 60%, третьего – не менее 40%, для четвертого и пятого классов величина стекловидности не ограничивается.

В 2011 и 2013 года все полученные результаты по данному показателю относились к первому и второму классам ГОСТ на продовольственное зерно пшеницы, значения варьировали от 60 до 89% (рис. 6).

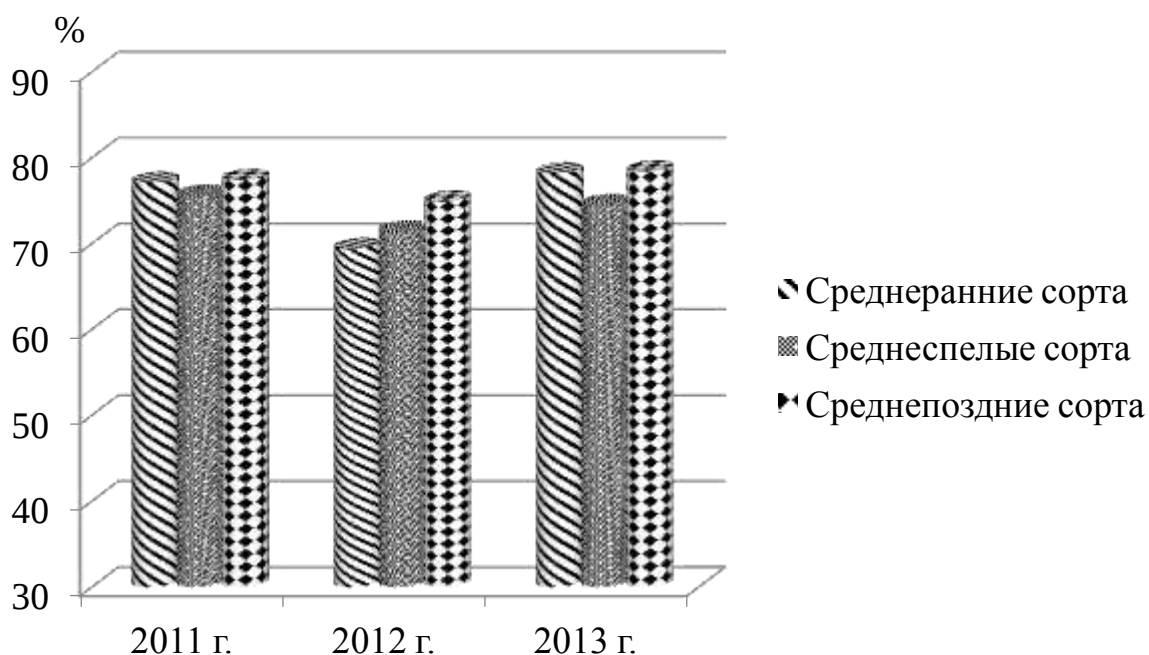


Рисунок 6 – Стекловидность зерна пшеницы, % (в среднем по сортам разных групп спелости)

В 2012 году стекловидность большинства сортов была ниже 60% и сорта по этому признаку относились к третьему классу ГОСТ на продовольственное зерно. Среднеспелый сорт Ильинская (38%) даже попал в категорию четвертого класса. Это можно объяснить тем, что консистенция зерна находится в сильной зависимости от почвенно-климатических условий и количества осадков (Трисвятский Л.А. и др., 1991). Погодные условия 2012 года, с недостатком влаги при наливе и созревании зерна не позволили некоторым сортам сформировать стекловидную структуру эндосперма, отвечающую требованиям на сильную пшеницу. Вместе с тем, выделились сорта, устойчивые к погодным условиям при формировании этого показателя: Новосибирская 29, Тюменская 30, Авиада, Черноземноуральская, Лютеценс 70, Баганская 51, Серебристая и др.

Условия 2013 года были благоприятны для формирования стекловидного зерна разных групп спелости. Абсолютно все изучаемые сорта соответствовали требованиям первого класса ГОСТ.

Анализируя данные, представленные в таблице 7, можно отметить, что стекловидность зерна пшеницы у ряда сортов среднеранней группы была выше, чем у стандарта в отдельные годы исследований. Так, показатель у сорта Тюменская 30 в 2011 году превысил показатель стандарта на 6%, в 2012 году – на 4%. В группе среднеспелых сортов во все годы исследований сорт Красноуфимская 100 превзошел стандарт (+3% в 2011 г., +16% в 2012 г. и +9% в 2013 г.). Среднеспелые сорта Ильинская, Икар, Геракл, Новосибирская 18, Диоблон, ЛП-588-1-06, Памяти Леонтьева имели стекловидность выше, чем у сорта-стандарта в отдельные годы исследований. В группе среднепоздних сортов превысили стандарт сорта Сибирская 17 и Свирель.

Таблица 7 – Стекловидность зерна сортов пшеницы разных групп спелости, %

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	79	76	81	77
2.	Ирень	78	72	89	79
3.	Чернява 13	71	69	74	71
4.	Челяба степная	83	77	82	80
5.	Новосибирская 29	88	64	73	74
6.	Новосибирская 15	65	61	76	69
7.	Омская 36	73	73	74	72
8.	Тюменская 27	75	55	75	70
9.	Тюменская 30	85	80	82	82
	Среднее значение	77,4	69,7	78,4	
	НСР _{0,95}	2,9	2,2	2,6	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	78	63	69	70
2.	Тюменская 28	77	66	74	72
3.	Тюменская 31	76	72	81	76
4.	Казахстанская 10	67	56	60	61
5.	Новосибирская 18	79	74	78	77
6.	Ильинская	71	85	84	80
7.	Омская 38	70	78	78	75
8.	Сударушка	64	96	71	77
9.	Икар	71	96	83	84

10.	Авиада	67	65	75	69
11.	Геракл	83	75	71	76
12.	Маргарита	73	74	77	74
13.	Красноуфимская 100	81	79	78	79
14.	ОмГАУ 90	74	69	78	74
15.	Тюменская 25	77	74	70	74
16.	Черноземноуральская	80	67	77	75
17.	Скэнт 3	82	60	69	70
18.	Лютесценс 70	81	73	66	73
19.	Диоблон	85	63	76	75
20.	Кампанин	69	61	71	67
21.	ЛП-588-1-06	79	72	82	78
22.	Памяти Леонтьева	81	84	75	80
23.	Сертори	79	67	80	75
24.	ШТРУ-0521911	76	71	76	74
25.	ШТРУ-0622072	74	63	74	70
26.	Тепсей	71	61	65	66
	Среднее значение	75,6	71,7	74,5	
	НСР _{0,95}	3,4	2,2	3,4	
Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	72	71	74	72
2.	Рикс	70	65	84	73
3.	Радуга	77	80	86	81
4.	Сибирская 17	82	97	81	87
5.	Серебристая	76	65	69	70
6.	Свирель	83	85	79	82
7.	Баганская 51	82	64	76	74
	Среднее значение	77,4	75,3	78,4	
	НСР _{0,95}	2,9	2,4	2,9	

Стекловидность зерна – признак наследственный, который имеет зависимость от таких условий среды, как температурный режим в период вегетации, относительная влажность воздуха и водный режим (Евдокимов М.Г., 2008; Сандакова Г.Н., 2012).

Существенное влияние на формирование стекловидности в зерне пшеницы (табл. 8) оказывал фактор «сорт», особенно в группе среднепоздних сортов (51,7%) и в группе среднеранних сортов (42,8%). Также можно отметить значительное влияние взаимодействия факторов «год» и «сорт» для всех групп спелости пшеницы, особенно в среднеспелой группе 53,1%.

Таблица 8 – Результаты дисперсионного двухфакторного анализа влияния сорта и года выращивания на показатель стекловидности зерна, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля вклада факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	42,8	38,7	51,7
Год (Б)	25,6	6,3	2,3
Взаимодействие (АБ)	30,5	53,1	44,9
Ошибка	1,1	1,9	1,1

Анализируя средние показатели за 2011-2013 годы исследований, можно заключить, что изучаемые сорта сформировали зерно со стекловидностью на уровне 55-97%, это соответствует требованиям к зерну пшеницы как сырью для выработки муки.

Наибольшими значениями стекловидности зерна характеризовались сорта среднепоздней группы Сибирская 17 (+15% к стандарту), Свирель (+10%), Радуга (+9%); в среднеспелой группе выделились Икар (+14%), Ильинская (+10%), Памяти Леонтьева (+10%); в среднеранней – Тюменская 30 (+7%) и Челябинская степная (+3%).

3.4 Количество и качество клейковины

Количество и качество клейковины относятся к числу наиболее информативных признаков при оценке технологических свойств зерна пшеницы (Белоглазова М.В., 2005).

Клейковина – это комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу. Она состоит из белковых фракций: глиадина и глютемина. В отличие от других запасных белков растений клейковина имеет уникальные реологические свойства, что является основой хлебопекарных достоинств пшеничной муки (Казаков Е.Д., 1983). От нее зависит газодерживающая способность теста, то есть

формирование пористой структуры хлебного мякиша и объема хлеба (Летяго Ю.А., 2017)

Требования действующего ГОСТ предусматривают уровень клейковины для первого класса не менее 32%, для второго класса – не менее 28%; третьего класса – не менее 23%; четвертого – не менее 18%; для пятого класса величина этого показателя не ограничивается.

Средние значения количества клейковины изучаемых сортов за годы исследований изменялись в пределах – от 23% до 32,5% (рис. 7).

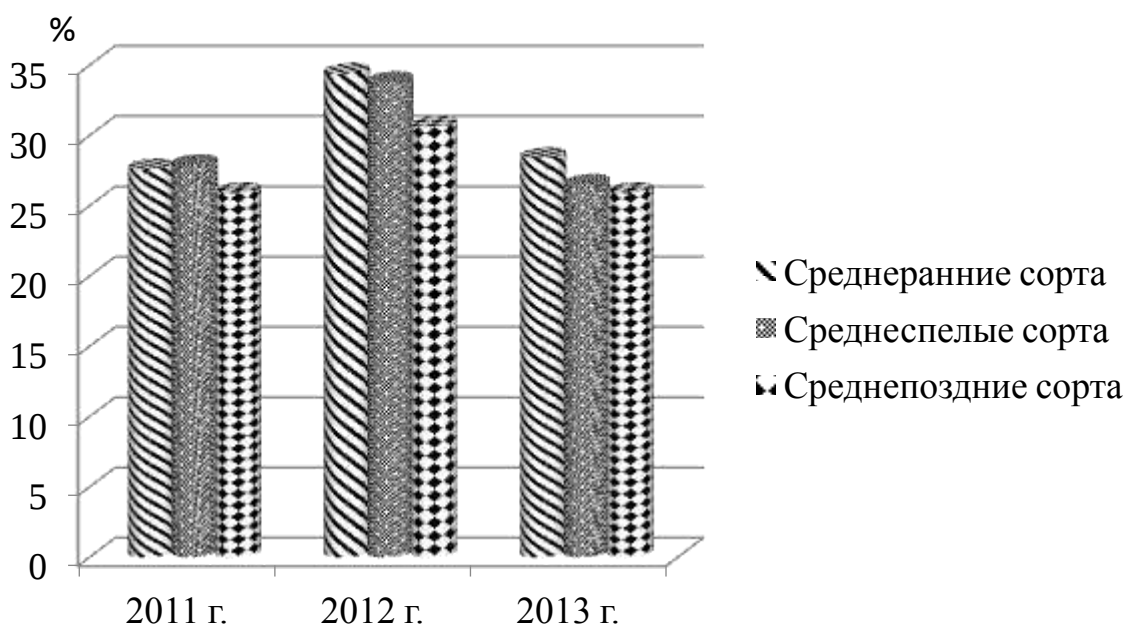


Рисунок 7 – Количество клейковины в зерне пшеницы, % (в среднем по сортам разных групп спелости)

По данным Д.И. Кучерова (2007), среднеспелые сорта пшеницы по содержанию клейковины уступали раннеспелым сортам на 2–3 %. В наших исследованиях это наблюдение подтвердилось в 2012 и 2013 гг. В 2011 году среднее значение количества клейковины у среднеспелых сортов было выше, чем у среднеранних.

Исследования показали, что в 2012 году, характеризующимся повышенным температурным фоном во время созревания зерна, происходило более интенсивное формирование клейковины в зерне. Высокое содержание клейковины в этом году было у среднеранних сортов: стандарт

Новосибирская 31 (38,4%), Новосибирская 29 (38%), Новосибирская 15 (36,8%); у среднеспелых сортов: стандарт Тюменская 29, Диоблон, ШТРУ-0521911 (все 36,8%); у среднепоздних: Баганская 51 (37,2%).

В условиях 2011 и 2013 гг. средние значения количества клейковины у сортов среднепоздней группы были примерно на одном уровне. В 2011 году этот показатель составил 24,2%, в 2013 году – 25,9%. В 2011 году с наибольшими значениями показателя выделились сорта: Баганская 51 (31,1%), сорт-стандарт Мелодия (26,6%) и Серебристая (26,3%), в 2013 году – Рикс (31,2%) и Свирель (28,8%).

Среднее значение количества клейковины у среднеспелых сортов в 2011 году было выше (27,9%), чем в 2013 году (24,5%). Наибольшее количество клейковины в 2011 году сформировали: сорт-стандарт Тюменская 29 (34,2 %), Диоблон (32,0%), Кампанин (31,1%), Икар (30,8%), Сертори (29,6%), Авиада (29,5%), Ильинская (29,1%), Лютесценс 70 (29,1%), Тюменская 25 (28,8%), Геракл (28,6%), Красноуфимская 100 (28,4%). В 2013 году выделились сорта: Тюменская 31 (35,6%), Тюменская 28 (31,2%), Кампанин (30,4%), Геракл (28,8%).

Проводя сравнение полученных данных по количеству клейковины у сортов пшеницы разных групп спелости за все годы исследований (табл. 9), можно выделить ряд сортов, которые превосходили сорт-стандарт по данному показателю. В среднеранней группе сорт-стандарт Новосибирская 31 имел наибольшее количество клейковины за все изучаемые годы. В среднеспелой группе в 2011 и 2012 гг. сорт-стандарт сформировал максимальное количество клейковины в сравнении с другими сортами этой группы спелости, а в 2013 году превосходили стандарт сорта Тюменская 31 (+9,2%), Тюменская 28 (+4,8%), Кампанин (+4%) и Геракл (+2,4%). В среднепоздней группе в 2011 году сорт Баганская 51 (31,1%) превзошел стандарт на 4,5% по количеству клейковины, в 2012 году сорт-стандарт, сформировавший клейковину 30%, превосходили сорта Баганская 51 (+7,2), Свирель (+4,8%) и

Рикс (+2,6%), в 2013 году стандарт Мелодия (21,6%) превзошли сорта Рикс (+9,6%), Свирель (+7,2%) и Сибирская 17 (+2,4%).

Таблица 9 – Количество клейковины у сортов пшеницы разных групп спелости, %

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	32,0	38,4	29,2	33,9
2.	Ирень	30,8	34,8	27,6	32,1
3.	Чернява 13	20,8	30,4	18,8	24,0
4.	Челяба степная	24,6	34,8	30,0	30,5
5.	Новосибирская 29	28,8	38,0	28,4	32,4
6.	Новосибирская 15	31,0	36,8	28,0	32,6
7.	Омская 36	23,8	29,2	26,8	27,3
8.	Тюменская 27	27,9	36,0	27,6	31,2
9.	Тюменская 30	28,9	31,2	20,0	27,4
Среднее значение		27,6	34,4	26,3	
НСР _{0,95}		1,1	1,8	1,2	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	34,2	36,8	26,4	33,3
2.	Тюменская 28	26,0	32,8	31,2	30,7
3.	Тюменская 31	26,6	35,2	35,6	33,1
4.	Казахстанская 10	26,7	32,8	21,6	27,6
5.	Новосибирская 18	25,5	28,4	22,4	26,1
6.	Ильинская	29,1	32,4	26,4	30,0
7.	Омская 38	26,6	33,2	20,4	27,4
8.	Сударушка	22,1	34,4	18,8	25,8
9.	Икар	30,8	34,4	26,4	31,2
10.	Авиада	29,5	30,8	24,4	28,9
11.	Геракл	28,6	31,6	28,8	30,3
12.	Маргарита	26,6	32,4	22,8	27,9
13.	Красноуфимская 100	28,4	30,4	23,2	28,0
14.	ОмГАУ 90	26,0	35,2	25,2	29,4
15.	Тюменская 25	28,8	35,2	26,4	30,8
16.	Черноземноуральская	26,7	32,0	26,4	29,0
17.	Скэнт 3	30,4	36,0	22,8	30,4
18.	Лютесценс 70	29,1	35,6	22,4	29,7
19.	Диоблон	32,0	36,8	18,4	29,8
20.	Кампанин	31,1	35,6	30,4	33,0
21.	ЛП-588-1-06	25,6	32,0	17,6	25,7
22.	Памяти Леонтьева	27,5	32,0	22,0	27,8
23.	Сертори	29,6	36,4	26,4	31,4

24.	ШТРУ-0521911	25,3	36,8	27,2	30,5
25.	ШТРУ-0622072	24,1	36,0	23,2	28,6
26.	Тепсей	28,8	34,8	20,0	28,5
	Среднее значение	27,9	33,8	24,5	
	НСР _{0,95}	1,2	0,9	0,8	
Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	26,6	30,0	21,6	27,0
2.	Рикс	23,6	32,6	31,2	29,1
3.	Радуга	25,7	23,6	19,6	23,6
4.	Сибирская 17	24,1	30,4	24,0	26,8
5.	Серебристая	26,3	25,6	20,8	24,7
6.	Свирель	23,8	34,8	28,8	29,7
7.	Баганская 51	31,1	37,2	23,2	31,3
	Среднее значение	25,9	30,6	24,2	
	НСР _{0,95}	0,8	1,5	1,7	

У сортов среднеранней группы среднее значение клейковины в 2011 году составило 27,6%, это на 1,3% превысило значение показателя в 2013 году. У стандарта Новосибирская 31 в 2011 году отмечено максимальное значение количества клейковины – 32,0%.

Высокий потенциал сорта Новосибирская 31 в формировании зерна с высоким содержанием клейковины отмечал в своих исследованиях М.В. Поляков (2014).

На содержание клейковины в зерне пшеницы влияют генетический фактор «сорт» и условия выращивания – фактор «год». Данные таблицы 10 показывают, что в среднеранней группе факторы «сорт» и «год» имели практически одинаковое влияние на количество клейковины – 42,8% и 42% соответственно. Взаимодействие сорта и года в этой группе составило 14,7%.

Таблица 10 – Результаты дисперсионного двухфакторного анализа влияния сорта и года выращивания на показатель количества клейковины, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля вклада факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	42,8	21,6	36,4
Год (Б)	42,0	50,6	27,9
Взаимодействие (АБ)	14,7	27,3	34,7
Ошибка	0,5	0,5	1,0

В среднеспелой группе влияние условий года выращивания на количество клейковины в зерне пшеницы было наибольшим за все годы исследований и составило 50,6%, влияние сорта и взаимодействия факторов варьировало от 21,6% до 27,3%.

В среднепоздней группе доля влияния фактора «сорт» составила 36,4%, фактора «год» – несколько ниже – 27,9%.

Данные таблицы 11 свидетельствуют о том, что в 2012 году наибольшее количество сортов пшеницы с содержанием клейковины в пределах требований первого класса ГОСТ было в среднеспелой группе (85%). Незначительная изменчивость наблюдалась у сортов среднеспелой группы (6,5 %) и сортов среднеранней группы (9,9%), а в группе среднепоздних сортов коэффициент вариации составил 15,7%, что считается средней степенью изменчивости признака.

Таблица 11 – 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 года количество клейковины в зерне пшеницы у сортов среднеранней группы варьировало от 20,8 до 32%, 11% всех образцов этой группы спелости отвечало требованиям первого класса действующего ГОСТ. В среднеспелой группе минимальные и максимальные значения количества клейковины были близки к значениям среднеранних сортов и варьировали в диапазоне 22,1 – 34,2%. Требованиям первого класса ГОСТ отвечали 8% образцов среднеспелой группы сортов. В группе среднепоздних сортов количество клейковины варьировало в пределах 23,6–31,1%, т.е. ни один образец не отвечал требованиям первого класса ГОСТ.

В условиях 2013 года количество клейковины у сортов среднеранней группы и у сортов среднепоздней группы было идентичным показателям 2011 года. В группе среднепоздних сортов 12% образцов сформировали клейковину более 32%. Коэффициент вариации у сортов всех групп спелости свидетельствовал о том, что признак варьировал в средней степени.

Качество клейковины, её упруго-эластичные свойства, связность, растяжимость определяются главным образом свойствами клейковинообразующих белков – глиаина и глютеина, входящих в состав клейковины. Качество клейковины, в отличие от ее содержания, менее подвержено влиянию почвенно-климатических условий (Николаев Е.В., 1991).

Качество клейковины, её упругость, окраска, эластичность, в большей степени связаны с сортовыми особенностями, обуславливая так называемую хлебопекарную «силу» пшеницы (Иваненко А.С. и др., 2010).

Согласно требованиям государственного стандарта, качество клейковины у пшеницы первого и второго классов должно быть не ниже I группы (43-77 ед. ИДК), у третьего и четвертого классов – не ниже II группы (18-102 ед. ИДК).

Анализируя полученные данные (рис. 8), можно заключить, что в условиях 2013 г. клейковина у сортов пшеницы характеризовалась более упругими свойствами, чем в другие годы, о чем свидетельствуют значения ИДК. Возможно, это объясняется влиянием повышенной температуры воздуха и обеспеченностью осадками в период налива и созревания зерна – вторая и третья декады июля (рис. 2 и 3). Средние значения качества клейковины в 2013 году у всех групп спелости соответствовали требованиям первого класса ГОСТ. Можно отметить также, что у среднепоздних сортов в условиях этого года клейковина была менее упругой, чем у среднеспелых и среднеранних сортов.

В условиях 2011 и 2012 гг. клейковина у сортов пшеницы сформировалась менее упругой, чем в 2013 г.: средние значения качества клейковины у сортов всех групп спелости превышали предел значений для I группы (77 ед. ИДК). Значения ИДК не выходили за пределы II группы, что характеризует клейковину как вполне пригодную для обеспечения производства хлеба стандартного качества.

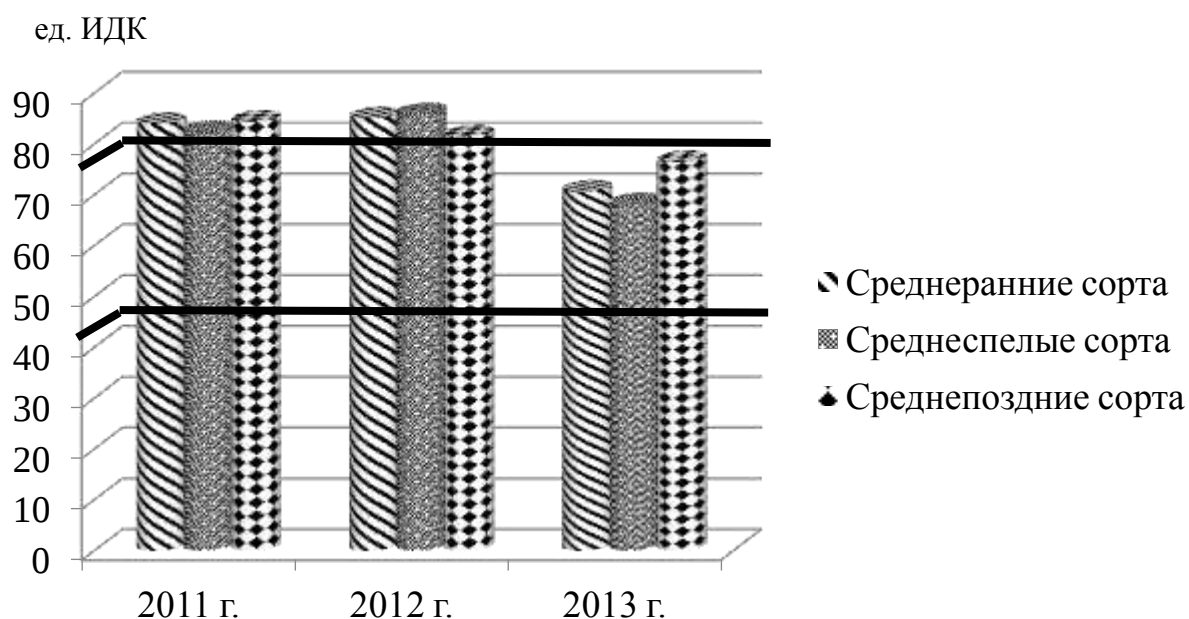


Рисунок 8 – Качество клейковины, ед. ИДК (в среднем по сортам разных групп спелости)

В 2011 году лучшим качеством клейковины (I группа) отличались сорта из группы среднеранних – стандарт Новосибирская 15, Чернява 13 и Челябинская степная; из группы среднеспелых – Тюменская 28, Новосибирская 18, Омская 38, Сударушка, Маргарита, Черноземноуральская, Памяти Леонтьева, Сертори, ШТРУ-0521911 и ШТРУ-0622072; из группы среднепоздних – Рикс и Радуга. В 2012 году первая группа качества клейковины отмечена у сортов Омская 36 среднеранней группы и Серебристая среднепоздней группы (табл. 12).

Как показывают данные таблицы 12, наиболее упругой клейковина сформировалась в условиях 2013 г., особенно у среднеранних и среднеспелых сортов.

Таблица 12 – Качество клейковины у сортов пшеницы разных групп спелости, ед. ИДК

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	75	85	65	75,0
2.	Ирень	90	85	70	81,7
3.	Чернява 13	75	80	65	73,3
4.	Челяба степная	75	85	70	76,7
5.	Новосибирская 29	80	90	70	80,0
6.	Новосибирская 15	95	90	80	88,3
7.	Омская 36	85	70	70	75,0
8.	Тюменская 27	90	90	75	85,0
9.	Тюменская 30	90	90	70	83,3
	Среднее значение	83,9	85,0	70,6	
	НСР _{0,95}	3,5	3,9	2,7	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	90	90	65	86,7
2.	Тюменская 28	65	80	80	75,0
3.	Тюменская 31	80	90	65	78,3
4.	Казахстанская 10	80	90	60	76,7
5.	Новосибирская 18	70	80	50	66,7
6.	Ильинская	95	80	80	85,0
7.	Омская 38	70	80	70	73,3
8.	Сударушка	65	85	65	71,7
9.	Икар	95	90	80	88,3
10.	Авиада	95	80	80	85,0
11.	Геракл	95	85	85	88,3
12.	Маргарита	70	95	65	76,7
13.	Красноуфимская 100	90	95	75	81,7
14.	ОмГАУ 90	95	80	60	78,3
15.	Тюменская 25	90	90	70	83,3
16.	Черноземноуральская	75	80	75	76,7
17.	Скэнт 3	85	85	65	78,3
18.	Лютесценс 70	90	90	80	86,7
19.	Диоблон	100	90	50	80,0
20.	Кампанин	95	90	85	90,0
21.	ЛП-588-1-06	80	80	65	75,0
22.	Памяти Леонтьева	70	80	55	68,3
23.	Сертори	75	85	65	75,0
24.	ШТРУ-0521911	75	90	65	76,7
25.	ШТРУ-0622072	70	90	55	71,7
26.	Тепсей	80	80	60	73,3

	Среднее значение	82,3	85,8	68,1	
	НСР _{0,95}	2,9	3,8	2,4	
Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	85	85	70	76,7
2.	Рикс	75	80	90	81,7
3.	Радуга	75	80	100	85,0
4.	Сибирская 17	80	80	70	80,0
5.	Серебристая	90	70	55	71,7
6.	Свирель	90	85	80	85,0
7.	Баганская 51	95	90	70	85,0
	Среднее значение	84,3	81,4	76,4	
	НСР _{0,95}	3,4	2,4	2,4	

Формирование качества клейковины в зерне зависит от погодных факторов, таких как температура воздуха и обеспеченность влагой в период созревания зерна. Ряд ученых утверждают, что повышенная температура и засушливые условия среды способствуют образованию в зерне крепкой и упругой клейковины, а пониженные температуры и увеличение влажности вызывают ее ослабление (Гридасов И.И., 1983; Стрельникова М.М., 1960). Некоторые работы указывают на наличие отрицательной зависимости между содержанием и качеством клейковины (Ахтариева Т.С., 2008).

Такая особенность наблюдалась в наших исследованиях в засушливых условиях 2012 года. Группы среднеранних и среднеспелых сортов обладали высоким содержанием клейковины (более 33%), при этом качество клейковины относилось ко второй группе. Исключение составил сорт из среднеранней группы Омская 36, содержание клейковины которого было ниже средней и составило 29,6%, а качество клейковины относилось к первой группе (70 ед. ИДК).

В среднеранней группе в 2013 году 89% сортов по качеству клейковины соответствовали требованиям государственного стандарта первого и второго классов, в среднеспелой группе таких сортов было 73%, а в среднепоздней – 57% (табл. 13). У среднеспелых и среднепоздних сортов наблюдалась средняя изменчивость признака, коэффициент вариации

составил 15,1% и 19,5% соответственно, в отличие от среднеранних сортов, изменчивость которых была незначительная (6,6%).

Таблица 13 – Варьирование качества клейковины яровой мягкой пшеницы разных групп спелости

Группа спелости	Количество сортов	Среднее значение, ед. ИДК	min-max, ед. ИДК	Коэф. V, %	Количество сортов, соответств. требованиям 1 кл. ГОСТ, %
2011 год					
Среднеранние сорта	9	83,9	75-95	9,5	33,3
Среднеспелые сорта	26	82,3	65-100	13,4	38,5
Среднепоздние сорта	7	84,3	75-95	9,3	28,6
2012 год					
Среднеранние сорта	9	85,0	70-90	7,8	11,1
Среднеспелые сорта	26	85,8	80-95	6,1	0
Среднепоздние сорта	7	81,4	70-90	7,7	14,3
2013 год					
Среднеранние сорта	9	70,6	65-80	6,6	88,9
Среднеспелые сорта	26	68,1	50-85	15,1	73,1
Среднепоздние сорта	7	76,4	55-100	19,5	57,1

В условиях 2012 года 14,3% сортов среднепоздней группы по качеству клейковины соответствовало требованиям первого и второго классов ГОСТ, 11,1% сортов среднеранней группы соответствовали этим требованиям, а среди среднеспелой группы все сорта относились к третьему классу ГОСТ. Незначительная изменчивость признака отмечена у сортов всех групп спелости.

В 2011 году требованиям первого класса ГОСТ по качеству клейковины в среднеспелой группе соответствовали 38,5% образцов, в среднеранней группе 33,3%, в среднепоздней группе этот процент составил 28,6.

Как показал факторный анализ (табл. 14), условия года выращивания оказывали большее влияние на качество клейковины среднеранних сортов

(доля вклада фактора «год» – 52,4%) и среднеспелых сортов (41,9%). Взаимодействие факторов «год» и «сорт» преобладало у среднепоздних сортов (67,4%), влияние года выращивания на качество клейковины в этой группе составило 10,1%.

Таблица 14 – Факторный анализ влияния сорта и года выращивания на качество клейковины, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля вклада факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	29,0	23,4	22,0
Год (Б)	52,4	41,9	10,1
Взаимодействие (АБ)	17,1	34,3	67,4
Ошибка	1,5	0,4	0,5

В целом, анализируя средние показатели за годы исследований, по количеству и качеству клейковины, можно заключить, что образцы изучаемых сортов пшеницы разных групп спелости отвечали требованиям на продовольственное зерно первого, второго и третьего классов, то есть – характеризовались достаточно высокими сырьевыми свойствами.

3.5 Число падения

Число падения – это показатель, характеризующий состояние углеводно-амилазного комплекса зерна, который является важным признаком оценки устойчивости пшеницы к прорастанию зерна на корню. Этот показатель характеризует активность фермента α -амилазы, под активным действием которого крахмал гидролизуетсся с образованием водорастворимых веществ – декстринов и сахаров.

По мнению В.А. Крупнова и О.В. Крупновой (2015), решающая роль в получении стабильно высокого числа падения принадлежит селекции на устойчивость к предуборочному прорастанию зерна.

Специфические погодные условия Тюменской области во время созревания и уборки зерна с дефицитом тепловых ресурсов и повышенным количеством осадков вызывают увлажнение зерна после созревания, что приводит к его прорастанию (Тоболова Г.В. и др., 2015). Действие α -амилазы на крахмал характеризуется быстрым снижением вязкости раствора и молекулярной массы олигосахаридов, что влияет на хлебопекарные свойства муки в процессе выпечки хлеба, а именно: снижается водопоглощительная способность муки и в результате снижается выход теста и хлеба. Ухудшается и качество мякиша – он становится липким, его влажность повышается. Для хлебопечения нежелательно и высокое число падения, так как отсутствие крахмалорасщепляющих ферментов приводит к тому, что мякиш получается излишне сухим.

Н.С. Мамытова с соавторами (2014) в своих исследованиях отмечают, что величина числа падения связана с предуборочным прорастанием пшеницы, которое способствует увеличению активности α -амилаз, изменению состава изоформ этого фермента и активации ряда других гидролаз.

Согласно требованиям действующего ГОСТ 9353-2016 для зерна пшеницы 1-го и 2-го классов число падения должно быть не менее 200 с, для 3-го класса – не менее 150 с.

По литературным данным известно, что в селекционной практике все изучаемые генотипы нередко условно разбивают на три группы: низкое ЧП (ниже 150–200 с), среднее (200–350 с) и высокое (выше 350 с) (Dencic S. et al., 2013).

По сведениям Е.П. Мелешкиной (2005), для зерна пшеницы со значением числа падения в диапазоне 300 с и более характерен низкий уровень гидролиза крахмала. Такое зерно содержит много клейковины и, как правило, недостаточно крахмала. Вследствие этого низкое содержание крахмала в зерне и его поврежденности заметно влияет практически на все

характеристики состояния углеводно-амилазного комплекса, что приводит к снижению качества муки.

Следовательно, по мнению ученых (Мелешкина Е.П., 2009; Sologuk S., Sorenson B., Johnson A., 2005), высокое число падения (низкая активность фермента α -амилазы) негативно влияет на качестве готового продукта. Вместе с тем, требования государственного стандарта на зерно пшеницы не ограничивают высокий уровень числа падения.

Согласно ГОСТ на пшеницу, у зерна 1-го и 2-го класса число падения должно быть не ниже 200 с, при этом допускается до 5 % проросшего зерна «в зерновой примеси». Единичные проросшие зерна могут быть даже при числе падения в диапазоне от 200 до 300 с. В Австралии, в таком крупном экспортере зерна, программами предусмотрено создание сортов со средним значением числа падения не ниже 350 с, а в Канаде – 400 с и более (Крупнов В.А., 2015). Это предупредительные меры, обеспечивающие гарантию получения зерна, не подвергшегося прорастанию. Такие меры обоснованы, так как, например, в Канаде потери от предуборочного прорастания составляют около 100 млн долларов в год (DePauw R.M. et al., 2012).

Рассмотрим полученные значения числа падения за 2011-2013 гг. исследований с учетом требований ГОСТ и с учетом рекомендаций Е.П. Мелешкиной относительно высокого его уровня (более 300 с).

Средние значения числа падения представлены на рисунке 9. Наибольшее среднее значение зафиксировано в 2013 году у среднепоздних сортов 640 с. Наименьшее – у среднеспелых сортов в 2012 году – 305 с. За все три года исследований среднеспелые сорта характеризовались меньшими значениями числа падения в сравнении с сортами других групп спелости.

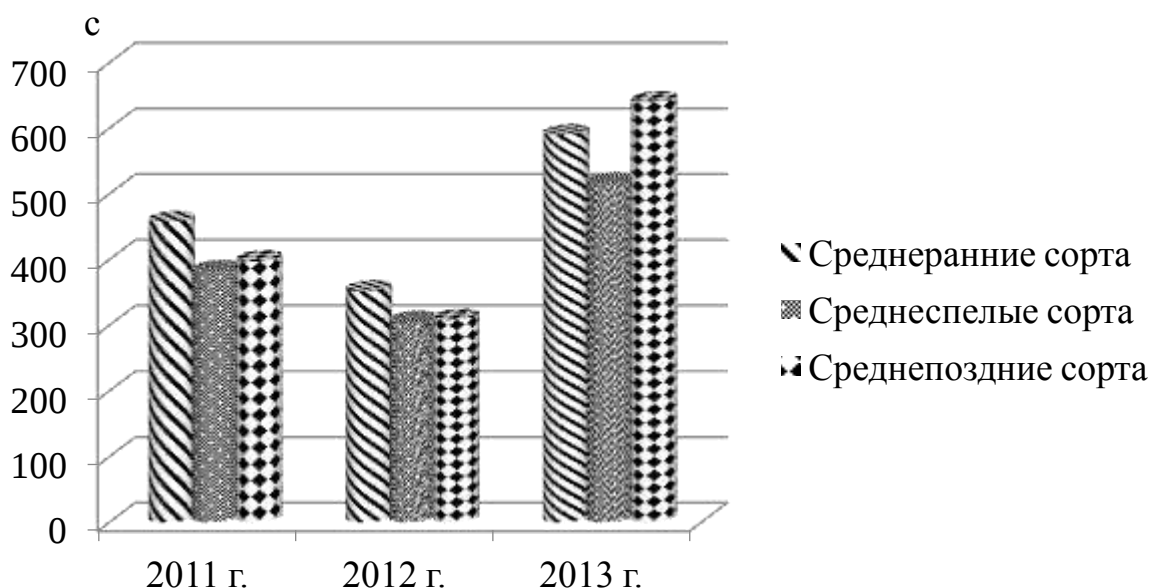


Рисунок 9 – Число падения в зерне пшеницы, с (в среднем по сортам разных групп спелости)

Уборка зерна в 2012 году происходила во второй декаде августа, температура воздуха была выше, чем в 2011 и 2013 году, а также превышала средний многолетний уровень. Количество осадков выпало в этот период ниже нормы. Однако, несмотря на сухие условия и теплую погоду, значения числа падения варьировали от 86 до 476 с и оказались более низкими значениями, чем в другие годы. Можно предположить, что снижение числа падения обусловлено некоторым усилением активности фермента α -амилаза под влиянием осадков, которые наблюдались в конце созревания зерна (третья декада июля – 31 мм, первая декада августа – 42 мм).

Большинство изучаемых сортов отвечало требованиям ГОСТ для зерна пшеницы первого класса. Исключение составили: Омская 36 (129 с) из группы среднеранних сортов и среднеспелые сорта – Черноземноуральская (86 с) и Маргарита (161 с).

Условия 2011 года позволили сортам пшеницы сформировать зерно с показателями, характеризующими относительную устойчивость к прорастанию зерна. Большинство сортов отвечало требованиям государственного стандарта, число падения превышало 200 с, за

исключением сорта Омская 36 (169 с) из группы среднеранних сортов, Тюменская 28 (197 с), Казахстанская 10 (196 с) и Тюменская 29 (143 с) из группы среднеспелых сортов, Рикс (129 с) из группы среднепоздних сортов.

Погодные условия августа в 2013 году характеризовались температурой воздуха ниже многолетних данных, осадков выпало также ниже нормы. Значения показателя числа падения абсолютно всех изучаемых сортов превышало 200 с, как требует того государственный стандарт на зерно пшеницы первого класса. Вместе с тем Е.П. Мелешкина (2005) утверждает: если число падения зерна пшеницы превышает 300 с, такое зерно будет иметь низкую поврежденность крахмала, что приводит к тому, что мякиш хлеба получается излишне сухим. Таким образом, можно считать, что высокое число падения у сортов указывает на наличие проблемы и требует дальнейшего изучения этой особенности.

В условиях 2013 г. показатель числа падения в группе среднеранних сортов находился в пределах от 395 с до 795 с, среднеспелых – от 320 с до 839 с и среднепоздних – от 419 с до 793с. Это самые высокие показатели за годы исследований.

Представленные данные по числу падения в зерне яровой пшеницы в таблице 15 показывают, что сорт Омская 36 среднеранней группы в 2011г. и 2012 г. характеризовался низким числом падения (169 с и 129 с соответственно), что указывает на повышенную активность α -амилазы. Все остальные сорта этой группы спелости отвечали требованиям государственного стандарта для первого класса.

Таблица 15 – Число падения у сортов пшеницы разных групп спелости,

с

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	507	391	593	497
2.	Ирень	635	476	794	635
3.	Чернява 13	439	349	432	407
4.	Челяба степная	428	397	795	540
5.	Новосибирская 29	593	437	691	573
6.	Новосибирская 15	508	227	523	419
7.	Омская 36	169	129	395	231
8.	Тюменская 27	385	336	638	453
9.	Тюменская 30	455	427	448	443
	Среднее значение	457,7	352,1	589,9	
	НСР _{0,95}	4,6	4,7	4,3	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	143	322	565	343
2.	Тюменская 28	197	269	514	327
3.	Тюменская 31	526	378	839	581
4.	Казахстанская 10	196	206	356	252
5.	Новосибирская 18	479	449	633	520
6.	Ильинская	346	288	410	348
7.	Омская 38	364	359	493	405
8.	Сударушка	311	243	515	356
9.	Икар	334	340	414	362
10.	Авиада	295	252	458	335
11.	Геракл	444	309	552	435
12.	Маргарита	516	161	469	382
13.	Красноуфимская 100	317	225	416	319
14.	ОмГАУ 90	358	378	577	438
15.	Тюменская 25	606	365	516	496
16.	Черноземноуральская	385	86	456	309
17.	Скэнт 3	242	270	320	277
18.	Лютесценс 70	476	361	489	442
19.	Диоблон	451	439	538	476
20.	Кампанин	450	319	468	412
21.	ЛП-588-1-06	286	279	571	379
22.	Памяти Леонтьева	422	277	632	444
23.	Сертори	422	450	675	516
24.	ШТРУ-0521911	514	372	530	472
25.	ШТРУ-0622072	481	234	599	438
26.	Тепсей	396	313	427	378
	Среднее значение	383,0	305,5	516,6	
	НСР _{0,95}	4,8	4,4	4,0	

Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	469	302	732	501
2.	Рикс	129	266	532	309
3.	Радуга	345	326	566	412
4.	Сибирская 17	536	302	793	544
5.	Серебристая	439	347	680	488
6.	Свирель	460	316	758	511
7.	Баганская 51	404	301	419	375
	Среднее значение	397,4	308,6	640,0	
	НСР _{0,95}	4,5	4,1	4,0	

Показатель числа падения сортов в среднеспелой группе, если сравнивать средние значения с другими группами спелости по годам исследований, был самым низким, но требованиям первого класса ГОСТ отвечало подавляющее большинство среднеспелых сортов. Число падения ниже 200 с наблюдалось в 2011 году у сорта-стандарта Тюменская 29 (143 с), Казахстанская 10 (196 с) и Тюменская 28 (197 с). В 2012 году пониженным числом падения отличались сорта Маргарита (161 с) и Черноземноуральская (86). В 2013 году 100% сортов среднеспелой группы отвечали требованиям ГОСТ для первого класса, что указывает на их устойчивость к прорастаню зерна в колосе.

Изученные нами среднепоздние сорта за 2011-2013 гг. обладали значениями числа падения в рамках государственного норматива для первого класса, все сорта имели число падения более 200 с. Исключение составил сорт Рикс (129 с) в 2011 году.

Дисперсионный двухфакторный анализ влияния сорта и года показал (табл. 16), что условия года имеют значительное влияние на показатель числа падения сортов среднепоздней группы (64,6%) и среднеспелой (42,2%). На показатель группы среднеранних сортов значительно повлиял фактор «сорт» – 47,3%. Влияние взаимодействия факторов «год» и «сорт» для среднеспелой группы составило 23,1%, в то время как у группы среднепоздних сортов, а также среднеранних – доля взаимодействия составила 14,8%.

Таблица 16 – Результаты дисперсионного двухфакторного анализа влияния сорта и года выращивания на показатель числа падения зерна, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля влияния факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	47,2	34,3	20,2
Год (Б)	37,2	42,2	64,6
Взаимодействие (АБ)	14,8	23,1	14,8
Ошибка	0,8	0,4	0,4

Анализируя показатели числа падения, полученные за годы исследований, можно прийти к выводу, что большинство изучаемых сортов (36) отличались высокой величиной числа падения, а у остальных шести сортов: Омская 36, Тюменская 28, Казахстанская 10, Маргарита, Черноземноуральская и Рикс величина этого показателя значительно ниже, что позволяет предположить о подверженности их к прорастанию зерна в колосе.

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: Челябинская степная, Новосибирская 31, Ирень, Тюменская 27 (табл. 17).

Таблица 17 – 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, Челябинская 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, Челябинская степная
Качество клейковины, ед. ИДК	43-77 ед. ИДК	Челябинская степная, Новосибирская 31, Омская 36, Черныш 13
Содержание белка, %	Не менее 14,5 %	Все изучаемые сорта
Число падения, с	200 с и более	Все изучаемые сорта

Также можно выделить сорта раннеспелой группы Тюменская 27 и Ирень, все показатели которых относились к второму классу качества, исключение составило только качество клейковины, которое соответствовало II группе. Сорт Новосибирская 31 отвечает высоким требованиям ГОСТ, за исключением натуры зерна.

По данным таблицы 18 можно заключить, что среди сортов среднеспелой группы всем требованиям государственного стандарта второго класса отвечали сорта Черноземноуральская, Тюменская 28, Маргарита, Сертори.

Таблица 18 – 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
Качество клейковины, ед. ИДК	43-77 ед. ИДК	Казахстанская 10, Маргарита, Черноземноуральская, ШТРУ-0521911, Тюменская 28, ЛП-588-1-06, Сертори, Омская 38, Тепсей, Сударушка, ШТРУ-0622072, Памяти Леонтьева, Новосибирская 18
Содержание белка, %	Не менее 14,5 %	Все изучаемые сорта
Число падения, с	200 с и более	Все изучаемые сорта

Также можно выделить сорта Тюменская 29 (St), Тюменская 31, Ильинская, Икар, Авиада, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90, Тюменская 25, Скэнт 3, Диоблон с высокими показателями качества зерна, за исключением качества клейковины (значения ИДК соответствуют нормативам третьего класса ГОСТ). Среднеспелые сорта Новосибирская 18, Памяти Леонтьева характеризуются высокими значениями натуры, стекловидности, содержания белка, числа падения, качественной клейковиной, но количество клейковины

менее 28%. Все показатели сортов ШТРУ-0521911, ШТРУ-0622072, Тепсей соответствуют нормативам ГОСТ, приведенным в таблице 21, однако натура зерна у них ниже 750 г/л.

Анализируя результаты изучения показателей качества среднепоздних сортов (табл. 19) следует отметить сорт Рикс, который отвечает всем требованиям ГОСТ на пшеницу второго класса, но с превышением предела значений для первой группы качества клейковины: выше 77 ед. ИДК. Высоким содержанием клейковины, белка и высокой стекловидностью характеризовались Баганская 51 и Свирель, высокими показателями натуры, стекловидности и содержания белка – сорт Сибирская 17.

Таблица 19 – Сорта среднепоздней 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	Рикс, Радуга, Сибирская 17
Стековидность, %	Не менее 60%	Сибирская 17, Свирель, Радуга, Баганская 51, Рикс, Мелодия (St), Серебристая
Содержание клейковины, %	Не менее 28%	Баганская 51, Свирель, Рикс
Качество клейковины, ед. ИДК	43-77 ед. ИДК	Мелодия (St), Серебристая
Содержание белка, %	Не менее 14,5 %	Мелодия (St), Баганская 51, Радуга, Рикс, Сибирская 17, Свирель
Число падения, с	200 с и более	Все изучаемые сорта

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что из среднеранних сортов выделилась Челябинская степная, зерно которой отвечало всем требованиям стандарта для второго класса. Интерес представляют в этой группе также сорта Тюменская 27, Ирень и Новосибирская 31, большинство показателей качества зерна которых отличалось высокими значениями.

В среднеспелой группе по комплексу признаков выделились сорта Черноземноуральская, Тюменская 28, Маргарита, Сертори. Также можно отметить сорта Тюменская 29 (St), Тюменская 31, Ильинская, Икар, Авиада, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90, Тюменская 25, Скэнт 3, Диоблон, показатели качества зерна которых были высокими, за исключением качества клейковины: значения ИДК в пределах нормативов третьего класса ГОСТ, что вполне обеспечивает необходимое условие получения хлеба стандартного качества.

Из группы среднепоздних сортов следует отметить Рикс, зерно которого характеризовалось высокими показателями, за исключением качества клейковины (значения ИДК в пределах нормативов третьего класса). Высоким содержанием клейковины и белка, а также высокой стекловидностью зерна в этой группе сортов отличались Баганская 51 и Свирель. Сорт Сибирская 17 выделился по натуре зерна, стекловидности и содержанию белка.

ГЛАВА 4. БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

4.1 Содержание белка в зерне

Создание сортов пшеницы с положительным комплексом хозяйственно-биологических признаков и свойств, а также с высоким содержанием белка в зерне – одна из основных задач селекционной науки и генетики (Скрипка О.В. и др., 2015).

В зерне пшеницы содержится от 9 до 26% белка. Сортные особенности, климатические условия, технология возделывания и другие факторы влияют на варьирование количества белка в зерне пшеницы.

Согласно требованиям действующего ГОСТ массовая доля белка на сухое вещество для зерна пшеницы первого класса должна быть не менее 14,5%, для второго класса не менее 13,5% и третьего класса не менее 12,0%.

Средние значения содержания белка в зерне пшеницы разных групп спелости за 2011-2013 гг. представлены на рисунке 10. Средние значения в 2012 и 2013 гг. превышали отметку в 14,5%, что в пределах требований первого класса государственного стандарта. В 2011 году показатели соответствовали третьему классу ГОСТ: у группы среднеранних сортов этот показатель составил 13,4%, у группы среднеспелых сортов – 13,1%, у сортов среднепоздней группы – 13,0%.

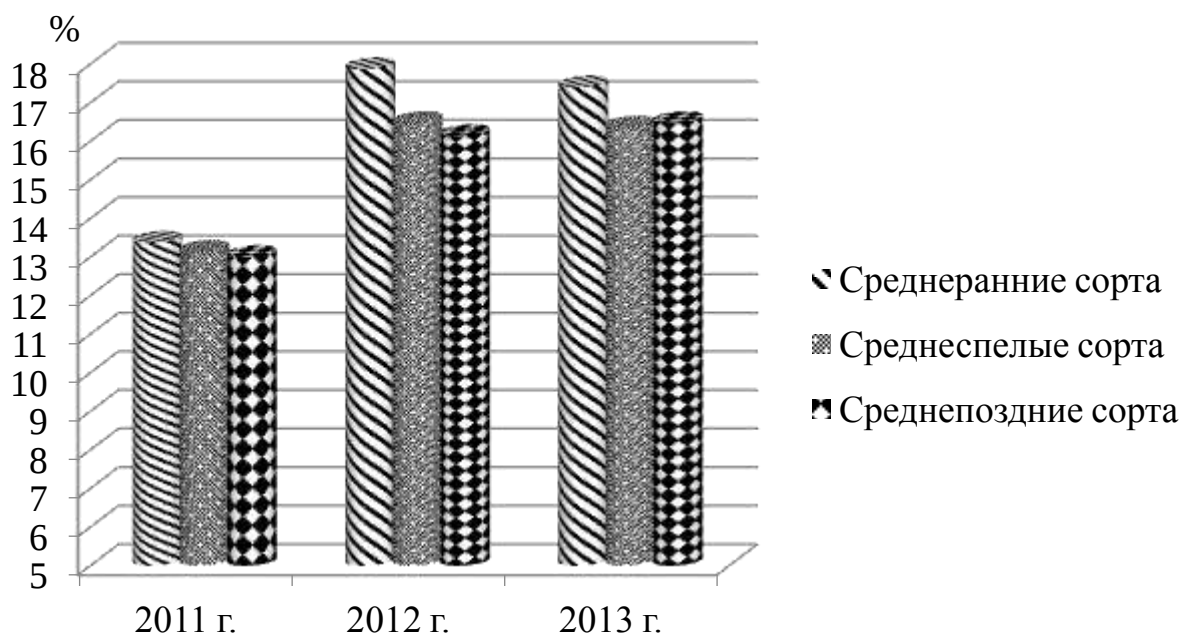


Рисунок 10 – Содержание белка в зерне пшеницы, % (в среднем по сортам разных групп спелости)

Е.П. Кондратенко с соавторами (2016) в своих исследованиях отмечали, что на уровень содержания белка в зерне пшеницы значительное влияние оказывали метеорологические условия года выращивания. Более теплая и сухая погода вегетационного периода, особенно конца этого периода, способствовала большему накоплению белка в зерне.

Содержание белка у среднеранних сортов в 2011 году было в пределах 11,7–15,3% (табл. 20). Выделился сорт Ирень, у которого содержание белка в зерне выше, чем у стандарта на 1,4%. В 2012 и 2013 гг. у стандарта Новосибирская 31 содержание белка составило 19% и 18,4% соответственно, другие сорта не имели существенного преимущества.

Таблица 20 – Содержание белка в зерне у сортов пшеницы разных групп спелости, %

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	13,9	19,0	18,4	17,1
2.	Ирень	15,3	19,3	17,8	17,5
3.	Чернява 13	11,7	16,2	16,0	14,6
4.	Челяба степная	12,8	18,1	17,7	16,2
5.	Новосибирская 29	14,4	18,5	18,0	17,0
6.	Новосибирская 15	13,7	19,0	18,7	17,1
7.	Омская 36	11,7	15,6	16,0	14,4
8.	Тюменская 27	12,8	17,1	15,7	15,2
9.	Тюменская 30	14,0	18,0	16,0	16,0
Среднее значение					
НСР _{0,95}		0,7	0,5	0,6	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	13,7	15,6	16,4	15,2
2.	Тюменская 28	11,7	16,2	16,4	14,8
3.	Тюменская 31	12,8	16,7	18,0	15,8
4.	Казахстанская 10	13,7	15,3	16,7	15,2
5.	Новосибирская 18	11,7	16,7	15,7	14,7
6.	Ильинская	13,1	15,6	16,4	15,0
7.	Омская 38	14,0	16,7	16,7	15,8
8.	Сударушка	11,7	17,4	15,3	14,8
9.	Икар	13,9	16,0	16,4	15,4
10.	Авиада	12,8	15,6	15,3	14,6
11.	Геракл	12,4	15,4	15,7	14,5
12.	Маргарита	14,0	15,6	15,3	15,0
13.	Красноуфимская 100	13,7	16,7	16,7	15,7
14.	ОмГАУ 90	13,9	16,0	17,4	15,8
15.	Тюменская 25	12,4	15,3	16,7	14,8
16.	Черноземноуральская	12,7	15,3	16,2	14,7
17.	Скэнт 3	13,4	16,0	16,7	15,4
18.	Лютесценс 70	14,5	18,4	16,4	16,4
19.	Диоблон	14,5	16,7	17,0	16,1
20.	Кампанин	13,0	17,1	16,7	15,6
21.	ЛП-588-1-06	14,5	16,7	15,7	15,6
22.	Памяти Леонтьева	13,0	16,9	15,3	15,1
23.	Сертори	12,8	19,3	17,4	16,5
24.	ШТРУ-0521911	11,7	17,4	16,7	15,3
25.	ШТРУ-0622072	13,1	16,7	16,0	15,3
26.	Тепсей	12,8	16,9	16,0	15,2

	Среднее значение	13,1	16,5	16,4	
	НСР _{0,95}	0,6	0,6	0,6	
Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	15,0	18,1	17,1	16,7
2.	Рикс	12,5	15,7	16,7	15,0
3.	Радуга	13,7	15,3	16,4	15,1
4.	Сибирская 17	12,0	16,2	16,7	15,0
5.	Серебристая	12,4	15,3	15,3	14,3
6.	Свирель	12,4	15,6	16,7	14,9
7.	Баганская 51	12,7	16,7	16,4	15,3
	Среднее значение	13,0	16,1	16,5	
	НСР _{0,95}	0,5	0,6	0,7	

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, превышение составило 0,8%. В 2012 году в этой группе спелости сорта были наиболее конкурентоспособными по отношению к стандарту Тюменская 29: 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 семь сортов). 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 в среднем за годы исследований сорт-стандарт Мелодия характеризовался максимальным содержанием белка: в 2011 году – 15%, в 2012 году – 18,1% и в 2013 году – 17,1%, что свидетельствует о высоком потенциале данного сорта в формировании белка в зерне.

Данные таблицы 21 показывают, что 100% изучаемых сортов пшеницы всех групп спелости в 2012 и 2013 гг. по содержанию белка соответствовали требованиям первого класса государственного стандарта. Минимальное

значение содержания белка в зерне пшеницы за 2012-2013 гг. составило 15,3%, максимальное – 19,3%.

Таблица 21 – Варьирование содержания белка 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	13,4	11,7 – 15,3	9,1	11,1
Среднеспелые сорта	26	13,1	11,7 – 14,5	6,6	11,5
Среднепоздние сорта	7	13,0	12,0 – 15,0	8,1	14,3
2012 год					
Среднеранние сорта	9	17,9	15,6 – 19,3	7,3	100
Среднеспелые сорта	26	16,5	15,3 – 19,3	5,9	100
Среднепоздние сорта	7	16,1	15,3 – 18,1	6,2	100
2013 год					
Среднеранние сорта	9	17,1	15,7 – 18,7	7,0	100
Среднеспелые сорта	26	16,3	15,3 – 18,0	4,3	100
Среднепоздние сорта	7	16,5	15,3 – 17,1	3,4	100

В 2011 году содержание белка в зерне сортов среднепоздней группы спелости соответствовало первому классу ГОСТ у 14,3% сортов. В среднеспелой и среднеранней группах к первому классу относилось 11,5% и 11,1% сортов соответственно.

Показатели количества клейковины и содержания белка в зерне имеют корреляционную зависимость, так как клейковина представляет в своей основе белковое вещество. В таблице 22 приведены количественные выражения, показывающие корреляционную зависимость между показателями количества клейковины и белка за отдельные годы исследований.

Таблица 22 – Взаимосвязь количества клейковины и белка в зерне пшеницы

Группа спелости	Коэффициент корреляции между количеством клейковины и белка	Критерий существенности	
		t _{факт}	t _{теор}
2011 г.			
Среднеранние сорта	0,842*	4,13	2,37
Среднеспелые сорта	0,394*	2,10	2,06
Среднепоздние сорта	0,225	0,52	2,57
2012 г.			
Среднеранние сорта	0,768*	13,02	2,37
Среднеспелые сорта	0,339	1,77	2,06
Среднепоздние сорта	0,325	0,77	2,57
2013 г.			
Среднеранние сорта	0,640*	2,51	2,37
Среднеспелые сорта	0,451*	2,48	2,06
Среднепоздние сорта	0,457	1,15	2,57

*Связь существенна на 5%-ном уровне значимости

Корреляционная зависимость в 2011 году была достоверной у среднеранних и среднеспелых сортов. Высокая положительная зависимость отмечена у среднеранних сортов ($r = 0,842$) и средняя степень взаимосвязи у среднеспелых сортов ($r = 0,394$). У среднепоздних сортов зависимость между содержанием белка и клейковины слабая при недостоверном коэффициенте корреляции. В 2012 г. отмечена высокая степень взаимосвязи между рассматриваемыми признаками у среднеранних сортов ($r = 0,768$), у среднеспелых и среднепоздних сортов наблюдалась средняя зависимость между признаками при недостоверном коэффициенте корреляции. В 2013 г. у сортов среднепоздней группы спелости отмечена средняя зависимость между признаками, при этом существенной связью была у среднеранних ($r = 0,640$) и среднеспелых сортов ($r = 0,451$).

Наши данные подтверждаются сведениями, полученными Д.И. Кучеровым (2007) в том, что в условиях лесостепи Тюменской области в отдельные годы как у раннеспелых, так и у среднеспелых сортов пшеницы взаимосвязь между содержанием клейковины и белка может быть

несущественной, а в отдельные годы – положительной высокой и средней при достоверном значении коэффициента корреляции.

4.2 Содержание крахмала

Одним из универсальных запасных углеводов растений является крахмал, который играет важную роль в их метаболизме (Кузнецов В.В., 2006).

Крахмал расщепляется ферментами амилазами. Этот процесс характерен для проросшего зерна. Под воздействием амилаз крахмал расщепляется с образованием декстринов и мальтозы. Амилазы имеют большое значение при оценке качества зерна, так как от активности амилаз зависит процесс накопления сахара во время брожения. Сам процесс брожения зависит от скорости накопления в тесте мальтозы, что в свою очередь, зависит от действия β -амилазы (Козьмина Н.П. и др., 2006).

Содержание крахмала в зерне яровой мягкой пшеницы сортов разных групп спелости в среднем за годы исследований не превышало 48% (рис. 11). В условиях 2011 года наибольшее содержание крахмала наблюдалось у сортов среднеспелой группы, в 2012 и 2013 годах у сортов среднеранней группы спелости.

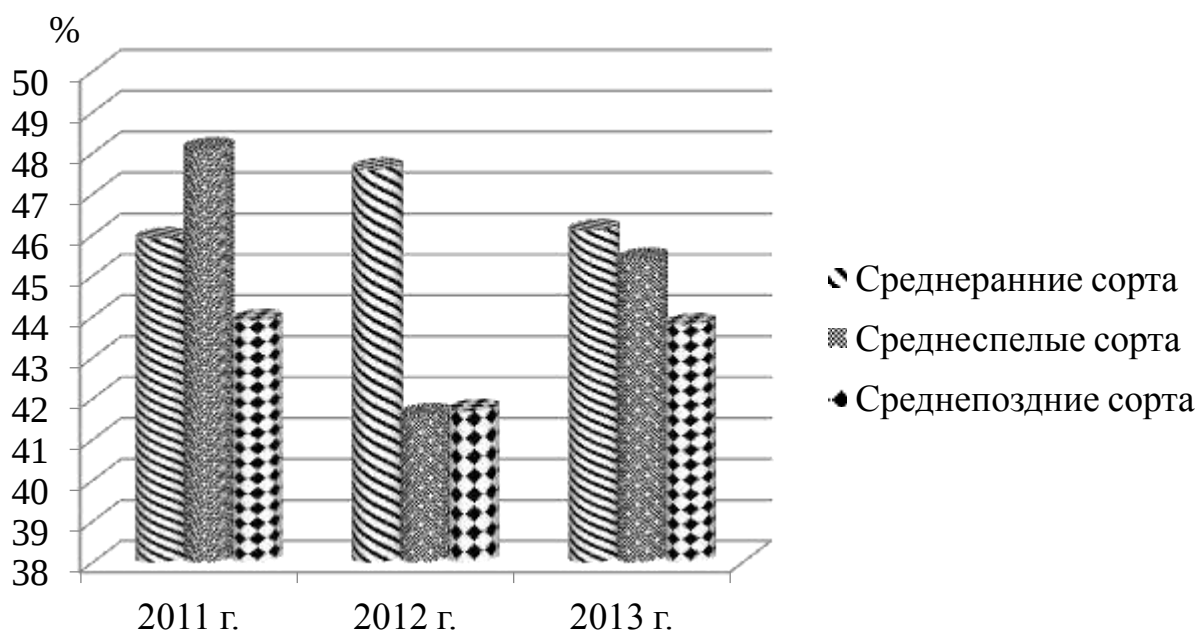


Рисунок 11 – Содержание крахмала в зерне пшеницы, % (в среднем по сортам разных групп спелости)

Из литературных сведений известно, что пониженная температура воздуха и оптимальная влажность почвы удлиняют период накопления крахмала в зерне, а высокая температура и недостаточная влажность почвы способствуют сокращению этого периода (Беркутова Н.С., 1991).

В засушливых условиях 2012 года отмечалось пониженное содержание крахмала в зерне пшеницы у сортов среднеспелой и среднепоздней групп спелости. Значительное преимущество по содержанию крахмала в зерне среднеранних сортов в условиях 2012 г., вероятно, объясняется количеством осадков, выпавших в третьей декаде июня (100 мм), что положительно повлияло на формирование и налив зерна сортов этой группы спелости. У среднеспелых и среднепоздних сортов созревание зерна происходило в более поздние сроки при ограниченном количестве осадков. По мнению А.И. Носатовского (1965), недостаток влаги в почве приводит к уменьшению продолжительности периода и энергии ассимиляции углеводов, увеличению расхода углеводов и понижению их накопления.

В условиях 2011 и 2013 гг. крахмала в зерне содержалось больше, в связи с более благоприятными условиями увлажнения (приложение Г).

Анализируя средние значения содержания крахмала по сортам разных групп спелости за 2011-2013 гг. (табл. 23), можно выделить сорта: Челябинская степная (50,5%), Черныш 13 (47,5%), Тюменская 30 (46,1%) среднеранней группы, которые характеризовались наибольшим содержанием крахмала, в сравнении с остальными сортами этой группы и сортом-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 сорта-стандарта Мелодия (48,0%).

Таблица 23 – Содержание крахмала и его варьирование в зерне сортов пшеницы разных групп спелости, 2011-2013 гг., %

№	Среднеранние сорта	Средняя арифметическая, $X_{\text{ср}}$ (%)	Коэффициент вариации, V (%)
1.	Новосибирская 31 (St)	41,6	14,4
2.	Ирень	44,4	12,3
3.	Черныш 13	47,5	21,4
4.	Челябинская степная	50,5	23,5
5.	Новосибирская 29	44,2	11,5
6.	Новосибирская 15	45,0	9,7
7.	Омская 36	43,9	14,1
8.	Тюменская 27	38,1	16,9
9.	Тюменская 30	46,1	19,0
Среднеспелые сорта			
1.	Тюменская 29 (St)	41,9	20,5
2.	Тюменская 28	43,5	28,5
3.	Тюменская 31	45,2	18,9
4.	Казахстанская 10	42,5	15,3
5.	Новосибирская 18	53,3	29,1
6.	Ильинская	48,4	19,5
7.	Омская 38	50,7	28,7

8.	Сударушка	46,3	16,0
9.	Икар	48,1	17,4
10.	Авиада	41,4	15,1
11.	Геракл	40,1	14,9
12.	Маргарита	41,7	16,4
13.	Красноуфимская 100	47,6	29,2
14.	ОмГАУ 90	44,3	18,8
15.	Тюменская 25	42,0	19,7
16.	Черноземноуральская	43,7	17,7
17.	Скэнт 3	39,5	15,4
18.	Лютесценс 70	41,2	26,8
19.	Диоблон	44,8	20,4
20.	Кампанин	40,9	16,9
21.	ЛП-588-1-06	43,0	23,4
22.	Памяти Леонтьева	42,2	12,6
23.	Сертори	42,3	5,4
24.	ШТРУ-0521911	42,9	24,8
25.	ШТРУ-0622072	45,6	17,6
26.	Тепсей	37,8	13,4
Среднепоздние сорта			
1.	Мелодия (St)	48,0	27,5
2.	Рикс	48,4	17,5
3.	Радуга	50,0	22,6
4.	Сибирская 17	48,6	18,6
5.	Серебристая	42,2	25,4
6.	Свирель	41,1	17,0
7.	Баганская 51	37,6	16,2

Содержание крахмала в зерне многих сортов пшеницы значительно изменялось в зависимости от года исследований, об этом свидетельствует коэффициент вариации (табл. 23). Наиболее сильно варьировал признак у сортов Тюменская 28, Омская 38, Красноуфимская 100, Мелодия ($V = 27,5-29,2\%$). Наименьшая степень варьирования была характерна для следующих сортов: Сертори (5,4%), Новосибирская 15 (9,7%), Новосибирская 29 (11,5%). Ирень (12,3%), Памяти Леонтьева (12,6%), Тепсей (13,4%). Определенный интерес представляют сорта с повышенным содержанием крахмала и средней степенью его варьирования: Новосибирская 15 ($X_{cp}=45,0\%$; $V=9,7\%$), Новосибирская 29 ($X_{cp} = 44,2 \%$; $V=11,5\%$), Ирень ($X_{cp} = 44,4\%$; $V= 12,2\%$),

Омская 36 ($X_{cp} = 43,9\%$; $V = 14,1\%$), Сударушка ($X_{cp} = 46,3\%$; $V = 16,0\%$), Икар ($X_{cp} = 48,1\%$; $V = 17,4\%$), Рикс ($X_{cp} = 48,4\%$; $V = 17,5\%$).

В соответствии с данными факторного анализа (табл. 24) можно сделать вывод, что наибольшее влияние на содержание крахмала в зерне пшеницы оказывает взаимодействие факторов сорта и года выращивания. Доля влияния сорта на содержания крахмала в среднепоздней группе сортов составила 40,1%, у среднеранней группы – 37,6%, у среднеспелой группы – 24,0%.

Таблица 24 – Факторный анализ влияния сорта и года выращивания на содержание крахмала зерна пшеницы, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля влияния факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	37,6	24,0	40,1
Год (Б)	2,7	17,3	1,2
Взаимодействие (АБ)	58,4	58,4	58,3
Ошибка	1,3	0,3	0,5

Рассчитанные коэффициенты корреляции между двумя признаками – содержанием белка и содержанием крахмала в зерне сортов пшеницы разных групп спелости свидетельствуют об отсутствии достоверной взаимосвязи между ними ($t_{факт}$ меньше $t_{теор}$) (табл. 25).

Таблица 25 – Взаимосвязь содержания белка и содержания крахмала в зерне пшеницы разных групп спелости, 2011-2013 гг.

Группа спелости	Коэффициент корреляции между количеством белка и крахмала	Критерий существенности	
		t _{факт}	t _{теор}
2011 год			
Среднеранние сорта	0,095	0,25	2,37
Среднеспелые сорта	-0,073	0,36	2,06
Среднепоздние сорта	-0,491	0,26	2,57

2012 год			
Среднеранние сорта	-0,333	0,94	2,37
Среднеспелые сорта	-0,005	0,02	2,06
Среднепоздние сорта	0,504	1,31	2,57
2013 год			
Среднеранние сорта	0,129	0,34	2,37
Среднеспелые сорта	0,194	0,96	2,06
Среднепоздние сорта	0,554	1,49	2,57

Вместе с тем у среднепоздних сортов в условиях 2012 г. и 2013 г. наблюдалась положительная средняя зависимость между признаками, а в условиях 2011 г. – средняя отрицательная. Средняя отрицательная зависимость между признаками отмечена и у среднеранних сортов в условиях 2012 г. У среднеспелых сортов в годы исследований наблюдалась слабая степень взаимосвязи между признаками, положительная или отрицательная.

4.3 SDS-седиментация и количество дисульфидных связей

Одним из главных признаков при селекции на качество зерна пшеницы является белковый комплекс эндосперма пшеницы, то есть его способность образовывать клейковину с повышенной эластичностью. Образование клейковины происходит путем соединения отдельных молекул белка при помощи различных связей: водородных, дисульфидных и других. Соответственно, чем больше таких связей, тем лучше механические свойства клейковины. Дисульфидные связи прочнее водородных и обусловлены наличием цистеина в белковых молекулах эндосперма.

Свойства белков созревающего и прорастающего зерна пшеницы связаны с количеством –S–S– связей и наличием –SH-групп в молекуле пептида. При прорастании зерна пептидаза отщепляет концы β-амилазы по пептидным связям, включающим остатки молекулы фермента с дисульфидными связями, которые агрегированы с запасными белками. Это в

результате приводит к переводу β -амилазы в растворимое состояние и, соответственно, к восстановлению ее ферментативной активности при прорастании (Netsvetaev V.P., 1996).

Количество дисульфидных связей в среднем по сортам разных групп спелости за 2011-2013 гг. представлено на рисунке 12. В 2011 году количество дисульфидных связей было самым низким, особенно у среднепоздней группы сортов, в отличие от 2012 года, который характеризовался самыми высокими значениями дисульфидных связей. Стоит заметить, что сорта среднеранней группы были лучшими по этому компоненту во все изучаемые годы.

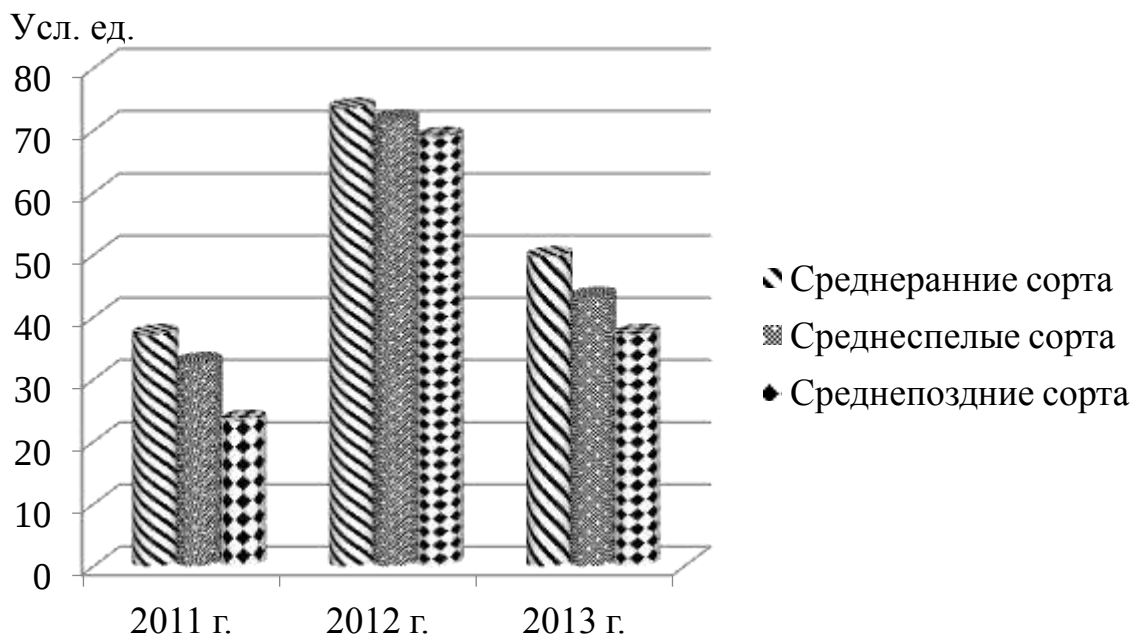


Рисунок 12 – Количество дисульфидных связей в муке пшеницы, усл. ед. (в среднем по сортам разных групп спелости)

Оценка агрегирующей способности белков муки за счет образования дисульфидных связей позволила выявить широкую амплитуду варьирования, как по сортам, так и по годам изучения (табл. 26).

Таблица 26 – Количество дисульфидных связей белкового комплекса муки у сортов яровой мягкой пшеницы, усл. ед.

№	Среднеранние сорта	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее значение
1.	Новосибирская 31 (St)	48,8	77,5	62,5	62,9
2.	Ирень	52,3	72,3	41,5	55,4
3.	Чернява 13	19,5	69,3	36,7	41,8
4.	Челяба степная	34,8	76,3	46,5	52,5
5.	Новосибирская 29	47,8	76,8	51,5	58,7
6.	Новосибирская 15	56,5	76,8	66,3	66,5
7.	Омская 36	23,3	75,5	57,0	51,9
8.	Тюменская 27	28,5	68,3	43,3	46,7
9.	Тюменская 30	23,8	69,8	42,2	45,3
	Среднее значение	37,3	73,6	49,7	
	НСР _{0.95}	7,7	4,0	4,1	
Среднеспелые сорта					
1.	Тюменская 29 (St)	46,8	75,3	47,0	56,4
2.	Тюменская 28	27,0	76,5	42,0	48,5
3.	Тюменская 31	49,3	71,8	41,0	54,0
4.	Казахстанская 10	26,5	75	45,7	49,1
5.	Новосибирская 18	21,0	75,1	42,0	46,0
6.	Ильинская	51,0	75,5	42,3	56,3
7.	Омская 38	17,0	71,0	35,2	41,1
8.	Сударушка	25,0	66,1	29,7	40,3
9.	Икар	44,0	71,8	44,5	53,4
10.	Авиада	24,0	69,8	35,0	42,9
11.	Геракл	24,8	61,0	30,5	38,8
12.	Маргарита	52,3	50,5	32,7	45,2
13.	Красноуфимская 100	28,5	77,1	42,0	49,2
14.	ОмГАУ 90	1,8	75,5	57,7	45,0
15.	Тюменская 25	45,8	65,5	43,0	51,4
16.	Черноземноуральская	22,0	72,3	49,2	47,8
17.	Скэнт 3	40,0	74,5	50,8	55,1
18.	Лютесценс 70	36,3	68,3	50,3	51,6
19.	Диоблон	42,5	69,3	41,7	51,2
20.	Кампанин	31,8	62,6	42,2	45,5
21.	ЛП-588-1-06	30,5	75,6	42,2	49,4
22.	Памяти Леонтьева	4,0	75,5	36,0	38,5
23.	Сертори	53,3	78,3	48,0	59,9
24.	ШТРУ-0521911	32,5	79,8	48,5	53,6
25.	ШТРУ-0622072	41,5	70,8	46,8	53,0
26.	Тепсей	31,3	79,8	48,3	53,1

	Среднее значение	32,7	71,7	42,9	
	НСР _{0,95}	6,4	7,7	4,0	
Среднепоздние сорта					
1.	Мелодия (St)	21,3	70,6	39,3	43,7
2.	Рикс	22,5	67,8	38,3	42,9
3.	Радуга	22,5	67,1	26,0	38,5
4.	Сибирская 17	22,3	64,8	34,0	40,4
5.	Серебристая	20,0	69,0	37,3	42,1
6.	Свирель	24,0	72,5	37,2	44,6
7.	Баганская 51	31,5	70,5	48,0	50,0
	Среднее значение	23,4	68,9	37,2	
	НСР _{0,95}	4,6	4,1	2,6	

Как видно, в 2011 и 2013 годах уровень числа дисульфидных связей в целом был значительно ниже по сравнению с 2012 годом, но показал значительную дифференциацию между сортами. С другой стороны, несмотря на более высокие значения числа –S–S– связей белкового комплекса изученных образцов, различия между сортами по этому показателю в 2012 году нивелировались.

В 2011 году температурные показатели в период вегетации были близки к средним многолетним. Количество осадков выпадало сравнительно равномерно по летним месяцам и несколько превысило за лето (на 36,1 мм) средние многолетние величины. Такие условия способствовали наибольшей дифференциации изученных сортов по степени агрегации белкового комплекса зерновки с помощью дисульфидных связей. Это совпадает с данными, полученными на озимой мягкой пшеницы в условиях Белгородской области (Нецветаев В.П. и др., 2010).

В группе среднеранних сортов в 2011 году минимальное количество дисульфидных связей наблюдалось у сортов Черныя 13 (19,5 усл. ед.) и Омская 36 (23,25). С максимальными значениями выделились Новосибирская 15 (56,5) и Ирень (52,25). Наименьшей агрегацией за счет дисульфидных связей обладали формы с ржаными транслокациями 1BL.1RS и 1AL.1RS. В нашем случае, наименьшее число –S–S– связей было 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.

Погодные условия 2012 года отличались повышенными температурами летнего периода. Осадки выпадали неравномерно по месяцам. Наибольшее их количество пришлось на первый месяц вегетации. В целом, показатели количества дисульфидных связей в муке в 2012 году были выше, чем в 2011 и 2013 годах исследований. В группе среднеранних сортов высокими значениями характеризовались сорт-стандарт 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).

Условия 2013 года отличались умеренно теплой погодой с достаточным количеством осадков. Количество дисульфидных связей в муке у большинства сортов было выше, чем в 2011 году, но ниже, чем в 2012 году. 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).

Характерно, что в 2012 и 2013 годах сорта с ржаными транслокациями Памяти Леонтьева, ОмГАУ 90 и Омская 38 по числу дисульфидных связей (71,0–75,6 усл. ед.) не уступали сортам, показавшим высокие значения в предшествующий год. Это совпадает с результатами, полученными ранее на озимой пшенице (Нецветаев В.П. и др., 2010).

В результате оценки влияния наследственности и средового фактора на проявление рассматриваемого показателя за вегетационные периоды 2011–2013 гг. (табл. 27) выявлена ведущая роль в формировании его изменчивости средового фактора, его уровень у группы среднеранних сортов составил

67,3%, у группы среднеспелых сортов – 70,9%, у среднепоздней группы – 93,5%.

Таблица 27 – Результаты дисперсионного двухфакторного анализа влияния сорта и года выращивания на показатель количества дисульфидных связей в муке, 2011-2013 гг.

Факторы	Доля вклада факторов, %		
	среднеранние сорта	среднеспелые сорта	среднепоздние сорта
Сорт (А)	18,3	9,2	2,9
Год (Б)	67,3	70,9	93,5
Взаимодействие (АБ)	10,2	15,2	1,8
Ошибка	4,2	4,7	1,8

Показатель числа дисульфидных связей белкового комплекса муки яровой мягкой пшеницы являлся наиболее информативным в 2011 и 2013 годы, близкие по погодным условиям вегетационного периода к средним многолетним.

В 2012 году с температурами в период вегетации выше среднемноголетних наследственные различия по числу дисульфидных связей у яровой пшеницы нивелируются.

По числу дисульфидных связей между пептидами муки и данных по погодным условиям летнего периода можно идентифицировать год урожая исследуемого образца.

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

Перспективным в селекции на устойчивость к прорастанию зерна в колосе является метод электрофореза, который позволяет выявить функционально и физико-химическую неоднородность ферментов амилазного комплекса. Электрофоретические спектры могут быть ценным источником при проведении селекционной и генетической работы, особенно при качественной оценке технологических показателей зерна и муки. Энзиматический подход к оценке свойств сорта поможет установить внутренние закономерности связи биохимических показателей с генетическими особенностями пшеницы (Рехметулин Р.М., 1988).

Основной формой запасных углеводов в семенах и клубнях растений является крахмал. Ферментативные превращения крахмала лежат в основе многих пищевых технологий. Поэтому ферменты амилолитического комплекса растительного, животного и микробного происхождения интенсивно изучаются со времени их открытия Кирхгофом в 1814 г. и до настоящего времени.

β -амилаза содержится в непроросшем зерне и солоде злаковых культур. В зерне β -амилаза присутствует в активной и латентной форме. При прорастании латентная форма активируется под действием протеаз, осуществляющих процессинг фермента.

β -амилаза редко используется как индивидуальный фермент. Ее осахаривающая способность существенно увеличивается при сочетании с α -амилазой. Комплекс этих ферментов позволяет расщеплять крахмал на 94–96% до мальтозы, помимо которой в гидролизате присутствует небольшое количество глюкозы и низкомолекулярные α -1,6-декстрины.

Для выявления генетически обусловленного полиморфизма β -амилазы зерна яровой мягкой пшеницы был применён метод электрофореза β -амилаз в трис-глициновой системе ПААГ (рН 8,3).

В изучение включили 41 образец яровой мягкой пшеницы урожая 2012 года (приложение Д).

При исследовании сортов и селекционного материала озимой мягкой пшеницы выявлены зимотипы β -амилаз (приложение Е) (Нецветаев В.П. и др., 2012). Учитывая изложенное на озимой пшенице обозначение изоферментов этого фермента, использовали его при дифференциации зимотипов β -амилазы в яровой культуре. В результате исследований сортов яровой мягкой пшеницы обнаружено 4 зимотипа β -амилаз (А, А*, С, I) (приложение Д). Встречаемость форм с данными типами энзима отражена в таблице 28. Видно, что процент встречаемости разных зимотипов в селекционном материале неодинаков. Преобладает зимотип А, который составляет около 73%. Следующим по распространению идет тип фермента С – более 19%. Около 2% встречаемости зимотипа I. Преобладание зимотипа А, который существенно превышает частоту варианта А* ($t = 6,19$; $p > 0,999$), С ($t=4,61$; $p > 0,999$) и I ($t = 7,96$; $p > 0,999$). Следующим по распространению идет зимотип С – более 19%. Он несколько превысил по встречаемости сорта, несущие зимотип А* ($t= 1,70$; $p < 0,95$) и существенно I ($t = 3,85$; $p > 0,999$). Обнаружено около 1,2% встречаемости генотипов с зимотипом I. Преобладание варианта А может свидетельствовать о более интенсивном отборе в условиях Северного Зауралья в пользу зимотипа А β -амилазы.

Характерно, что у озимой мягкой пшеницы в европейской части России и на Украине среди возделываемых сортов также доминируют генотипы, несущие изоэнзим А (Нецветаев и др., 2012).

Таким образом, 6 сортов среднеранней группы, 14 сортов среднеспелой группы и 4 сорта среднепоздней группы, несущих вариант А β -амилазы, могут свидетельствовать об адаптивной ценности генотипов мягкой пшеницы, независимо от типа развития.

Таблица 28 – Сорты яровой мягкой пшеницы, сгруппированные по зимотипам β -амилазы

Зимотипы β -амилаз	Перечень сортов яровой мягкой пшеницы	Количество сортов	Встречаемость, %
А	<i>Среднеранние сорта:</i> Ирень, Чернява 13, Челяба степная, Новосибирская 29, Тюменская 27, Тюменская 30; <i>Среднеспелые сорта:</i> Тюменская 31, Казахстанская 10, Ильинская, Сударушка, Геракл, Красноуфимская 100, ОмГАУ 90, Тюменская 25, Лютесценс 70, Даблон, Кампанин, ЛП-588-1-06, Памяти Леонтьева, ШТРУ-062272; <i>Среднепоздние сорта:</i> Мелодия, Радуга, Сибирская 17, Баганская 51	24	58,5±7,1
А*	<i>Среднеранние сорта:</i> Новосибирская 31, Омская 36; <i>Среднеспелые сорта:</i> Икар, Черноземноуральская	4	9,8±3,4
А+А*	<i>Среднеспелые сорта:</i> Тюменская 28, Маргарита	2	4,9±2,4
А+С	<i>Среднеспелые сорта:</i> Омская 38, Скэнт 3	2	4,9±2,4
С	<i>Среднеранний сорт:</i> Новосибирская 15; <i>Среднеспелые сорта:</i> Тюменская 29, Новосибирская 18, Авиада, Сертори, Тепсей; <i>Среднепоздние сорта:</i> Серебристая, Свирель	8	19,5±4,6
А+I	<i>Среднеспелый сорт:</i> ШТРУ-051911	1	2,4±1,7
	Итого:	41	100

Примечание: А+А* и т.д. – гетерогенные сорта, несущие соответствующие изоэнзимы β -амилазы

Все изученные формы являются образцами, представляющими гомозиготные популяции по генетическим факторам, определяющим

изоферменты β -амилазы. Учитывая наличие гетерогенных сортов пшеницы по изоферментам β -амилаз и зная их частоту, по методике В.П. Нецветаева (2017) можно оценить в каком поколении самоопыления проходил отбор родоначального растения в процессе селекции. Существование гетерогенного сорта свидетельствует о том, что родоначальное растение было гетерозиготным по данному качественному признаку. Так, известно, что в F_2 соотношение гомозигот к гетерозиготам по аллелям одного локуса близко к 1:1, в F_3 это отношение равно 3:1, в F_4 – 7:1. Результаты такой оценки представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Особенности селекции исследуемых сортов яровой пшеницы

Число гомогенных генотипов	Число гетерогенных генотипов	Исследовано сортов	При отборе в поколении		
			F_2 $\chi^2_{1:1}$	F_3 $\chi^2_{3:1}$	F_4 $\chi^2_{7:1}$
36	5	41	23,4	3,5	0,01
р			<0,05	>0,05	>0,90

Данные таблицы 29 показывают, что отбор родоначального растения в процессе селекции отечественных сортов яровой мягкой пшеницы проходит не во втором поколении самоопыления, а в третьем или четвертом поколении (р, соответственно, >0,05 и >0,90).

Ранее показано (Нецветаев В.П. и др., 2014; Нецветаев В.П. и др., 2016), что изоферменты β -амилазы влияют на агрегирующую способность белкового комплекса эндосперма и определяют его качество. Учитывая, дифференциацию приведенного набора сортов яровой мягкой пшеницы по вариантам этого фермента оценили влияние изоферментов β -амилазы типа А и С на способность к агрегации белков муки с помощью дисульфидных связей и качеством клейковины (табл. 30).

Таблица 30 – Варианты β -амилаз и показатели качества белкового комплекса зерна яровой мягкой пшеницы

Типы β -амилаз	Количество сортов	2011		2012		2013		Среднее	
		-S-S-	ИДК	-S-S-	ИДК	-S-S-	ИДК	-S-S-	ИДК
С	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
А	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 $p < 0,05$.

Как видно, в 2011 году различия между выделенными группами сортов по количеству -S-S- связей отличались несущественно. В 2012 году различия по этому показателю между носителями вариантов С и А были значимы (табл. 30). Характерно, что 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 С, отличались большей агрегирующей способностью за счет дисульфидных связей по сравнению с группой, несущих вариант А. Такая же тенденция наблюдалась и в следующем, 2013 году, но в этом случае различия были несущественны.

В целом, за 2011-2013 гг. исследований при оценке представленных данных с помощью дисперсионного анализа, различия между количеством дисульфидных связей между выделенными группами подтвердили их значимость. Различия по физическим свойствам клейковины (ИДК) за трехлетний период между исследованными группами сортов находились в пределах ошибки опыта, но в целом наблюдалась тенденция к улучшению качества клейковины в течение 2012 и 2013 года в пользу группы пшениц несущих вариант С.

Следовательно, изоферменты β -амилазы влияют на агрегирующую способность белкового комплекса зерна яровой мягкой пшеницы. Вариант этого фермента типа С обладает более высокой способностью к образованию межмолекулярных -S-S- связей белкового комплекса зерна по сравнению с изотипом А.

В 2011 году урожайность образцов с β -амилазой типа С была $4,63 \pm 0,20$ т/га ($n=8$), а с изоферментом типа А – $4,71 \pm 0,13$ ($n=24$). Различия по урожайности между изученными группами сортов были не значимы, $t=0,349$; $p > 0,05$. Анализ урожайности групп сортов, разделенных по изоферментам β -амилазы в 2012 году, подтвердил предшествующие значения данных показателей. Так, урожайность сортов с вариантом этого энзима С составляла $0,81 \pm 0,06$ т/га, а с зимотипом А – $0,91 \pm 0,03$ т/га ($t=1,629$; $p > 0,05$). Подобные результаты получены также в 2013 г.. В этом случае группа сортов с изоферментом С дала урожай зерна величиной в $4,73 \pm 0,23$ т/га, а с вариантом А – $4,52 \pm 0,14$ т/га. Различия в $0,21$ т/га незначительны ($t=0,812$; $p > 0,05$).

Оценив представленные данные за три года с использованием дисперсионного анализа, можно сделать следующее заключение: группа сортов с вариантом фермента С дала урожайность $3,39$ т/га, а с вариантом А – $3,38$ т/га ($НСР_{0,95} = 0,43$ т/га). Таким образом, разделенные группы сортов не отличаются по зерновой продуктивности, обусловленной генами, контролирующими синтез изоферментов А и С. Вариация между сортами по урожайности, в данном случае, обуславливалась исключительно средовой изменчивостью по годам, что выражается величиной вклада в этот показатель в $99,84\%$ ($0,16\%$).

Таким образом, образцы сортов с β -амилазой типа С представлены среднеранним сортом Новосибирская 15, среднеспелыми – Тюменская 29, Новосибирская 18, Авиада, Сертори и Тепсей, среднепоздними – Серебристая и Свирель. Они обладают более высокой способностью к образованию межмолекулярных -S-S- связей белкового комплекса зерна по сравнению с группой сортов β -амилаз типа А.

Следовательно, улучшение качества зерна яровой мягкой пшеницы путем введения в культуру β -амилаз типа С, способно улучшить качество белка и не снизить зерновую продуктивность новых сортов пшеницы.

В целом, ведущее влияние на вариацию показателей агрегирующей способности белкового комплекса и физических свойств клейковины оказывали условия года. Так, влияние года по данным количественным признакам определяло более 90% изменчивости, сорт определял около 2%. В то же время, случайные отклонения составляли менее 1%, что свидетельствует о значимости влияния сорта на проявления указанных признаков.

ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ, ВЫДЕЛИВШИХСЯ ПО ФИЗИЧЕСКИМ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ И БИОХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Челяба степная. Сорт среднеранней группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 3,5 т/га. Масса 1000 зерен составила 22,9-34,8 г. Среднее значение по годам показателя натуры зерна 764 г/л (+16 г/л от стандарта). Зерно стекловидное – 77-83 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 30,5 % (+3,4 % от стандарта), качество клейковины – 76,7 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 540 с. Среднее значение содержания белка составило 16,2 %, содержания крахмала 50,5 % (+8,9 % от стандарта), количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 52,5 усл. ед.

Тюменская 27. Сорт среднеранней группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 3,1 т/га. Масса 1000 зерен составила 25,2-38,9 г. Среднее значение по годам показателя натуры зерна 762 г/л (+14 г/л от стандарта). Зерно стекловидное – 55-75 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 31,2 %, качество клейковины – 85,0 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 453 с. Среднее значение содержания белка составило 15,2 %, содержания крахмала 38,1 %, количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 46,7 усл. ед.

Ирень. Сорт среднеранней группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 2,8 т/га. Масса 1000 зерен составила 24,9-35,3 г. Среднее значение по годам показателя натуры зерна 752 г/л (+4 г/л от стандарта). Зерно стекловидное – 72-89 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 32,1 %, качество клейковины – 81,7 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 635 с. Среднее значение содержания белка составило 17,5 %, содержания крахмала 44,4 % (+2,8 % от стандарта), количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 55,4 усл. ед.

Черноземноуральская. Сорт среднеспелой группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 3,5 т/га. Масса 1000 зерен составила 27,4-44,5 г. Среднее значение по годам показателя натуры зерна 770 г/л (+2 г/л от стандарта). Зерно стекловидное – 67-80 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 29,0 %, качество клейковины – 76,7 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 309 с. Среднее значение содержания белка составило 14,7 %, содержания крахмала 43,7 % (+1,8 % от стандарта), количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 47,8 усл. ед.

Тюменская 28. Сорт среднеспелой группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 3,5 т/га. Масса 1000 зерен составила 28,2-43,8 г. Среднее значение по годам показателя натуры зерна 761 г/л. Зерно стекловидное – 66-77 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 30,7 %, качество клейковины – 75,0 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 327 с. Среднее значение содержания белка составило 14,8%, содержания крахмала 43,5 % (+1,6 % от стандарта), количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 48,5 усл. ед.

Маргарита. Сорт среднеспелой группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 3,7 т/га. Масса 1000 зерен составила 27,2-40,9 г. Среднее значение по годам показателя натуры зерна 760 г/л. Зерно стекловидное – 73-77 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 27,9 %, качество клейковины – 76,7 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 382 с. Среднее значение содержания белка составило 15,0%, содержания крахмала 41,7 %, количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 45,2 усл. ед.

Сертори. Сорт среднеспелой группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 3,1 т/га. Масса 1000 зерен составила 24,8-37,3 г. Среднее значение по годам показателя натуры зерна 758 г/л. Зерно стекловидное – 67-80 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 31,4 %, качество клейковины – 75,0 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 516 с. Среднее значение содержания белка составило

16,5% (+1,3 % от стандарта), содержания крахмала 42,3 % (+0,4 % от стандарта), количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 59,9 усл. ед. (+3,5 усл.ед. от стандарта).

Рикс. Сорт среднепоздней группы спелости. Средняя по годам урожайность составила 3,8 т/га. Масса 1000 зерен составила 26,6-44,2 г. Среднее значение по годам показателя натурности зерна 777 г/л (+49 г/л от стандарта). Зерно стекловидное – 65-84 %. Среднее значение по годам количества клейковины – 29,1 % (+2,1 % от стандарта), качество клейковины – 81,7 ед. ИДК, число падения за годы исследований было 309 с. Среднее значение содержания белка составило 15,0 %, содержания крахмала 48,4 %, количество дисульфидных связей белкового комплекса муки – 42,9 усл. ед.

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: Челябинская 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 – Челябинская 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдусь, П.Б. Определение качества зерна, муки и крупы / П.Б. Авдусь, А.С. Сапожникова. – М.: Колос, 1976. – 336 с.
2. Агапкина, А.М. О необходимости оценки качества зерна пшеницы по содержанию белка // А.М. Агапкина, Ю.Д. Белкин / Товаровед продовольственных товаров. – 2016. – № 5. – С. 58-60.
3. Агафонов, Н.С. Сортовые различия озимой ржи по качеству семян / Н.С. Агафонов, Е.А. Тороп // Междунар. науч.-практ. конф. «Семя». – М.: 1999. – С. 148-149.
4. Алабушев, А.В. Мягкая пшеница: качество муки, зерна и цена // А.В. Алабушев, М.М. Копусь, Т.С. Макарова / Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 6 (66). – С. 3-6.
5. Алтухов, А.И. Стратегия развития зернопродуктового подкомплекса – основа разработки схемы размещения и специализации зернового производства в стране / А.И. Алтухов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 5. – С. 146-152.
6. Андреев, Н.Р. Сравнительная оценка новых видов крахмалсодержащего сырья для производства крахмала и крахмалопродуктов / Н.Р. Андреев, Н.И. Филиппова, Л.Н. Медведева // Обз. инф. Сер. 19 / НИИ инф. и техн.-экон. исслед. пищ. пром-сти. – 1992. – № 4. – С. 1-24.
7. Андреева, А.А. Разработка энергосберегающей технологии производства продуктов быстрого приготовления из крупяного крахмалосодержащего сырья: дис. канд. техн. наук. – Москва. – 2010. – 146 с.
8. Анисимов, А.А. Основы биохимии: Учеб. для ун-тов / А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, И.Ф. Александрова и др. – М.: Высш. школа. – 1986. – 551 с.: ил.
9. Ахтариева, Т.С. Формирование урожайности и показателей качества зерна раннеспелыми сортами яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья. Монография / Т.С. Ахтариева. – Тюмень: Изд-во ТГСХА. – 2008. – 138 с.

- 10.Бабушкина, Т.Д. Яровая пшеница в Тюменской области // Т.Д. Бабушкина, Н.А. Боме, Р.И. Белкина и др. / Рекомендации. – Тюмень. – 1984. – С. 37.
- 11.Балуева, Н.П. Урожайность и качество зерна пшеницы в Курганской области // Н.П. Балуева, Н.А. Немирова / Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – 2019. – С. 399-403.
- 12.Бараев, А.И. Яровая пшеница. / А.И. Бараев, Н.М. Бакаев. М.Л. Веденеева и др. // Под общ. ред. А.И. Бараева. – М.: Колос. – 1978 – 429 с.
- 13.Белкина, Р.И. Основы биохимии зерна / Р.И. Белкина, А.В. Михайлова, Е.В. Фадеева // ТГСХА. – Тюмень. – 2010. – 230 с.
- 14.Белкина, Р.И. Продуктивность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в Северном Зауралье // Р.И. Белкина, Т.С. Ахтариева, Д.И. Кучеров, М.И. Масленко, А.А. Савченко, К.В. Моисеева / Монография. – Тюмень. – 2017. – 185 с.
- 15.Белкина, Р.И. Факторы повышения качества зерна пшеницы в условиях Северного Зауралья // Р.И. Белкина, Г.М. Исупова / Зерновые культуры. – 1999. – № 6. – С. 16-18.
- 16.Белоглазова, М.В. Использование морфологических признаков зерна в селекции мягкой яровой пшеницы на качество. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Омск, 2005. – 17 с.
- 17.Беляев, В.И. Изменчивость урожайности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в Восточно-Кулундинской зоне Алтайского Края // В.И. Беляев, Л.В. Соколова / Вестник Алтайского аграрного университета. – 2015. – № 4 (126). – С. 16-21.
- 18.Беляков, И.И. Агротехника важнейших зерновых культур // И.И. Беляков – М.: Высшая школа. – 1983. – 207 с.
- 19.Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна // Н.С.

- Беркутова. – М.: Росагропромиздат. – 1991. – 206 с.
20. Беркутова, Н.С. Оценка и отбор зерновых культур на устойчивость к прорастанию в колосе // Н.С. Беркутова, О.А. Буко. – М.: Пищевая промышленность. – 1982. – 55 с.
21. Боуманс, Г. Эффективная обработка и хранение зерна / Г. Боуманс. – Пер. с англ. В.И. Дашевского. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 608 с.
22. Братерский, Ф.Д. Ферменты зерна / Ф.Д. Братерский. – М.: Колос. – 1994. – 196 с.
23. Бурлака, В.В. Яровая пшеница в Северном Зауралье // В.В. Бурлака, З.И. Налобина, А.Х. Кольцов, В.П. Колмаков, А.Н. Силантьев, Ю.Б. Шуровенков, И.С. Хомяков. – Под ред. Бурлака В.В. – М.: «Колос». – 1973. – 221 с.
24. Бушук, В. Рожь: Производство, химия и технология / В. Бушук, У.П. Кэмпбелл, Э. Древе и др. – М.: Колос. – 1980. – 247 с.
25. Вавилов П.П. Растениеводство // П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. – Под ред. Вавилова П.П. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 512 с.
26. Вавилов, П.П. Полевые с/х культуры СССР / П.П. Вавилов, Л.Н. Балышев. – М.: Колос. – 1984. – 160 с.
27. Вакар, А.Б. Клейковина пшеницы / А.Б. Вакар. – Изд. АН СССР. – 1961. – 252 с.
28. Василенко, Ю.К. Биологическая химия / Ю.К. Василенко. – М.: Высшая школа. – 1978. – 381с.
29. Василова, Н.З. Сорт яровой мягкой пшеницы Хаят // Н.З. Василова, Э.З. Багавиева, Д.Ф. Асхадуллин, М.Р. Тазутдинова / Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 2 (56). – С. 13-17.
30. Великанова, Н.М. Углеводно-амилазный комплекс озимой ржи и тритикале, селекционная значимость его критериев / Н.М. Великанова. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени к. б. наук. – Саратов. – 2006. – 23 с.

- 31.Вербина, Н.М. Микробиология пищевых производств / Н.М. Вербина, Ю.В. Каптерева. – М.: Агропромиздат. – 1988. – 256 с.
- 32.Витол, И.С. Ферменты и их применение в пищевой промышленности / И.С. Витол, И.Б. Кобелева, С.Е. Траубенберг. – М.: ИК МГУПП. – 2000. – 80 с.
- 33.Вобликов, Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцев, Б.К. Маратов и др. – Ростов на Дону: Изд. Центр «Мар Т». – 2001. – 229 с.
- 34.Волинкина, О.В. Потенциал сорта и его реализация // Научное наследие почетного академика Т.С. Мальцева и претворение его в практику земледелия. Курган: ГИПП «Зауралье». – 2001. – С. 96-98.
- 35.Галеев, Р.Р. Влияние погодных условий на урожайность и качество мягкой яровой пшеницы в интенсивном земледелии лесостепи Новосибирского Приобья // Р.Р. Галеев, И.С. Самарин, З.В. Андреева. – Вестн. НГАУ. – 2017. – № 4 (45). – С. 9-15.
- 36.Глазунов, И. Определение α - и β -амилазы в муке / И. Глазунов. – Биохимия хлебопечения. – 1938. – Сб. 1. – С. 51-59.
- 37.Глуховцев, В.В. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области // В.В. Глуховцев, Г.Я. Маслова, Н.И. Китлярова, М.Р. Абдраев / Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 39-40.
- 38.Глуховцев, В.В. Роль сортов и внешней среды в управлении урожайностью и качеством зерна яровой пшеницы // В.В. Глуховцев, А. П. Головоченко, Н.А. Головоченко / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. № 2 (10). – С. 88-91.
- 39.Голубев, В.Н. Основы пищевой химии / В.Н. Голубев. – М.: Биоинформсервис. – 1997. – 223 с.
- 40.Гончаренко, А.А. Оценка кормовой ценности линейных синтетиков озимой ржи с контрастной вязкостью водного экстракта / А.А.

- Гончаренко, С.А. Ермаков, А.В. Макаров // Зерновое хозяйство России. – 2011. – №3 (15). – С. 37-41.
41. Горбань, О.И. Биологические особенности, продуктивность и качество зерна сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) в условиях Нижнего Поволжья // О.И. Горбань / Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук. – Саратов. – 2012. – 24 с.
42. Гридасов, И.И. Зерновые культуры на Урале / И.И. Гридасов. – М.: Россельхозиздат. – 1983. – 64 с.
43. Гриценко, Г.М. Проблемы обеспечения и регулирования качества зерна и зернопродукции // Г.М. Гриценко, Н.Н. Величко / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (90). – С. 115-120.
44. Губанов, Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов. М.: Агропромиздат. – 1988. – 303 с.
45. Губарева, Н.К. Перспективы использования электрофореза белков зерна для контроля генетической целостности, уточнения паспортных данных и выявления дублетов в коллекции яровой мягкой пшеницы / Н.К. Губарева, Н.М. Мартыненко, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 170. СПб.: ВИР, 2012. С. 158-165.
46. Гудвин, Т. Введение в биохимию растений / Т. Гудвин, Э. Мерсен. – В 2-х тт. М.: Мир. – 1986 г. – 704 с.
47. Гужов, Ю.Л. Селекция и семеноводство культурных растений. // Ю.Л. Гужов / М.: ВО «Агропромиздат», 1991. С. 28-42.
48. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 447 с.
49. Дарканбаев, Т.Б. Амилазы зерновых и регуляция их активности // Т.Б. Дарканбаев, О.В. Фурсов / Успехи биол. химии. – М. – 1982. – Т. 22, вып. 14. – С. 137-151.
50. Дарканбаев, Т.Б. Углеводы, амилалитические ферменты пшеницы // Т.Б.

- Дарканбаев, О.В. Фурсов / Качество зерна пшеницы Казахстана: Биохимические основы оценки / Под ред. Т.Б. Дарканбаева. – А.-Ата: Кайнар. – 1984. – С. 68-107.
51. Диксон, М. Ферменты / М. Диксон, Э. Уэбб. – В 3-х т. Пер. с англ. – М.: Мир. – 1982. – 1120 с.
52. Дорофеев, В.Ф. Пшеницы мира / В.Ф. Дорофеев, Р.А. Удачин. Л.: Агропромиздат. – 1987. – 560 с.
53. Дорофеев, В.Ф. Устойчивость сортов полевых культур к неблагоприятным климатическим факторам среды // В.Ф. Дорофеев. – Сб. науч. трудов по прикл. ботанике, генетике и селекции ВИР. – 1984. – 126 с.
54. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
55. Дунин, М.С. Устойчивость пшеницы к ферментативно-микозному истощению зерна // М.С. Дунин, С.К. Темирбекова / Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 4. – С. 13-28.
56. Евдокимов, М.Г. Стекловидность зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири // М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, И.В. Пахотина, М.Н. Кирьянова / Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 5 (65). – С. 24-27.
57. Евдокимов, М.Г. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье // М.Г. Евдокимов, В.С. Юсупов / Омск: Сфера. – 2008. – 160 с.
58. Егоров, Г.А. Комплексная оценка свойств зерна и муки на основе расчета технологического потенциала зерна. Качество зерна, муки и хлеба / Г.А. Егоров. – М. – 1998. – С. 113-114.
59. Егоров, Г.А. Технологические свойства зерна / Г.А. Егоров. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 334с.
60. Егоров, Г.А. Технология муки / Г.А. Егоров // Практический курс. – М.: ДеЛи принт. – 2007. – 143 с.
61. Жемела, Г.П. Справочник по качеству зерна / Г.П. Жемела, Л.П.

- Кучумова, З.Ф. Аниканова и др. – Киев: Урожай. – 1988. – 270 с.
62. Жученко, А.А. Проблемы научного обеспечения рентабельности производства и переработки зерна в России / А.А. Жученко, Е.И. Сиденко // Докл. на заседании Президиума Россельхозакадемии. – М. – 2010.
63. Заиров, С.З. Накопление и обмен белков в зерне пшеницы / С.З. Заиров. – Алма-Ата: Наука. – 1987. – 174 с.
64. Зверев, С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – М.: ДеЛи принт. – 2007. – 176 с.
65. Зиганшин, А.А. Озимая рожь / А.А. Зиганшин, Л.Р. Шарифуллин. – М.: Россельхозиздат. – 1981. – 216 с.
66. Зыкин, В.А. Экология пшеницы / В.А. Зыкин, В.П. Шакомин, И.А. Белан. – Омск. – 2000. – 124 с.
67. Иваненко, А.С. Агроклиматические условия Тюменской области / А.С. Иваненко, О.А. Кулясова. – Тюмень: Изд-во ТГСХА. – 2008. – 206 с.
68. Иваненко, А.С. Методы определения показателей качества зерна. Методические указания / А.С. Иваненко, Р.И. Белкина, Л.И. Якубышина. – Изд. 2-е, переработанное. ТГСХА. – Тюмень. – 2010. – 52 с.
69. Иваненко, А.С. Проблема качества зерна в Тюменской области и возможные пути ее решения / А.С. Иваненко // Лекция. – ОмСХИ. – Омск. – 1993. – 36 с.
70. Иванов, И.Е. К оценке технологических качеств зерна озимой пшеницы / И.Е. Иванов // Проблема повышения качества зерна. – М.: Изд-во «Колос». – 1977. – С. 276-285.
71. Казак, А.А. Научные основы разработки модели сорта яровой мягкой пшеницы для Западной Сибири / А.А. Казак, Ю.П. Логинов // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. № 3 (31). – С. 9-12.
72. Казак, А.А. Селекция адаптивных сортов яровой пшеницы Сибири // А.А. Казак, Ю.П. Логинов, В.П. Шаманин, А.А. Юдин / Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 1. – С. 26-30.
73. Казак, А.А. Сильные по качеству зерна ранних и среднеранних сортов

- яровой мягкой пшеницы сибирской селекции как исходный материал для селекции / А.А. Казак, Ю.П. Логинов // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 1 (178). – С. 4-13.
74. Казак, А.А. Сортовые ресурсы яровой мягкой пшеницы Западной Сибири в решении продовольственной безопасности региона / А.А. Казак, Ю.П. Логинов // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 3. – С. 44-47.
75. Казаков, Е.Д. Биохимия дефектного зерна и пути его использования / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – Москва: Наука. – 1979. – 152 с.
76. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – М.: Агропромиздат. – 2005. – 368 с.
77. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства: учебники и учеб. пособия для высших учеб. заведений / Е.Д. Казаков. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос. – 1983. – 352 с.
78. Казаков, Е.Д. Методы оценки качества зерна / Е.Д. Казаков. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 215 с.
79. Казанцева, Н.С. Товароведение продовольственных товаров: Учебник / Н.С. Казанцева. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°». – 2007. – 400 с.
80. Калимушина, М.В. Молекулярно-генетическая характеристика коллекции мягкой озимой пшеницы по генам, отвечающим за хлебопекарные и технологические качества муки // М.В. Калимушина, М.Г. Дивашук, Г.И. Карлов // Выпуск 3. – Известия ТСХА. – 2009. – С. 80-88.
81. Канарский, А.В. Получение крахмала из зерна ржи // А.В. Канарский, М.Ю. Казеева, С.И. Избранова / Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. – № 2. – С. 15-16.
82. Каретин, Л.Н. Почвы Тюменской области // Л.Н. Каретин / Новосибирск. – 1990. – С. 10-33.
83. Кереев, Н.К. Биологические основы растениеводства / Н.К. Кереев. – М.: Высшая школа. – 1975. – 421 с.
84. Кириллов, И.П. Яровая пшеница / И.П. Кириллов. – Изд. 3-е, перераб. и

- доп. – М.: «Колос». – 1971. – 328 с.
85. Кириллов, Ю.И. Основы биохимии растений. Учебное пособие / Ю.И. Кириллов, В.А. Яковлев, Д.Е. Борисков. – Курган: «Зауралье». – 2002. – 224 с.
86. Кириллов, Ю.И. Физиология растений: Учебное пособие / Ю.И. Кириллов, Г.А. Кокин. – Курган: «Зауралье». – 1998. – 304 с.
87. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. – М.: Высшая школа. – 2000. – 479 с.
88. Княгиничев, М.И. Биохимия пшеницы // Биохимия культурных растений / М.И. Княгиничев. – М. – 1958. – 415 с.
89. Кобылянский, В.Д. Культурная флора СССР: т.2, ч.1. Рожь // В.Д. Кобылянский, А.Е. Корзун, А.Г. Катерова и др. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние. – 1989. – 368с.
90. Ковтун, В.И. Источники высокой урожайности для селекции новых высокопродуктивных сортов озимой мягкой пшеницы на юге России / В.И. Ковтун, Л.Н. Ковтун // Изв. Оренбургского гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 3(41). – С. 72–74.
91. Коданев И.М. Агротехника и качество зерна / И.М. Коданев. – М.: Колос. – 1970. – 232 с.
92. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина. – М.: Колос. – 1976. – 376 с.
93. Козьмина, Н.П. Зерно / Н.П. Козьмина. – М.: Колос. – 1969. – 367 с.
94. Козьмина, Н.П. Зерноведение с основами биохимии растений / Н.П. Козьмина, В.А. Гунькин, Г.М. Сусянок. – М.: Колос. – 2006. – 464 с.
95. Колмаков Ю.В. Курс лекций по дисциплине «Технология хранения и переработки продукции растениеводства»: Учеб. пособие / Ю.В. Колмаков, Р.И. Белкина, В.М. Распутин, М.В. Веденёва. – Тюмень. – 2010. – 368 с.
96. Колмаков, Ю.В. Актуальные вопросы качества и переработки зерна пшеницы // Ю.В. Колмаков / Сибирский вестник сельскохозяйственной

- науки. – 2007. – № 6 (174). С. 101-107.
97. Колмаков, Ю.В. Курс лекций по дисциплине «Технология хранения и переработки продукции растениеводства»: Учеб. пособие // Ю.В. Колмаков, Р.И. Белкина, В.М. Распутин, М.В. Веденева. – Тюмень, 2010. – 368 с.
98. Колмаков, Ю.В. Улучшение качества выращенного зерна пшеницы и ржи // Ю.В. Колмаков / практические рекомендации. – М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. Проф. Образования «Омский гос. аграрный ун-т» (ФГОУ ВПО ОмГАУ), Сибирский науч.-исслед. Ин-т сельского хоз-ва. – Омск. – 2008. – 83 с.
99. Комов, В.П. Биохимия / В.П. Комов, В.Н. Шведова. – М.: Дрофа. – 2004. – 640 с.
100. Кондратенко, Е.П. Изменчивость количества первичных метаболитов в зерне разных по скороспелости сортов яровой мягкой пшеницы / Е.П. Кондратенко, А.А. Косолапова, О.М. Соболева, Е.А. Егушова, И.А. Сергеева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 10 (144). – С. 5–13.
101. Копусь, М.М. Пшеница Дона: урожайность и качество зерна – конкуренция и сортовое разнообразие // М.М. Копусь, Е.В. Ионова, Д.П. Дорохова, К.А. Мирошников / Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 2 (56). – С. 42-46.
102. Коренев, Г.В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г.В. Коренев, П.И. Подгорный, С.Н. Щербак. – М.: Колос. – 1983. – 511 с.
103. Коренюк, Е.Ф. Кустистость яровой мягкой пшеницы и ее связь с продуктивностью в условиях Среднего Прииртышья / Е.Ф. Коренюк. – Автореф. дис. канд. с-х. наук. – Омск. – 2000. – 15 с.
104. Коробейников Н.И. Принципы и основные результаты селекции яровой мягкой пшеницы в Алтайском крае (2007-2014 гг.) / Н.И. Коробейников,

- В.С. Валекжанин, Н.В. Пешкова // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 6. – С. 21-26.
105. Королёв А.П. Основы биохимии / А.П. Королёв, С.Б. Гридина, Е.П. Зинкевич. – Учебное пособие. Ч. 4. – Кемерово. – 2004. – 92 с.
106. Красильникова, Л.А. Биохимия растений / Л.А. Красильникова, О.А. Авксентьева, В.В. Жмурко, Ю.А. Садовниченко. – Ростов Н/Д: «Феникс», Харьков: Торсинг. – 2004. – 224 с.
107. Кретович, В.Л. Биохимия зерна и хлеба / В.Л. Кретович. – М.: Наука. – 1991. – 130 с.
108. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа. – 1986. – 503 с.
109. Крупнов, В.А. Подходы по улучшению качества зерна пшеницы: селекция на число падения // В.А. Крупнов, О.В. Крупнова / Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19. № 5. – С. 604-613.
110. Кузнецов, В.В. Физиология растений // В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева / – М.: Высшая школа. – 2006. – 742 с.
111. Кумаков, В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии // В.А. Кумаков / М.: Росагроиздат. – 1988. – 103 с.
112. Курылева, А.Г. Адаптивные свойства сортов яровой пшеницы и их хлебопекарные качества в условиях Удмуртской Республики // А.Г. Курылева / Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 3 (23). – С. 188-193.
113. Кучеров, Д.И. Урожайность и технологические свойства зерна сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепи Тюменской области // Д.И. Кучеров / Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. сельскохозяйств. наук. – Тюмень. – 2007. – 24 с.
114. Ленинджер, А. Основы биохимии: В 3 т., 3-е изд. / А. Ленинджер. – М.: Мир. – 1985. – 1056 с.
115. Леонова, С.А. Некоторые особенности подхода к оценке селекционного материала яровой пшеницы / С.А. Леонова // Решение проблемы

- увеличения и стабилизации производства высококачественного зерна в России: Тезисы докладов совместного заседания проблемного Совета по качеству зерна и секции селекции озимой пшеницы Отделения растениеводства РАСХН, 8-10 июня 1998 г. – Краснодар. – 1998. – С. 46-48.
116. Летяго, Ю.А. Пшеница Тюменской области: качество зерна, муки и хлеба: монография / Ю.А. Летяго, Р.И. Белкина. – Тюмень, 2017. – 129 с.
117. Лисовская, Д.П. Химический состав зерна озимой ржи. Пути повышения урожайности полевых культур / Д.П. Лисовская. – Минск. – 1977. – Вып. 8. – 144-146.
118. Лихенко, И.Е. Биологические особенности яровой мягкой пшеницы в условиях северной лесостепи Западной Сибири и использование их в селекции / И.Е. Лихенко, Н.Н. Лихенко // Новосибирск. – 2007. – 221 с.
119. Логинов, Ю.П. Яровая пшеница в Северном Зауралье / Ю.П. Логинов, А.М. Клиндюк. – Тюмень. – 2002. – 90 с.
120. Малер, Г. Основы биологической химии //Перевод с английского / Г. Малер, Ю. Кордес; под редакцией и с предисловием А.А. Баева, Я.М. Варшавского. – М: Мир. – 1970. – 567 с.
121. Мамытова, Н.С. Вклад различных изоферментов α -амилазы товарного зерна яровой пшеницы в формирование величины числа падения // Н.С. Мамытова, В. А. Кузовлев, А. А. Хакимжанов, О. В. Фурсов / Прикладная биохимия и микробиология. – 2014. – Т. 50. № 5. – С. 533-540.
122. Маркарова, А.Р. Связь биохимических свойств пшеницы с технологическими показателями и аллельным составом глиадинов / А.Р. Маркарова, Ж.Р. Маркарова, Н.Г. Игнатьева и др.// Зерновое хозяйство России. – 2011. – №6 (18). – С. 25-28.
123. Марченко, Л.В. Технологические свойства зерна яровой пшеницы разного экологического происхождения / Л.В. Марченко, Т.Г. Воробьева // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана. – Новосибирск. – 2005. – Т.1. – С.

124. Масленко, М.И. Зависимость урожайности и качества зерна скороспелых сортов яровой пшеницы от фона минерального питания // М.И. Масленко / Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – №2. – С. 36-39.
125. Мелешкина, Е.П. Современные аспекты качества зерна пшеницы / Е.П. Мелешкина // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009 – №3. – С. 4-7.
126. Моисеева, К.В. Этапы селекционной работы по яровой пшенице в Северном Зауралье // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения заслуженного работника сельского хозяйства Российской Федерации, почетного гражданина Чувашской Республики Айдака Аркадия Павловича. Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – 2017. – С. 122-125.
127. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: научное издание / ред. В.Ф. Федоренко. – Москва: Росинформагротех. – 2018. – 396 с.
128. Неверова, О.А. Методические указания к самостоятельной работе по изучению теоретического курса и выполнению контрольных заданий по биохимии для студентов направления 655600 – «Производство продуктов питания из растительного сырья» / О.А. Неверова, А.П. Королёв. – Кемерово. – 2002. – 68 с.
129. Некрасова, О.А. Результаты изучения селекционных линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по урожайности и качеству зерна // О.А. Некрасова, С.В. Подгорный, О.В. Скрипка, А.П. Самофалов, С.Н. Громова, В.Л. Чернова, Н.С. Кравченко / Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 2 (62). С. 32-37.
130. Немцова, З.С. Основы хлебопечения / З.С. Немцова. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 287 с.

131. Неттевич, Э.Д. Яровая пшеница в нечерноземной зоне / Э.Д. Неттевич. – М.: Россельхозиздат. – 1976. – 220 с.
132. Нецветаев, В.П. Генетика изоферментов бета-амилазы и количественные признаки мягкой пшеницы // В.П. Нецветаев, Л.С. Бондаренко, Т.А. Рыжкова, О.В. Акиншина / Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 12. – С. 5-9.
133. Нецветаев, В.П. Генетический анализ растений (методическое пособие). – Белгород: ФГБНУ «Белгородский НИИСХ». – 2017. – 60 с.
134. Нецветаев, В.П. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы // В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова // Научные ведомости БелГУ. Серия. Естественные науки. – Белгород: БГУ. – 2009. – №11(66). – Вып. 9/1. – С. 56-64.
135. Нецветаев, В.П. Новые подходы к оценке качества зерна озимой мягкой пшеницы // В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова / Белгородский Агромир. – 2010. – №1(54). – С. 27-29.
136. Нецветаев, В.П. Новый подход к оценке качества зерна мягкой пшеницы // В.П. Нецветаев, Л.С. Бондаренко, О.В. Акиншина Т.А. Рыжкова / Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №9. – С. 24-26.
137. Нецветаев, В.П. Оценка качества зерна мягкой пшеницы SDS-седиментацией // В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – №3. – С.63-70.
138. Нецветаев, В.П. Полиморфизм по β -амилазе зерна озимой мягкой пшеницы // В.П. Нецветаев, О.В. Акиншина, Л.С. Бондаренко, И.П. Моторина / Генетика. – 2012. – Т. 48. № 2. – С. 168-174.
139. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев. – Под ред. Нечаева А.П. – С.-П.: ГИОРД. – 2001. – 588 с.
140. Николаев, Е.В. Резервы увеличения производства зерна, сильной и ценной пшеницы / Е.В. Николаев. – Киев: «Урожай». – 1991. – 228 с.
141. Новиков, Н.Н. Физиолого-биохимические основы формирования качества урожая сельскохозяйственных культур / Н.Н. Новиков. – М.:

МСХА. – 1994. – 56 с.

142. Новохатин, В.В. Селекция яровой мягкой пшеницы в Северном Зауралье // В.В. Новохатин / Научные результаты – агропромышленному производству. Материалы международной научно-практической конференции. Курган: ГИПП «Зауралье», Т.1. – 2004. – С. 214-218.
143. Носатовский, А.И. Пшеница. Биология. /А.И. Носатовский. – М.: Колос. – 1965. – 568 с.
144. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Тюменской области в 2011 году и прогноз развития вредных объектов в 2012 году. Филиал ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Тюменской области. – Тюмень. – 2012 г. – 117 с.
145. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Тюменской области в 2012 году и прогноз развития вредных объектов в 2013 году. Филиал ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Тюменской области. – Тюмень. – 2012 г. – 140 с.
146. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Тюменской области в 2013 году и прогноз развития вредных объектов в 2014 году. Филиал ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Тюменской области. – Тюмень. – 2013 г. – 122 с.
147. Овчаров, К.Е. Физиология формирования и прорастания семян / К.Е. Овчаров. – М.: Колос. – 1976. – 246 с.
148. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А. Овчинников. – Москва: Просвещение. –1987. – С. 24-26.
149. Остапенко, А.В. Анализ биотипного состава сортов овса посевного, включенных в Госреестр по Тюменской области // А.В. Остапенко, Г.В. Тоболова / Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию Курганской ГСХА «Интеграция науки и бизнеса в

- агропромышленном комплексе». – Курган. – 2014. – С. 25-28.
150. Остапенко, А.В. Создание базы данных сортов рода *Avena* L. на основе изменчивости компонентного состава проламинов // А.В. Остапенко, Г.В. Тоболова // Агропродовольственная политика России. – Москва. – № 4. – 2015. – С. 44-47.
151. Павлов, А.Н. Повышение содержания белка в зерне / А.Н. Павлов. – М., 1984. – 119 с.
152. Панкратьева, И.А. Биохимические особенности проросшего зерна ржи. Пробл. исслед. и повышения качества ржи в СССР / И.А. Панкратьева, В.Ф. Голенков, Л.Г. Приезжаева. – М. – 1971. – С. 101-109.
153. Пахотина, И.В. Сравнительная оценка хлебопекарного качества сортов яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ // И.В. Пахотина, Е.Ю. Игнатьева, И.А. Белан, Л.П. Россеева / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 7 (177). – С. 16-22.
154. Пертен, Х. Метод определения числа падения для оценки β -амилазной активности / Х. Пертен. – Стандарт международной ассоциации химии зерна № 107. – 1993.
155. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М.: Колос. – 1980. – 495 с.
156. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 494 с.
157. Подгорный, П.И. Растениеводство / П.И. Подгорный. – М.: Сельхозиздат. – 1963. – 480 с.
158. Поляков, М.В. Продуктивность сортов яровой пшеницы разных групп спелости под действием обработок семян и растений фунгицидами в северной лесостепи Тюменской области // М.В. Поляков / Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень. – 2014. – 141 с.
159. Попереля, Ф.А. Прибор для электрофореза белков в геле // Ф.А.

- Попереля, Ю.А. Асыка, Ю.Д. Лазарев / Автор. свидетельство СССР. – 1991. – № 1682899 от 7.10.1991.
160. Попова, Е.П. Микроструктура зерна и семян / Е.П. Попова – М.: Колос. – 1979. – 224 с.
161. Попцов, А.В. Период покоя и прорастание семян // А.В. Попцов / Селекция и семеноводство. – 1972. – №1. – С. 63-65.
162. Посыпанов, Г.С. Растениеводство // Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др. / Под ред. Посыпанова Г.С. – М.: Колос. – 1997. – 448 с.
163. Программа работ комплексного селекционно-семеноводческого центра по растениеводству научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья на период 2011-2030 гг. / РАСХН. Сиб. регион. отд-ние. ГНУ НИИСХ Северного Зауралья Россельхозакадемии; Под ред. к.с.-х. наук В.В. Новохатина. – Тюмень. – 2011. – 98 с.
164. Проскурина, И.К. Биохимия: Учебное пособие для студ.высш. учеб. Заведений / И.К. Проскурина. – Изд.-во ВЛАДОС-ПРЕСС. – 2001. – 240 с.
165. Пруцков, Ф.М. Озимая пшеница / Ф.М. Пруцков. – М: Колос. – 1976. – 352 с.
166. Прянишников, А.И Качество зерна – источник здоровья нации /А.И. Прянишников, Л.В. Андреева, Т.Б. Кулеватова, Л.И. Мачихина, Е.П. Мелешкина // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №11. – С. 16-17.
167. Пыльнев, В.В. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / В.В. Пыльнев, Ю.Б. Коновалов, А.Н. Березкин и др.; Под ред. В.В. Пыльнева. – М.: КолосС. – 2008. – 551 с.
168. Реймерс, Ф.Э. Физиология семян культурных растений Сибири (зерновые злаки) / Ф.Э. Реймерс, И.Э. Илли. – Новосибирск: Наука. – 1974. – 143 с.
169. Ремесло, В.Н. Об основных направлениях научных исследований в решении проблемы увеличения производства зерна и улучшения его качества / В.Н. Ремесло. – Бюлл. Мироновского НИИ селекции и

- семеноводства пшеницы. – 1973. – С.4-5.
170. Рехметулин, Р.М. Селекция на устойчивость зерна к прорастанию на корню. // Р.М. Рехметулин / Селекция и семеноводство. – 1988. – № 6.
171. Рыбалка, А.И. Генетический анализ в-амилазы зерна пшеницы / А.И. Рыбалка, А.А. Созинов. – Генетика. – Том XVI, № 6. – 1980.
172. Рядчиков, В.Г. Улучшение зерновых белков и их оценка / В.Г. Рядчиков. – Под ред. М.И. Хаджинова. – М.: Колос. – 1978. – 368 с.
173. Самсонов, М.М. Сильные и твердые пшеницы СССР / М.М. Самсонов. – М.: Колос. – 1967. – 168 с.
174. Сандакова, Г.Н. Научно обоснованные параметры модели погодных условий для формирования высокостекловидного зерна твердой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области // Г.Н. Сандакова / Известия Государственного Оренбургского университета. – 2012. – № 5. – С. 33-37.
175. Сапега, В.А. Взаимодействие генотип – среда и параметры экологической пластичности // В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова / Зерновое хозяйство. – 2000. – № 2. – С. 25.
176. Сводный обзор конъюнктуры аграрного рынка России. Еженедельный информационно-аналитический обзор. Департамент экономики и государственной поддержки АПК № 40. – 2013. – 11 с.
177. Сигов, В.И. Яровая пшеница в Сибири /В.И. Сигов. – М.: Россельхозиздат. – 1981. – 206 с.
178. Сидоров, А.В. Селекция яровой пшеницы на качество в условиях лесостепи Красноярского края // А.В. Сидоров, Л.В. Плеханова / Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 4 (208). – С. 5-10.
179. Скрипка, О. В. Новый сорт сильной озимой мягкой пшеницы Находка // О.В. Скрипка, А.П. Самофалов, С.В. Подгорный / Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 4 (40). – С. 17–20.
180. Созинов, А.А. Методика вертикального дискового электрофореза в крахмальном геле и генетический принцип классификации глиадинов

- /А.А. Созинов, Ф.А. Попереля. – Одесса. – 1978.–16 с.
181. Созинов, А.А. Методические рекомендации по оценке качества зерна // А.А. Созинов, Н.И. Блохин, И.И. Василенко и др. – М. – 1977. – 172 с.
182. Созинов, А.А. Определение показателя седиментации (набухаемости) муки в уксусной кислоте / А.А. Созинов, Н.И. Блохин, И.И. Василенко и др. // Методические рекомендации по оценке качества зерна. – М., 1977. – С. 118–120.
183. Соловов, Д.П. Устойчивость яровой мягкой пшеницы к предуборочному прорастанию в Нижнем Поволжье// Д.П. Соловов / Диссертация на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. – Саратов. – 2003 – 110 с.
184. Степаненко, Б.Н. Биохимия. Углеводы / Б.Н. Степаненко. – Успехи в изучении строения и метаболизма: М. – 1968. – 300 с.
185. Степаненко, Б.Н. Химия и биохимия углеводов / Б.Н. Степаненко. – М.: Высшая школа. –1978. – 256 с.
186. Страйер, Л. Биохимия / Л. Страейр. – В 3-х т. Пер. с англ. Гроздовой М.Д. и Колчинского А.М. Под редакцией академика Северина С.Е. – М.: Мир. –1984-1985. – С. 400-401.
187. Стрельникова, М.М. О количестве и качестве клейковины в связи с условиями произрастания пшеницы / М.М. Стрельникова. – Труды научной сессии УАСХИ. Вып. 1. – Киев. – 1960. – С. 110-118.
188. Строна, И.Г. Общее семеноведение полевых культур / И.Г. Строна – М.: «Колос». – 1966. – 194 с.
189. Сурин, Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес) / Н.А. Сурин. – Краснояр. науч.-исслед. ин-т сел. хоз.-ва. – Новосибирск. – 2011. – 708 с.
190. Тоболова, Г.В. Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по технологическим свойствам и биохимическим признакам // Г.В. Тоболова, Ю.В. Летяго, Р.И. Белкина // Агропродовольственная политика России – Москва. – № 5. – 2015. – С. 64-67.

191. Тоболова, Г.В. Сортовая чистота семян // Г.В. Тоболова / Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – Курск. – 2018. – №8. – С. 70-73.
192. Трисвятский, Л.А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л.А. Трисвятский, Б.В. Лесик, В.Н. Курдина. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 415 с.
193. Трубачеева, Н.В. Особенности сортов яровой мягкой пшеницы западной Сибири, несущих пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL // Н.В. Трубачеева, Л.П. Россеева, И.А. Белан и др. – Генетика. – 2011. – Т. 47. – №1. – С. 18–24.
194. Фадеева, Е.Ф. Биохимия: Методические указания / Е.Ф. Фадеева, А.В. Михайлова. – ТГСХА. – Тюмень. – 2007. – 75 с.
195. Фёршт, Э. Структура и механизм действия ферментов / Э. Фёршт. – М. – 1980. – 432 с.
196. Фирсова, М.К. Оценка качества зерна и семян / М.К. Фирсова, Е.П. Попова. – М. – 1981. – 223 с.
197. Фурсов, О.В. Амилазы и их регуляция в зерне злаковых // О.В. Фурсов. – Автореферат докт. дис. – М. – 1990. – 41 с.
198. Фурсов, О.В. Длительность хранения семян кукурузы и активность гидролитических ферментов / О.В. Фурсов, Ю.В. Перуанский // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 1974. – №12. – С.114-116.
199. Фурсов, О.В. Свойства и особенности амилаз зерна злаковых. // О.В. Фурсов, В.А. Кузовлев, М.М. Акаева / Ферменты и качество зерна. – Алма-Ата: Наука. – 1987. – 176 с.
200. Хазраткулова, Ш.У. Значение хозяйственно-ценных признаков в процессе создания новых сортов мягкой пшеницы // Ш.У. Хазраткулова / Наука и образование сегодня. – 2020. – № 3 (50). – С. 27-32.
201. Хайдарова, Ж.С. Амилазная активность и некоторые технологические показатели пшеницы / Ж.С. Хайдарова, Г.М. Морунова, О.В. Фурсов, Т.Б. Дарканбаев // Прикладная биохимия и микробиология. М. – 1983. – Т. 19,

вып. 4. – С. 435-446.

202. Хасиев, Х.Х. «Живая» пища и зерновой хлеб спасут население планеты / Х.Х. Хасиев, К.С. Кулажанов, А.В. Витавская, Д.Ж. Абдели. – Алматы. – 2012. – 416 с.
203. Хосни, Р.К. Зерно и зернопродукты / Р.К. Хосин. – Пер. с англ., под общей ред. Н.П. Черняева. – СПб: Профессия. – 2006. – 336 с.
204. Шабаива, А.И. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимой пшеницы: метод.рек. / А.И. Шабаива, Н.В. Михайлин, А.И. Прянишников и др. – М. – 2009. – 68 с.
205. Шакирова, Г.И. Пигменты растений и их роль в повышении урожайности и качества продукции кормовых и зерновых культур / Г.И. Шакирова // Казань: Изд-во «Фэн». – 2003. – 254 с.
206. Шапиро, Д.К. Практикум по биологической химии. 2-ое изд. / Д.К. Шапиро // Минск: Вышэйш. школа. – 1976. – 288 с.
207. Шарапов, Н.И. Повышение качества урожая сельскохозяйственных культур / Н.И. Шарапов. – Л.: «Колос». – 1973. – 223 с.
208. Шевелькова, А.Н. Кинетика и механизм действия ферментов амилазного комплекса // А.Н. Шевелькова / Автореферат канд. дисс. – М. – 1993. – 22 с.
209. Шорина, О.С. Физико-химические изменения клейковины при прорастании пшеницы: автореферат дис. кандидата биологических наук / О.С. Шорина. – М.: Институт биохимии имени А.Н. Баха. – 1966. – 24 с.
210. Шпаар Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) / Д. Шпаар и др. – Под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО». – 2008. – 656 с.
211. Шпаар, Д. Зерновые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер. – Минск: ФУ «Аинформ». – 2000. – 421 с.
212. Якубцинер, М.М. Культурная флора СССР / М.М. Якубцинер, В.Ф. Дорофеев, А.А. Филатенко. – т.1. Пшеница. Л.: Колос. – 1979. – 346 с.
213. Arie, Gur Colorimetric method for starch detennination / Arie Gur, Aharon

- Cohen, Ben-Ami Bravdo. – J. of Agr. and Food Chemistry. – 1969. – Vol. 17, Jsr 2. – P. 347-351.
214. Blagoveschensky, A.V. The gluten-dissolving ferment of wheat and barley seeds / A.V. Blagoveschensky, N.I. Sossiedov. – Biochem J. – 1933. – 27(5). – P. 1575–1577.
215. Bozzini, A. Esterases in Triticum and some related species / A. Bozzini, T. Cubadda, E. Quattrucci. – In: Proceedings of the 4th International wheat genetics symposium. – Columbia, University of Missouri. – 1973. – 783 p.
216. Dencic, S. Hagberg falling number and rheological properties of wheat cultivars in wet and dry preharvest periods // S. Dencic, R. De Pauw, B. Kobiljski, V. Momcilovic / Plant Prod. Sci. – 2013. – 16. – P. 342-351.
217. DePauw, R.M. Developing standardized methods for breeding preharvest sprouting resistant wheat, challenges and successes in Canadian wheat. // R.M. DePauw, R.E. Knox, A.K. Singh, S.L. Fox, D.G. Humphreys, P. Hucl / Euphytica. – 2012. – 188. – P. 7-14.
218. Fursov, O.V. Purification, separation and properties of amylase components of wheat // O.V. Fursov, G.S. Chaidarova, T.B. Darkanbaev / Biochem. Physiol. Pflanzen. – 1986. – Vol. 181. – № 2. – P.177-189.
219. Frydman, R.B. Studies on the biosynthesis of starch. Some properties of the adenosine diphosphate glucose: starch glucosyltransferase bound to the starch granule / R.B. Frydman, C.E. Cardini. – J. Biol Chem. – 1967. – Jan 25; 242(2). – P. 312-317.
220. Gordon, J.L. Selection against sprouting damage in wheat. Dormancy, germinative α -amylase, grain redness and flavanols // J.L. Gordon / Austral. J. Agr. Res. – 1979. – Vol. 30. – № 3. – P. 387-402.
221. Hall, O. Immuno-electrophoretic analyses of allopolyploid rye-wheat and its parental species / O. Hall. – Hereditas. – 1963. – V. 45. – 495 p.
222. Hemery, Y. Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality // Y. Hemery, X. Rouau, V. Lullien-Pellerin, C. Barron, J. Abecassis / Journal of Cereal Science. – 2007. – № 46(3). – P. 327-

223. Horvathova, V. Review Amylolytic enzymes: their specificities, origins and properties.// V. Horvathova, S. Janecek, E. Sturdik / *Biologia*, Bratislava. – 2000. – № 55(6) – 615 p.
224. Hoseney, R. Principles of cereal science and technology / R. Hoseney. – St. Paul, Minnesota. – USA: American Association of Cereal Chemists. – 1986. – P. 1-2.
225. Kobrehel, K. Variability in peroxidase isozymes in wheat and related species / K. Kobrehel, M.F. Guatier. – *Canad. Bot.* – 1974. – V. 52. – 755 p.
226. Kulp, K. Preharvest Sprouting of Winter Wheat. Rheological Properties of Flours and Physicochemical Characteristics of Starches // K. Kulp, K. Roewsmith, K. Lorenz / *Cereal Chem.* – 1983. – V.60. – № 5. – P. 355-359.
227. Leloir, L.F. Starch and oligosaccharide synthesis from uridine diphosphate glucose / L.F. Leloir, M.A. De Fekete, C.E. Cardini. – *J. Biol Chem.* – 1961. – Mar; 236. – P.636-641.
228. Miyata, S., δ -Amylase biosynthesis: evidence for temporal sequence of NH₂-terminal peptide cleavage and protein glycosylation// S. Miyata, T. Akazawa – *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 1982. – Vol. 79, № 21. – P. 566-568.
229. Netsvetaev, V.P. Distribution of β -amylase alleles in cultured barley for the Euro-Asia regions (The former USSR) / V.P. Netsvetaev. – V Intern. Oat Conf. & VII Intern. Barley Genet.Sym. – Saskatchewan. – 1996. – V.1. – P.197-199.
230. Nishikawa, K. Alpha-amylase isozymes and phylogeny of hexaploid wheat / K. Nishikawa. – In: Proceedings of the 4th International wheat genetics symposium. Columbia, University of Missouri. – 1973. – 851 p.
231. Person, E. Otello – a result of amylase selection for sprouting resistance // E. Person / *Cereal Res. Communic.* – 1976. – Vol. 4. № 2. – P. 101-107.
232. Reiner, L. Winterroggen-Aktuell / L. Reiner, A. Mangstl, F. Strass u.a. – Frankfurt am Mein. – 1979. – 159 p.
233. Roger, G. Bates. Electrometric pH-determination / G. Roger Bates. – John

- Wiley & Sons Inc. New York – London – Sydney. – 1954. – P.57-69.
234. Sologuk, S. Understanding Wheat Quality Tests / S. Sologuk, B. Sorenson. – Northern Crops Institute. ER06-02. – 2005. – P. 5-6.
235. Fujita, S. Thermal and crystalline properties of waxy wheat (*Triticum aestivum* L.) / S. Fujita, H. Yamamoto, Y. Sugimoto et al. // J. Cereal Sci. – 1998. – Vol. 27, № 1. – P. 1-5.
236. Thoma, J.A. Plant and animal Amylases // J.A. Thoma, J.E. Spradlin, S. Dygert / In: The Enzymes (Ed. By P.D. Boyer), Academic Press, New York and London. – 1972. – Vol. V. – P. 115-189.
237. Williams, P.C. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours / P.C. Williams, F.D. Kuzina, I. Hlynka. – Cer. Chem. – 1970. – Vol. 47, Xo4. – P. 411-420.
238. Wrigley, C. Wheat: A unique grain for the world // C. Wrigley / In. Khan K. and Shewry P. (Eds.). – Wheat Chemistry and Technology. – 4th edition. St. Paul, Minnesota. – USA: AACCC International, Inc. – 2009. – P.1-6.
239. www.agroserver.ru
240. www.gks.ru (Федеральная служба государственной статистики).
241. www.semena-omsk.ru
242. www.sites.icgbio.ru/sibniirs.

ПРИЛОЖЕНИЯ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"БЕЛГОРОДСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК"

308001, г. Белгород ул. Октябрьская, 58 тел. (4722) 27-64-76 факс (4722) 27-64-75
E-mail: zemledei2006@yandex.ru

Утверждаю:
Директор ФГБНУ
«Белгородский ФАНЦ
РАН», чл. корр. РАН,
доктор с.-х. наук



С.И. Тютюнов

30 января 2020 г.

СПРАВКА

Об использовании научных результатов исследовательской работы
Ахтариевой Марины Камиловны

Образцы сортов яровой мягкой пшеницы Ильинская, Тюменская 30, Рикс, Радуга, выделенные в результате проведенной М.К. Ахтариевой оценки физических свойств зерна (масса 1000 зерен, натура, стекловидность), используются в селекционно-генетической работе в качестве исходного материала.

На основе анализа агрегирующей способности белков муки за счет образования дисульфидных связей, выделены сорта Ильинская, Ирень, Маргарита, Сертори и Новосибирская 15, обладающие повышенным качеством белкового комплекса зерна. Данные сорта используются в селекционной программе Центра для создания новых сортов хлебопекарного направления.

Главный научный сотрудник,
и.о. зав. лаборатории селекции
и семеноводства пшеницы ФГБНУ
«Белгородский ФАНЦ РАН», д.б.н.,
проф.

В.П.Нецветаев



Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции
– филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики
Сибирского отделения Российской академии наук»

(СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН)

630501, Новосибирская область
Новосибирский район
р.п. Краснообск, ул. С-100, зд.21
а/я 375

тел. (383) 363-49-73
363-49-72
e-mail: sibniirs@bk.ru

№ _____

СПРАВКА

дана соискателю кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
Ахтариевой Марине Камиловне
для представления в ВАК РФ

В результате выполнения диссертационной работы М.К. Ахтариевой выделены раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые сорта пшеницы с высокими физическими свойствами зерна (Тюменская 30, Рикс, Ильинская и др.), с высоким содержанием клейковины в зерне (Тюменская 29, Тюменская 31, Ирень и др.). Эти сорта используются в селекционных программах СибНИИРС.

Считаем перспективным метод определения агрегирующей способности белков муки за счет образования дисульфидных связей, который целесообразно использовать для отбора высококачественных форм в процессе селекции.

Руководитель СибНИИРС-
- филиал ИЦиГ СО РАН,
Доктор с.-х. наук



И.Е. Лихенко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
Тюменский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук
филиал
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Северного Зауралья

Российская Федерация,
Тюменский район, п. Московский
ул. Бураки д.2

Телефон: (3452) 76-40-54; 76-42-59
Факс: (3452) 76-40-54
E-mail: gnu_niicx@mail.ru

ИНН 7502064498 КПП 722443002 БИК 047102001
Отделение Тюменск-1 Тюмень р/счс 40501410500002000002

Утверждаю:
Директор НИИСХ Северного Зауралья –
филиал ТюмНЦ СО РАН, к.с.-х.н.
Е.Н. Ренев
20 февраля 2020 г.

СПРАВКА

дана соискателю кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
Ахтариевой Марине Камилловне для представления в ВАК РФ

Результаты исследований М.К. Ахтариевой - выделенные сорта с высокими физическими свойствами зерна и высоким содержанием клейковины в зерне, используются в практической селекции НИИСХ Северного Зауралья.

Заслуживает внимания метод определения агрегирующей способности белков муки за счёт образования дисульфидных связей, который следует активно использовать для оценки исходного материала пшеницы на ранних этапах селекционного процесса

Выделенные высококачественные сорта с высокой агрегирующей способностью белков муки за счёт образования дисульфидных связей: Новосибирская 15, Новосибирская 31, Новосибирская 29, Ирень (раннеспелые); Сертори, Тюменская 29, Ильинская (среднеспелые) и Баганская 51 (среднепоздняя) включаются в селекционные программы направленные на улучшение качественных показателей зерна.

Представляют селекционную значимость высокопродуктивные сорта: Новосибирская 15, Тюменская 29, Новосибирская 18, АВИАДа, Сертори, Тепсей, Серебристая и Свирель с повышенным содержанием β -амилазы типа С- положительно сказывающейся на улучшение качества клейковины.

Выделенный высокоурожайный сорт Чернява 13 – с высоким содержанием крахмала, представляет интерес для нового направления селекции пшеницы.

Использование в селекционной работе предложенных автором разработок и выделенных по качественным показателям сортов различной спелости и интенсивности позволит целенаправленно создавать высокопродуктивные сорта с высоким качеством зерна

Ведущий научный сотрудник,
к.-с.- х.н., селекционер,
заслуженный агроном РФ



В.В. Новохатин

Электрофоретический метод по методике В.П. Нецветаева с соавторами, 2012

Вертикальный полиакриламидный гель-электрофорез проводили на пластинах размером $190 \times 105 \times 1$ мм. С этой целью использовался прибор, изготовленный в Селекционно-генетическом институте УААН (Одесса), позволяющий формировать две пластины геля соответствующих размеров (Попереля Ф.А. и др., 1991). β -Амилазу выделяли из зрелых, предварительно раздавленных плоскогубцами, зерен. В пробирки с раздавленными зерновками добавляли по 0,25 мл (250 мкл) 3% раствора Na_2SO_3 и оставляли на ночь. После измельчения зерен в пробирках палочкой из нержавеющей стали полученную суспензию центрифугировали 4 мин при 10000 об/мин. Затем в чистые пробирки отбирали по 0,01 мл (10 мкл) надосадочной жидкости и приливали по 0,01 мл (10 мкл) раствора, содержащего 2% β -меркаптоэтанола, 40% сахарозы и 0,03% бромфенолового синего. В стартовые ячейки геля наносили 0,005 мл (5 мкл) экстракта. Разделяющий гель содержал: акриламид 4,88 г; метиленбисакриламид 130 мг; трис – 162,5 мг; глицин – 0,98 г; персульфат аммония – 41 мг; вода дистиллированная – до 65 мл; ТЕМЕД – 24 мкл. В состав 1 л электродного буфера (рН 8,3) входило 1,2 г триса и 5 г глицина. Электрофорез вели при напряжении 300 В. Деление прекращали после выхода 1,5 меток красителя (1,5 ч). Инкубацию амилаз вели в ацетатном буфере, рН 5,7. Ацетатный буфер содержал 2,7 г уксуснокислого натрия, 50,3 мл 0,2 М уксусной кислоты и доводился водой до 300 мл. В этот раствор добавляли 3–5 г гидролизованного картофельного крахмала, и данная взвесь доводилась до кипения при постоянном размешивании. Время инкубации 30–40 мин. Все работы проводили при комнатной температуре. По окончании инкубации гелевые пластины промывали проточной водой и окрашивали раствором йода в йодном калии, содержавшем: KI – 2,5 г; I (кристалл.) – 1,3 г; ТХУ – 25,2 г; вода до 500 мл.

Приложение В

Физические и физико-химические свойства зерна сортов яровой пшеницы, 2011-2013 гг.

Масса 1000 зерен, г						Натура зерна, г/л			Стекловидность, %					Число падения, с			
Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.	ср. значение	2011 г.	2012 г.	2013 г.	ср. значение	2011 г.	2012 г.	2013 г.	ср. значение	2011 г.	2012 г.	2013 г.	ср. значение
1.	Новосибирская 31 (St)	35,4	22,8	29,2	29,1	798	683	762	748	79	76	81	77	507	391	593	497
2.	Ирень	35,3	24,9	33,4	31,2	787	711	756	752	78	72	89	79	635	476	794	635
3.	Чернява 13	42,8	28,5	34,8	35,4	776	688	750	738	71	69	74	71	439	349	432	407
4.	Челяба степная	34,8	22,9	28,5	28,7	802	710	780	764	83	77	82	80	428	397	795	540
5.	Новосибирская 29	38,4	25,1	32	31,8	786	686	762	745	88	64	73	74	593	437	691	573
6.	Новосибирская 15	33,8	26,1	31	30,3	788	684	742	736	65	61	76	69	508	227	523	419
7.	Омская 36	34,9	26,4	32,3	31,2	809	706	788	768	73	73	74	72	169	129	395	231
8.	Тюменская 27	38,9	25,2	31,9	32	786	723	778	762	75	55	75	70	385	336	638	453
9.	Тюменская 30	39,2	24,9	32,3	32,1	814	718	786	773	85	80	82	82	455	427	448	443
	Среднее значение	37,1	25,2	31,7		794	701	767,1		77,4	69,7	78,4		457,7	352,1	589,9	
	НСР _{0,95}	0,8	1,4	1,2		3,6	4,6	4,5		2,9	2,2	2,6		4,6	4,7	4,3	
Среднеспелые сорта																	
1.	Тюменская 29 (St)	40,2	28,5	32,6	33,8	814	723	766	768	78	63	69	70	143	322	565	343
2.	Тюменская 28	43,8	28,2	32,9	35	791	714	778	761	77	66	74	72	197	269	514	327
3.	Тюменская 31	36,2	23,9	29,5	29,9	784	704	769	752	76	72	81	76	526	378	839	581
4.	Казахстанская 10	47,5	28,4	33	36,3	806	682	748	745	67	56	60	61	196	206	356	252
5.	Новосибирская 18	40	25,6	34,4	33,3	811	706	782	766	79	74	78	77	479	449	633	520
6.	Ильинская	44,1	29,6	33,7	35,8	815	733	778	775	71	85	84	80	346	288	410	348
7.	Омская 38	39,1	25,4	33,4	32,6	756	638	730	708	70	78	78	75	364	359	493	405
8.	Сударушка	37,9	24,8	34,8	32,5	783	697	750	743	64	96	71	77	311	243	515	356
9.	Икар	41,7	27	33,7	34,1	811	730	772	771	71	96	83	84	334	340	414	362
10.	Авиада	41,1	26,8	32,3	33,4	813	754	752	773	67	65	75	69	295	252	458	335
11.	Геракл	43,9	25,5	34,4	34,6	712	707	734	718	83	75	71	76	444	309	552	435
12.	Маргарита	40,9	27,2	35,1	34,4	815	708	758	760	73	74	77	74	516	161	469	382
13.	Красноуфимская 100	41,5	27,4	32,5	33,8	786	715	754	752	81	79	78	79	317	225	416	319
14.	ОМГАУ 90	44,6	25,2	30,1	33,3	775	718	756	750	74	69	78	74	358	378	577	438
15.	Тюменская 25	40,3	25,6	31	32,3	815	703	742	753	77	74	70	74	606	365	516	496
16.	Черноземноуральская	44,5	27,4	33,6	35,2	797	735	778	770	80	67	77	75	385	86	456	309
17.	Скэнт 3	44,7	26,3	30,5	33,8	815	717	746	759	82	60	69	70	242	270	320	277
18.	Лютесценс 70	36,5	25,8	32	31,4	795	706	742	748	81	73	66	73	476	361	489	442
19.	Диоблон	38,6	24	30,5	31	807	727	772	769	85	63	76	75	451	439	538	476

продолжение приложения В

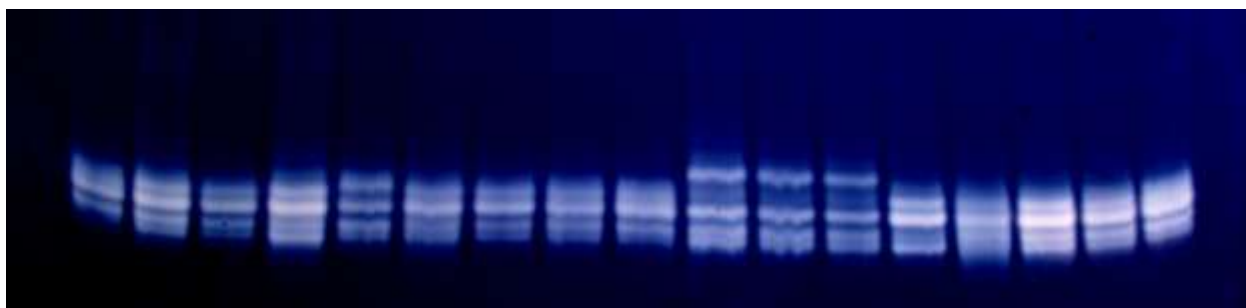
20.	Кампанин	42,4	25,2	31,1	32,9	757	663	739	720	69	61	71	67	450	319	468	412
21.	ЛП-588-1-06	39,7	27,1	30,5	32,4	779	697	726	734	79	72	82	78	286	279	571	379
22.	Памяти Леонтьева	43,6	25,9	35	34,8	809	703	758	757	81	84	75	80	422	277	632	444
23.	Сертори	37,3	24,8	28,1	30,1	800	714	760	758	79	67	80	75	422	450	675	516
24.	ШТРУ-0521911	36,6	25,9	30,6	31	760	693	716	723	76	71	76	74	514	372	530	472
25.	ШТРУ-0622072	40,9	24,9	28,1	31,3	791	696	736	741	74	63	74	70	481	234	599	438
26.	Тепсей	41,5	24,2	32	32,6	813	699	680	731	71	61	65	66	396	313	427	378
	Среднее значение	39,6	25,2	30,9		792,7	707	750,8		75,6	71,7	74,5		383	305,5	516,6	
	НСР _{0,95}	1,5	1,1	1,1		5,3	6,9	6,3		3,4	2,2	3,4		4,8	4,4	4,0	
Среднепоздние сорта																	
1.	Мелодия (St)	43,3	23	28,7	31,7	784	677	724	728	72	71	74	72	469	302	732	501
2.	Рикс	44,2	26,6	34,9	35,2	797	775	758	777	70	65	84	73	129	266	532	309
3.	Радуга	46	28,5	35,3	36,6	809	705	774	763	77	80	86	81	345	326	566	412
4.	Сибирская 17	41,9	26,5	33,1	33,8	807	693	764	755	82	97	81	87	536	302	793	544
5.	Серебристая	40,2	27,7	32,9	33,6	793	702	674	723	76	65	69	70	439	347	680	488
6.	Свирель	42,3	27,1	31	33,5	799	683	716	732	83	85	79	82	460	316	758	511
7.	Баганская 51	38,3	28,6	33	33,3	812	662	766	747	82	64	76	74	404	301	419	375
	Среднее значение	42,3	26,9	32,7		800,1	699,6	739,4		77,4	75,3	78,4		397,4	308,6	640	
	НСР _{0,95}	0,9	0,6	1,1		5,9	4,8	5,8		2,9	2,4	2,9		4,5	4,1	4,0	

**Содержание крахмала в зерне мягкой яровой пшеницы сортов
разных групп спелости, %**

Среднеранние сорта		2011 г.	2012 г.	2013 г.
1.	Новосибирская 31 (St)	47,1±7,5	42,5±6,8	35,2±5,7
2.	Ирень	48,1±7,6	45,3±7,2	39,8±6,4
3.	Чернява 13	42,0±6,7	44,9±6,6	55,6±8,7
4.	Челяба степная	47,7±7,5	48,0±7,6	55,9±8,8
5.	Новосибирская 29	40,7±6,5	43,4±6,9	48,5±7,7
6.	Новосибирская 15	43,3±6,9	45,5±7,2	46,1±7,3
7.	Омская 36	49,8±7,9	38,9±6,2	42,9±6,8
8.	Тюменская 27	42,1±6,7	39,4±6,3	32,8±5,3
9.	Тюменская 30	52,0±8,2	47,6±7,5	38,6±6,2
НСР _{0,95}		1,7	2,0	2,2
Среднеспелые сорта				
1.	Тюменская 29 (St)	51,8±8,2	38,0±6,1	36,0±5,8
2.	Тюменская 28	56,7±8,9	40,9±6,5	32,8±5,3
3.	Тюменская 31	37,3±6,0	46,6±7,4	51,7±8,1
4.	Казахстанская 10	49,0±7,7	36,2±5,8	42,3±6,7
5.	Новосибирская 18	51,6±8,1	48,4±7,7	59,9±9,4
6.	Ильинская	51,1±8,1	50,8±8,0	43,4±6,9
7.	Омская 38	42,7±6,8	48,4±7,7	61,0±9,5
8.	Сударушка	50,9±8,0	46,4±7,4	41,6±6,6
9.	Икар	51,0±8,0	45,9±7,3	47,3±7,5
10.	Авиада	48,6±7,7	37,6±6,0	38,0±6,1
11.	Геракл	46,6±7,4	37,9±6,1	35,9±5,8
12.	Маргарита	49,4±7,8	39,3±6,3	36,4±5,9
13.	Красноуфимская 100	39,3±5,8	42,4±6,8	61,1±9,6
14.	ОмГАУ 90	52,6±2,3	42,9±6,8	37,5±5,5
15.	Тюменская 25	51,5±8,1	37,9±6,1	36,6±5,9
16.	Черноземноуральская	50,9±8,0	43,9±7,0	36,3±5,8
17.	Скэнт 3	36,8±5,9	35,9±5,8	45,9±7,3
18.	Лютесценс 70	53,7±8,4	36,7±5,9	33,1±5,4
19.	Диоблон	53,6±8,4	37,2±6,0	43,6±6,9
20.	Кампанин	46,8±7,4	33,4±5,4	42,5±6,8
21.	ЛП-588-1-06	53,4±8,4	42,1±6,7	33,6±5,4
22.	Памяти Леонтьева	41,3±6,6	47,9±7,6	37,5±6,0
23.	Сертори	43,6±6,9	39,8±6,4	43,4±6,9
24.	ШТРУ-0521911	55,0±8,6	36,9±5,9	36,7±5,9
25.	ШТРУ-0622072	46,4±7,4	51,5±8,1	38,9±6,2
26.	Тепсей	37,2±6,0	36,2±5,8	39,9±6,4
НСР _{0,95}		1,2	0,8	1,1

продолжение приложения Г

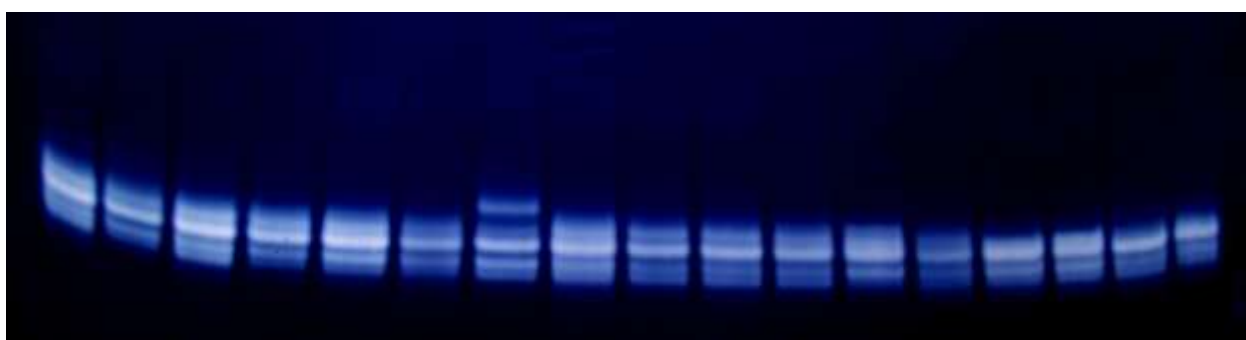
Среднепоздние сорта				
1.	Мелодия (St)	38,1±6,1	59,2±9,3	46,6±7,4
2.	Рикс	48,8±7,7	49,6±7,8	46,9±6,8
3.	Радуга	50,3±7,9	45,2±7,2	54,5±8,6
4.	Сибирская 17	46,7±7,4	47,1±7,5	51,9±8,2
5.	Серебристая	52,7±8,3	42,5±6,8	31,3±5,1
6.	Свирель	48,4±7,7	40,2±6,4	34,6±5,6
7.	Баганская 51	38,0±6,1	33,8±5,5	41,1±6,6
НСР _{0,95}		1,4	1,9	1,4



А	А	А	А	А	А	А	А	А	С	С	С	А	А	А	А	А
1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6

Рисунок 1– Зимотипы сортов:

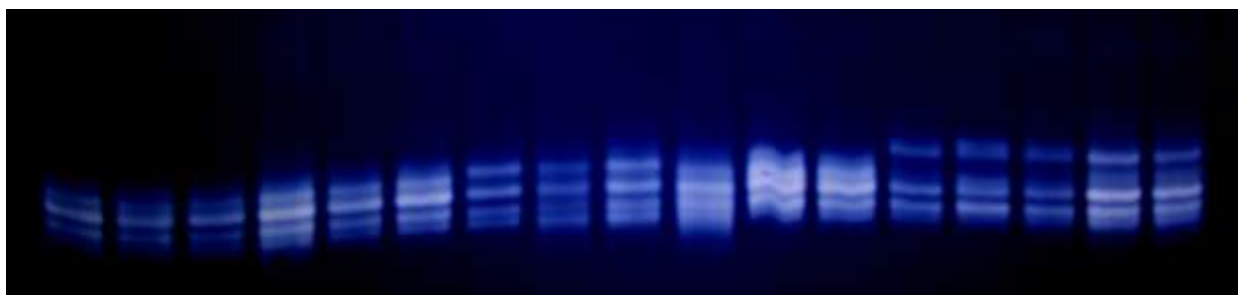
- 1 – Памяти Леонтьева
- 2 – Красноуфимская 100
- 3 – Тюменская 30
- 4 – Новосибирская 18
- 5 – Чернява 13
- 6 – Сибирская 17



А	А	А	А	А	А	С	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А
6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11

Рисунок 2 – Зимотипы сортов:

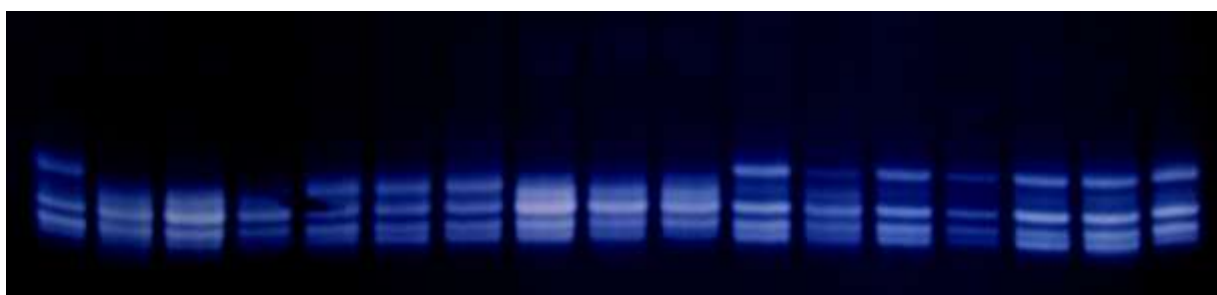
- 6 – Сибирская 17
- 7 – Челябинская степная
- 8 – Омская 38
- 9 – Сударушка
- 10 – Ирень
- 11 – Тюменская 31



A	A	A	A	A	A	A*	A*	A*	A	A	A	C	C	C	C	C
12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17

Рисунок 3 – Зимотипы сортов:

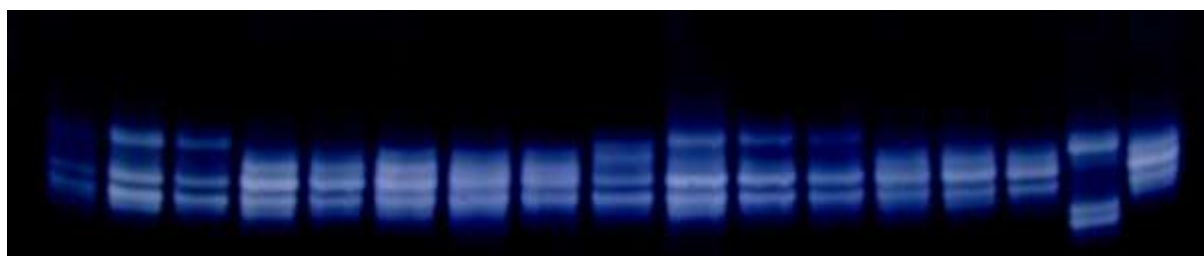
- 12 – Ильинская
- 13 – Радуга
- 14 – Икар
- 15 – ШТРУ-062272
- 16 – Сертори
- 17 – Новосибирская 15



C	A	A	A	A*	A*	A*	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C
17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22

Рисунок 4 – Зимотипы сортов:

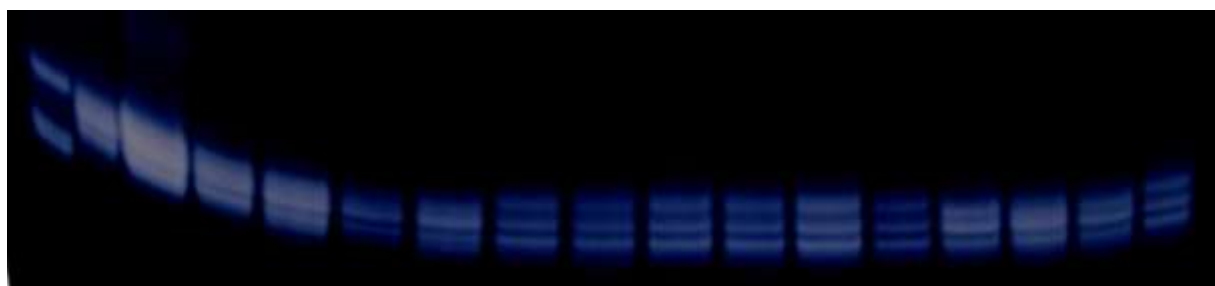
- 17 – Новосибирская 15
- 18 – Новосибирская 29
- 19 – Новосибирская 31
- 20 – Мелодия
- 21 – Серебристая
- 22 – Свирель



С	С	С	А	А	А	А	А	А*	С	С	С	А	А	А	І	А
23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28

Рисунок 5 – Зимотипы сортов:

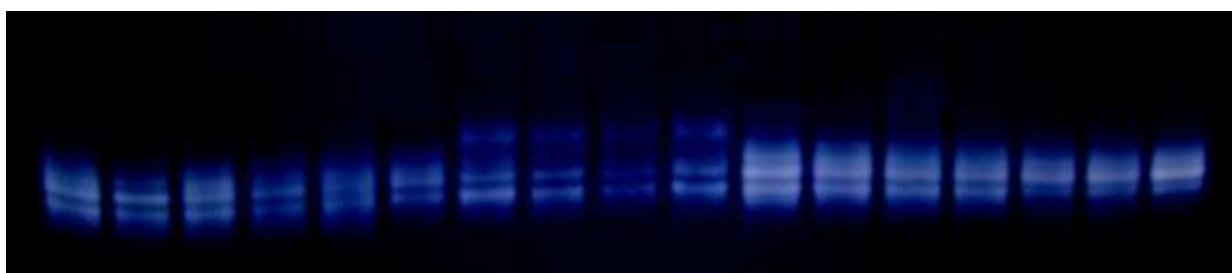
- 23 – Авиада
- 24 – Геракл
- 25 – Маргарита
- 26 – Тюменская 29
- 27 – ОмГАУ-90
- 28 – ШТРУ-051911



І	А	А	А	А	А	А	А*	А*	А*	А*	А*	А*	А*	А	А	А	А*
28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33

Рисунок 6 – Зимотипы сортов:

- 28 – ШТРУ-051911
- 29 – Тюменская 25
- 30 – ЛП-588-1-06
- 31 – Черноземноуральская
- 32 – Омская 36
- 33 – Тюменская 28



A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A
34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37	37	37	38	38	38

Рисунок 7 – Зимотипы сортов:

34 – Тюменская 27

35 – Баганская 51

36 – Тепсей

37 – Скэнт 3

38 – Кампанин



A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
38	39	39	39	39	40	40	40	40	41	41	41	41	41	41	41	41

Рисунок 8 – Зимотипы сортов:

38 – Кампанин

39 – Диаблон

40 – Лютесценс 70

41 – Казахстанская 10

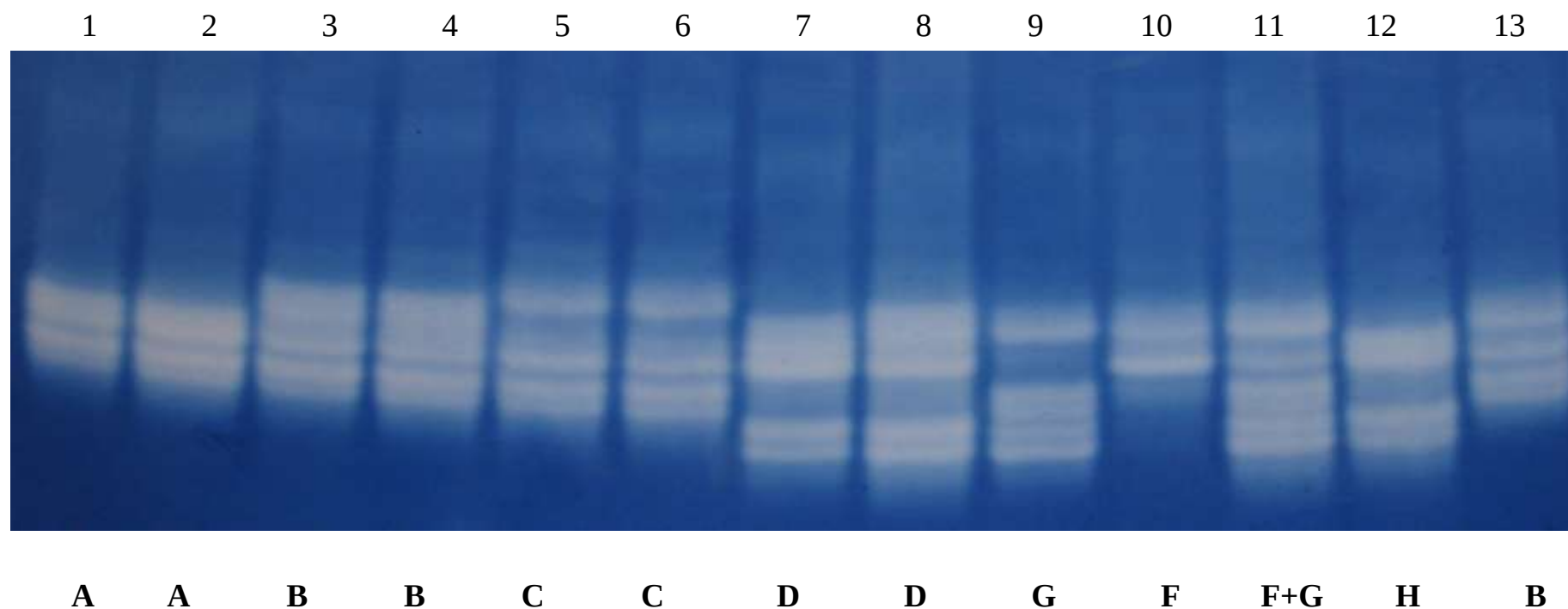


Рис. 1. Зимотипы β -амилаз озимой мягкой пшеницы, выявленные при исследовании сортов и селекционного материала:
 1 – Одесская 267; 2 – БелНИИСХ 1; 3 – Фея; 4 – Волжская 100; 5 – Звонница; 6 – Крастал; 7 – Крыжинка; 8 – №45 КСИ-10;
 9–13 – №100 КСИ-10

