

*На правах рукописи*



**ШАЙМЕРДЕНОВА Даригаш Арыновна**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ  
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПОТЕНЦИАЛА ЗЕРНА МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ  
В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА**

Специальность 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертация на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Воронеж – 2019

Работа выполнена в Товариществе с ограниченной ответственностью «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции» (ТОО «КазНИИПСХП»).

**Научный консультант**

**Изтаев Ауельбек Изтаевич**  
доктор технических наук, профессор,  
академик НАН РК (АО «Алматинский  
технологический университет»)

**Официальные  
оппоненты:**

**Лабутина Наталья Васильевна,**  
доктор технических наук, доцент  
(ФГБОУ ВО «МГУПП», зав.  
лабораторией)

**Карпов Валерий Иванович,**  
доктор технических наук, профессор  
(ФГБОУ ВО «МГУТУ им.  
К.Г. Разумовского», профессор)

**Малин Николай Иванович,**  
доктор технических наук, профессор  
(ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА  
им. К.А. Тимирязева», профессор)

**Ведущая организация**

ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный аграрный  
университет им. Императора Петра I».

Защита состоится «15» октября 2019 г. в 13 ч. 30 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.035.04 при ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» по адресу:

394036, г. Воронеж, пр-т Революции, 19, конференц-зал.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять в адрес диссертационного совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» <http://www.vsuet.ru> «28» марта 2019 г.

Автореферат размещен в сети Интернет на официальных сайтах: ВАК Минобрнауки России <https://vak3.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВО «ВГУИТ» <http://www.vsuet.ru> «10» июля 2019 г., разослан «2» сентября 2019 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Д 212.035.04



Белокурова Е. В.

**Актуальность работы.** Мягкая пшеница – основная сельскохозяйственная культура, обеспечивающая продовольственную безопасность многих стран, включая Казахстан, ввиду ее высокого технологического потенциала, позволяющего получать огромное количество востребованных человечеством продуктов питания и, в первую очередь, хлебопродуктов.

Ежегодные объемы производства зерна в Казахстане в среднем составляют порядка 20 млн. тонн, в том числе, мягкой пшеницы – 14 млн. тонн, что соответствует 1200 кг зерна пшеницы на душу населения при научно-обоснованной физиологической норме потребления 109 кг [184], что свидетельствует о значительном потенциале зернового производства.

Производимого в стране зерна достаточно для обеспечения населения хлебопродуктами и ежегодного экспорта до 6 - 7 млн. тонн. Однако, эффективность внутреннего потребления и востребованность на мировых рынках казахстанского зерна снижается на протяжении последних лет из-за наблюдаемого ухудшения качества зерна мягкой пшеницы [80, 82, 112, 118, 212, 275], что требует принятия неотложных мер, таких, как принятые Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан, обозначенные в «Государственной программе развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы», направленные на повышение производительности труда в зерновом секторе [33].

С этой же целью предлагается разработка мер по повышению технологического потенциала зерна мягкой пшеницы с применением системного подхода, который рассматривал бы все этапы жизненного цикла зерна как единое целое – от селекции, выращивания, уборки до послеуборочной обработки, хранения и переработки, в предлагаемой системе сортовые особенности зерна мягкой пшеницы являются основой получения высококачественного зерна, при наличии высокоэффективных способов их объективной оценки и отбора. Применение современных технологий уборки, послеуборочной обработки и хранения должно снизить до минимальных значений количественно-качественные потери зерна, что значительно скажется не только на повышении технологического потенциала зерна мягкой пшеницы, но и на эффективности

зернового производства в целом. Следующим фактором в системе повышения технологического потенциала зерна пшеницы являются методы, применяемые при его оценке, включающие современные приборы, в соответствии с нормативной базы, используемой при определении качества зерна пшеницы в Казахстане, на несоответствие которой требованиям международных норм в настоящее время указывают специалисты [118, 275].

Еще одной немаловажной проблемой для Казахстана являются ежегодные неиспользуемые переходящие запасы зерна мягкой пшеницы, составляющие порядка 3 млн. тонн или более 20% от ежегодного объема производства на уровне 15 млн. тонн, что значительно снижает эффективность внутреннего потребления, ввиду отсутствия современных технологий переработки в такие высокотехнологичные продукты, как продукты глубокой переработки зерна.

Эти обстоятельства обуславливают необходимость проведения целенаправленных научных исследований для роста эффективности зернового производства путем повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы и рационального его использованию в технологиях переработки, включая глубокую переработку.

**Степень разработанности темы исследования.** Задаче повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы посвящен значительный ряд исследований. Большой вклад в развитие теоретических и практических основ повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы внесли отечественные ученые Аbugалиева А.И., Дарканбаев Т.Б., Изтаев А.И., Уразалиев Р.А., Онгарбаева Н.О. и известные российские ученые Егоров Г.А., Казаков Е.Д., Колмаков Ю.А., Леонова С.А., Мелешкина Е.П., Нецветаев В.П., Пунков С.П., Трисвятский Л.А., вопросам использования зерна мягкой пшеницы в переработку посвящены работы российских ученых Егорова Г.А., Мельника Е.М., Максимчука Б.М., Ананских В.В., Андреева Н.Р., Лукина Н.Д., Лapidус Т.В., Ловкиса З.В. и др.

Таким образом, **актуальной** проблемой развития зернового производства Казахстана является совершенствование системы повышения и эффективного использования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.

Актуальность направлений научной работы подтверждается их проведением в рамках государственного заказа по темам:

05.03.05. - Пересмотр и разработка государственных стандартов. ДНА.1. Зерно. Метод определения количества и качества клейковины в пшенице (взамен ГОСТ 13586.1 - 68) (1996 - 1998);

05.03.04. – Провести мониторинг качества зерна и выдать рекомендации по рациональному использованию зерновых ресурсов (1996 – 2000 г.г.);

21.01.08. – Исследование и разработка методов и устройств для оперативного контроля качества на базе ИКС (1996- 2000 г.г.);

02.05.07. – Исследовать динамику изменения технологических достоинств зерна пшеницы по отдельным регионам Северного Казахстана (1996 – 2000 г.г.).

02.01.10. – Комплексные исследования технологических достоинств и пищевой безопасности зерна пшеницы товарного и семенного назначения и других зерновых культур в различных почвенно-климатических зонах Республики Казахстан (2001- 2005 г.г.);

06.01.01.01. – Изучение ежегодной динамики качества зерна; разработка технологий по хранению зерна в металлических зернохранилищах; совершенствование оборудования по переработке и хранению зерна (2006 – 2008 г.г.);

212 - «Научные исследования и мероприятия в области АПК и природопользования» на 2009 – 2011 годы по программе «Совершенствование технологий послеуборочной обработки, переработки и хранения зерна»;

«Совершенствование технологий послеуборочной обработки для хранения зерна в полиэтиленовых рукавах с обеспечением качества и безопасности» (2009 – 2011 г.г.).

212 - «Научные исследования и мероприятия в области агропромышленного комплекса на 2012-2014 гг.» по приоритетному направлению №3 «Совершенствование техники и технологии первичной и глубокой переработки сельскохозяйственного сырья и его хранения»;

255 программа МСХ РК, подпрограмма 106, «Научное обеспечение технологического развития перерабатывающей промышленности АПК» (2015 – 2017 г.г.).

**Цель работы:** создание научно-обоснованных принципов единой системы повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы Казахстана путем определения наиболее весомых показателей технологического достоинства со включением их в комплексный показатель, разработкой на его основе классификации и теоретических закономерностей формирования, повышения и рационального использования технологического потенциала с дальнейшей разработкой на их основе технологий и техники послеуборочной обработки, хранения и переработки мягкой пшеницы, выращиваемой в Казахстане.

На основе поставленной цели, исходя из научной концепции и обобщения материалов литературного обзора по вопросам повышения технологического потенциала и рационального использования зерна мягкой пшеницы, сформулированы следующие **задачи исследований:**

- обобщить материалы по системному подходу к повышению технологического потенциала зерна мягкой пшеницы;

- исследовать закономерности влияния почвенно-климатических условий, сорта, предшественников, методов оценки, технологий послеуборочной обработки, хранения, на формирование технологического потенциала зерна мягкой пшеницы, как доли подсистемы;

- методами дисперсионного анализа установить доли влияния подсистем системы на повышение технологического потенциала зерна мягкой пшеницы;

- разработать методы оценки перспективности сортов мягкой пшеницы методом микроскопирования;

- разработать математические модели, определяющие характер формирования белково-протеиназного и углеводно – амилазного комплекса зерна пшеницы;

- изучить научные основы формирования морфологии микроструктуры зерна, состава, структуры и свойств белково-протеиназного комплекса как основы технологического потенциала зерна мягкой пшеницы при первичной переработки и углеводно-амилазного комплекса при глубокой переработке;

- исследовать закономерности влияния на технологический потенциал зерна мягкой пшеницы способов послеуборочной

обработки и разработать технические средства для обеспечения сохранности зерна;

- разработать методы и средства оценки технологического потенциала зерна мягкой пшеницы;

- усовершенствовать нормативное обеспечение системы повышения технологического потенциала мягкой пшеницы путем разработки стандартов на методы определения основных показателей технологического потенциала;

- разработать классификацию зерна мягкой пшеницы по уровню технологического потенциала для рационального его использования;

- разработать технологии переработки зерна пшеницы с разным уровнем технологического потенциала, обеспечивающие высокое качество получаемых продуктов переработки;

- обосновать технико - экономическую эффективность совершенствования системы повышения и использования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.

**Научная концепция работы** состоит в научно – обоснованном и экспериментально-подтвержденном техническом решении повышения и использования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы Казахстана путем системного подхода, включающего этапы производства, послеуборочной обработки, хранения и переработки, с определением наиболее значимых показателей технологического достоинства, включением их в комплексный показатель, на основе которого определены доли влияния подсистем системы, разработаны классификация зерна и меры по повышению технологического потенциала на каждом из этапов жизненного цикла зерна и рационального его использования, с разработкой методов и приборов по объективному и экспрессному определению показателей технологического достоинства, устройств по послеуборочной обработке и хранению и технологий глубокой переработки зерна мягкой пшеницы.

**Научная новизна работы.** Предложен и научно – обоснован системный подход к повышению и использованию технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.

Экспериментально доказаны и теоретически обоснованы механизмы влияния подсистем системы формирования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы на конечное

использование зерна. Установлено, что наибольшую долю влияния на технологический потенциал зерна мягкой пшеницы имели сортовые особенности зерна, далее – методы оценки показателей ТД.

Предложен научно-обоснованный комплексный показатель технологического потенциала зерна мягкой пшеницы, разработан программный продукт по определению комплексного показателя ТП.

Разработаны математические модели:

зависимости показателей ТД и ТП мягкой пшеницы от природно-климатических условий регионов выращивания:

изменения ТП зерна мягкой пшеницы на элеваторах;

зависимости содержания глиадина, глютеина, их соотношения, содержания амилозы и амилопектина зерна мягкой пшеницы от природно-климатических условий;

зависимости изменений белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов от технологий послеуборочной обработки зерна мягкой пшеницы;

зависимости изменений белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов от условий хранения зерна мягкой пшеницы.

Установлены характеристики микроструктуры зерна мягкой пшеницы во взаимосвязи с показателями ТД и ТП и предложена комплексная оценка перспективности сортов мягкой пшеницы.

Разработана классификация зерна мягкой пшеницы с учетом показателя технологического потенциала, показателей микроструктуры, белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов.

Разработаны технологии глубокой переработки зерна мягкой пшеницы с получением наиболее востребованных на казахстанском рынке модифицированных крахмалов.

**Теоретическая и практическая значимость работы.**

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу с изложенными научно-обоснованными технологическими решениями, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие зерновой отрасли агропромышленного комплекса Казахстана.

На основании результатов экспериментальных исследований и промышленной апробации разработаны:

прибор для механизированного отмыывания клейковины МОК-3 с тремя отмыывочными узлами, прошедшие апробацию на ТОО «Baltic Control Certification» и показавшие высокую воспроизводимость;

стандарт Республики Казахстан СТ РК 1054-2002 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице с использованием механизированных средств», применяемый на территории Республики Казахстан и включенный в Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»;

отечественный прибор инфракрасной спектроскопии для определения показателей технологического достоинства зерна мягкой пшеницы, прошедший апробацию в ТОО «Baltic Control Certification» и показавший высокую воспроизводимость;

стандарт Республики Казахстан СТ РК «1564-2006 Определение основных показателей качества зерна с помощью инфракрасных анализаторов», применяемый на территории Республики Казахстан и включенный в Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»;

сепаратор – сушилка для проведения комбинированных операций послеуборочной обработки зерна мягкой пшеницы, внедренный на предприятии ТОО «Акмол РК» и показавший эффективность на уровне 45%;

автоматизированный противоподсосный клапан зерносушилки «Целинная» для повышения эффективности процесса сушки, прошедший промышленную апробацию на ТОО «Егиндикольский элеватор» и показавший повышение эффективности процесса сушки на 5%;

техническое задание «Автоматизация зерносушилки «Целинная - 50»;

способ и режимы хранения зерна мягкой пшеницы в полиэтиленовых хранилищах и предложен способ контроля температуры хранящегося зерна без нарушения целостности полиэтиленовых хранилищ, внедренный на предприятии ТОО «КазГер» и показавший годовой экономический эффект при хранении 8 000 тонн зерна 11 200 000 тенге.

«Рекомендации по глубокой переработке зерна мягкой пшеницы», прошедшие промышленную апробацию на ТОО «Жаркентский крахмало-паточный завод»;

технологии глубокой переработки зерна мягкой пшеницы для получения модифицированных крахмалов, прошедшие промышленную апробацию на ТОО «Жаркентский крахмало-паточный завод»;

способы получения улучшенных хлебных изделий с применением модифицированных крахмалов из зерна мягкой пшеницы, подтвержденные 2 патентами РФ.

Результаты работы подтверждены 9 патентами РК, 2 патентами РФ и 1 патентом РБ.

**Методология и методы.** Методологическая основа исследований представляет собой комплекс общенаучных (анализ, сопоставление, синтез, проверка истинности заключений путем обращения к практике и др.) и частнонаучных (эмпирический метод, математическое моделирование и др.) методов научного познания. В основе методологии исследований положен системный подход, как метод научного решения поставленных целей и задач. В работе использовались как общепринятые стандартные методики научных и экспериментальных исследований, включающие сбор, обработку и анализ полученной информации, так и современные, основанные на компьютерных программных продуктах, методах применения сверхчувствительного микроскопа и методов инфракрасного спектроскопирования. Для математической обработки полученных данных применялись специализированные прикладные компьютерные программные документы. Погрешности результатов исследований не превышали значений, предусмотренных действующими государственными стандартами. Исследования проводили в лабораториях ТОО «КазНИИ переработки сельскохозяйственной продукции», ТОО «КазНИИ растениеводства и земледелия», АО «Таразский государственный университет имени Т.Дулати», АО «Алматинский технологический университет», РГП «Институт ядерной физики» Академии наук РК, на приборах, аттестованных в системе технического регулирования РК, в лаборатории факультета Agricultural and Biological Engineering (Purdue University, США). Основные положения работы положены в основу методических пособий для студентов, обучаемых по

дисциплине «Технология перерабатывающих производств» Алматинского технологического университета.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

- научно обосновано применение единой взаимосвязанной системы отдельных подсистем повышения и сохранения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы;

- рассмотрен технологический потенциал как комплексный параметр оценки технологического достоинства, обеспечивающего управление формированием разного уровня технологического потенциала для эффективного целевого использования зерна мягкой пшеницы;

- исследованы микроструктура, белково-протеиновый и углеводно-амилазный комплексы зерна мягкой пшеницы для разработки эффективных технологий глубокой переработки зерна мягкой пшеницы;

- технологический потенциал зерна мягкой пшеницы повышен путем создания техники и совершенствования технологических операций очистки, сушки, хранения и приборов по определению массовой доли клейковины, экспрессному анализу показателей технологического достоинства зерна, нормативной базы и новой классификации зерна мягкой пшеницы, обеспечивающей ее эффективную глубокую переработку;

- повышена эффективность использования зерна мягкой пшеницы при глубокой переработке, с получением крахмалопродуктов.

**Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности:** диссертационное исследование соответствует п. 1, 3, 7, 10, 12 паспорта специальности 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

**Степень достоверности и апробация результатов.** Степень достоверности результатов исследований подтверждается проработанностью научной и патентной литературы в количестве 352 источников и соответствием тематики диссертационной работы основным направлениям исследований в данной области, подтвержденные выполнением исследования по 10 программам научно-исследовательских работ. Результаты проведенных экспериментальных и производственных испытаний соответствуют

сделанным теоретическим выводам. При проведении экспериментальных исследований и последующих выводах и рекомендациях за основу приняты общеизвестные естественные научные законы. При постановке исследований принимались современные методы анализа, использовались программы и методы математического моделирования.

Материалы исследований доложены и обсуждены на заседаниях Ученого совета Казахского НИИ зерна и продуктов его переработки (в настоящее время «Казахский НИИ переработки сельскохозяйственной продукции») (1994 – 2017 г.г.). Основные положения и результаты исследований доложены на конференциях, симпозиумах и конгрессах: (Астана, 2003, 2009, 2010, 2014), (Шортанды, 2004), (Москва, 2011, 2013), (Алматы, 2011, 2013), (Костанай, 2011), (Красноярск, 2011), (София, 2013), (Тамбов, 2013), (Киев, 2013), (Воронеж, 2016, 2018).

**Публикации.** По результатам научных исследований опубликовано 80 работ, из них 15 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья с импакт-фактором, 3 монографии, получено 9 патентов РК, 2 патента РФ и 1 патент РБ.

**Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации:** заключается в формулировании направления исследований и разработке основных положений, выносимых на защиту, изучении научной и патентной литературы по теме диссертационной работы, постановке целей, задач и определении путей решения, постановке экспериментов, анализе полученных результатов, проведении математической обработки и разработке практической реализации полученных результатов.

В основу диссертационной работы положены результаты многолетних научных исследований, проведенных в Казахском НИИ зерна и продуктов его переработки (Казахском НИИ переработки сельскохозяйственной продукции) лично автором и при его непосредственном участии в качестве руководителя или ответственного исполнителя.

Автором совместно с коллективом разработаны приборы для определения показателей технологического достоинства, устройств для послеуборочной обработки зерна мягкой пшеницы, нормативная документация, проведена патентная проработка, осуществлена апробация полученных результатов.

**Достоверность результатов исследований** подтверждается проработкой информационно – патентных источников и соответствием им полученных экспериментальных и производственных данных в соответствии с тематикой диссертационной работы. Экспериментальные данные, выводы, положения не противоречат общепринятым естественным научным законам, основаны на применении современных методов анализа, математической обработки и программных продуктов, апробированы, подтверждены и внедрены в производство.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из 6 глав, включающих введение, аналитический обзор, методическую часть, результаты научных и экспериментальных исследований, выводы, список литературы и приложения. Основное содержание изложено на 358 стр., включает 68 таблиц, 65 рисунка, 12 приложений, 352 источников отечественной и зарубежной литературы.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Введение.** Проблемы агропромышленного комплекса Казахстана в программных документах определяются как необходимость повышения экспортного потенциала и эффективности сельскохозяйственного производства. Так, в Послании Президента РК от 5 октября 2018 года сказано, что производительность в АПК следует поднять в 2,5 раза. Так как зерновой сектор является основным сектором АПК, а зерно мягкой пшеницы - приоритетным зерновым сырьем в Казахстане, на долю которого приходится до 80% всего произведенного зерна, то именно повышение технологического потенциала зерна мягкой пшеницы в значительной степени позволит решить задачи, поставленные перед АПК страны.

С этой целью обоснованы выбор направления и актуальность исследований, сформулирована научная концепция работы, показана научная новизна и практическая значимость диссертации для Республики Казахстан, определена цель и поставлены задачи научных исследований, раскрыты основные научные положения работы, выносимые на защиту.

**Глава 1. Аналитический обзор.** Обобщены представленные в мире исследования по повышению технологического потенциала зерна мягкой пшеницы, определены факторы, влияющие на

формирование и повышение технологического потенциала, указаны доли их влияния, установлены показатели технологического достоинства, объективно оценивающие технологический потенциал, представлены имеющиеся современные методы оценки технологического достоинства, способы обеспечения сохранности технологического потенциала, существующие классификации зерна и технологии переработки зерна мягкой пшеницы. На основе анализа представленной информации показана целесообразность системного подхода к повышению и использованию технологического потенциала с определением доли влияния подсистем и разработкой мер по повышению и использованию технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.

Проведенный анализ показал, что применение системного подхода в повышении технологического потенциала зерна пшеницы характерно и для основных зернопроизводящих стран, таких как Россия, США, Канада.

Использование таких современных методов оценки технологического потенциала, как изучение микроструктуры сверхмощными микроскопами, инфракрасными анализаторами, широко распространено при исследовании качественных параметров зерна мягкой пшеницы в Китае, Франции, Англии, США.

Применение методов хранения в полиэтиленовых хранилищах наиболее распространено в Аргентине, природно-климатические условия которой совпадают с условиями в Казахстане.

## **Глава 2. Методология проведения исследований.**

Представлена схема проведения исследований (рис.1) с комплексом изучаемых показателей и методов их определения. Исследования состоят из нескольких логически связанных между собой блоков.

**Теоретический блок исследований** состоит из анализа научной и технической литературы по повышению технологического потенциала зерна мягкой пшеницы, теоретического обоснования системного подхода к проблемам повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы и обоснования подсистем системы повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.





Рисунок 1. Схема проведения исследований.

**Экспериментальный блок исследований.** В соответствии с поставленной целью и определенными задачами, экспериментальные исследования состояли из трех этапов.

На первом этапе была разработана система формирования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы с выбором показателей технологического достоинства зерна мягкой пшеницы, обоснованием комплексного показателя ТП и определением доли влияния факторов на формирование технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.

На втором этапе были разработаны научные основы формирования и изменения состава, структуры и свойств белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов (БПК и УАК) как составляющих технологического потенциала зерна мягкой пшеницы. Для этой цели были исследованы особенности формирования белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов зерна мягкой пшеницы в зависимости от условий выращивания и влияния подсистем системы формирования и изменения ТП на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплекс зерна мягкой пшеницы.

На третьем этапе разработана классификация зерна мягкой пшеницы в соответствии с технологическим потенциалом, для чего были исследованы возможности использования зерна мягкой пшеницы с различным показателем ТП и исследованы технологии глубокой переработки зерна мягкой пшеницы.

**Практическая реализация результатов исследований** включала разработку Системы повышения и использования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы с комплексной оценкой сортов мягкой пшеницы методом микроскопирования и определения показателей ТД и ТП, разработкой методов, средств и стандартов по определению показателей технологического достоинства зерна мягкой пшеницы, технических средств послеуборочной обработки зерна мягкой пшеницы и рекомендаций по использованию зерна мягкой пшеницы.

Теоретические и экспериментальные исследования проводились в соответствии со сформулированными целью и задачами исследований в лабораториях ТОО «КазНИИ переработки сельскохозяйственной продукции», ТОО «КазНИИ растениеводства и земледелия», АО «Таразский государственный университет имени

Т.Дулати», АО «Алматинский технологический университет», РГП «Институт ядерной физики» Академии наук РК, в лаборатории факультета Agricultural and Biological Engineering (Purdue University, США).

### **Глава 3. Разработка системы формирования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.**

Поставлена задача определения элементов системы формирования технологического потенциала (ТП), при решении которой приняты во внимание все процессы жизненного цикла зерна пшеницы: вегетация, уборка, послеуборочная обработка и хранение зерна. Факторы, влияющие на каждом из рассматриваемых этапов, объединены в следующие подсистемы: «природно-климатические условия - ТП»; «почвенные условия - ТП»; «предшественник - ТП»; «сортовые особенности - ТП»; «технологии уборки - ТП»; «технологии послеуборочной обработки - ТП»; «методы оценки технологического достоинства - ТП»; «технологии хранения - ТП».

Проведен факторный анализ и статистическая обработка данных 50 образцов яровой мягкой пшеницы, выращенной в Акмолинской, Костанайской, Северо-Казахстанской областях в 1994 году, по 16 показателям, для выбора показателей, наиболее полно отражающих технологическое достоинство (ТД) и определяемых в дальнейших исследованиях,

Проведен корреляционный анализ (таблица 1) и определены показатели, имеющие корреляционную связь на уровне сильной, что свидетельствовало о наличии мультиколлениарности, т.е. сильного взаимовлияния, что не позволило бы при их дальнейшем использовании в исследованиях выявить истинное влияние того или фактора на ТД.

Факторный анализ позволил определить показатели ТД, имеющие наименьшую степень корреляции между собой: 1. влажность, 2. содержание сорной примеси, 3. содержание зерновой примеси, 4. показатель «ЧП», 5. выход муки, 6. массовая доля крахмала, 7. качество клейковины, 8. натура, 9. массовая доля клейковины. Так как показатели «влажность», «содержание сорной примеси» и «содержание зерновой примеси» являются показателями, характеризующими состояние зерновой массы, о не собственно зерна мягкой яровой пшеницы, принято решение данные показатели не включать в перечень для определения ТП.

Объединение выбранных показателей ТД в один интегральный показатель позволило более объективно оценить технологический потенциал (ТП) зерна мягкой яровой пшеницы.

Для оценки ТП предложено использовать отношение фактических значений определенных нами как основных, показателей ТД, к нормированным значениям. При этом формула ТП имеет следующий вид (1):

$$ТП = \frac{ЧП_{\phi}}{ЧП_{н}} \times \frac{Н_{\phi}}{Н_{н}} \times \frac{Кач_{\phi}}{Кач_{н}} \times \frac{В_{\phi}}{В_{н}} \times \frac{М.д.кр_{\phi}}{М.д.кр_{т}} \times \frac{М.д.кл_{\phi}}{М.д.кл_{н}}, \quad (1)$$

Определение показателя «технологический потенциал» предлагается расширить и дать его как «комплексный критерий, отражающий одновременно мукомольные, хлебопекарные свойства и свойства зерна мягкой пшеницы как сырья для глубокой переработки».

Определение ТП в 144 образцах зерна мягкой яровой пшеницы позволило установить значение ТП, характеризующее зерно мягкой яровой пшеницы с различным ТД.

По полученным данным проведена градация значений ТП для зерна мягкой яровой пшеницы разного ТД (таблица 2). Данные показывают, что для зерна пшеницы 3 – его класса с показателями ТД в пределах нормированных значений значение ТП от 0,70 до 3,00 свидетельствует о высоком ТД.

Таблица 1 - Значения корреляционной зависимости показателей ТД зерна мягкой яровой пшеницы

	X1 влажнос ть	X2, сод. сорной примеси	X3, сод. зер новой при меси	X4 «ЧП»	X5, натура	X6, стекло видность	X7, показате ль седимен тации	X8, выход муки	X9, м.д. клейковины	X10, м.д. белка	X11, м.д. крах мала	X12, качество клейков ины	X13, отно шение Р/L	X14, W, дж	X15, объем ный выход хлеба
X1	1														
X2	-0,0142	1													
X3	-0,0565	0,22297	1												
X4	-0,0684	0,01825	0,375515	1											
X5	-0,0573	0,13509	0,40104	0,41233	1										
X6	0,1296	0,11942	0,00397	0,30976	0,21272	1									
X7	0,1616	0,0944	0,01862	0,10635	0,05999	<b>0,63867</b>	1								
X8	-0,1253	-0,02	0,27051	0,45366	<b>0,63851</b>	0,09088	-0,0618	1							
X9	0,1412	0,1177	0,02542	0,10655	0,0594	<b>0,631</b>	<b>0,97386</b>	-0,1423	1						
X10	0,1648	0,15428	0,06086	0,16868	0,11368	<b>0,62316</b>	<b>0,92548</b>	-0,103	<b>0,951</b>	1					
X11	-0,1412	0,08832	0,20511	-0,183	-0,0365	-0,3099	-0,4404	0,164	-0,4675	-0,461	1				
X12	0,1877	-0,0005	-0,1348	0,12676	-0,06575	<b>0,71849</b>	<b>0,589</b>	-0,066	<b>0,593</b>	<b>0,5989</b>	-0,344	1			
X13	0,1591	0,10836	0,12774	0,11206	0,05157	<b>0,5609</b>	<b>0,8568</b>	-0,119	<b>0,855</b>	<b>0,8028</b>	-0,424	<b>0,55</b>	1		
X14	0,1545	0,10716	0,0596	0,06485	0,06793	<b>0,5327</b>	<b>0,9007</b>	-0,148	<b>0,9368</b>	<b>0,8979</b>	-0,37	<b>0,583</b>	<b>0,81</b>	1	
X15	0,2174	0,23388	0,16555	0,20602	0,19025	<b>0,7005</b>	<b>0,896</b>	-0,01	<b>0,887</b>	<b>0,8636</b>	-0,4	<b>0,584</b>	<b>0,84</b>	<b>0,84</b>	1
X16	0,1047	0,1173	0,052	-0,0145	0,02924	<b>0,56815</b>	<b>0,6734</b>	-0,194	<b>0,705</b>	<b>0,741</b>	-0,3	<b>0,54</b>	<b>0,64</b>	<b>0,754</b>	<b>0,693</b>

Таблица 2 - Градация зерна мягкой пшеницы по показателю ТП

Значение ТП	Характеристика зерна
От 0,20 до 0,70	Показатели ТД значительно ниже нормированных значений
От 0,70 до 3,00	Показатели ТД в пределах нормированных значений
От 3,00 до 5,00	Показатели ТД значительно превышают нормированные значения

Принимая во внимание степень влияния подсистем целостной системы формирования технологического потенциала зерна пшеницы, на основе литературных данных определена первая подсистема - «природно-климатические условия – ТП», так как основы технологического потенциала закладываются на этапе выращивания зерна.

Входными показателями для подсистемы I принимались основные параметры, характеризующие агрометеорологические факторы, включающие метеорологические, климатические и гидрологические условия: сумма осадков, температура воздуха, относительная влажность воздуха и гидротермический коэффициент (ГТК).

Выходными параметрами взяты показатели, объединенные в показатель ТП.

Проведен анализ агроклиматических условий в период вегетации зерна яровой мягкой пшеницы – май, июнь, июль, август и в период уборки - август, сентябрь, октябрь с 1994 по 2013 годы в северных областях Казахстана и проведена их статистическая обработка (таблица 3).

Таблица 3 - Статистические данные природно-климатических данных в период вегетации в северных областях Казахстана

Показатели	Обозначение	Сумма осадков, мл	Температура, °С	Относительная влажность, %	Гидротермический коэффициент
Среднее	<i>N</i>	145,07	19,23	55,316	0,987
Стандартная ошибка	<i>M</i>	8,401	0,267	1,152	0,092
Медиана	<i>Med</i>	136,6	19,2	55	0,8
Мода	<i>Mod</i>	-	18,4	59	0,52
Стандартное отклонение	<i>S</i>	36,621	1,165	5,023	0,401
Дисперсия выборки	<i>D</i>	1341,076	1,3567	25,228	0,1608
Экссесс	<i>E</i>	-0,773	-1,216	3,3691	-0,222
Асимметричность	<i>A</i>	0,213	0,275	1,038	0,856
Минимум	<i>Min</i>	79,5	17,6	46	0,52
Максимум	<i>Max</i>	210,4	21,2	70	1,89

Анализ данных показывает, что за рассматриваемый промежуток времени с 1994 по 2013 годы наблюдается значительный разброс значений суммы осадков: минимум осадков находился на уровне 79,5 мл, максимум – 210,4 мл, гидротермического показателя: минимум – 0,52, максимум – 1,89, относительной влажности воздуха – минимум 46%, максимум – 70%, среднесуточная температура воздуха находилась в пределах от 17,2 до 21,2<sup>0</sup>С, что характеризует изменение природно-климатических показателей по сравнению с периодом до 1992 года в сторону большего разброса данных по сумме осадков и температуре.

Проведенный корреляционный анализ показал зависимость между показателями природно-климатических условий и показателями ТД и ТП на уровне обратной сильной связи между суммой осадкой и показателя «ЧП», массовой доли клейковины и выхода муки, прямой умеренной связи между температурой и практически всеми показателями ТД и ТП, кроме массовой доли крахмала, что согласуется с литературными данными (таблица 4).

Таблица 4 - Показатели корреляционной зависимости природно-климатических условий и ТД зерна яровой мягкой пшеницы

	Сумма осадков, мл	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Гидротермический показатель
«ЧП», сек.	-0,91	0,63	-0,23	-0,82
Массовая доля клейковины, %	-0,85	0,71	-0,37	-0,76
Качество клейковины, ед. ИДК	-0,81	0,68	-0,40	-0,6
Массовая доля крахмала, %	0,70	-0,54	0,23	0,74
Натура, г/л	-0,79	0,64	-0,22	-0,78
Выход муки, %	-0,82	0,67	-0,27	-0,87
Показатель ТП	-0,88	0,71	-0,39	0,91

Регрессионный анализ полученных данных позволил установить уравнения, описывающие зависимость показателей ТД и ТП от ПКУ (таблица 5).

Таблица 5 – Описание математических моделей зависимости показателей ТД и ТП мягкой пшеницы от природно-климатических условий регионов выращивания

Зависимая переменная	Независимые переменные				Регрессионная статистика			
	X <sub>1</sub> – сумма осадков, мл;	X <sub>2</sub> – температура воздуха, °С;	X <sub>3</sub> – относительная влажность воздуха, %;	X <sub>4</sub> – гидротермический коэффициент	Множественный R	R-квадрат	F	Значимость F
	Уравнение							
«ЧП»	670,77 - 2,38X <sub>1</sub> - 9,98X <sub>2</sub> + 2,47X <sub>3</sub> - 13,49X <sub>4</sub> .				0,94	0,87	26,22	1,28E-06
Массовая доля клейковины	29,74 - 0,03X <sub>1</sub> + 0,13X <sub>2</sub> - 0,02X <sub>3</sub> - 1,36X <sub>4</sub> .				0,86	0,74	10,53	0,0003
Качество клейковины	69,92 - 0,17X <sub>1</sub> + 0,24X <sub>2</sub> + 0,19X <sub>3</sub> + 3,42X <sub>4</sub> .				0,82	0,67	7,58	0,0015
Массовая доля крахмала	44,44 + 0,02X <sub>1</sub> - 0,0009X <sub>2</sub> + 0,05X <sub>3</sub> + 4,8X <sub>4</sub> .				0,76	0,53	5,05	0,0088
Натура	749 - 0,27X <sub>1</sub> + 1,01X <sub>2</sub> + 0,27X <sub>3</sub> - 19,6X <sub>4</sub> .				0,83	0,69	8,17	0,001
Выход муки	73,26 - 0,013X <sub>1</sub> + 2,02X <sub>2</sub> - 0,05X <sub>3</sub> - 5,17X <sub>4</sub> .				0,89	0,79	14,69	4,53E-05
ТП	3,23 - 0,02X <sub>1</sub> + 0,001X <sub>2</sub> + 0,02X <sub>3</sub> + 0,098X <sub>4</sub> .				0,88	0,77	12,69	0,0001

С помощью разработанных математических моделей зависимости показателей ТД и ТП можно проводить прогнозирование технологического потенциала зерна мягкой яровой пшеницы.

Полученные в результате исследований данные будут использованы в дальнейших расчетах по определению степени влияния первой подсистемы на систему совершенствования ТД зерна яровой мягкой пшеницы.

Изучение влияния почвенных условий на формирование ТП мягкой яровой пшеницы в условиях Акмолинской области показало, что почвенные условия зоны обыкновенных черноземов и темно-каштановых почв, характерных для основных зернопроизводящих регионов Северного Казахстана, формируют ТП зерна мягкой яровой пшеницы, не отличающихся между собой значительно и характеризующих зерно с высоким ТП (таблица 6 и рисунки 1-3).

Таким образом, в системе формирования ТП зерна мягкой яровой пшеницы вклад данной подсистемы принимается нулевым.

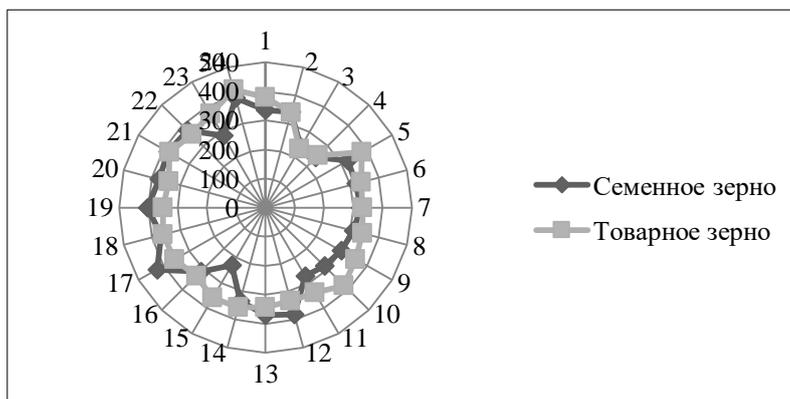


Рисунок 1 - Значения показателя «ЧП» семенного и товарного зерна мягкой пшеницы, выращенные на темно-каштановых почвах АО «Красноярское».

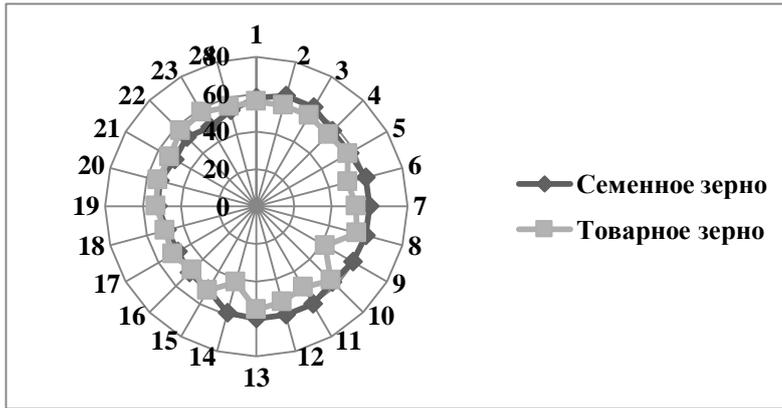


Рисунок 2 - Массовая доля крахмала семенного и товарного зерна мягкой пшеницы, выращенного на темно-каштановых почвах АО «Красноярское».

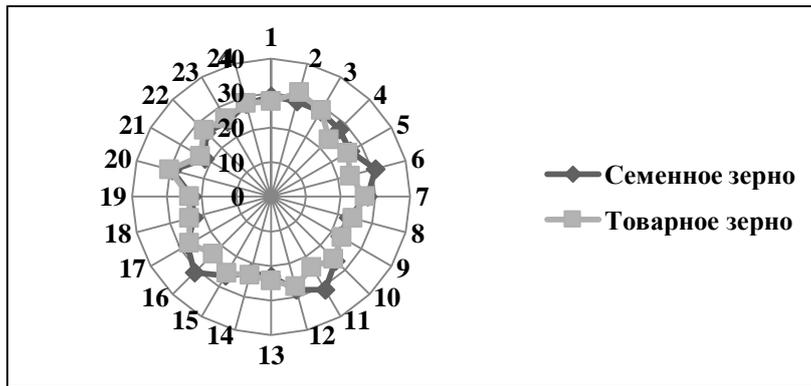


Рисунок 3 - Массовая доля клейковины семенного и товарного зерна мягкой пшеницы, выращенного на темно-каштановых почвах АО «Красноярское».

Проведенный анализ наиболее распространенных предшественников позволил сделать вывод, что к ним отнесены пшеница, кукуруза и пар. В наших исследованиях количество экспериментов было взято из процентного соотношения использованных в рассматриваемых хозяйствах: ПК «Жабчук», с-зы им.М.Маметовой и «Красноярский» Акмолинской области предшественников.

Анализ показал, что ТД семенного зерна мягкой яровой пшеницы подверглось большому снижению при использовании в качестве предшественника кукурузы. Таким образом, степень воздействия на ТП зерна мягкой яровой пшеницы предшественника существенна и должна быть учтена при создании системы формирования ТП и при оценке степени воздействия данной подсистемы на ТД зерна мягкой яровой пшеницы.

Изучение влияния сортовых особенностей на показания ТД и ТП показало сильную корреляционную зависимость (таблица 6) и позволила сделать вывод о значительном влиянии фактора сортовых особенностей на формирование ТП.

Таблица 6 - Корреляционная связь между показателями ТД и ТП семенного и товарного зерна мягкой яровой пшеницы

Наименование сорта	Показатели ТД						ТП
	«ЧП»	Натура	Качество клейковины	Массовая доля крахмала	Выход муки	Массовая доля клейковины	
Саратовская 29	0,73	0,83	0,48	0,85	0,84	0,60	0,46
Целинная 24	-0,71	-0,52	-0,63	-0,64	-0,51	-0,33	-0,87
Целинная юбилейная	-0,88	-0,10	-0,99	-0,39	0,71	0,61	-0,78
Целинная 3С	0,56	0,20	0,30	-0,10	0,74	0,98	0,34
Акмола 2	0,69	0,40	-0,97	0,87	0,50	0,65	0,63
Акмола 40	0,14	0,90	0,30	-0,50	0,55	0,62	0,41

Для установления влияния технологии уборки на формирование ТП проведены исследования по определению показателей ТД зерна в зависимости от способов уборки в период с 2000 по 2005 г.г. в

хозяйствах ПК «Жабчук», с-зы им. М.Маметовой и «Красноярский» Акмолинской области, которые позволили установить, что влияние подсистемы «технологии уборки – ТП» принимается равным нулю.

Изучение влияния условий послеуборочной обработки зерна на формирование ТП в лабораторных условиях и на трех различных элеваторах позволили определить математические модели изменения показателя ТП от изменения параметров послеуборочной обработки и установить, что подсистема «технологии послеуборочной обработки - ТП» оказывает значительное влияние на формирование ТП.

Для определения влияния методов оценки ТД на показатели ТП были проведены исследования по определению одного показателя ТД зерна мягкой яровой пшеницы - массовой доли клейковины, тремя методами:

1. методом ручного отмывания зерна в соответствии ГОСТ 13586.1-68 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице»;
2. методом механизированного отмывания клейковины на приборе МОК;
3. методом инфракрасного анализа на ИК-спектрометре NIR SYSTEM 4500, последующего расчета показателя ТП и сравнительного анализа полученных результатов.

Последующий расчет ТП зерна мягкой пшеницы с учетом показателя «массовая доля клейковины», установленная с применением разных методов определения, показала расхождения от – 0,08 до + 0,1 (таблица 7).

Таблица 7 - Сравнительная оценка значения ТП при разных методах определения показателя «массовая доля клейковины»

1 метод		2 метод		3 метод		Среднее значение
значение	+/-	значение	+/-	значение	+/-	
0,21	+ 0,02	0,20	+ 0,01	0,19	+ 0	0,19
1,43	+ 0,01	1,40	- 0,2	1,44	+ 0,02	1,42
0,50	- 0,01	0,52	- 0,01	0,52	+ 0,01	0,51
0,53	+ 0,02	0,50	- 0,01	0,50	- 0,01	0,51
1,47	+ 0,06	1,36	- 0,05	1,39	- 0,02	1,41
1,65	+ 0,02	1,61	- 0,02	1,63	0	1,63
1,46	+ 0,01	1,44	- 0,01	1,46	+ 0,01	1,45
1,72	0	1,71	- 0,01	1,72	0	1,72
1,18	- 0,02	1,21	+ 0,01	1,31	+ 0,11	1,20
1,98	+ 0,12	1,82	- 0,04	1,78	- 0,08	1,86

Таким образом, метод оценки технологического достоинства зерна мягкой пшеницы оказывает значительное влияние на показатель ТП и должен быть принят во внимание при изучении системы формирования технологического потенциала.

Влияние на систему формирования подсистемы «технологии хранения - ТП» определялось путем экспериментальных исследований по изучению показателей ТД и ТП зерна мягкой пшеницы при разных условиях хранения, созданных в лабораторных условиях, полученные при которых данные позволили установить, что ТП зерна мягкой пшеницы в подсистеме «технологии хранения - ТП» подвергается значительным изменениям, которые могут быть описаны следующим уравнением (2):

$$ТП = 1,61 - 0,015x_1 + 0,006x_2 \quad (2)$$

где  $x_1$  – температура, °С;  $x_2$  - относительная влажность, %.

То есть, при создании системы повышения ТП мягкой яровой пшеницы следует принять во внимание влияние подсистемы «технологии хранения - ТП».

Для дальнейшей разработки системы повышения ТП зерна мягкой пшеницы следует определить степень воздействия принятых подсистем, для чего была проведена дисперсионная обработка результатов.

Известно, что доля участия отдельных факторов в формировании результативного признака определяется из отношения групповых дисперсий к общей (в процентах) (3):

$$\eta \text{ (доля)} = C_{\phi} / C_o \quad (3)$$

где  $\eta$  (доля) – доля участия фактора;

$C_{\phi}$  – дисперсия факториальная;

$C_o$  – дисперсия общая.

Определение доли влияния факторов на формирование ТП позволило установить, что наибольшее влияние на формирование ТП имеют сортовые особенности зерна мягкой пшеницы – 28,4% (таблица 8).

Таблица 8 - Доля влияния подсистем на формирование ТП

Подсистема	Доля влияния, %
«Природно-климатические условия - ТП»	14,2
«Предшественник - ТП»	9,6
«Сортовые особенности - ТП»	28,4
«Технологии послеуборочной обработки - ТП»	9,2
«Методы оценки технологического достоинства - ТП»	20,9
«Технологии хранения - ТП»	2,7
Общая сумма	85
Случайные факторы	15

Таким образом, установленные доли влияния факторов следует принять во внимание при определении мер по повышению ТП зерна мягкой пшеницы.

#### Глава 4. Научные основы формирования микроструктуры зерна, состава, структуры и свойств белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов зерна мягкой пшеницы.

Структурные элементы клеточных тканей анатомических частей зерна пшеницы, различная мозаика микроструктуры клеток, их связь представляют картину, предопределяющую качество зерна, по мнению специалистов.

Проведение исследований по микроскопированию зерна мягкой пшеницы во взаимосвязи с определением комплекса показателей ТД, объединенных в один показатель ТП, впервые было осуществлено с целью определения перспективности сортов зерна мягкой пшеницы.

Из включенных в селекционные достижения около 40 казахстанских сортов мягкой пшеницы и из числа наиболее распространенных были выбраны 7 сортов яровой и озимой мягкой пшеницы: Саратовская-29, Альбидум-31, Степная-50, Актобе-39, Безостая 1, Жетысу 1, Богарная 56, которые были подвергнуты микроскопированию.

Показатели ТД и ТП рассматриваемых сортов яровой и озимой мягкой пшеницы позволили характеризовать их как ценные и сильные сорта (таблица 9).

Таблица 9 - Показатели ТД и ТП зерна яровой и озимой мягкой пшеницы Казахстана

Сорт, регион	Число падений, сек.	Натура, г/л	Качество клейковины, ед. ИДК	Массовая доля крахмала, %	Выход муки, %	Массовая доля клейковины, %	ТП	Твердозерность, % / Стекловидность, %
Саратовская-29 (СКО)	321	710	65	53	70,2	26,5	1,73	75 / 80
Альбидум-31 (ЗКО)	275	765	60	51	74,5	35,3	2,0	80 / 90
Степная-50 (ЗКО)	267	783	60	51	75,0	34,2	1,94	76 / 91
Актобе-39 (ЗКО)	248	796	55	52	74,5	40,5	2,01	78 / 92
Безостая 1 (ЮКО)	342	705	55	56	70,2	25,2	1,27	79 / 80
Жетысу 1 (ЮКО)	212	700	45	60	70,2	23,8	0,79	81 / 74
Богарная 56 (ЮКО)	267	725	70	54	72,4	29,5	1,85	78 / 82

Из данных таблицы видно, что все сорта пшеницы имеют показатель ТП, соответствующий показателям качества зерна пшеницы 3-его класса по стандарту РК на пшеницу (5), из показателей ТД высокое содержание клейковины было характерно для пшеницы сортов Альбидум-31, Степная-50 и Актобе-39 при меньшем содержании крахмала.

Сравнение данных микроскопирования двух сортов Саратовской 29 и Альбидум показали, что установленные на электронном микроскопе размеры углублений и ширина между ребрами волн плодовой оболочки у сорта пшеницы Саратовская-29, выше, чем у сорта Альбидум-31 (рисунки 4,5).

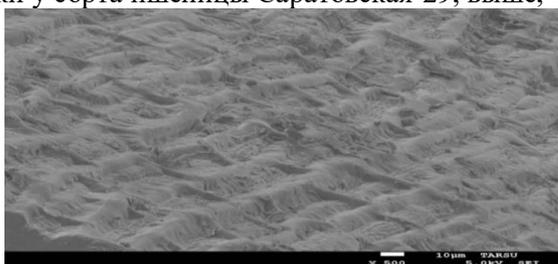


Рисунок 4. Сорт Саратовская 29 плодовая оболочка

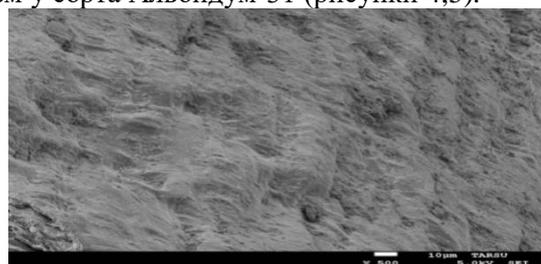


Рисунок 5. Сорт Альбидум 31 – плодовая оболочка

Наименьшей суммарной толщиной алейронового слоя и оболочек характеризовался сорт с большей стекловидной консистенцией (Альбидум-31) (рисунки 6,7). Согласно исследованиям многих ученых, пшеница с менее развитыми оболочками и алейроновым слоем отличается высокими мукомольными свойствами.

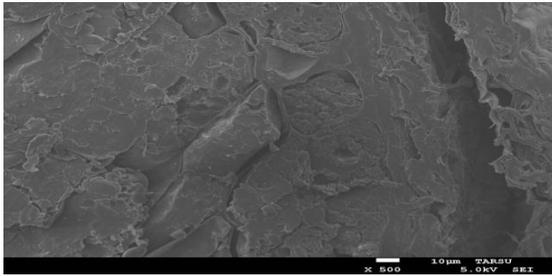


Рисунок 6. Сорт Саратовская 29 – алейроновый слой

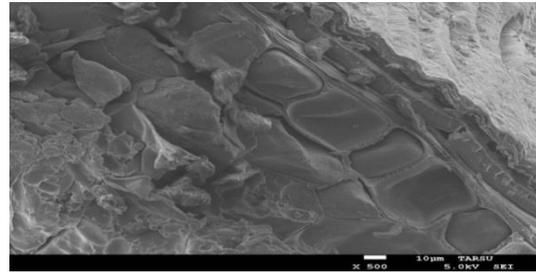


Рисунок 7. Сорт Альбидум 31 - алейроновый алейроновый слой

Особенно важное технологическое значение при определении перспективности сортов пшеницы имеет микроструктура такой анатомической части зерна, как эндосперм. На рисунках 8, 9 приведены микрофотографии центральной части эндосперма зерна двух рассматриваемых сортов.

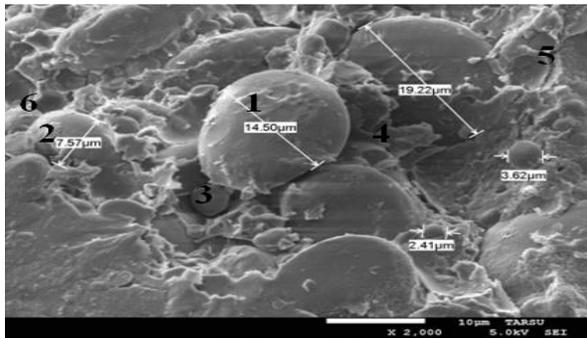


Рисунок 8. Сорт Саратовская 29 – эндосперм. 1 – зерно крахмала крупных размеров, 2 – зерно крахмала средних размеров, 3 – зерно крахмала мелких размеров, 4 – белковая матрица, 5 – пустоты белковой матрицы, 6 – углубления в белковой матрице от выпавших зерен крахмала.

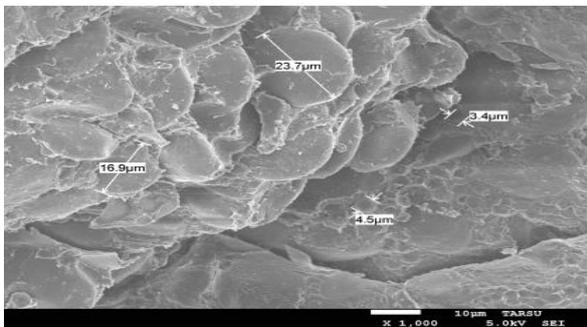


Рисунок 9. Сорт Альбидум-31 – эндосперм

Внутренность клеток заполнена крахмальными гранулами и белковыми прослойками. Белковые прослойки хорошо развиты, особенно у сорта Альбидум-31, что повлияло на высокий ТП.

Полученные результаты исследований позволили оценить в количественной форме особенности микроструктуры эндосперма пшеницы и увязать их с показателями ТП и ТД зерна.

Показатель ТП у сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31 находился на уровне 1,94 - 2,01, что соответствует значениям показателей ТД в пределах нормированных значений.

Дальнейшие исследования показали, что содержание белка в зерне возрастает при увеличении размера крахмальных гранул, при повышенном же содержании наиболее мелких гранул содержание белка снижается. С этим же связан, по нашему мнению, и высокий выход муки при помоле сортов пшеницы Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31.

Таким образом, зерно мягкой пшеницы с более высоким показателем ТП от 1,94 до 2,01 имело следующие характеристики микроструктуры: наименьшая суммарная толщина алейронового слоя и оболочек; незначительное колебание толщины клеток алейронового слоя; хорошо развитые белковые прослойки эндосперма; увеличенные размеры крахмальных гранул.

Известно, что основными показателями белково-протеиназного комплекса (БПК) зерна мягкой пшеницы являются показатели качества и массовых долей клейковины, сухой пшеничной клейковины, белка, а также аминокислотного состава и содержания компонентов белкового комплекса.

Изучение закономерностей формирования и изменения БПК от факторов, определенных в предыдущих исследованиях как влияющих на формирование и изменение ТП – сорта, природно-климатических условий, предшественника, методов определения показателей ТД, технологий

послеуборочной обработки, технологий хранения, позволило определить условия для получения и сохранения зерна мягкой пшеницы с наилучшими показателями белково-протеинового комплекса.

Углеводно-амилазный комплекс (УАК) является определяющим фактором технологического потенциала зерна мягкой пшеницы как сырья для глубокой переработки с получением крахмала и большого ассортимента разнообразных крахмалопродуктов (модифицированных крахмалов, сахаропродуктов (патоки, глюкозно-фруктозных сиропов), органических кислот, биотоплива и т.д.) и представлен крахмалом, состоящим из амилозы и амилопектина.

Показателями УАК зерна мягкой пшеницы приняты массовая доля крахмала, «ЧП» и содержание амилозы и амилопектина.

Изучение научных основ формирования и изменения БПК и УАК в зависимости от определенных как влияющие на ТП зерна мягкой пшеницы факторов имеют большое значение для определения механизмов регулирования ТП зерна мягкой пшеницы

В целостной системе формирования ТП зерна мягкой пшеницы условия выращивания определяются подсистемами «природно-климатические условия - ТП» и «предшественник - ТП».

Для наиболее объективного установления закономерностей формирования белково-протеинового и углеводно-амилазного комплекса зерна мягкой пшеницы в зависимости от подсистемы «природно-климатические условия - ТП» были взяты 7 озимых и 23 яровых сорта мягкой пшеницы, выращенной на юге, севере и западе Казахстана и определены показатели БПК и УАК (рисунки 10,11).

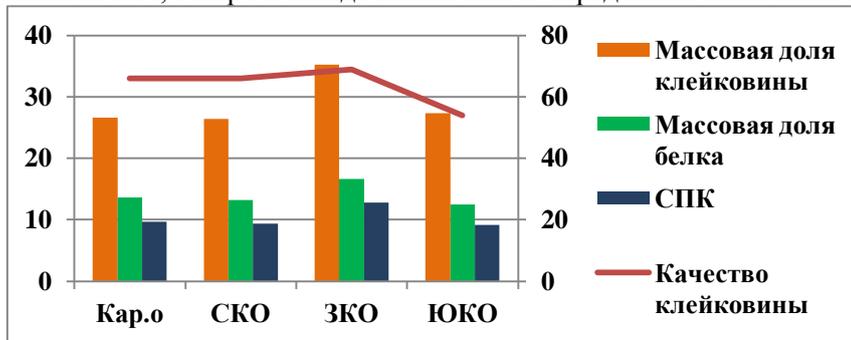


Рисунок 10 - Показатели БПК зерна мягкой пшеницы урожая 2009 года, выращенного в разных регионах Казахстана

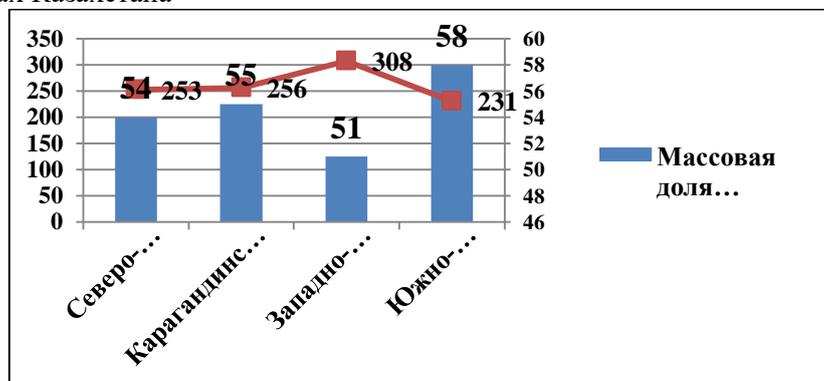


Рисунок 11 – Показатели УАК зерна мягкой пшеницы урожая 2009 года

Характеристика природно-климатических условий выращивания в 2009 году в Южно-Казахстанской, Карагандинской, Северо-Казахстанской и Западно-Казахстанской областях, представлена параметрами температуры, относительной влажности, суммой осадков и ГТК в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10 - Характеристика природно-климатических условий в период вегетации разных регионов выращивания мягкой пшеницы в 2009 году

Регион, область	Осадки за вегетацию	Температура	Относительная влажность	ГТК
Северо-Казахстанская	147	16,5	62	1,23
Карагандинская	152	22,1	53	1,34
Западно-Казахстанская	136	25,6	50	0,89
Южно-Казахстанская	129	26,8	45	0,76

Исследование влияния природно-климатических условий (ПКУ) на формирование белково-протеинового комплекса свидетельствует о зависимостях между показателями природно-климатических

условий и белково-протеиназного комплекса. Определение корреляционной зависимости между показателями ПКУ и БПК показали, что массовые доли клейковины, белка и сухой пшеничной клейковины зависят в основном от показателя ГТК, с которым находятся в прямой корреляционной связи на уровне сильной. Показатель качества клейковины не показало зависимости от количества осадков и температуры, от показателя ГТК – очень слабую зависимость, и от относительной влажности – слабую зависимость.

Исследования показали, что наиболее благоприятными условиями для формирования высоких показателей БПК зерна мягкой пшеницы являются природно-климатические условия Западно-Казахстанской области, которые в период вегетации 2009 года характеризовались следующими данными: объем осадков за период вегетации 136 мм., температура – 25,6<sup>0</sup>С, относительная влажность воздуха – 50% и ГТК - 0,89.

Из изученных предшественников наиболее благоприятное воздействие на показатели БПК зерна мягкой пшеницы оказывает пар, затем кукуруза.

Изучение влияния предшественников на показатели УАК зерна мягкой пшеницы было проведено путем анализа 12 проб товарного зерна мягкой яровой пшеницы, полученных за период с 2000 по 2005 годы из семенного зерна мягкой пшеницы сорта «Саратовская 29» с одинаковыми показателями УАК, по разным предшественникам: по пару, кукурузе и пшенице. Корреляционный анализ показал, что содержание глиадина находится в обратной связи с осадками и ГТК на уровне умеренной и в прямой связи с температурой на уровне слабой (таблица 11). Содержание глютеина показало очень слабую прямую корреляционную связь от осадков и обратную – от температуры и ГТК.

Таблица 11 – Корреляционная зависимость между ПКУ и содержанием глиадина и глютеина

	Осадки	Температура	Относительная влажность	ГТК
Глиадин	-0,73	0,54	-0,38	-0,69
Глютеин	0,28	-0,32	-0,02	0,23

При этом, проведенный анализ регрессионной статистики по представленным показателям: множественной корреляции R, R-квдрату, критерию Фишера F и значимости критерия Фишера F позволяет судить о корректности уравнений и адекватности полученных математических моделей (таблица 12).

Таблица 12 – Описание математических моделей зависимости содержания глиадина, глютеина, их соотношения, содержания амилозы и амилопектина от ПКУ

Зависимая переменная	Независимые переменные				Регрессионная статистика			
	X <sub>1</sub> – сумма осадков, мм;	X <sub>2</sub> – температур а воздуха, <sup>0</sup> С;	X <sub>3</sub> – относительна я влажность воздуха, %;	X <sub>4</sub> – гидротермиче ский коэффициент	Множе ственн ый R	R- квадр ат	F	Значи мость F
Уравнение								
Содержание глиадина	69,9 – 0,04X <sub>1</sub> - 0,3X <sub>2</sub> - 0,2X <sub>3</sub> - 4,7X <sub>4</sub> .				0,77	0,60	5,54	0,006
Содержание глютеина	50,3 + 0,02X <sub>1</sub> - 0,6X <sub>2</sub> - 0,18X <sub>3</sub> – 1,3X <sub>4</sub> .				0,40	0,17	0,7	0,61
Соотношение глиадин:глютеин	1,22 – 0,003X <sub>1</sub> + 0,03X <sub>2</sub> + 0,003X <sub>3</sub> - 0,06X <sub>4</sub> .				0,67	0,44	2,98	0,05
Содержание амилозы	23,6 + 0,013X <sub>1</sub> + 0,01X <sub>2</sub> - 0,04X <sub>3</sub> - 0,16X <sub>4</sub>				0,26	0,07	0,27	0,89
Содержание амилопектина	76,4 - 0,01X <sub>1</sub> - 0,01X <sub>2</sub> + 0,04X <sub>3</sub> + 0,16X <sub>4</sub>				0,26	0,07	0,27	0,89

Так, данные показывают, что с помощью разработанных математических моделей можно прогнозировать содержание глиадина, глютеина и их соотношение в зависимости от ПКУ.

Изучение влияния ПКУ выращивания на содержание амилозы и амилопектина выявило очень слабую прямую зависимость содержания амилозы и очень слабую обратную зависимость содержания амилопектина от суммы осадков и ГТК в период вегетации. Регрессионный анализ показал, что математические модели не позволяют адекватно описать зависимость содержания амилозы и амилопектина от ПКУ.

Влияние предшественников на содержание глиадина и глютеина в зерне мягкой пшеницы и их соотношение было изучено в период с 2000 по 2005 годы на 10 образцах товарного зерна, полученного из семенного зерна с одинаковыми показателями белково-протеиназного комплекса, но по разным предшественникам.

Анализ показал, что большее содержание глиаина наблюдалось по пару, в то время, как глютеина больше было накоплено по пшенице, наиболее высокое соотношение глиаина к глютеину было характерно для получения зерна пшеницы по пару.

Содержание амилозы и амилопектина в зерне мягкой пшеницы, полученной по разным предшественникам, показало, что наибольшее содержание амилозы было характерно для пара, в то время, как наибольшее содержание амилопектина было получено по кукурузе (рисунок 12).

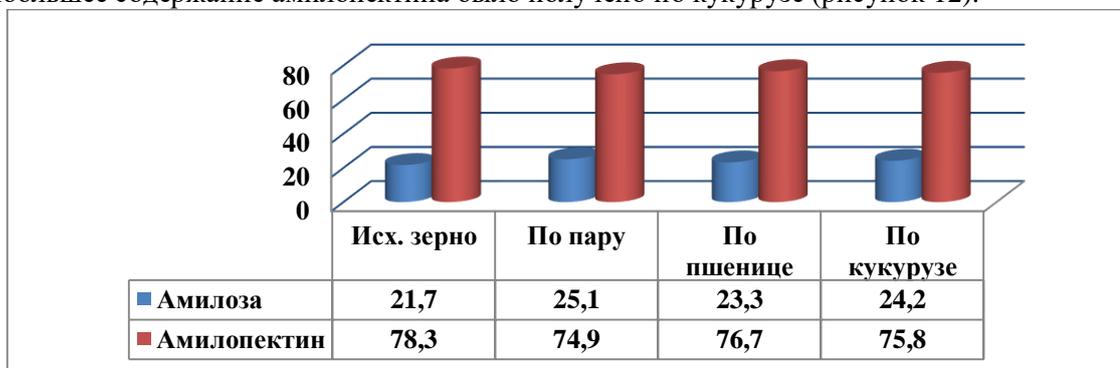


Рисунок 12 – Влияние предшественников на содержание амилозы и амилопектина.

Влияние на формирование аминокислотного состава природно-климатических условий изучалось в период с 2007 по 2009 годы в условиях Акмолинской области (таблица 13).

Таблица 13 – Аминокислотный состав трех образцов яровой мягкой пшеницы сорта «Астана»

Единицы измерения	W/W%	W/W%	W/W%
Наименования образцов	Суперэлита	II репродукция	III репродукция
Taurine	0,01	0,00	0,00
Hydroxyproline	0,01	0,00	0,00
Aspartic Acid	2,74	2,78	2,70
Threonine	2,00	2,04	1,96
Serine	3,20	3,11	3,12
Glutamic Acid	27,66	26,56	26,42
Proline	9,29	9,15	8,80
Lanthionine	0,00	0,00	0,00
Glycine	2,83	2,80	2,75
Alanine	2,30	2,32	2,27
Valine	3,73	3,69	3,62
Methionine	1,40	1,40	1,37
Isoleucine	3,48	3,37	3,34
Leucine	6,11	6,02	5,88
Tyrosine	2,77	2,91	2,64
Phenylalanine	4,44	4,38	4,23
Hydroxylysine	0,01	0,01	0,01
Ornithine	0,05	0,09	0,04
Lysine	1,62	1,67	1,63
Histidine	1,78	1,79	1,71
Arginine	3,22	3,25	3,20
Tryptophan	1,01	0,94	0,95
Total	81,31	79,92	78,24
Crude Protein*	78,18	76,60	76,56

Прим.: W/W%= grams per 100 grams of sample. (граммы на сто граммов белка)

Количественные показатели соответствующих аминокислот зерна пшеницы, независимо от репродукции и года урожая, можно принимать как близкие между собой. Среди заменимых аминокислот исследуемого зерна пшеницы можно отметить высокое содержание глутаминовой кислоты и пролина. Для оценки биологической ценности белка исследуемых образцов зерна пшеницы проводили сравнение показателей аминокислотного состава исследованных образцов с составом стандартного или «идеального» белка (рисунок 13), который показал, что степень совпадения общего количества незаменимых аминокислот исследуемых образцов зерна пшеницы с идеальным белком по стандарту

FAO/ВОЗ достигает более чем 75%, для сравнения совпадение белка коровьего молока только 72%, соевого белка 60%.

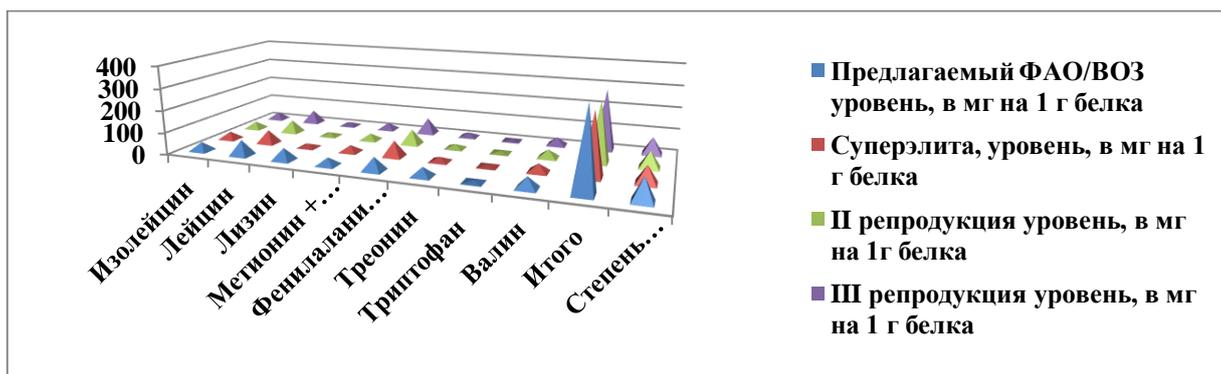


Рисунок 13 – Аминокислотный состав трех образцов яровой мягкой пшеницы сорта «Астана»

Таким образом, протестированные образцы пшеницы сорта «Астана» трех лет урожая по составу аминокислот отличаются между собой незначительно. Биологическая ценность клейковинного белка зерна пшеницы относится к неполноценным. Лимитирующими аминокислотами в белках зерна пшеницы являются изолейцин, лейцин, лизин, метионин+цистеин, треонин и валин. Наиболее низкий показатель аминокислотного сора у лизина, порядка 30, наиболее высокий у суммы фенилаланина и тирозина, от 114,5 до 121,5. Самыми главными лимитирующими аминокислотами являются лизин и треонин, аминокислотные сора которых соответствуют 30 и 50%, соответственно.

То есть, при изучении влияния на белково-протеиназный комплекс зерна мягкой пшеницы подсистем системы формирования и изменения ТП аминокислотный состав белков не будет рассматриваться.

По данным исследований, сортовые особенности зерна мягкой пшеницы значительно влияют на показатели белково-протеиназного комплекса.

Из изученных 23 сортов яровой мягкой пшеницы наиболее высокими показателями белково-протеиназного комплекса зерна мягкой пшеницы характеризовались сорта: «Актобе – 39». «Степная - 2», «Альбидум - 31» – массовая доля клейковины на уровне 35,0 – 40,0%, белка – 16,5 – 17,5%.

Из 7 сортов озимой мягкой пшеницы (рисунок 14) наиболее высокие показатели белково-протеиназного комплекса определены у сорта «Алматы» - массовая доля клейковины равна 41,3%, белка – 15,3%.

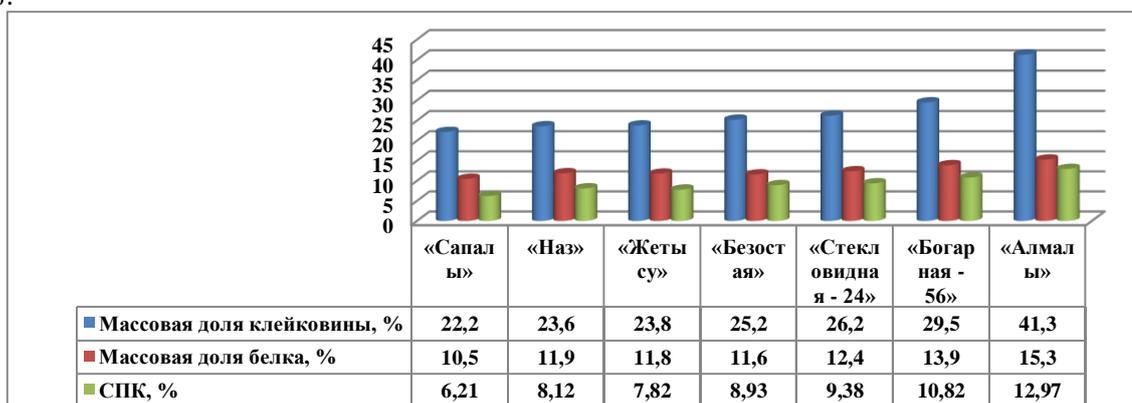


Рисунок 14 – Показатели белково-протеиназного комплекса зерна озимой мягкой пшеницы.

Наиболее высокое содержание массовой доли крахмала (рисунок 21) отмечено у сортов яровой мягкой пшеницы «Лютесценс - 1614» и «Дуэт» - на уровне 58%.



Рисунок 15 – Массовая доля крахмала зерна яровой мягкой пшеницы.

Наиболее высокая массовая доля крахмала обнаружена у озимых сортов мягкой пшеницы – на уровне 62 и 60% у сортов «Наз» и «Жетысу» соответственно.

Таким образом, установлено, что содержание белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов зависят от сорта мягкой пшеницы, определены сорта яровой и озимой пшеницы с максимальными показателями белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплекса.

Влияние методов оценки показателей БПК и УАК на их объективное определение (таблица 14) показало, что расхождения между показателями массовая доля белка, определенными двумя методами, составила 0,7%; массовая доля клейковины – 3,6%; массовая доля крахмала – 5%. Корреляционный анализ показателей БПК и УАК зерна мягкой пшеницы, определенных разными методами, показал, что высокая степень корреляции отмечена при определении показателей массовые доли клейковины и белка.

Таблица 14 - Определение показателей БПК и УАК разными методами

Массовая доля белка, %		Массовая доля клейковины, %			Массовая доля крахмала, %	
Метод Кьельдаля	ИК - а	Ручной метод	Метод МОК	ИК - а	Сахариметр	ИК - а
9,8	9,9	19,8	18,7	18,5	50	47
10,5	11,2	21,9	21,5	22,1	55	51
11,9	11,7	22,0	22,8	22,9	45	50
12,5	12,6	25,0	23,4	23,5	55	52
12,2	12,0	25,5	23,6	24,1	55	57
12,6	12,7	25,1	24,5	24,9	65	66
12,9	12,5	25,4	25,1	25,4	55	52
12,7	13,2	25,8	25,7	25,9	59	55
13,2	12,8	26,2	26,7	26,7	55	54
16,7	16,7	34,9	32,0	31,3	50	50

Математическая обработка результатов исследований по влиянию технологий послеуборочной обработки (таблица 15) позволила установить зависимость изменения показателей БПК и УАК от параметров технологии послеуборочной обработки зерна мягкой пшеницы.

Таблица 15 – Описание математических моделей зависимости изменений БПК и УАК от технологий послеуборочной обработки зерна мягкой пшеницы

Зависимая переменная	Независимые переменные			Регрессионная статистика			
	X <sub>1</sub> – температур а нагрева зерна, °С	X <sub>2</sub> – температур а агента сушки, °С	X <sub>3</sub> – % снижения влажности	Мн ожес твенн ый R	R- квад рат	F	Знач имост ь F
Уравнение							
% изменения клейковины	-3,8 + 0,1X <sub>1</sub> - 0,005X <sub>2</sub> - 0,28X <sub>3</sub>			0,50	0,25	1,69	0,21
% изменения качества клейковины	32,6 + 0,38X <sub>1</sub> + 0,05X <sub>2</sub> - 1,26X <sub>3</sub>			0,81	0,65	9,6	0,0009
% изменения массовой доли белка	-2,8 + 0,15X <sub>1</sub> - 0,02X <sub>2</sub> - 0,1X <sub>3</sub>			0,59	0,35	2,67	0,09
% изменения содержания глиаина	-1,02 + 0,04X <sub>1</sub> - 0,003X <sub>2</sub> - 0,1X <sub>3</sub>			0,32	0,11	0,57	0,64
% изменения содержания глютенина	2,9 - 0,1X <sub>1</sub> + 0,01X <sub>2</sub> - 0,1X <sub>3</sub>			0,64	0,41	3,47	0,04

% изменения соотношения глиадин:глютенин	$-0,5 + 0,019X_1 - 0,002X_2 - 0,02X_3$	0,59	0,35	2,71	0,08
% изменения массовой доли крахмала	$4,33 + 0,17X_1 - 0,04X_2 - 0,27X_3$	0,60	0,36	2,86	0,07
% изменения «ЧП»	$-7,1 - 0,65 X_1 + 0,07 X_2 + 2,4X_3$	0,35	0,12	0,68	0,58
% изменения содержания амилозы	$- 2,05 - 0,001 X_1 + 0,01X_2 + 0,08X_3$	0,50	0,25	1,67	0,22
% изменения содержания амилопектина	$2,05 + 0,001X_1 - 0,01X_2 - 0,08X_3$	0,50	0,25	1,67	0,22

Проведенный регрессионный анализ данных позволил установить следующие уравнения, описывающие изменения показателей БПК и УАК в зависимости от условий хранения (таблица 16).

Таблица 16 – Описание математических моделей зависимости изменений БПК и УАК от условий хранения зерна мягкой пшеницы

Зависимая переменная	Независимые переменные		Регрессионная статистика			
	X <sub>1</sub> температура хранения зерна, °С	X <sub>2</sub> относительная влажность, %	Множественный R	R-квадрат	F	Значимость F
Уравнение						
Массовая доля белка	$15,92 - 0,06X_1 - 0,02X_2;$		0,95	0,90	28,0	0,0009
Содержание глиадина	$46,9 + 0,09X_1 + 0,007X_2;$		0,69	0,48	2,77	0,14
Содержание глютенина	$22,07 + 0,002X_1 + 0,008X_2$		0,57	0,31	1,34	0,33
Качество клейковины	$47,6 + 0,03X_1 + 0,36X_2;$		0,67	0,45	2,45	0,17
Массовая доля клейковины «ЧП»	$31,19 - 0,08X_1 - 0,03X_2;$		0,89	0,79	11,78	0,008
Массовая доля крахмала	$278 - 0,61X_1 - 0,59X_2;$		0,78	0,60	4,54	0,06
Содержание амилозы	$54 + 0,02X_1 + 0,02X_2$		0,41	0,17	0,6	0,57
Содержание амилопектина	$25,36 - 0,06X_1 - 0,02X_2;$		0,94	0,88	21,9	0,002
	$74,6 + 0,06X_1 + 0,02X_2$		0,94	0,88	21,9	0,002

Полученные математические модели адекватно описывают все процессы, происходящие с БПК и УАК при хранении зерна мягкой пшеницы и могут быть использованы при прогнозировании показателей в зависимости от условий хранения.

## Глава 5. Разработка классификации зерна мягкой пшеницы по технологическому потенциалу с учетом показателей БПК и УАК и микроскопирования.

Разработка классификации зерна мягкой пшеницы начата с определения возможности использования зерна мягкой пшеницы путем анализа 197 образцов зерна мягкой пшеницы, математической обработки полученных данных методом оптимизации, что позволило определить интервалы показателей ТД и ТП зерна, рекомендуемого для использования в переработку с получением муки высшего, первого и второго сорта, глютена и крахмала.

С целью прогнозирования показателей качества муки в зависимости от показателей ТД зерна мягкой пшеницы, были проведены исследования для определения степени корреляции и зависимости между данными показателями, для чего были отобраны 20 образцов зерна с разными показателями ТД. По методике определен выход муки, после чего определены качественные показатели. Проведенная математическая обработка результатов показала, что между отдельными показателями ТД зерна мягкой пшеницы и качественными показателями муки, полученной из нее, есть высокая степень корреляции. Так, корреляция между показателями качества клейковины зерна и муки составила 0,97, при этом наблюдается повышение данного показателя в муке со средним коэффициентом 1,07. Показатель массовой доли клейковины показал корреляцию на уровне 0,93 со средним коэффициентом 1,14. Показатель «ЧП» не показал высокой степени корреляции.

Математические модели оптимизации имели следующий вид (4):

$$y = A + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + B_3 \cdot X_3 + B_4 \cdot X_4 + B_5 \cdot X_5 + B_6 \cdot X_6 \quad 4$$

Параметрами оптимизации были приняты для муки: выход муки, количество клейковины, для хлеба – объемный выход и отношение P/L, для глютена и крахмала – выходы.

Математические модели показателя ТП для использования зерна мягкой пшеницы в переработку имело следующий вид (таблица 17).

Таблица 17 – Описание математических моделей зависимости ТП зерна мягкой пшеницы для использования в переработку

Зависимая переменная	Независимые переменные						Регрессионная статистика			
	X <sub>1</sub> – «ЧП», сек	X <sub>2</sub> – натура, г/л	X <sub>3</sub> – качество кл. ед. ИДК	X <sub>4</sub> – выход, %	X <sub>5</sub> – м.д.кр. %	X <sub>6</sub> – м.д.к л., %	Множественный R	R-квадрат	F	Значимость F
Уравнение										
ТП <sub>мвс</sub>	-4,34+0,003X <sub>1</sub> +0,0008X <sub>2</sub> +0,002X <sub>3</sub> +0,03X <sub>4</sub> +0,03X <sub>5</sub> +0,02X <sub>6</sub>						0,83	0,68	125	1,22E-84
ТП <sub>м1с</sub>	-2,46+0,006X <sub>1</sub> +0,0006X <sub>2</sub> +0,025X <sub>3</sub> +0,02X <sub>4</sub> +0,03X <sub>5</sub> -0,1X <sub>6</sub>						0,92	0,84	46,38	2,27E-19
ТП <sub>м2с</sub>	-4,65+0,005X <sub>1</sub> +0,0004X <sub>2</sub> +0,02X <sub>3</sub> +0,02X <sub>4</sub> +0,02X <sub>5</sub> +0,03X <sub>6</sub>						0,93	0,86	53,22	3,0E-20
ТП <sub>хл.</sub>	-4,31+0,004X <sub>1</sub> +0,001X <sub>2</sub> +0,001X <sub>3</sub> +0,04X <sub>4</sub> +0,05X <sub>5</sub> +0,03X <sub>6</sub>						0,87	0,69	12,2	0,09
ТП <sub>гл.</sub>	-4,22+0,002X <sub>1</sub> +0,0007X <sub>2</sub> +0,005X <sub>3</sub> +0,03X <sub>4</sub> +0,03X <sub>5</sub> +0,02X <sub>6</sub>						0,78	0,63	3,45	0,02
ТП <sub>кр.</sub>	-3,98+0,00X <sub>1</sub> +0,0008X <sub>2</sub> +0,002X <sub>3</sub> +0,03X <sub>4</sub> +0,03X <sub>5</sub> +0,02X <sub>6</sub>						0,67	0,58	34,8	1,23

Полученные данные позволили определить границы значений показателей ТД зерна мягкой пшеницы для использования в переработку (табл. 18).

Таблица 18 – Показатели ТД и ТП зерна мягкой пшеницы, предназначенной для переработки

Назначение	Показатели ТД и ТП						
	«ЧП», сек.	Натура, г/л	Качество клейк., ед. ИДК	Выход муки, %	Массовая доля крахмала, %	Массовая доля клейковины, %	ТП
Для производства муки высшего сорта	от 220 до 320	от 750 до 820	от 65 до 95	от 75 до 77	от 53 до 58	от 25 до 29	от 0, 79 до 1,34
Для производства муки первого сорта	от 210 до 303	от 730 до 820	от 57 до 95	от 75 до 77	от 53 до 58	от 27 до 32	от 0, 79 до 1,67
Для производства муки второго сорта	от 170 до 321	от 710 до 820	от 41 до 95	от 72 до 77	от 53 до 58	от 23 до 25	от 0, 79 до 2,34
На сухую клейковину	от 150 до 353	от 700 до 820	от 45 до 95	от 72 до 77	от 53 до 58	от 26 до 29	от 0, 59 до 2,34
В глубокую переработку	от 120 до 453	от 650 до 820	от 34 до 115	от 72 до 77	от 57 до 60	от 19 до 29	от 0, 39 до 2,34

Были определены показатели БПК и УАК комплексов зерна мягкой пшеницы для различных видов переработки и определены значения глиаина и глютеина и амилозы и амилопектина зерна мягкой пшеницы, предназначенной для переработки (таблица 19).

Таблица 19 – Показатели БПК и УАК зерна мягкой пшеницы, предназначенной для переработки

Назначение	Показатели БПК и УАК			
	Содержание, %			
	глиаина	глютеина	амилозы	амилопектина
Для производства муки всех сортов	от 44,5 до 47,8	от 19,8 до 23,4	от 22,7 до 25,6	от 74,4 до 77,3
Для производства хлеба	от 49,99 до 53,8	от 26,3 до 27,7	от 23,9 до 26,2	от 73,8 до 76,1
На сухую клейковину	от 46,4 до 49,9	от 23,2 до 26,2	от 24,6 до 27,8	от 72,2 до 75,4
В глубокую переработку	от 47,38 до 49,3	от 20,6 до 23,3	от 24,1 до 27,9	от 72,1 до 76,9

Полученные данные в дальнейшем учтены при составлении классификации зерна мягкой пшеницы, предназначенной переработки зерн мягкой пшеницы в муку.

Анализ качества муки трех сортов, полученных из зерна мягкой пшеницы с различными значениями показателей ТД и ТП в соответствии с разработанной классификацией, показали, что качественные параметры муки находились в пределах, регламентированных стандартом.

Анализ качества глютена, полученного из мягкой пшеницы с тремя уровнями показателей ТД, на соответствие требованиям ГОСТ 31934-2012 «Глютен пшеничный. Технические условия», показал, что рассчитанный диапазон показателей ТД мягкой пшеницы позволяет получить глютен, соответствующий требованиям НД на глютен марки А.

Качественные параметры крахмала, полученного из зерна мягкой пшеницы с разными показателями ТД, показали, что для получения крахмала рассчитанный диапазон показателей ТД является полностью приемлемым. Анализ качества полученного крахмала показал, что он соответствует требованиям высшего сорта ГОСТ 31935 «Крахмал пшеничный. Технические условия» и может быть использован для дальнейших исследований.

Таким образом, исследования позволили установить диапазон показателей ТД и ТП зерна мягкой пшеницы, позволяющей провести классификацию зерна для дальнейшего эффективного использования.

По результатам математических расчетов, экспериментальных исследований по получению продуктов переработки зерна мягкой пшеницы с разными показателями ТД и ТП, анализа их качественных показателей требованиям соответствующих НД, корректировки показателей ТД и ТП зерна мягкой пшеницы разработана классификация зерна мягкой пшеницы, направленной на эффективное его использования (табл. 20).

Таблица 20 – Классификация зерна мягкой пшеницы по показателям ТД и ТП, БПК и УАК для переработки

Наименование показателей	На производство				
	муки сортов			глутена	крахмала
	высшего	первого	второго		
«ЧП», сек.	от 240 до 320	от 250 до 303	от 170 до 321	от 150 до 353	от 120 до 453
Натура, г/л	от 750 до 790	от 730 до 800	от 710 до 820	от 700 до 820	от 650 до 820
Качество клейк., ед. ИДК	от 65 до 95	от 57 до 95	от 41 до 95	от 45 до 95	от 34 до 115
Выход муки, %	от 75 до 77	от 75 до 77	от 72 до 77	от 72 до 77	от 72 до 77
Массовая доля крахмала, %	от 53 до 58	от 57 до 60			
Массовая доля клейковины, %	от 26 до 29	от 28 до 32	от 23 до 25	от 26 до 29	от 19 до 29
Показатель ТП	от 1,07 до 2,87	от 1,02 до 2,94	от 0,38 до 2,38	от 0,41 до 3,18	от 0,18 до 5,07
Содержание глиадина, %	от 44,5 до 47,8	от 44,5 до 47,8	от 44,5 до 47,8	от 46,4 до 49,9	от 47,38 до 49,3
Содержание глютенина, %	от 19,8 до 23,4	от 19,8 до 23,4	от 19,8 до 23,4	от 23,2 до 26,2	от 20,6 до 23,3
Содержание амилозы, %	от 22,7 до 25,6	от 22,7 до 25,6	от 22,7 до 25,6	от 24,6 до 27,8	от 24,1 до 27,9
Содержание амилопектина, %	от 74,4 до 77,3	от 74,4 до 77,3	от 74,4 до 77,3	от 72,2 до 75,4	от 72,1 до 76,9

Таким образом, разработанная классификация учитывает технологический потенциал зерна мягкой пшеницы и направлена на рациональное и эффективное его использование в переработку с целью получения продуктов, соответствующих действующим нормативным документам.

В дальнейших исследованиях по разработке технологий глубокой переработки зерна мягкой пшеницы взято зерно в соответствии с разработанной классификацией (табл. 21)

Таблица 21 – Показатели ТД и ТП зерна мягкой пшеницы, предназначенного для глубокой переработки

Показатели ТД и ТП						
«ЧП», сек.	Натура, г/л	Качество клейк., ед. ИДК	Выход муки, %	Массовая доля крахмала, %	Массовая доля клейковины, %	ТП
325	712	76	74	68	23,9	1,87

Наиболее востребованными продуктами глубокой переработки зерна мягкой пшеницы являются экструзионные и фосфатно-экструзионные крахмалы, в связи с чем изучена морфологическая структура пшеничного крахмала, которая показала, что гранулы представлены достаточно правильной овальной и округлой формами и не имеют дефектов, но неоднородны по своим размерам, присутствуют как очень малые гранулы (размер 2,8–4,5 мкм), так и большие (размер 16–27 мкм), относительное содержание которых приблизительно одинаково (рис. 16).

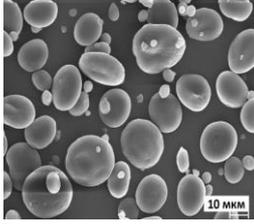


Рисунок 16 – Сканирующая электронная микрофотография зерен нативного пшеничного крахмала. Для разработки технологии получения экструзионного крахмала изучена фазовая структура нативного пшеничного крахмала (17), которая показала интенсивный дифракционный рефлекс при угле дифракции  $2\theta = 22,9$  град и менее интенсивные пики при 15,0, 17,8 и 20,1 град., т.е., нативный пшеничный крахмал принадлежит к полиморфной модификации А-типа, характерной для зерновых крахмалов.

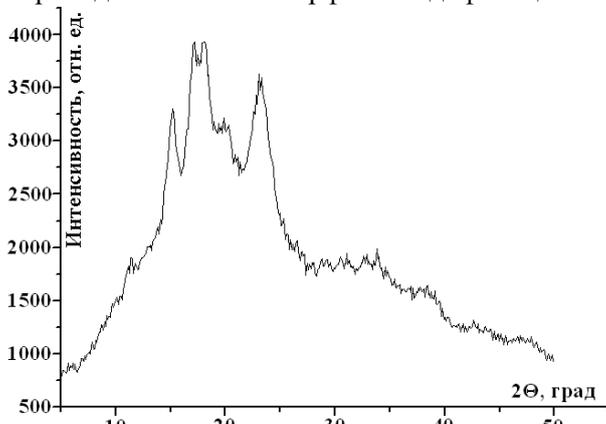


Рисунок 17 – Рентгенодифрактограмма нативного пшеничного крахмала

Исследования изменений крахмала при экструзии показали, что структура и свойства его претерпевают значительные изменения. На рисунке 18 приведены дифрактограммы экструдированного при 140, 160 и 200°C пшеничного крахмала. Дискретные максимумы, характерные для рентгенограммы нативного образца, на дифракционных кривых отсутствуют, что свидетельствует о разрушении кристаллитов исходных нативных крахмалов в процессе экструзии.

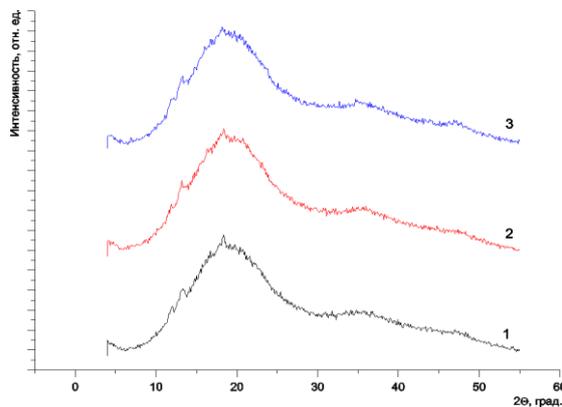


Рисунок 18 - Рентгенодифрактограммы экструдированного пшеничного крахмала: 1 – при 140°C, 2 – при 160°C, 3 - при 200°C;

По результатам проведенных экспериментов для пшеничного крахмала выведено уравнение регрессии, которое описывает взаимосвязь молекулярной массы экструзионного крахмала и режимов его получения, и является эмпирической математической моделью процесса деструкции крахмальных молекул при экструзии (5):

$$M_w = 18,03 \cdot 10^6 - 95918,10 \cdot t - 10,61 \cdot 10^6 \cdot n + 130,36 \cdot t^2 + 32765,20 \cdot t \cdot n + 1,51 \cdot 10^6 \cdot n^2 \quad (5)$$

Наиболее важным фактором при разработке технологии получения экструзионного крахмала является удельное энергопотребление, результаты анализа влияния режимов обработки крахмала на удельное энергопотребление экструзионной установки представлены на рисунке 19.

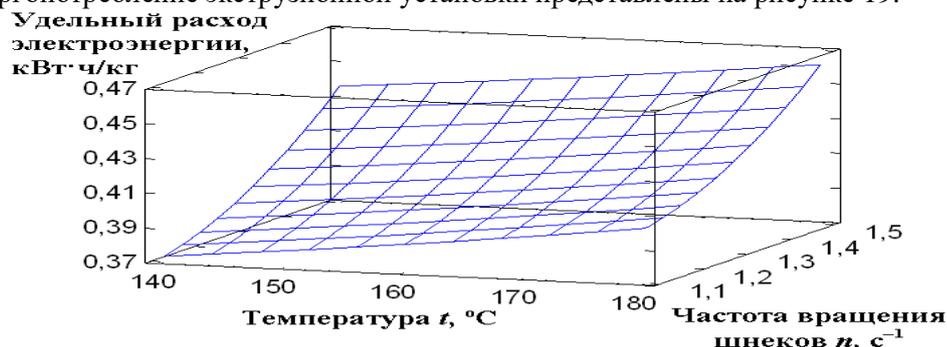


Рисунок 19 – Зависимости удельного расхода электроэнергии от температуры и частоты вращения шнеков экструдера

Результаты показали, что наибольшее влияние на рост энергопотребления экструдера оказывает увеличение частоты вращения шнеков экструдера, в то время, как повышение температуры влияет на данный показатель в меньшей степени (рис. 19)

То есть, при выборе рационального режима экструзии, с точки зрения снижения расхода электроэнергии, необходимо учитывать тот факт, что управлять свойствами продукта необходимо при помощи регулирования температуры. Повышение частоты вращения шнеков экструдера целесообразно только в том случае, когда заданные свойства готового продукта не достижимы изменением температуры. Таким образом, разработана технология глубокой переработки зерна мягкой пшеницы с получением экструзионных крахмалов.

Для получения экструзионно-фосфатных крахмалов фосфорилирующим агентом при приготовлении моноэфиров крахмала и фосфатов выступают водорастворимые фосфатные соли (орто-, пиро- или триполифосфорной кислоты), а диэфиров – хлорокись фосфора или триметафосфат натрия.

Проведенные предварительные исследования по изучению влияния различных температурных режимов и концентраций реагентов показали, что оптимальным для получения экструзионно-фосфатного пшеничного крахмала является температура 110-120°C и концентрация реагента 2% (рис. 20, 21).

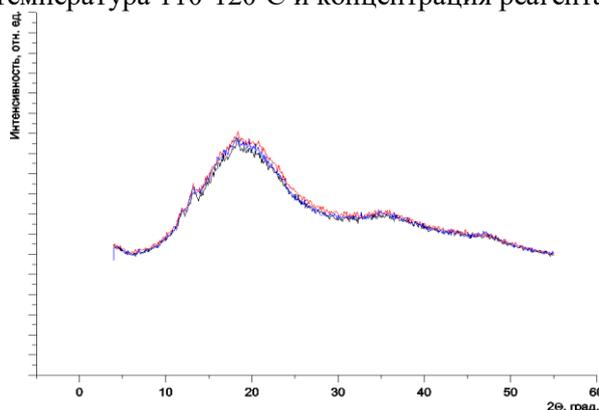


Рисунок 20 – Совмещенные рентгенодифрактограммы экструдированного пшеничного крахмала (— при 120°C; — при 140°C; — при 160°C) с добавлением 2%  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Такая температура выбрана потому, что при температуре 120°C в пшеничном крахмале с добавлением реагентов происходит декристаллизация структуры крахмала, увеличение температуры не сказывается на фазовом состоянии композита, в связи с чем нет необходимости поднимать температуру выше.

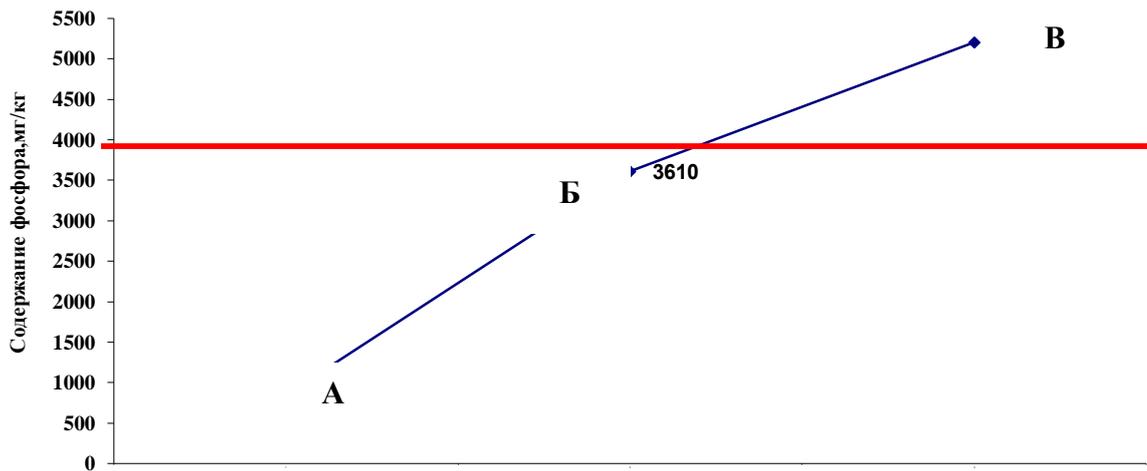


Рисунок 21 – Содержание фосфора в экструзионно-фосфатных крахмалах, фосфорилированных :  
 А – 1%  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , Б - 2%  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , В - 3%  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Исследования показали (рис. 21), что только продукты, полученные с добавлением 1% реагента, не соответствовали по необходимым параметрам фосфатным крахмалам, в первую очередь по устойчивости к влиянию высоких и низких температур, а также низкой степени фосфорилирования и устойчивости к низким рН. Вместе с тем, согласно «Пищевого химического кодекса США» (1996), содержание фосфора в модифицированных крахмалах марки «Е», допускаемых к применению в пищевой промышленности, не должно превышать 4000 мг/кг. Таким образом, разработана технология получения экструзионно-фосфатного крахмала, при этом выработку опытных образцов осуществляли методом экструзии с различной степенью увлажнения пшеничного крахмала.

## Глава 6. Разработка Системы повышения и использования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы.

Предложена комплексная оценка сортов яровой и озимой мягкой пшеницы по характеристикам микроструктуры и показателям ТД и ТП. Определены как наиболее перспективные из проанализированных семи сортов сорта Альбидум-31, Степная-50, Актобе-39. Разработаны «Рекомендации по определению перспективности сортов с применением микроскопирования».

Для определения практически всех показателей ТД, включенных в комплексный показатель ТП, имеются стандартизированные методы, включенные в межгосударственные и национальные стандарты, что говорит о значимости показателей. Только показатель «выход муки» определяется в соответствии с Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах.

Основной операцией в общем комплексе по определению количества и качества клейковины является ее отмывание, которое в настоящее время можно осуществлять двумя способами – ручным и механизированным. Ручной метод заложен в ГОСТ 13586.1-68 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице», однако, по мнению специалистов, он вносит субъективный фактор в результаты анализа, кроме того, требует больших затрат времени и сил на одно определение.

Основой механизированного метода отмывания клейковины является прибор МОК-1 для механизированного отмывания клейковины без применения ручного труда, разработанный в Республике Казахстан, в Казахском филиале ВНИИЗ, в 1971-1973 гг. на основании проведенных исследований.

В 1990 – 1992 годах автор принимал участие в проведении производственной проверки устройства МОК-1 в сравнении с ручным методом (ГОСТ 13586.1-68) на хлебозаготовительных предприятиях северных областей Казахстана. Аналогичные эксперименты были проведены в 1996 году на трех предприятиях РК: на Шортандинском и Ак-Бидайском элеваторах и ТОО «Концерн Цесна-Астык».

Результатом исследований был проект стандарта СТ РК «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице с использованием механизированных средств». Данный проект стандарта, разработанный с участием автора, был утвержден и введен в действие приказом Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства экономики и торговли РК от 9 апреля 2002 года № 117 как СТ РК 1054 – 2002 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице с использованием механизированных средств» и являлся первым стандартом на территории

СНГ, предполагавшим механизированный способ определения количества и качества клейковины в пшенице на отечественном приборе.

Автор с коллективом разработал и составил техническое задание на освоение и выпуск устройства МОК-3 для механизированного отмывания клейковины с тремя отмывочными узлами для увеличения производительности труда. Конструкция данного устройства универсальная, то есть, при необходимости (в зависимости от количества анализов) может работать автономно на одном, двух или трех отмывочных узлах. На модернизированную конструкцию устройства МОК-3 получен патент РК. Параллельно с разработкой конструкторской документации были разработаны режимы отмывания клейковины на устройстве МОК - 3 поэтапно с учетом времени отмывания, величины зазоров, направления движения воды, расхода воды. В существующих в настоящее время устройствах МОК все эти операции осуществляются вручную. В модернизируемом устройстве МОК-3 предполагалась их автоматизация.

Задача экспрессного контроля качества зерна пшеницы является весьма актуальной, позволяющей оперативно, на месте, определить класс зерна, сформировать партии по ценности, оценить технологический процесс переработки зерна.

В 1993 году был создан первый экспериментальный макет отечественного анализатора НАН-1, а в 1994 - 1995 годах - следующие два экспериментальных образца - НАН-2, НАН-3, НАН - 4. При разработке макетов было заложено основное условие использования проб зерна без разрушения с работой на строго фиксированных длинах волн в диапазоне 0,8 – 2,5 нм.

На рис. 22 приведен общий вид экспериментального макета НАН-5, управляемого персональным компьютером через экспериментальный интерфейс (плата), к которому подсоединен дисплей и принтер.



Рисунок 22 – Экспериментальный образец ИК-анализатора НАН - 5

Опыт работы при создании отечественного ИК- анализатора был использован автором с коллективом при разработке в 2006 году стандарта Казахстана СТ РК 1564-2006 «Определение основных показателей качества зерна с помощью инфракрасных анализаторов», который установил метод определения показателей качества зерна и продуктов его переработки (влажности, натуре, протеина (белка), зольности, количества и качества сырой клейковины, содержания сухой клейковины, стекловидности, крахмала, показателя седиментации, кислотного числа масла, жира, кальция, фосфора) с применением спектроскопии ближней инфракрасной области.

Сущность метода заключается в измерении интенсивности излучения или пропускания с помощью инфракрасного анализатора, математической обработке спектральных данных и вычислении результатов анализов по калибровочному уравнению, полученному по данным измерений проб с известными значениями определяемых показателей качества, установленными с использованием стандартных методов.

Таким образом, для определения показателей ТД зерна мягкой пшеницы разработаны методы, средства и на их основе стандарты Казахстана, позволяющие оперативно и объективно проводить измерения.

Определены оптимальные природно-климатические условия для получения мягкой пшеницы с высоким ТП, в соответствии с анализом источников (табл.23).

Таблица 23 - Базисные температуры для роста и развития мягкой пшеницы.

Показатели	Озимая пшеница	Яровая пшеница
Минимальная температура прорастания, °С	2...4	2...4
Максимальная температура прорастания, °С	25...30	25...30
Минимальная температура начала роста, °С	3...5	4...5
Морозоустойчивость (°С без снежного покрова)	- 20	- 6
Сумма температур, °С (с 1-го листа до полной спелости)	1990...2500	1600...1800
Температура вернализации, °С	0...5	-
Длительность вернализации, дни	40...70	-
Начало прироста сухой массы, дни	4...6	6...8

Проведенный анализ подтверждает выводы специалистов о то, что оптимальными природно-климатическими условиями для получения мягкой яровой пшеницы с высоким ТП являются северные регионы Казахстана, характеризующиеся следующими средними значениями: суммы температур в 1600 – 2000<sup>0</sup>С, количества осадков от 180 до 400 мм, минимальных температур прорастания – 2 - 5<sup>0</sup>С, максимальных температур прорастания – 25 – 35<sup>0</sup>С.

Однако, так как северные регионы Казахстана находятся в резко-континентальной климатической зоне, за период проведения исследований с 1994 по 2006 годы в отдельные годы наблюдались климатические явления, приводящие к снижению показателей ТД. К таким явлениям относятся засуха, повышенное количество осадков, ранние заморозки. В соответствии с исследованиями Казакова Е.Д., засуха приводит к образованию суховейного зерна, повышенное количество осадков – проросшего зерна, ранние заморозки – морозобойного зерна.

Анализ показал, что за период с 1994 по 2006 годы наиболее часто наблюдались ранние заморозки, ввиду чего было изучено их влияние на показатели ТД зерна мягкой яровой пшеницы и разработаны «Рекомендации по определению морозобойности зерна пшеницы», которые содержали наглядные пособия и эталоны для визуального определения степени морозобойности зерна и выводы, что при определении сорной и зерновой примесей в анализируемой пробе необходимо вычислить процентное содержание морозобойного зерна каждой степени отдельно, при этом зерно первой и второй степени повреждения морозом следует объединить и отнести к основному зерну, зерно третьей степени - к зерновой примеси.

Анализ источников позволил определить наиболее благоприятных предшественников при выращивании мягкой пшеницы. По данным Шпаар и др., прямой эффект от предшественника, хотя и комплексный, состоит из факторов действия растительных осадков предшественника; воздействия предшественника на структуру почвы; сроков уборки предшественника; влияния предшественника на засорение и пораженность болезнями и вредителями. Наиболее благоприятными предшественниками для озимой мягкой пшеницы являются кукуруза на зерно, подсолнечник, рапс, горох, люпин, очень ранний и ранний картофель, среднеранний и среднепоздний картофель, поздний картофель и сахарная свекла.

Для яровой мягкой пшеницы хорошими предшественниками являются озимая рожь, поздний картофель и сахарная свекла, менее благоприятным, но возможным могут быть озимый ячмень, озимая пшеница, яровая пшеница, озимое тритикале, яровой ячмень, овес, кукуруза на силос, кукуруза на зерно, подсолнечник, люцерна, клеветравяная смесь, многолетняя злаковая смесь (таблица 20)

Таблица 20 – Предшественники мягкой пшеницы

Последующая культура	Предшественник																			
	Озимый ячмень	Озимая рожь	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Озимое тритикале	Яровой ячмень	Овес	Кукуруза на силос	Кукуруза на зерно	Подсолнечник	Рапс	Горох	Люпин	Очень ранний и ранний	Среднеранний и среднепоздний	Поздний картофель	Сахарная свекла	Люцерна	Клеветравяная смесь	Многолетняя злаковая смесь
Озимая пшеница	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Яровая пшеница	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Примечание: ○ - хороший предшественник ● - невозможный предшественник; ○ - возможный, но расточительный предшественник; ● - возможный предшественник.

Так как в технологиях послеуборочной обработки зерна пшеницы технологии сушки оказывают наибольший эффект на увеличение сохранности зерна и повышение стойкости при хранении, что, в конечном итоге, способствует повышению показателей ТД, было принято решение повысить эффективность технологии сушки путем автоматизации процесса в рециркуляционной зерносушилке типа «БК-40» (аналог зерносушилки «Целинная - 40»), так как зерносушилка «Целинная - 40» является

наиболее распространенным в Казахстане (более 70% от общего парка оборудования) оборудованием для сушки зерна. В рамках реализации НИОКР по теме «Разработка типовой схемы и программного продукта по автоматизации технологической линии послеуборочной обработки и хранения зерна» разработаны «Техническое задание «Автоматизация зерносушилки «Целинная - 50», получены инновационные патенты РК на «Способ автоматического управления процессом сушки» и на «Автоматический противоподсосный клапан зерносушилки».

Предложенный способ автоматического управления процессом сушки повышает эффективность работы зерносушилки за счет уменьшения времени простоев по технологическому обслуживанию (на 21%) за счет сокращения времени на ежесменный набор маршрута и исключения ошибок при этих наборах; уменьшения времени простоев из-за нарушения технологического процесса (на 56%); уменьшения количества обслуживающего персонала из-за уменьшения загруженности оператора (на 8,5%) за счет снижения объема контрольно-регулирующих операций по набору маршрутов обработки зерна, по контролю состояния электродвигателей, наличия факела.

Автоматический противоподсосный клапан зерносушилки повышает эффективность сушки на 15-20%, улучшает условия сушки зерна путем лучшего контакта частиц зерна в противопотоке при движении в виде «дождя» с агентом сушки, повышает производительность зерносушилок на 18-20%, при постоянном уровне зерна в приемном бункере над камерой нагрева, предотвращает утечку агента сушки в атмосферу

Анализ литературных данных показывает возможность совмещения технологических процессов очистки и сушки влажного свежубранного зерна в одной машине (установке), что позволяет существенно снизить капитальные и эксплуатационные затраты. В результате проведенных исследований был определен наиболее перспективный вариант сепаратора-сушилки. Разрабатываемое устройство названо коническим сепаратором-сушилкой. Устройство может быть использовано на хлебоприемных предприятиях и в крестьянско-фермерских хозяйствах. Технологические возможности конического сепаратора-сушилки довольно разнообразны. Условия компоновки этой машины не накладывают ограничения при выборе конструктивных схем и осуществлении технологического процесса.

Таким образом, для повышения эффективности технологических операций послеуборочной обработки зерна мягкой пшеницы предложены способы и устройства сушки и очистки, защищенные инновационными патентами РК.

Агроформирования различных форм собственности производят в РК 15...18 млн. тонн зерна, в то же время емкости для размещения зерна в этих хозяйствах имеется всего 3,8 млн. тонн. Такое положение крайне осложняет работу по сохранности зерна непосредственно у производителя зерна, особенно в северных регионах Казахстана с неблагоприятными, резко-континентальными климатическими условиями.

В то же время у производителей зерна нет достаточной технической базы по послеуборочной обработке зерна, нет условий для обеспечения сохранности зерна и нет возможности предотвращения смешивания партии различного по качеству зерна.

Для решения проблемы хранения была разработана технология хранения в полиэтиленовых рукавах. Производственные исследования были проведены на территории хозяйства ТОО «КазГер» (Акмолинская область, с. Невское). Для размещения герметичных полиэтиленовых рукавов выбраны площадки с учетом требований, полученных в результате исследований в 2010 г. В соответствии с режимными требованиями сформированы однородные партии зерна пшеницы с влажностью 11,0% и 12,0% и заложены в специально подобранные полиэтиленовые рукава диаметром 2,74 м и длиной 60 м для длительного хранения. Каждая партия зерна предусматривалась весом около 200 тонн.

В процессе закладки зерна пшеницы в полиэтиленовые рукава осуществлен анализ и изучение особенностей технологии работы упаковочной машины «Бэггер», что предоставило возможность разработать предложения по совершенствованию как технологии укладки, так и конструкции упаковочной машины. На основе опыта по измерению температуры зерна в полиэтиленовых хранилищах предложены технические требования для установки по определению температуры зерна одновременно по всей длине рукава, без нарушения его герметичности. По результатам исследований разработаны «Технологический регламент хранения зерна в полиэтиленовых хранилищах» и «Рекомендации по хранению зерна в полиэтиленовых хранилищах». Анализ проведенных исследований по хранению зерна мягкой пшеницы с влажностью 12,0 - 14,0% после 10-ти месяцев хранения показал повышение количества клейковины на 1,2 - 2,1%, качества клейковины - на 2-3 %, что объясняется послеуборочным дозреванием в герметичных полиэтиленовых рукавах в среде углекислого газа.

Таким образом, предложен эффективный метод хранения зерна мягкой пшеницы в условиях фермерских хозяйств в полиэтиленовых хранилищах.

На основе проведенных исследований по глубокой переработке зерна определены механизмы модификации крахмала зерна мягкой пшеницы, установлено, что наиболее востребованными являются экструзионные, были разработаны «Рекомендации по подбору зернового сырья для получения нативных крахмалов с целью их дальнейшей модификации», «Научно-обоснованные предложения по глубокой переработке зерна мягкой пшеницы».

### **Технико - экономическая эффективность совершенствования системы повышения и использования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы в условиях Казахстана**

Разработка системы повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы позволила получить социальный эффект за счет совершенствования методик определения показателей технологического достоинства – механизированного отмыывания клейковины и экспресс-метода определения показателей технологического достоинства. Механизированный метод отмыывания клейковины повысил производительность труда на 50%, сократил продолжительность проведения анализа на 30 мин. Экспресс - метод определения показателей ТД на ИК - анализаторах находится на уровне мировых аналогов и позволяет сократить время проведения анализов в десятки раз при одновременном определении до пяти - десяти показателей ТД зерна мягкой пшеницы.

Автоматизация процессов послеуборочной обработки значительно сокращает аварийность при сушке и очистке зерна пшеницы – на 15%. При продолжительности работы сепаратора – сушилки 615 часов в году экономическая эффективность составит 2 189 264,7 тенге, а срок окупаемости 4,5 года. Также использование нового оборудования позволит снизить удельную материалоемкость в 6,6 раза. Экономический эффект разработанных методов и средств повышения ТП зерна мягкой пшеницы подтвержден актами внедрения.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения системы автоматического управления технологическим процессом сушки зерна на зерносушилке «БК-40» предприятия ТОО «Zherdan» составил 3 632 773,13 тг/г.

При производстве 1 тонны модифицированного крахмала рентабельность составляет 31,5 %, чистая прибыль на каждую тонну – 32 800 тенге при стоимости сырья – 89 720 тенге.

Общий экономический эффект от внедрения системы повышения технологического потенциала зерна мягкой Казахстана на этапах послеуборочной обработки и хранения за один сезон составит 5 822 037,83 тенге или 1 058 552 рубля.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании выполненных многолетних исследований теретически обоснованы и практически разработаны меры по повышению технологического потенциала зерна мягкой пшеницы на основе системного подхода, в котором рассмотрены все этапы жизненного цикла зерна как единое целое – от селекции, выращивания, уборки до послеуборочной обработки, хранения и переработки.

1. Методами дисперсионного анализа установлено, что наибольшее влияние на формирование ТП имеют сортовые особенности зерна мягкой пшеницы - их вклад в общую Систему составляет 28,4%. Следующими по значимости на формирование ТП определены: подсистемы «методы оценки ТД - ТП» - доля влияния 20,9%, «природно-климатические условия - ТП» - 14,2%. Эффективные технологии послеуборочной обработки зерна пшеницы позволят повысить ТП свыше 9%, технологии хранения мягкой пшеницы, разработанные с учетом состояния хранящегося зерна, позволят повысить ТП до 3%.

2. Разработаны методы оценки сортов мягкой пшеницы с применением микроскопирования и, на этой основе, «Рекомендации по определению перспективности сортов мягкой пшеницы с применением микроскопирования». Предложена комплексная оценка сортов яровой и озимой мягкой пшеницы по характеристикам микроструктуры и показателям ТД и ТП. Определены как наиболее перспективные из проанализированных семи сортов следующие сорта: Альбидум-31, Степная-50, Актобе-39.

3. Разработаны математические модели, определяющие характер формирования белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов зерна мягкой пшеницы Казахстана от фенотипических и технологических факторов - природно-климатических условий, сорта, предшественников, условий послеуборочной обработки, хранения для прогнозирования содержания глиаина, глютеина и их соотношения в зависимости от ПКУ и установления взаимосвязи и взаимозависимости показателей БПК и УАК зерна мягкой пшеницы от условий хранения.

4. Изучены научные основы формирования морфологии микроструктуры зерна, состава, структуры и свойств белково-протеиназного комплекса как основы технологического потенциала зерна мягкой пшеницы и углеводно-амилазного комплекса как основы для глубокой переработки зерна мягкой пшеницы, которые показали, что зерно мягкой пшеницы с более высоким показателем технологического потенциала от 1,94 до 2,01 имело следующие характеристики микроструктуры: наименьшая суммарная толщина алейронового слоя и оболочек; незначительное колебание толщины клеток алейронового слоя; хорошо развитые белковые прослойки эндосперма; увеличенные размеры крахмальных гранул.

5. Исследование закономерностей влияния на технологический потенциал зерна мягкой пшеницы Казахстана способов послеуборочной обработки показало, что вклад данного технологического фактора составил 9%. На основе исследований разработаны «Техническое задание «Автоматизация зерносушилки «Целинная - 50», получены инновационные патенты РК на «Способ автоматического управления процессом сушки» и на «Автоматический противоподсосный клапан зерносушилки». Предложенный способ автоматического управления процессом сушки повышает эффективность работы зерносушилки за счет уменьшения времени простоев по технологическому обслуживанию (на 21%) за счет сокращения времени на ежесменный набор маршрута и исключения ошибок при этих наборах; уменьшения времени простоев из-за нарушения технологического процесса (на 56%); уменьшения количества обслуживающего персонала из-за уменьшения загруженности оператора (на 8,5%) за счет снижения объема контрольно-регулирующих операций по набору маршрутов обработки зерна, по контролю состояния электродвигателей, наличия факела. Автоматический противоподсосный клапан зерносушилки повышает эффективность сушки на 15-20%, улучшает условия сушки зерна путем лучшего контакта частиц зерна в противопотоке при движении в виде «дождя» с агентом сушки, повышает производительность зерносушилок на 18-20%, при постоянном уровне зерна в приемном бункере над камерой нагрева, предотвращает утечку агента сушки в атмосферу.

5. Определен наиболее перспективный вариант сепаратора-сушилки для использования на хлебоприемных предприятиях и в крестьянско-фермерских хозяйствах, что позволило сократить вдвое время прохождения обрабатываемого материала через транспортно-технологическое оборудование, вследствие чего снижаются травмируемость и энергетические, материальные и трудовые расходы на обработку единицы продукции.

6. Разработана технология хранения зерна в полиэтиленовых хранилищах с применением системы контроля температуры хранящегося зерна. Исследования были проведены в производственных условиях на территории хозяйства ТОО «КазГер» (Акмолинская область, с. Невское).

7. Разработаны методы и средства оценки технологического потенциала зерна мягкой пшеницы: разработано и составлено техническое задание на освоение и выпуск устройства МОК-3 для механизированного отмывания клейковины с тремя отмывочными узлами для увеличения производительности труда лаборанта. Конструкция данного устройства универсальная, при необходимости (в зависимости от количества анализов) можно работать автономно на одном, двух или трех отмывочных узлах.

8. На основе исследований разработаны стандарты СТ РК «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице с использованием механизированных средств» и СТ РК 1564-2006 «Определение основных показателей качества зерна с помощью инфракрасных анализаторов», который установил метод определения показателей качества зерна и продуктов его переработки (влажности, натуры, протеина (белка), зольности, количества и качества сырой клейковины, содержания сухой клейковины, стекловидности, крахмала, показателя седиментации, кислотного числа масла, жира, кальция, фосфора) с применением спектроскопии ближней инфракрасной области.

9. На основе проведенных исследований разработаны технологии производства модифицированных крахмалов, рекомендации, внедрение которых произведено на крахмалопаточных предприятиях. Разработан проект стандарта Казахстана «Модифицированные крахмалы. Технические условия».

10. Обоснована технико-экономическая эффективность совершенствования системы повышения и использования ТП зерна мягкой пшеницы, которая позволила получить социальный эффект за счет разработки методик определения показателей ТД – механизированного отмывания клейковины и экспресс-метода определения показателей ТД. Механизированный метод отмывания клейковины повысил производительность труда на 50%, сократил продолжительность проведения анализа на 30 мин. Экспресс - метод определения показателей ТД на ИК - анализаторах позволил сократить время проведения анализов в десятки раз при одновременном определении до пяти - десяти показателей ТД зерна мягкой пшеницы.

Экономический эффект разработанных методов и средств повышения ТП зерна мягкой пшеницы подтвержден актами внедрения.

Расчет экономической эффективности от внедрения конического сепаратора-сушилки оценивали методом сравнения с базовым оборудованием, задействованным на операциях очистки и сушки зерна. Расчет приведен с учетом работы оборудования 615 часов в году, при производительности 10 т/ч. Экономическая эффективность от внедрения нового оборудования составила 2 189 264,7 тенге, срок окупаемости составил 4,5 года.

Рентабельность производства модифицированного крахмала значительно превысила рентабельность традиционных технологий производства муки и макаронных изделий, при этом чистая прибыль на 1 тонну крахмала составила 32800 тенге, рентабельность – 31,5%.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Шаймерденова, Д.А. Влияние факторов на формирование технологического потенциала зерна мягкой пшеницы / Д.А. Шаймерденова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. - № 1. - С. 205-208. (0,25 п.л; лично соискателем - 0,25 п.л.).
2. Шаймерденова, Д.А. Влияние условий хранения на технологический потенциал зерна мягкой пшеницы Казахстана / Д.А. Шаймерденова // Новые технологии. – 2017. - № 2. - С.37-42. (0,38 п.л; лично соискателем - 0,38 п.л.).
3. Шаймерденова, Д.А. Особенности формирования углеводно-амилазного комплекса зерна мягкой пшеницы Казахстана в зависимости от условий выращивания / Д.А. Шаймерденова // Новые технологии. - 2017. - № 2. - С.42-49. (0,5 п.л; лично соискателем - 0,5 п.л.).
4. Шаймерденова, Д.А. Влияние сорта на формирование технологического потенциала мягкой пшеницы Казахстана / Д.А. Шаймерденова // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2017. - № 4 (61). - С.44-51. (0,5 п.л; лично соискателем - 0,5 п.л.).
5. Шаймерденова, Д.А. Влияние технологий послеуборочной обработки на технологический потенциал зерна мягкой пшеницы Казахстана / Д.А. Шаймерденова // Вестник Красноярского ГАУ. – 2017. - №9. - С.55-62. (0,5 п.л; лично соискателем - 0,5 п.л.).
6. Шаймерденова, Д.А. Влияние почвенных условий Казахстана на технологический потенциал зерна мягкой пшеницы / Д.А. Шаймерденова, А.И. Изтаев // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. – 2017. - № 3 (66). - С.43-51. (0,56 п.л; лично соискателем - 0,28 п.л.).
7. Шаймерденова, Д.А. Влияние предшественников на формирование технологического потенциала зерна мягкой пшеницы Казахстана / Д.А. Шаймерденова, А.И. Изтаев // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2017. - № 5(46). - С.53-58. (0,38 п.л; лично соискателем - 0,38 п.л.).
8. Шаймерденова, Д.А. Обоснование выбора показателей технологического достоинства зерна пшеницы / Д.А. Шаймерденова // Современная наука и инновации. – 2017. - № 3 (19). - С. 115 – 122. (0,5 п.л; лично соискателем - 0,5 п.л.).
9. Шаймерденова, Д.А. Определение перспективности сортов мягкой пшеницы Казахстана методом микроскопирования / Д.А. Шаймерденова, Н.А. Горбатовская, А.И. Изтаев // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. - Т. 79. № 3. - С. 86 – 92. (0,44 п.л; лично соискателем - 0,15 п.л.).
10. Шаймерденова, Д.А. Особенности формирования белково-протеиназного комплекса зерна мягкой пшеницы в зависимости от условий выращивания / Д.А. Шаймерденова // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2018. - № 2 (65). - С.47-55. (0,56 п.л; лично соискателем - 0,56 п.л.).
11. Шаймерденова, Д.А. Влияние способов уборки на ТП / Д.А. Шаймерденова // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2017. - № 5 (62). - С. 46 – 52. (0,44 п.л; лично соискателем - 0,44 п.л.).
12. Шаймерденова, Д.А. Влияние природно-климатических условий на формирование технологического потенциала зерна мягкой пшеницы Казахстана. / Д.А. Шаймерденова // Современная наука и инновации. – 2018. - № 1(21). - С. 108 - 113. (0,38 п.л; лично соискателем - 0,38 п.л.).
13. Шаймерденова, Д.А. Сравнительная характеристика классификаций зерна мягкой пшеницы Казахстана и основных зернопроизводящих стран / Д.А. Шаймерденова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Том 80, № 1. - С. 140 -146. (0,44 п.л; лично соискателем - 0,44 п.л.).

14. Шаймерденова, Д.А. Механизмы изменения пшеничного и кукурузного крахмалов под действием факторов экстрезии / Д.А. Шаймерденова, О.В. Полуботько // Современная наука и инновации. – 2018. - № 4 (24). - С. 211 – 227. (1,92 п.л.; лично соискателем - 0,96 п.л.)

15. Шаймерденова, Д.А. Аминокислотный состав зерна мягкой пшеницы Казахстана / Д.А. Шаймерденова, Б.К. Доненов // Современная наука и инновации. – 2019. - № 1 (25). - С. 112 – 117. (0,38 п.л.; лично соискателем - 0,19 п.л.).

#### **Статьи и материалы конференций**

1. Важнейший критерий оценки технологических свойств пшеницы при формировании партий в хозяйствах и на хлебоприемных предприятиях / Д.А. Шаймерденова и др. // Труды КазНИИЗерна. – Целиноград, 1985. - С.105-109. (0,48 п.л.; лично соискателем - 0,1 п.л.).

2. Рекомендации по созданию и использованию лаборатории для оценки качества зерна в хозяйствах АПК с применением современного оборудования / Д.А. Шаймерденова и др. // Труды КазНИИЗерна. – Целиноград, 1985. - С.110-115. (0,6 п.л.; лично соискателем - 0,12 п.л.).

3. Внедрение в Республике Казахстан СТ РК 1046-2001 «Пшеница. Технические условия» / А.А. Оспанов и др. // Аналитический обзор, - Астана, 2002. - С.2-33. (1,86 п.л.; лично соискателем - 0,37 п.л.).

4. Результаты исследований технологических достоинств и пищевой безопасности зерна пшеницы и ячменя урожая 2000-2001 годов, заготовленного в Северных областях Казахстана / А.А. Оспанов и др. // Аналитический обзор. – Астана, 2002. - С.2-43. (2,46 п.л.; лично соискателем - 0,41 п.л.).

5. Обеспечение качества зерна – основное условие рынка / А.А. Оспанов и др. // Зерно и зернопродукты. – 2003. - № 1. - С.6-9. (0,36 п.л.; лично соискателем - 0,09 п.л.).

6. Анализ качества зерна мягкой пшеницы и ячменя урожая 2002-2003 годов по северным областям Казахстана / А.А. Оспанов и др. // Аналитический обзор. – Астана, 2003. - С.2-39. (2,22 п.л.; лично соискателем - 0,44 п.л.).

7. Методические указания по разработке системы машин для послеуборочной обработки и переработки зерна на 2006-2010 гг. (II часть) / А.А. Оспанов и др. // Методические указания. – Астана, 2003. - С.2 – 52. (3,0 п.л.; лично соискателем - 0,6 п.л.).

8. Шаймерденова, Д.А. Применение современных ИК - анализаторов – путь к решению вопроса рационального формирования товарных партий зерна на хлебозаготовительных и зерноперерабатывающих предприятиях / Д.А. Шаймерденова, О.В. Полуботько // Научное обеспечение Государственной агропродовольственной программы Республики Казахстан на 2003-2005 годы: матер. междунар. конф. - Астана, 2003. - С.311-312. (0,12 п.л.; лично соискателем - 0,06 п.л.).

9. Шаймерденова, Д.А. Пути повышения и регулирования технологических достоинств зерна мягкой пшеницы в северных регионах Казахстана / Д.А. Шаймерденова, С.Н. Баева // Научное обеспечение Государственной агропродовольственной программы Республики Казахстан на 2003-2005 годы: матер. междунар. конф. - Астана, 2003. - С.312-313. (0,12 п.л.; лично соискателем - 0,06 п.л.).

10. Шаймерденова, Д.А. Механизированное отмывание клейковины / Д.А. Шаймерденова // Агроинформ. – 2004. - № 6. - С.20-21. (0,12 п.л.; лично соискателем - 0,12 п.л.).

11. Проблемы качества и пищевой безопасности зерна / Д.А. Шаймерденова и др. // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2004. - № 2. - С.73-77. (0,48 п.л.; лично соискателем - 0,12 п.л.).

12. Совершенствование средств оценки количества и качества клейковины: проблемы и пути их решения / А.А. Оспанов и др. // Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социо-экономических условиях: матер. междунар. конф. – Шортанды, 2004. - С.174-181. (0,84 п.л.; лично соискателем - 0,17 п.л.).

13. Шаймерденова, Д.А. Актуальность разработки национальных стандартов Республики Казахстан / А.А. Оспанов, Д.А. Шаймерденова, С.Н. Баева // Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социо-экономических условиях: матер. междунар. конф. – Шортанды, 2004. - С.185-189. (0,48 п.л.; лично соискателем - 0,16 п.л.).

14. Шаймерденова, Д.А. Объективная оценка качества зерна и зернопродуктов – одна из составляющих успешного функционирования зернового кластера в РК / А.А. Оспанов, Д.А. Шаймерденова, О.В. Полуботько // Зерно и зернопродукты. – 2005. - № 2 (6). - С.23-26. (0,36 п.л.; лично соискателем - 0,12 п.л.).

15. Шаймерденова, Д.А. Основные проблемы и перспективы развития зерновой индустрии Республики Казахстан / А.А. Оспанов, Д.А. Шаймерденова // Зерно и зернопродукты. – 2005. - №4 (8). - С.2-4. (0,24 п.л.; лично соискателем - 0,12 п.л.).

16. Основные направления обеспечения конкурентоспособности зерна, выращиваемого в Казахстане / Д.А. Шаймерденова и др. // Аналитический обзор. – Астана, 2005. - С.2-32. (1,8 п.л.; лично соискателем - 0,45 п.л.).

17. Шаймерденова, Д.А. Проблемы объективной оценки качества зерна пшеницы // Д.А. Шаймерденова, Г. Сарсенбаева // Агроинформ. – 2005. - № 7. - С.15-16. (0,12 п.л; лично соискателем - 0,06 п.л.).
18. Количество и качество клейковины – основа комплексной оценки мукомольных и хлебопекарных достоинств зерна пшеницы / А.А. Оспанов и др. // Зерно и зернопродукты. – 2007. - № 1 (13). - С.30-33. (0,36 п.л; лично соискателем - 0,09 п.л.).
19. Рекомендации по формированию помольных партий зерна пшеницы на минимельницах / Д.А. Шаймерденова и др. // Рекомендации. – Астана, 2007. - С.3-17. (0,84 п.л; лично соискателем - 0,17 п.л.).
20. Шаймерденова, Д.А. Рекомендации по внесению изменений в действующую нормативно-методическую документацию на зерно и зернопродукты и методы их анализа / Д.А. Шаймерденова // Рекомендации. – Астана, 2007. - С.3-6. (0,18 п.л; лично соискателем - 0,18 п.л.).
21. Оценка пищевых достоинств казахстанских сортов селекции / А.А. Оспанов и др. // Зерно и зернопродукты. – 2007. - 3 (15). - С.29-33. (0,48 п.л; лично соискателем - 0,1 п.л.).
22. Шаймерденова, Д.А. Качественная характеристика казахстанского зерна / Д.А.Шаймерденова, С.Т.Тастанбеков, Е.Б.Медведков // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 2007. - № 5. - С.9-12. (0,36 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).
23. Шаймерденова, Д.А. Состояние нормативно-методического обеспечения зерновой отрасли Республики Казахстан / Д.А. Шаймерденова, С.Т.Тастанбеков // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. - 2008. - №2. - С.38-40. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).
24. Технология, техника и режимы хранения зерна в полиэтиленовых герметичных хранилищах / Л.Д. Комышник и др. // Аналитический обзор. – Астана, 2009. - С.3-52. (2,94 п.л; лично соискателем - 0,33 п.л.).
25. Шаймерденова, Д.А. Метрологическое обеспечение качества зерна в Казахстане / Д.А. Шаймерденова, С.Т. Тастанбеков // Хлебопродукты. – 2009. - № 4, 2009. - С.49-51.
26. Шаймерденова, Д.А. Развивать технологии глубокой переработки зерна. / Д.А. Шаймерденова // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2009. - № 12. - С.1-3. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,24 п.л.).
27. Шаймерденова, Д.А. Исследование аминокислотного состава казахстанской пшеницы / А.А.Даригаев, Б.К.Доненов., Д.А.Шаймерденова // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2009. - № 3. - С. 26-28. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,08 п.л.).
28. Шаймерденова, Д.А. Продукты глубокой переработки зерна / Д.А. Шаймерденова // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2009. - № 4. - С. 28-30. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).
29. Шаймерденова, Д.А. Современное состояние вопросов повышения технологического достоинства и рационального использования зерна мягкой пшеницы / Д.А. Шаймерденова, О.В. Полуботко // Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение развития АПК стран Таможенного союза»: матер. конф. - Астана, 2010. - С.373-376. (0,36 п.л; лично соискателем - 0,18 п.л.).
30. Шаймерденова, Д.А. Приоритетные направления научных исследований по переработке и хранению сельскохозяйственной продукции в Республике Казахстан. / Д.А. Шаймерденова // Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение развития АПК стран Таможенного союза»: матер. конф. - Астана, 2010. - С.376-380. (0,48 п.л; лично соискателем - 0,48 п.л.).
31. Рекомендации по рациональному использованию зерна с обеспечением качества и безопасности / Л.Д. Комышник и др. // Рекомендации. – Астана, 2010. - С.3-138. (8,28 п.л; лично соискателем - 0,83 п.л.).
32. Технологический регламент хранения зерна в полиэтиленовых хранилищах / Л.Д. Комышник и др. // Технологический регламент. – Астана, 2011. - С.3-35. (1,92 п.л; лично соискателем - 0,32 п.л.).
33. Шаймерденова, Д.А. Достижения и задачи развития переработки сельскохозяйственной продукции / Д.А. Шаймерденова // Вестник сельскохозяйственной продукции. – 2011. - № 6. - С.55-59. (0,48 п.л; лично соискателем - 0,48 п.л.).
34. Шаймерденова, Д.А. Глубокая переработка зернового сырья Казахстана в крахмал и крахмалопродукты / Д.А. Шаймерденова // Международная научно-практическая конференция «Крахмал и крахмалопродукты, состояние и перспективы развития. К 200-летию открытия К.Кирхгофом каталической реакции гидролиза крахмала»: матер. конф. – Москва, 2011. - С. 183-188. (0,6 п.л; лично соискателем - 0,6 п.л.).
35. Шаймерденова, Д.А. Состояние и перспективы переработки сельскохозяйственной продукции / Д.А. Шаймерденова // VIII Международная научно-практическая конференция «Пища Экология Качество»: матер. конф. - Алматы, 2011. - С.19-22. (0,36 п.л; лично соискателем - 0,36 п.л.).

36. Шаймерденова, Д.А. Сравнительная оценка крахмала из различного зернового сырья / Д.А. Шаймерденова, Г.Х. Оспанкулова, О.В. Полуботько // Международная научно-практическая конференция «Байтурсыновские чтения»: матер. конф. – Костанай, 2011. - С.40-46. (0,72 п.л; лично соискателем - 0,24 п.л.).
37. Шаймерденова, Д.А. Зерно пшеницы мягкой пониженного качества: изучение его технологических достоинств / Д.А. Шаймерденова, О.В. Полуботько // XIY международная научно-практическая конференция «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии»: матер. конф. – Красноярск, 2011. - С.192-194. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).
38. Шаймерденова, Д.А. Перспективы развития технологий глубокой переработки зернового сырья в Казахстане / Д.А. Шаймерденова // Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»: матер. конф. – Алматы, 2013. - С.13-16. (0,18 п.л; лично соискателем - 0,18 п.л.).
39. Шаймерденова, Д.А. Обеспечение сохранности зерна – основная задача системы послеуборочной обработки и хранения / Д.А. Шаймерденова, А.И. Изтаев // Международный сборник научных статей «Инновационные технологии длительного хранения товаров». - Москва – Киев, 2013. - С.33-38. (0,3 п.л; лично соискателем - 0,15 п.л.).
40. Шаймерденова, Д.А. Альтернативные способы хранения зерна. / Д.А. Шаймерденова, О.М. Кошанов, А.И. Изтаев // Международный сборник научных статей «Инновационные технологии длительного хранения товаров». - Москва – Киев, 2013. - С.46-52. (0,26 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).
41. Послеуборочная обработка и технология безотходной переработки зернового сырья / Д.А.Шаймерденова и др. // Рекомендации. – Астана, 2013. - С.3-55. (3,12 п.л; лично соискателем - 0,62 п.л.).
42. Шаймерденова, Д.А. Система машин по хранению и переработке зерна / В.В. Ремеле, Д.А. Шаймерденова // Наука и образование в жизни современного общества. – Тамбов, 2013. - С.147-148. (0,12 п.л; лично соискателем - 0,06 п.л.).
43. Шаймерденова, Д.А. Полиэтиленді камбада астықты сақтау технологиясы / Д.А. Шаймерденова, Х.А.Абдрахманов, Г.Б.Бижігітова // Жаршы. – 2013. - №11. - С.84-89. (0,6 п.л; лично соискателем - 0,2 п.л.).
44. Шаймерденова, Д.А. Первичная переработка растительного сырья / Д.А. Шаймерденова, Б.К.Булашев, Х.А.Абдрахманов // AgroӘлем. – 2013. - № 9. - С.42-45. (0,36 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).
45. Шаймерденова, Д.А. Зерноперерабатывающая отрасль: вопросы развития / Д.А. Шаймерденова, Б.К. Булашев // AgroӘлем. – 2013. - № 11 (52). - С.20-24. (0,48 п.л; лично соискателем - 0,24 п.л.).
46. Шаймерденова, Д.А. Обеспечение продовольственной безопасности Казахстана / Д.А. Шаймерденова // AgroӘлем. – 2013. - № 11 (52). - С.12-13. (0,12 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).
47. Шаймерденова, Д.А. Глубокая переработка зерна: производство крахмалов / Д.А.Шаймерденова, Б.К.Булашев, Г.Х.Оспанкулова // AgroӘлем. – 2013. - № 12 (53). - С.18-22. (0,48 п.л; лично соискателем - 0,16 п.л.).
48. Шаймерденова, Д.А. Переработка сельскохозяйственного сырья – основа продовольственной безопасности Казахстана / Д.А. Шаймерденова // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.3-4. (0,06 п.л; лично соискателем - 0,06 п.л.).
49. Шаймерденова, Д.А. Система машин по хранению и переработке зерна / В.В. Ремеле, Д.А. Шаймерденова // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.11-13. (0,12 п.л; лично соискателем - 0,06 п.л.).
50. Шаймерденова, Д.А. Переработка сельскохозяйственного сырья – основа продовольственной безопасности Казахстана. / Д.А. Шаймерденова // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.3-4. (0,25 п.л; лично соискателем - 0,25 п.л.).
51. Проблемы автоматизации технологической линии послеуборочной обработки зерна. / Ж.М. Чаканова и др. // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-

летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.13-15. (0,12 п.л; лично соискателем - 0,03 п.л.).

52. Shaimerdenova, D. Range expansion of grain crops products processing with ensuring quality and safety / Chakanova Zh.M., Shaimerdenova D, Shaimerdenova P.R. // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.87-89. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,06 п.л.).

53. Шаймерденова, Д.А. Текущая ситуация в области глубокой переработки зерна / Г.Х. Оспанкулова, Д.А. Шаймерденова, Б.К. Булашев // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: сборник трудов. – Астана, 2014 г. – С.215-220. (0,3 п.л; лично соискателем - 0,08 п.л.).

54. Шаймерденова, Д.А. Научные основы создания безотходной переработки зерновых культур / Д.А. Шаймерденова Д.А., Г.Т. Дюсенова. // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.245-247. (0,12 п.л; лично соискателем - 0,06 п.л.).

55. Шаймерденова, Д.А. Факторы, сдерживающие инновационное развитие зерноперерабатывающей отрасли Казахстана / Д.А. Шаймерденова, Б.К. Булашев // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.247-254. (0,18 п.л; лично соискателем - 0,09 п.л.).

56. Шаймерденова, Д.А. Переработка сельскохозяйственного сырья – основа продовольственной безопасности Казахстана / Д.А. Шаймерденова // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты научно-технологического обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья и отходов», посвященная 55-летию образования ТОО «КазНИИПСХП»: матер. конф. – Астана, 2014 г. - С.3-4. (0,06 п.л; лично соискателем - 0,06 п.л.).

57. Шаймерденова, Д.А. Почему падает качество зерна? / Д.А. Шаймерденова, О.В. Полуботко // Аграрный сектор. – 2015. - № 4 (26). - С.32-33. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).

58. Шаймерденова, Д.А. Выбор показателей технологического достоинства зерна пшеницы / Д.А. Шаймерденова // III Международная научно-техническая конференция «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение»: матер. конф. - Воронеж, 2016. - С.426-431 (0,3 п.л; лично соискателем - 0,3 п.л.).

59. Шаймерденова, Д.А. Комплексный показатель технологического потенциала зерна мягкой пшеницы / Д.А. Шаймерденова // III Международная научно-техническая конференция «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение»: матер. конф. - Воронеж, 2016. - С.431-435. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,24 п.л.).

60. Шаймерденова, Д.А. Разработка системы формирования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы / Д.А. Шаймерденова, А.И. Изтаев // III Международная научно-техническая конференция «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение»: матер. конф. - Воронеж, 2016. - С.422-426. (0,24 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).

61. Шаймерденова, Д.А. Система машин по хранению и переработке зерна. / В.В.Ремеле., Д.А.Шаймерденова // АгроДом. 2016. - № 19 (152). - С.6. (0,72 п.л; лично соискателем - 0,36 п.л.).

62. Шаймерденова, Д.А. Астық сақтау мен қайта өңдеудегі машина жүйесі / В.В. Ремеле, Д.А. Шаймерденова, Д.С. Ошанова // Жаршы. – 2016. - № 9-10. - С.92-95. (0,36 п.л; лично соискателем - 0,12 п.л.).

63. Шаймерденова, Д.А. Исследование морфологической структуры крахмала из зерновых культур Казахстана методом рентгендифракционной спектроскопии // Д.А. Шаймерденова, О.В. Полуботко // V Международная научно-практическая конференция: матер. конф. – Воронеж, 2018. - С. 378 - 383

#### **Патенты РФ и Беларуси**

1. Патент № 2561739, Российская Федерация, МПК А 21D 2/00, А 21D 2/36, А 21D 13/00. Способ получения улучшенных хлебных изделий / Литвяк В.В. (BY), Росляков Ю.Ф. (RU), Шаймерденова Д.А. (KZ), Оспанкулова Г.Х. (KZ), Поздняков В.М. (RU), Гончар В.В. (RU), Полуботко О.В. (KZ) // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. – опубл. 10.09.15. – 9 с. (0,56 п.л; лично соискателем - 0,08 п.л.).

2. Патент № 2563938, Российская Федерация, МПК А 21D 2/00, А 21D 2/36, А 21D 13/00, А 23L 1/30, А 23P 1/12. Способ получения обогащенных хлебных изделий / Литвяк В.В. (BY), Росляков Ю.Ф. (RU),

Шаймерденова Д.А. (KZ), Оспанкулова Г.Х. (KZ), Поздняков В.М. (RU), Гончар В.В. (RU), Полуботько О.В. (KZ); заявл. 31.03.14; опубл. 27.09.15 // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. – 2015. – 8 с. (0,5 п.л.; лично соискателем - 0,07 п.л.).

3. Патент № 21136, Республика Беларусь. МПК70. Реагент крахмалосодержащий модифицированный для бурения и способ его получения / Ловкис З.В. (BY), Литвяк В.В. (BY), Москва В.В. (BY), Петюшев Н.Н. (RU), Демяненко Н.А. (RU), Повжик П.П. (RU), Игнатюк И.С. (RU), Паскару К.Г. (RU), Добродеева И.В. (RU), Шаймерденова Д.А. (KZ), Оспанкулова Г.Х. (KZ), Полуботько О.В. (KZ) // Афіцыйны бюл. Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – заявл. 17.09.13; опубл. 30.06.17. – 9 с. (0,54 п.л.; лично соискателем - 0,04 п.л.).

### Патенты РК

1. Инновационный патент № 21957, Республика Казахстан, МПКG0 1N 33/10. Устройство для отмыwania клейковины из шрота и муки / Доненов Б.К., Комышник Л.Д., Кошанов О.М., Шаймерденова Д.А., Сапаров С.О., заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - №2008/1285.1; заяв. 21.12.08; опубл. 15.12.09. (0,36 п.л.; лично соискателем - 0,09 п.л.).

2. Инновационный патент № 25143, Республика Казахстан, МПК:F26B 17/10. Сушилка для сыпучих материалов / Комышник Л.Д., Кошанов О.М., Шаймерденова Д.А., Жанабаев А.Ж., Кошанов Е.О. заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - № 2011/0011.1; заяв. 10.01.11, опубл. 15.12.11. (0,36 п.л.; лично соискателем - 0,09 п.л.).

3. Инновационный патент № 28480, Республика Казахстан, МПК:F26B 17/10. Автоматический противоподсосный клапан зерносушилки / Комышник Л.Д., Кошанов О.М., Шаймерденова Д.А., Абдрахманов Х.А., заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - № 2013/0897.1; заяв. 03.07.13; опубл. 15.05.14. (0,36 п.л.; лично соискателем - 0,09 п.л.).

4. Инновационный патент № 30839, Республика Казахстан, МПК:F26B 17/10. Способ автоматического управления процессом сушки / Чаканова Ж.М., Кошанов О.М., Шаймерденова Д.А., Абдрахманов Х.А., Булашев Б.К., Бижигитова Г.Б. – заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - №2013/2115.1; заяв. 31.12.13; опубл. 25.12.15. (0,72 п.л.; лично соискателем - 0,14 п.л.).

5. Инновационный патент № 28787, Республика Казахстан, МПК:A21D 8/02, A21D 2/36. Способ получения обогащенных хлебных изделий / Гончар В. В. (RU), Поздняков В.М. (RU), Оспанкулова Г.Х. (KZ), Росляков Ю.Ф. (RU), Шаймерденова Д.А. (KZ), Полуботько О.В. (KZ), Литвяк В.В. (BY) - заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - №2013/1358.1; заяв. 16.10.13; опубл. 15.08.15. (0,76 п.л.; лично соискателем - 0,11 п.л.).

6. Инновационный патент № 31217, Республика Казахстан, МПК: A23P 1/00. Способ получения обогащенного крахмалопродукта / Шаймерденова Д.А. (KZ), Оспанкулова Г.Х. (KZ), Литвяк В.В. (BY), Демьянович Н.Н. (BY), Лисовой В.В. (RU) - заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - №2014/1440.1; заяв. 05.11.14; опубл. 15.06.16. (0,72 п.л.; лично соискателем - 0,12 п.л.).

7. Инновационный патент № 31232, Республика Казахстан, МПК: [C08B 30/12](#). Способ получения модифицированного крахмала / Шаймерденова Д.А. (KZ), Оспанкулова Г.Х. (KZ), Литвяк В.В. (BY), Росляков Ю.Ф. (RU), Тарасенко Н.В. (BY) - заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - №2014/1441.1; заяв. 05.11.14; опубл. 15.06.16. (1,2 п.л.; лично соискателем - 0,24 п.л.).

8. Инновационный патент № 30373, Республика Казахстан, МПК: G01N 1/20. Роторный автоматизированный поточный пробоотборник / Чаканова Ж.М., Кошанов О.М., Шаймерденова Д.А., Абдрахманов Х.А., Боровский А.Ю., Шаймерденова П.Р. - заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - №2014/1212.1; заяв. 16.09.14; опубл. 15.09.15. (0,36 п.л.; лично соискателем - 0,06 п.л.).

9. Инновационный патент № 30356, Республика Казахстан, МПК: C13K 1/06. Способ получения паток различного углеводного состава / Шаймерденова Д.А. , Полуботько О. В., Оспанкулова Г. Х., Тоймбаева Д. Б., Булашев Б. К., Каманова С. Г. - заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский НИИ переработки с/х продукции». - №2014/1477.1; заяв. 11.11.14; опубл. 15.09.15. (0,36 п.л.; лично соискателем - 0,06 п.л.).

### Статьи, индексируемые Agriis, Thomson Reuters, Science Direct, Scopus

1. Asangalieva Z. Kazakhstan wheat as raw material for deep processing. / Asangalieva Z., Shaimerdenova D.A., Abzhanova S.A., Iztaev A.I. // Research Journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. – 2015. - № 6. – P. 931 – 934.

**Монографии**

1. Система машин и оборудования послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна на 2006-2010 / Под общей редакцией д.т.н., профессора А.А.Оспанова // Астана, 2006. – 329 с. (16,5 п.л; лично соискателем – 8,25 п.л.).
2. Шаймерденова, Д.А. Система машин по хранению и переработке зерна / Под общей редакцией Д.А.Шаймерденовой и В.В.Ремеле // Астана, 2013. – 394 с. (23,4 п.л; лично соискателем - 11,7п.л.).
3. Инновационные технологии глубокой переработки зернового сырья в новые продукты / А.И. Изтаев и др. // Алматы, 2015. – 148 с. (8,7 п.л; лично соискателем - 1,45 п.л.).
4. Атлас: морфология полисахаридов / В.В.Литвяк и др. // Астана, 2016. – 335 с. (41,87 п.л; лично соискателем - 6,98 п.л.).