

Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УДК 664.696.1

**ШАЛЮТА
АННА ЕВГЕНЬЕВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛОПЬЕВ ПОВЫШЕННОЙ
ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ГОРОХА**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

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

Могилев 2014

Работа выполнена в учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

Научный руководитель **Урбанчик Елена Николаевна**,
кандидат технических наук, доцент,
директор Института повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

Официальные оппоненты: **Колпакова Валентина Васильевна**,
доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой биотехнологии и пищевой химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производств»

Кондратова Ирина Ивановна
кандидат технических наук, доцент
начальник управления координации и развития алкогольной, кондитерской и крахмалопаточной отраслей Белорусского государственного концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром»

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро стоят вопросы рациональной переработки сельскохозяйственной продукции, налаживания безотходного эффективного производства и получения высококачественного продовольствия. Важной составляющей питания человека являются продукты, богатые белком. В связи с этим большой интерес представляют зернобобовые культуры как перспективный и основной источник растительного белка.

Ведущей зернобобовой культурой, широко возделываемой в Республике Беларусь, является горох. По содержанию незаменимых аминокислот белки гороха схожи с белками животного происхождения. Кроме богатого и доступного растительного белка горох обладает высоким содержанием углеводов, пищевых волокон, минеральных веществ.

В практике зерноперерабатывающей промышленности все большее применение находит инновационный метод переработки сельскохозяйственной продукции, обеспечивающий повышение пищевой ценности зерна – проращивание. Проращивание зерна – это процесс, не имеющий аналогов в природе по энергетической силе, скорости и разнообразию биохимических превращений. При правильно организованном процессе получения пророщенного зерна сложные органические вещества (белки, жиры, углеводы) под действием активных и новообразованных ферментов расщепляются на более простые растворимые соединения при значительном увеличении количества витаминов, что в сочетании с размягченной структурой пищевых волокон делает пророщенное зерно ценным сырьем для пищевой промышленности.

Учитывая высокую влажность, пророщенное зерно невозможно хранить длительное время без ущерба для его уникальных свойств. Хранение в сухом виде позволяет решить эту проблему, но существующая технология конвективной сушки зерна требует применения высоких температур, что отрицательно сказывается на содержании полезных компонентов в высушенном продукте.

В настоящее время одним из перспективных способов термической обработки пищевых продуктов является сушка инфракрасным излучением. Инфракрасное излучение способствует улучшению качественных показателей готовой продукции, позволяет значительно интенсифицировать процесс тепловой обработки, практически полностью сохранить пищевую ценность сырья.

Среди широкого ассортимента зернопродуктов большой популярностью пользуются зерновые каши, на приготовление которых требуется 3–5 минут. Основным компонентом зерновых каш являются зерновые хлопья. Сырьем для получения хлопьев является крупа, которая производится из зерна при его дополнительной обработке – шелушение, полирование, пропаривание и плющение.

ние, что, в свою очередь, снижает пищевую ценность и выход готовой продукции.

В связи с вышеизложенным разработка технологии получения хлопьев из пророщенного зерна гороха с использованием сушки инфракрасным излучением является актуальной, позволит расширить ассортимент крупяной промышленности и получить высококачественную продукцию с высокими потребительскими достоинствами.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами

Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2010–2015 гг., обозначенным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19.04.2010 № 585, п. 9 «Производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции», п. 9.6 «Теория и методология инновационных решений, технологии и методы переработки сельскохозяйственной продукции, налаживания безотходного эффективного производства и получения высококачественного продовольствия, в том числе продуктов питания для детей».

Диссертационная работа выполнялась на кафедре технологии хлебопродуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» в 2009–2014 гг. в рамках заданий региональной научно-технической программы «Развитие Могилевской области» по теме «Разработать и внедрить технологию получения биологически полноценных зерновых продуктов быстрого приготовления», номер госрегистрации 20082352; государственной программы прикладных научных исследований «Рациональное питание» по теме «Разработать и внедрить технологии получения пищевых продуктов быстрого приготовления и не требующих варки на основе пророщенного зерна», номер госрегистрации 20080866; государственной программы научных исследований «Фундаментальные основы биотехнологии» по теме «Разработка научных основ получения из зерна пшеницы и гороха пищевых продуктов с улучшенными потребительскими достоинствами»; гранта Министерства образования Республики Беларусь по теме «Технология производства хлопьев на основе пророщенных семян гороха», номер госрегистрации 20130520; хозяйственных и госбюджетных тем. Настоящая работа соответствует утвержденному плану научно-исследовательской работы учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

Цель и задачи исследований. Целью работы является расширение ассортимента крупяной продукции, обладающей повышенной пищевой ценно-

стью и высокими потребительскими достоинствами, а также повышение эффективности использования местного растительного сырья в результате разработки научно обоснованной технологии производства хлопьев из пророщенного зерна гороха.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- проведение комплексного анализа качественного потенциала зерна гороха, районированного в Республике Беларусь, с целью выбора сортов, пригодных для проращивания, и разработки требований к сырью, направляемому в переработку;

- разработка способа и выбор оптимальных режимов проращивания зерна гороха;

- изучение влияния времени проращивания на химический состав и физико-химические свойства зерна гороха;

- влияние инфракрасной сушки на качество пророщенного зерна гороха и выбор оптимальных режимов термомеханической обработки;

- разработка и опытно-промышленная апробация технологии производства хлопьев из пророщенного зерна гороха;

- оценка показателей качества и безопасности, исследование содержания антипитательных веществ в зерне гороха и в хлопьях, изучение сроков хранения готовой продукции;

- разработка базы данных сырья и программы расчета рецептур пищевых концентратов на основе хлопьев из пророщенного зерна различных культур, опытно-промышленная апробация получения пищевых концентратов.

Положения, выносимые на защиту:

- среднестатистические данные по физико-химическим свойствам (натура 781–813 г/л, плотность 1,24–1,37 г/см³, объем зерновки 143–212 мм³), химическому составу (крахмал 42,0 %–48,5 %, сахара 4,2 %–5,0 %, клетчатка 5,1 %–6,0 %) зерна гороха сортов Агат, Белус, Довский усатый, Миллениум, Фацет, районированных в Республике Беларусь, которые могут быть использованы вместо зарубежных справочных данных для расчета пищевой ценности новых видов продукции из гороха отечественного производства;

- критерий оптимизации процесса проращивания зерна (активность роста, Ар) и методика определения оптимальных режимов проращивания зерна гороха в диапазоне температур от 10 °С до 30 °С, позволяющая определить продолжительность воздушно-водяных пауз и обеспечить максимальный выход пророщенного зерна с длиной ростка не превышающей требуемого технологией значения (от 2 до 3 мм), за минимальное время (от 22,1 до 30,4 ч);

- аналитические зависимости химического состава и физико-химических свойств зерна гороха от времени проращивания (до 30 ч), позволяющие прогнозировать пищевую ценность пророщенного зерна гороха и про-

дуктов на его основе (сближение содержания крахмала на 17,9 %, белка на 12,1 %, жира на 10,3 %, пентозанов на 40,0 %; увеличение содержания сахаров на 100 %, аминокислот на 13,4 %, витамина С на 286 %, витамина В₁ на 43 %, витамина В₉ на 57 %, незаменимых аминокислот на 13,4 %), а также позволяющие осуществлять подбор технологического оборудования, учитывая увеличение влажности зерна гороха до (54,8±0,7) %, объема и массы пророщенного зерна в 2,5 и в 2,1 раза, степени водопоглощения на (148±4) % к начальной массе зерна;

– оптимизация режимов термомеханической обработки пророщенного зерна гороха (время инфракрасной сушки 90 с, межвальцовый зазор 0,6 мм) и технология производства хлопьев из пророщенного зерна гороха, позволяющая в значительной степени сохранить термолабильные витамины и аминокислоты пророщенного зерна (до 95 %–97 %), получить продукт повышенной пищевой ценности (увеличение содержания витаминов в 2,1 раза, аминокислот на 16,9 % в сравнении с хлопьями полученными по традиционной технологии, снижение антипитательных факторов на 20 %–48 %, в сравнении с исходным зерном гороха), повысить выход хлопьев на 17,5 % и сократить количество операций с 18 до 7 по сравнению с традиционной технологией, и снизить стоимость готового продукта в 1,8–3,1 раза в сравнении с отечественными и зарубежными аналогами.

Личный вклад соискателя. Диссертация является самостоятельно выполненной автором, законченной научной работой, обобщающей результаты теоретических и экспериментальных исследований, в реализации которых автор принимал непосредственное участие. Соискателем самостоятельно изучены, обобщены и проанализированы литературные данные по теме диссертационной работы, осуществлен подбор методов и методик исследований, проведены анализ и статистическая обработка экспериментальных данных, разработана совместно с руководителем научно обоснованная технология получения хлопьев из пророщенного зерна гороха повышенной пищевой ценности, в соавторстве разработаны рецептуры пищевых концентратов на их основе. Химический состав образцов зерна гороха изучался совместно с сотрудниками государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр гигиены», ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», лабораторий ОАО «Климовичский КХП», ВСУ «Могилевская областная ветеринарная лаборатория». Изучение микроструктуры образцов зерна осуществлялось совместно с сотрудниками лаборатории морфологического анализа ГНУ «Институт геологических наук НАН Беларуси»

Апробация результатов диссертации. Результаты работы были представлены и обсуждались на международных и республиканских научных и научно-практических конференциях: VII Международная научная конференция студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств»,

22–23 апреля 2010 г., Могилев, МГУП; областная студенческая научная конференция «Студенческая наука – региону» 26 мая 2010 г., Могилев, ГУ ВПО Белорусско-Российский университет; Международная научная конференция «Хранительна наука, техпика и технологии 2011», 14–15 октября 2011 г., Пловдив (Болгария), университет по хранителни технологии; IX Международная научно-техническая конференция «Техника и технология пищевых производств», 25–26 апреля 2013 г., Могилев, МГУП. Результаты работы демонстрировались на выставках: XIX специализированная выставка БелАГРО-2009, 1–2 июня 2009 г., Минск; IX Московский международный салон инноваций и инвестиций, 26 августа 2009 г., Москва; Международная сельскохозяйственная выставка БелАГРО-2010, 13 июня 2010 г., Минск; XVII Международная выставка-конгресс «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции», 15–17 марта 2011 г., Санкт-Петербург; выставка – дегустация на базе МГУП, приуроченная к встрече делегации Китайской Народной Республики в сфере подготовки кадров для пищевых и перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса и химической промышленности, 18 июня 2011 г., Могилев; выставка научно-технических разработок выпускников и аспирантов высших учебных заведений, приуроченная к балу выпускников, 28 июня 2011 г., Минск; тематическая выставка в рамках рассмотрения вопроса импортозамещения на заседании Совета Министров Республики Беларусь, Дом Правительства, 11 октября 2011 г., Минск; выставка на базе МГУП, приуроченная к приезду заместителя главы администрации Президента Республики Беларусь Радькова А. М., 12 октября 2011 г., Могилев; республиканский научно-практический семинар «Перспективы развития кондитерской промышленности», 27–28 октября 2011 г., Могилев; XVII Международная выставка-конгресс «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции», 15–17 марта 2012 г., Санкт-Петербург; выставка, посвященная Дню белорусской науки на базе ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 25 января 2013 г., Могилев; выставка на коллегии Министерства образования Республики Беларусь, 26 октября 2013 г., Минск; выставка научной и инновационной деятельности МГУП, 2014 г.

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе в рецензируемых научных журналах и сборниках научных трудов – 8 статей (2,5 авторских листа), 7 статей и тезисов докладов в сборниках материалов научных конференций, 4 технических нормативных правовых акта, разработаны и поданы 2 заявки на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения и общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников, приложений. Объем диссертации составляет 199 страниц: объем, занимаемый иллюстрациями и таблицами – 35 страниц, приложениями – 77

страниц, в том числе 31 таблица, 27 рисунков, 185 наименований использованных источников литературы, в том числе иностранных – 142.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен аналитический обзор научной и научно-технической отечественной и зарубежной информации в рамках темы диссертационной работы. Приведена общая характеристика зерна гороха, его ботаническая характеристика, химический состав, физико-химические и структурно-механические свойства.

Проведен обзор пищевых продуктов на основе зерна гороха. Изучены современные способы проращивания зерна, сушки зерна и пищевых продуктов. Установлено, что отсутствует технология проращивания, которая позволит сохранить натуральные витамины и аминокислоты в процессе промышленной переработки пророщенного зерна. Изучены способы получения продуктов быстрого приготовления и не требующих варки на зерновой основе.

Определены цели и задачи исследований.

Во второй главе представлен перечень материалов и методов исследований, разработана структурная схема исследований (рисунок 1).

Объектами исследований являлись 42 образца пяти сортов зерна гороха (Агат, Белус, Довский усатый, Миллениум, Фацет), районированных на территории Республики Беларусь, 2009–2012 года урожая, пророщенное зерно гороха и хлопья из пророщенного зерна. При исследовании свойств зерна гороха и продуктов его переработки применялись общепринятые в промышленности, научных учреждениях республики и за рубежом методы исследований.

Опыты проводились в 3–4 кратном повторении, аналитические определения для каждой пробы осуществляли в трех повторностях. Математическое планирование эксперимента осуществлялось в программе Statgraphics, обработка экспериментальных данных – методами математической статистики с использованием стандартных компьютерных программ.

В третьей главе представлены новые данные по физико-химическим свойствам и химическому составу сортов гороха, районированных в Республике Беларусь (таблица 1). Проведен комплексный анализ качественного потенциала зерна. Установлена корреляционная зависимость между показателями энергии прорастания и жизнеспособности зерна гороха. Выявлены сорта гороха, пригодные для получения пророщенного зерна и продуктов на его основе, – Агат, Белус, Миллениум, относящиеся к I типу гороха продовольственного, допущенные к использованию во всех областях республики, имеющие высокие значения жизнеспособности и энергии прорастания и обладающие наилучшими технологическими свойствами [1, 5, 9, 10, 13, 15].



Рисунок 1 – Структурная схема исследований

Таблица 1 – Физико-химические свойства и химический состав зерна гороха (на W=14,5 %)

Наименование показателя	Сорт гороха					Среднестатистические значения
	Агат	Белус	Довский	Милле-нуум	Фацет	
Натура, г/л	800±10	781±6	813±13	791±6	785±8	781–813
Масса 1000 зерен, г	232±14	281±4	211±4	242±4	246±4	211–281
Плотность, г/см ³	1,36±0,06	1,26±0,02	1,24±0,03	1,30±0,02	1,37±0,04	1,24–1,37
Объем зерновки, мм ³	156±4	212±4	164±3	152±6	143±4	143–212
Белок, %	20,4±1,4	19,8±0,6	21,9±0,5	25,0±0,5	19,6±0,6	19,6–25,0
Крахмал, %	48,5±1,5	47,5±0,4	45,5±0,3	42,0±0,7	47,3±1,1	42,0–48,5
Сахара, %	5,0±0,6	4,6±0,5	4,2±0,2	4,2±0,4	4,7±0,3	4,2–5,0
Клетчатка, %	6,0±0,4	5,7±0,4	6,0±0,4	5,4±0,3	5,1±0,3	5,1–6,0
Жир, %	1,9±0,2	2,1±0,3	1,8±0,1	2,3±0,2	2,3±0,3	1,8–2,3

Разработаны требования к сырью, направляемому в переработку, ТУ ВУ 700036606.105 Зерно зернобобовых культур для проращивания [16], которые в сравнении с требованиями существующих стандартов на зерно гороха имеют существенные отличия по содержанию куколя, металломагнитной, сорной и зерновой примесей, показателю жизнеспособности, влажности.

Разработан способ оптимизации процесса проращивания зерна [21]. Для проращивания был выбран воздушно-водяной способ замачивания как наиболее простой. Впервые введены следующие термины и определения: «этап проращивания» – период времени, включающий одну водную и одну воздушную паузы проращивания; «время прорастания» – время, за которое в образце проросло не менее 85 % зерна гороха при длине ростка не более 3 мм; «активность роста» (Ar) – критерий, комплексно характеризующий процесс прорастания зерна гороха, определяемый по формуле (1):

$$Ar = k_n / \tau, \quad (1)$$

где k_n – количество проросших зерен гороха с длиной ростка не более 3 мм, %;

τ_n – время прорастания зерна (в момент подсчета количества проросших зерен гороха), ч.

Для поэтапной оптимизации воздушно-водяных пауз планировали эксперимент с использованием двух факторов: продолжительность водной паузы этапа (X), продолжительность воздушной паузы этапа (Y).

В качестве выходного параметра оптимизации принят новый показатель – активность роста (Ar). Для установления максимального значения активности роста (Ar) локализовали область значений факторов. Для более полного детального рассмотрения области максимума применяли контурный график поверхности отклика. Пример определения оптимальных режимов первого этапа проращивания (при температуре 20 °С) представлен на рисунке 2. Оптимальные режимы составили: продолжительность водной паузы (Y1) от 6,0 до 7,5 ч, продолжительность воздушной паузы (X1) от 6,0 до 7,0 ч.



Рисунок 2 – Контурный график поверхности отклика для определения оптимальных режимов первого этапа проращивания

Для организации рационального ведения технологического процесса проращивания в производственных условиях аналогично были определены режимы проращивания зерна гороха при различных температурах воздуха.

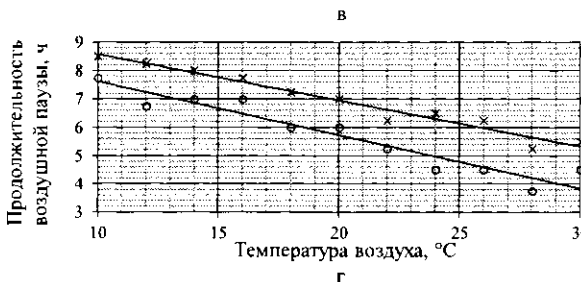
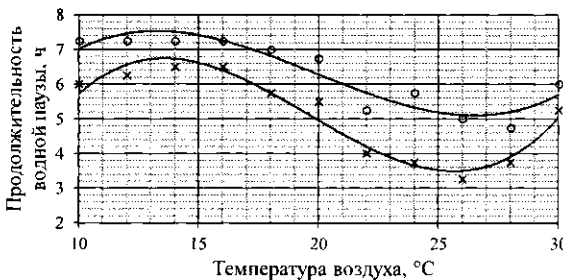
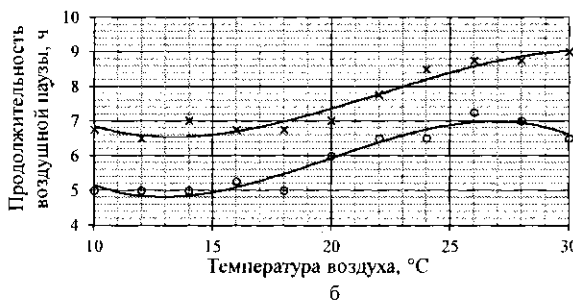
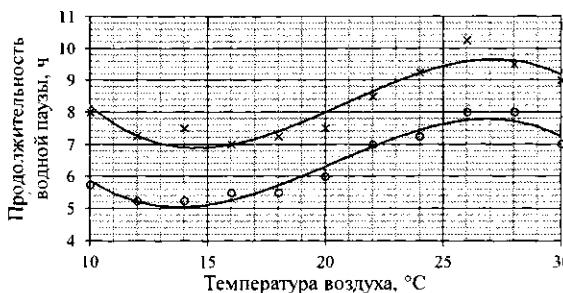


Рисунок 3 – Графики для определения продолжительности водных (а, в) и воздушных (б, г) пауз первого (а, б) и второго (в, г) этапов прорастания

На начальном этапе исследований выбран диапазон для определения оптимальных режимов проращивания от 0 °C до 40 °C с интервалом 2 °C. Установлено, что проращивание при температуре менее 10 °C превышает 5 дней, что значительно увеличивает длительность технологического процесса проращивания зерна гороха в производственных условиях. Проращивание при температуре более 30 °C ведет к снижению активности роста зерна гороха, наблюдается увеличение температуры замочной воды и инактивация процесса прорастания. На основе полученных данных разработаны графики, позволяющие определить оптимальные режимы проращивания зерна гороха в диапазоне температур от 10 °C до 30 °C (рисунок 3).

В процессе проращивания, согласно полученным оптимальным режимам, можно выделить стадии набухания, накле-

ывания, появления ростка и его роста. В первые часы водной паузы первого этапа проращивания поглощение воды происходит интенсивно – зерно увеличивается в объеме, причем данный процесс проходит быстрее при температуре близкой к 26 °С. После полного насыщения зерна водой активизируются ферменты, зерно переходит в стадию наклеивания. Согласно исследованиям в первую водную паузу проращивания при температуре от 10 °С до 20 °С зерно только поглощает воду, процесс наклеивания начинается в первую воздушную паузу проращивания.

При температурах от 20 °С до 30 °С процесс наклеивания начинается уже на первой водной паузе проращивания, поэтому при температуре до 20 °С продолжительность воздушной и водной паузы первого этапа меньше в сравнении с температурными режимами более 20 °С. Согласно полученным графикам зерну гороха, проращиваемому при температуре до 20 °С, необходимы более длительные водные и воздушные паузы второго этапа проращивания. Экстремумы графиков для определения продолжительности первой и второй водных и первой воздушной паузы проращивания (26 °С) соответствует литературным данным оптимальной температуры прорастания зерна в почве (24 °С–26 °С). График для определения продолжительности второй воздушной паузы проращивания имеет линейную зависимость по причине нахождения зерна в стадии роста – все процессы, происходящие в зерне при проращивании, активизировались и проходят одинаково при всех температурных режимах [3, 5, 7, 8, 11].

Получены аналитические зависимости максимального и минимального времени проращивания от температуры воздуха. Значения коэффициентов корреляции находятся в пределах от 0,77 до 0,98, что свидетельствует о высокой степени согласия уравнения с фактическими величинами.

Несмотря на многочисленные исследования процесса проращивания зерна различных культур, в литературе отсутствуют данные по изменению химического состава зерна гороха при проращивании. Проведенные исследования позволили получить новые данные об изменениях химического состава в процессе проращивания зерна гороха. Установлено, что содержание крахмала уменьшается на 17,9 %, причем значительные изменения происходят с 15 часов проращивания. Содержание сахаров увеличивается в два раза. Изменение содержания крахмала и сахаров при проращивании обусловлено гидролизом крахмала с образованием мальтозы и далее, под действием фермента мальтазы, образованием глюкозы.

Содержание белка и жира уменьшается соответственно на 12,1 % и 10,3 %. Распад белков до аминокислот катализируется новообразованными ферментами – протеазами. Уменьшение содержания жира связано с распадом жиров под действием липаз с образования жирных кислот и глицерина. Содержание клетчатки в процессе проращивания гороха незначительно увеличивает-

ся на 6,5 %, что связано с образованием ростка. Содержание пентозанов уменьшается на 40,0 %, что вызвано частичным расщеплением их под действием ферментов целлюлазного комплекса.

В процессе проращивания общее содержание незаменимых аминокислот увеличивается на 13,4 %. Значительно увеличивается содержание треонина и фенилаланина – на 24,5 % и на 29,5 % соответственно. Наблюдается снижение лизина на 5,1 % и метионина на 19,9 % (рисунок 4).

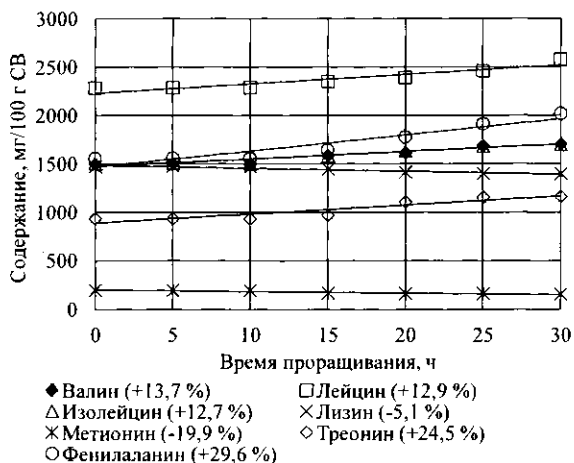


Рисунок 4 – Влияние времени проращивания на аминокислотный состав зерна гороха

магний на 1,08 %, калий и фосфор практически не изменяются. Изменения содержания микроэлементов также незначительны: железо увеличивается на 1,31 %, медь, селен и цинк – остаются на уровне исходного зерна. Незначительные изменения содержания микро- и макроэлементов вызваны, по-видимому, переходом в зерно химических веществ воды.

Получены зависимости вида $y = kx + b$ химического состава зерна гороха от времени проращивания (таблица 2).

Большой интерес для промышленного производства пророщенного зерна представляет изучение влияния времени проращивания на физико-химические свойства зерна гороха: влажность, объем, массу и водопоглощение. Влажность зерна влияет на технологические процессы переработки пророщенного зерна. Изменение объема и массы зерна при проращивании необходимо учитывать при выборе замочных емкостей и степени заполнения их зерном и водой. Степень водопоглощения позволяет установить минимальное количество воды, необходимое для замачивания зерна [2].

Согласно полученным данным в процессе проращивания активно синтезируются витамины: содержание витамина С увеличивается в 2,9 раза, витамина В₁ и фолиевой кислоты в 1,4 и 1,6 раз соответственно. Установлены незначительное увеличение содержания макроэлементов – до 4,51 %, причем кальций и натрий увеличиваются на 2,58 % и 4,51 % соответственно.

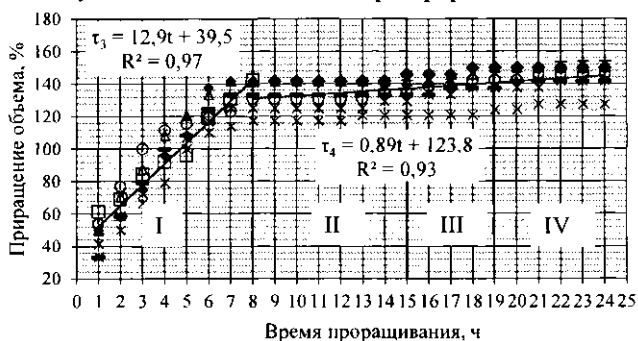
Таблица 2 – Коэффициенты уравнения вида $y = kx + b$

Наименование показателя	k	b	Наименование показателя	k	b
Крахмал	-0,30	51,80	Витамин В ₉	0,29	12,43
Белок	-0,13	30,30	Валин	7,90	1466,50
Клетчатка	0,01	6,10	Лейцин	9,63	2233,10
Сахара	0,18	4,30	Изолейцин	7,54	1478,80
Жир	-0,01	2,99	Лизин	-3,07	1487,90
Пентозаны	-0,02	1,64	Метионин	-1,53	202,01
Витамин В ₁	0,01	0,46	Треонин	9,30	890,53
Витамин С	0,07	0,60	Фенилаланин	16,59	1469,40



I, III – первая и вторая водные паузы, II – первая воздушная пауза

Рисунок 5 – Водопоглощение при проращивании



- ♦ Образец 1 ○ Образец 2 □ Образец 3 × Образец 4
- × Образец 5 — Образец 6 △ Образец 7

I, III – первая и вторая водные паузы, II, IV – первая и вторая воздушные паузы

Рисунок 6 – Изменение объема при проращивании зерна гороха

Изучены динамика поглощения воды (рисунок 5), изменение объема (рисунок 6) и массы зерна гороха в процессе проращивания.

При температуре 26 °С в течение 24 часов объем зерна увеличивается в 2,2–2,5 раза, масса зерна увеличивается в 2,0–2,1 раза, при этом степень водопоглощения составляет $(148 \pm 4)\%$ к начальной массе зерна и влажность конечного продукта – $(54,8 \pm 0,7)\%$. В результате обработки экспериментальных данных получены

линейные аналитические зависимости, представляющие изменение физико-химических свойств зерна гороха при прорастивании.

Термомеханическая обработка включает сушку и плющение пророщенного зерна гороха. Из известных способов сушки пищевых продуктов была выбрана инфракрасная (ИК) сушка, которая является экологически чистой.

Качество готового продукта определяется наличием и сохранением в нем витаминов и аминокислот. С целью определения их сохранности в процессе сушки зерно подвергали ИК-обработке при времени сушки от 0 до 130 с, с интервалом 10 с, и определяли их содержание (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние времени сушки на качество пророщенного зерна гороха

Время сушки, с	Витамин В ₁		Лизин	
	Содержание, мг/100 г СВ	Снижение, %	Содержание, мг/100 г СВ	Снижение, %
0	0,70	–	1400,3	–
10	0,70	–	1400,2	0,01
20	0,70	–	1400,1	0,01
30	0,70	–	1400,0	0,02
40	0,70	–	1399,8	0,04
50	0,70	–	1398,2	0,15
60	0,70	–	1396,5	0,27
70	0,69	1,4	1371,3	2,07
80	0,69	1,4	1341,8	4,18
90	0,68	2,9	1334,1	4,73
100	0,65	7,1	1300,7	7,11
110	0,65	7,1	1260,4	9,99
120	0,63	10,0	951,5	32,05
130	0,60	14,3	822,6	41,26

В качестве исследуемых показателей выбраны термолабильные витамин В₁ и аминокислота лизин, изменения которых после ИК-обработки будут косвенно свидетельствовать об изменении других термолабильных витаминов и аминокислот.

Полученные данные показали, что содержание витамина В₁ и лизина уменьшается незначительно (до 10 %) при времени сушки до 110 с, при этом температура нагрева поверхности зерна гороха составляет до 92 °С, внутри зерновки до 58 °С. Поэтому ИК-обработку свыше 110 с исключили из дальнейших исследований.

При изучении влияния времени сушки на выход хлопьев выявлено, что при сушке пророщенного зерна гороха менее 60 с процесс плющения затруднен, занимает больше времени. Поэтому для определения комплексного влияния факторов термомеханической обработки пророщенного зерна гороха был выбран интервал от 60 до 110 с. Определение оптимальных режимов проводили с использованием системы оперативного анализа данных Statgraphics [8, 14].

Был спланирован эксперимент с использованием двух факторов: время сушки (τ – 60–110 с) и межвальцовый зазор (a – 0,5–0,7 мм). Далее была локализована область значений факторов, в которой выход хлопьев является максимальным.

С этой целью строили поверхность отклика (рисунок 7). Трехмерный график имеет холм с вершиной в значении 90,4 для переменной «время сушки» и 0,61 для переменной «межвальцовый зазор».

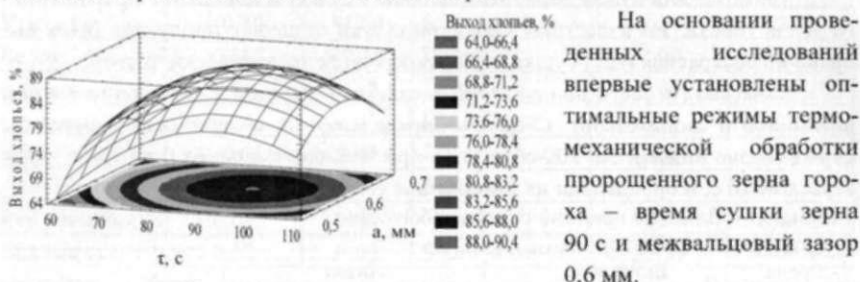


Рисунок 7 – Поверхность отклика

При полученных оптимальных режимах выход хлопьев является максимальным и составляет $(91,0 \pm 1,5) \%$, с минимальным выходом мучки $(7,0 \pm 1,0) \%$.

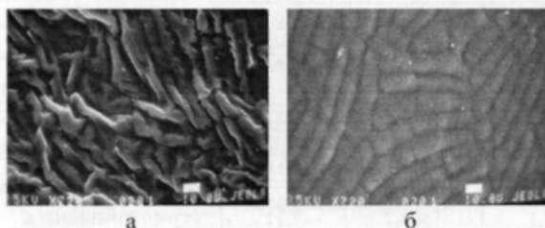


Рисунок 8 – Микроструктура исходного зерна (а) и пророщенного, прошедшего ИК-обработку (б)

На основании проведенных исследований впервые установлены оптимальные режимы термомеханической обработки пророщенного зерна гороха – время сушки зерна 90 с и межвальцовый зазор 0,6 мм.

Изучена микроструктура образцов зерна гороха: исходного и пророщенного, прошедшего ИК-обработку (рисунок 8). Выявлены существенные различия микроструктуры эндосперма изученных образцов.

В четвертой главе представлена разработка технологии получения хлопьев из пророщенного зерна гороха.

В сравнении с традиционной схемой производства хлопьев предлагаемая технология (рисунок 9) позволяет сократить количество операций с 18 до 7, при этом увеличить выход хлопьев на 17,5 %, что позволяет характеризовать разработанную технологию как ресурсосберегаемую.

Для опытно-промышленной проверки разработанной технологии получения хлопьев из пророщенного зерна гороха проведены монтаж и наладка технологической линии в условиях ООО «Производственная компания Старт», г. Долгопрудный, Российская Федерация. В экспериментальных партиях хлопьев определены показатели качества (таблица 4) и безопасности.

По показателям безопасности хлопья из пророщенного зерна гороха отвечают Санитарным нормам и правилам «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 № 52.

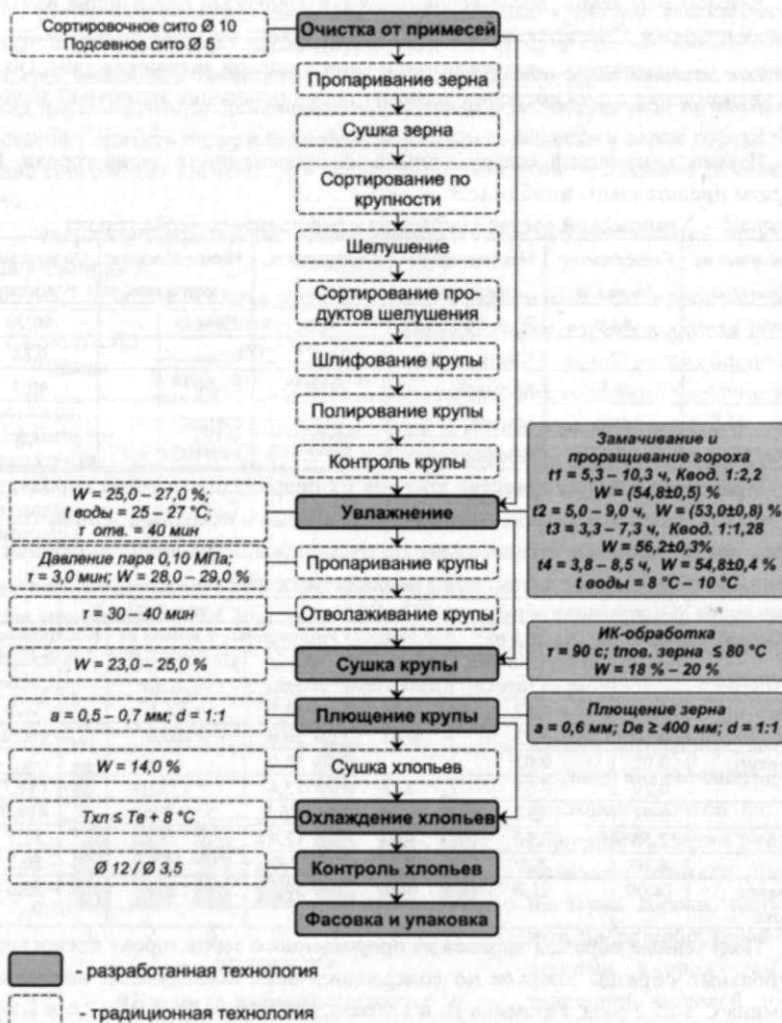


Рисунок 9 – Технологическая схема получения хлопьев из зерна гороха

Таблица 4 – Показатели качества хлопьев из пророщенного зерна гороха

Наименование показателя	Значение	Наименование показателя	Значение
Влажность, %	12,0±1,0	Развариваемость, мин	3,5±0,5
Кислотность, град	2,7±0,3	Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не обнаружена

Разработаны технические условия ТУ ВУ 700099514.029 Хлопья из гороха пророщенного «Могилевские» [17]. Подана заявка на изобретение «Способ производства гороховых хлопьев повышенной пищевой ценности» [20]. Получено уведомление о рассмотрении ходатайства о проведении патентной экспертизы.

Изучен химический состав хлопьев из пророщенного зерна гороха. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав хлопьев из пророщенного зерна гороха

Наименование показателя	Содержание, % на СВ	Наименование показателя	Содержание, мг/кг	Наименование показателя	Содержание, мг/кг
Крахмал	44,9	Зола, % на СВ	4,1	Железо	50,29
Сахара	10,1	Калий	7416,7	Медь	0,84
Жир	2,1	Кальций	2598,5	Цинк	40,3
Белок	26,3	Магний	951,2	Селен	4,5
Клетчатка	6,4	Фосфор	3402,5	мкг/100 г	

Проведена оценка качества хлопьев из пророщенного зерна гороха, полученных по разработанной технологии, в сравнении с исходным зерном гороха и гороховыми хлопьями, полученными по традиционной технологии (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание витаминов в исследуемых образцах

Наименование витамина	Содержание в образце, мг/100 г СВ			Отклонение, %		
	Зерно гороха	Хлопья из пророщенного зерна гороха	Хлопья гороховые (контроль)	Полученных хлопьев от зерна гороха	контрольного образца	Контрольного образца от зерна гороха
В ₁	0,49	0,67	0,36	+ 36,7	+ 86,1	- 36,1
В ₂	0,10	0,13	0,05	+ 30,0	+160,0	- 100,0
β-каротин	0,02	0,03	-	+ 50,0	-	-
В ₆	0,29	0,33	0,12	+ 13,8	+ 175,0	- 141,7
С	0,91	2,52	0,10	+ 176,9	+ 2420,0	- 810,0
РР	2,58	2,90	1,42	+ 12,4	+ 104,2	- 81,7
Е	8,10	8,8	6,2	+ 8,6	+ 41,9	- 30,7
Фолиевая кислота	14,00	21,0	9,0	+ 50,0	+ 133,3	- 55,6

Полученные образцы хлопьев из пророщенного зерна гороха превосходят контрольные образцы хлопьев по содержанию всех исследуемых витаминов: витамина С в 25,2 раза, витамина В₁ в 1,9 раза, витаминов В₂ и В₆ в 2,6 и 2,8 раза соответственно, витамина РР в 2 раза, витамина Е в 1,4 раза. При проведении эксперимента в контрольных гороховых хлопьях не обнаружен витамин β-каротин, в то время как в хлопьях из пророщенного зерна его содержание составляет 0,03 мг/100 г продукта.

Таким образом, хлопья из пророщенного зерна превосходят контрольный образец гороховых хлопьев по общему содержанию витаминов в 2,1 раза, а по сравнению с исходным зерном гороха в 1,4 раза.

Согласно литературным данным зернобобовые культуры характеризуются высокой активностью ингибиторов протеаз, что существенно снижает питательную ценность и технологические свойства белков зернобобовых. Исследования показали, что проращивание в сочетании с ИК-обработкой позволяет существенно снизить содержание антипитательных веществ в зерне гороха: снижение содержания ингибиторов трипсина составило 48 %, активности уреазы – 20 %.

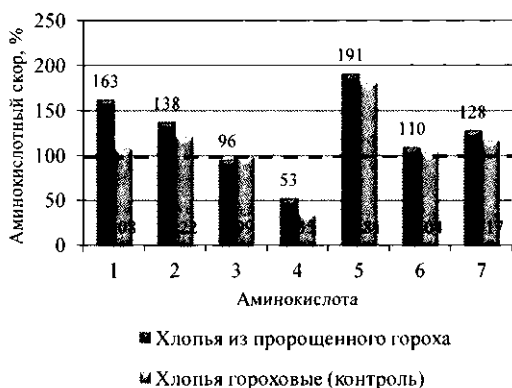
Энергетическая ценность полученных и контрольных хлопьев представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Энергетическая ценность

Наименование образца	Энергетическая ценность	
	ккал/100 г	кДж/100 г
Хлопья из пророщенного зерна гороха	297,6	1262,8
Хлопья гороховые (контроль)	311,7	1322,5

Установлено, что в процессе переработки зерна гороха в хлопья по разработанной технологии суммарное количество аминокислот увеличивается на 7,4 %, в том числе на 8,2 % увеличилось общее содержание незаменимых аминокислот. В сравнении с гороховыми хлопьями (контроль), полученные хлопья обладают высокой биологической ценностью – общее содержание аминокислот на 16,9 % выше, в том числе незаменимых на 20,6 %. Аминокислотный скор полученных хлопьев в сравнении с контрольными гороховыми хлопьями представлен на рисунке 10.

Аминокислотный скор полученных хлопьев в сравнении с контрольными гороховыми хлопьями представлен на рисунке 10.



- 1 – изолейцин; 2 – лейцин; 3 – лизин;
4 – метионин+цистеин; 5 – фенилаланин+тирозин;
6 – треонин; 7 – валин

Рисунок 10 – Сравнительная характеристика аминокислотного сора

Анализ экспериментальных данных по содержанию витаминов, аминокислот, антиалиментарных факторов хлопьев из пророщенного зерна гороха позволяет отнести хлопья из зерна гороха, полученные по разработанной технологии, к продуктам повышенной пищевой ценности.

Изучение сроков хранения хлопьев из пророщенного зерна гороха проводили на основании органолептической оценки и изменения кислотности хлопьев.

Полученные данные позволяют заключить, что при соблюдении установленных режимов хранения регламентируемые показатели качества продукта остаются неизменными в течение 12 месяцев.

В соответствии с СТБ 983 хлопья из пророщенного зерна гороха относятся к продуктам не требующим варки. Среди широкого ассортимента зернопродуктов большой популярностью пользуются зерновые каши, на приготовление которых требуется 3–5 минут. Основным компонентом зерновых каш являются зерновые хлопья. Поэтому для оценки потребительских достоинств нового продукта была изучена возможность производства пищевых концентратов на их основе. С этой целью впервые разработана база данных сырья, включающая новые данные по химическому составу хлопьев из пророщенного зерна фасоли [18], кукурузы [19], пшеницы [4, 6], овса голозерного [12], тритикале [6], ржи [7] и программа расчета рецептур.

Расчет рецептур осуществлялся по средневзвешенным показателям компонентов, входящих в состав готовой смеси. Были разработаны рецептуры пищевых концентратов РЦ РБ 700063306.005 Пророщенное семечко с медом и изюмом, РЦ РБ 700063306.006 Пророщенное семечко со сливками и орехом, РЦ РБ 700063306.007 Пророщенное семечко с медом и орехами. Проведены опытно-промышленные испытания производства новых продуктов не требующих варки. Изготовлены опытные партии продукции в условиях ОАО «Могилевхлебпродукт» и определены их показатели качества. В результате испытаний комиссией не отмечено несоответствий, продукция рекомендована к производству, а опытные партии пищевых концентратов – для использования на пищевые цели. Результаты научных исследований имеют социальный эффект за счет расширения ассортимента крупяной продукции повышенной пищевой ценности. Стоимость хлопьев из пророщенного зерна гороха составила 4941 рублей, что в 1,8–3,1 раза ниже в сравнении с отечественными и зарубежными аналогами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Проведен комплексный анализ качественного потенциала сортов гороха Агат, Белус, Довский усатый, Миллениум, Фацет, районированных в Республике Беларусь. Получены новые данные по физико-химическим свойствам (натура 781–813 г/л, масса 1000 зерен 211–281 г, плотность 1,24–1,37 г/см³, объем зерновки 143–212 мм³), химическому составу (белок 19,6 %–25,0 %, крахмал 42,0 %–48,5 %, сахара 4,2 %–5,0 %, клетчатка 5,1 %–6,0 %) зерна гороха, определены сорта (Агат, Белус, Миллениум) пригодные для проращивания, разработаны требования к сырью, направляемому в переработку, которые в сравне-

нии с требованиями существующих стандартов на зерно гороха имеют существенные отличия по содержанию куколя, металломагнитной, сорной и зерновой примесей, жизнеспособности, влажности [1].

2. Разработан способ оптимизации процесса проращивания зерна, с использованием нового критерия (активность роста, A_p), а также методика определения оптимальных режимов проращивания зерна гороха в диапазоне температур от 10 °С до 30 °С, позволяющая определить продолжительности воздушно-водяных пауз первого и второго этапов проращивания зерна гороха (с жизнеспособностью не менее 85 %) и обеспечить максимальный выход пророщенного зерна с длиной ростка не превышающей требуемого технологией значения (от 2 до 3 мм), за минимальное время (от 22,1 до 30,4 ч) [3, 5, 6, 7, 8].

3. Изучены изменения химического состава (белок, крахмал, сахара, клетчатка, жир, зола, пентозаны, витамины B_1 , С, B_9 , незаменимые аминокислоты) и физико-химических свойств (объем, масса, количество поглощенной воды) зерна гороха при проращивании, получены аналитические зависимости, описывающие данные изменения. Установлено, что в процессе биохимических превращений происходит расщепление сложных органических веществ (белок, крахмал, жир, пентозаны) зерна в среднем на 40 %. Увеличивается суммарное содержание витаминов B_1 и С в 2,2 раза, содержание незаменимых аминокислот увеличивается на 13,4 %. Объем и масса зерна гороха увеличиваются в 2,5 и 2,1 раза соответственно, влажность зерна гороха в конечной точке проращивания ($54,8 \pm 0,7$) %, при этом степень водопоглощения составляет (148 ± 4) % к начальной массе зерна [1, 2].

4. Исследовано влияние ИК-обработки на качество пророщенного зерна гороха. Установлено, что содержание витамина B_1 и лизина уменьшается незначительно (до 10 %) при времени сушки до 110 с, что косвенно свидетельствует о незначительном снижении других термолабильных витаминов и аминокислот, при этом температура нагрева поверхности зерна гороха составляет до 92 °С, внутри зерновки – до 58 °С. Определены оптимальные режимы термомеханической обработки пророщенного зерна гороха (время сушки – 90 с, межвальцовый зазор – 0,6 мм), позволяющие получить хлопья с выходом ($91,0 \pm 1,5$) % и сохранить витамины и аминокислоты пророщенного зерна на 95 %–97 % (снижение витамина B_1 на 2,9 %, аминокислоты лизин на 4,7 %) [7].

5. Разработана, апробирована и внедрена в производство технология получения хлопьев из пророщенного зерна гороха, позволяющая увеличить выход готового продукта на 17,5 % и сократить количество операций с 18 до 7 в сравнении с традиционной технологией, что повысит эффективность использования местного растительного сырья. Разработаны технические условия на хлопья из пророщенного зерна гороха, которые в соответствии с СТБ-983 отнесены к

продуктам не требующим варки (время приготовления хлопьев не превышает 7 минут) [7].

6. Проведена оценка пищевой и биологической ценности, показателей качества и безопасности (химический состав, органолептическая и микробиологическая оценка, содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов) хлопьев из пророщенного зерна гороха, которая подтверждает их соответствие требованиям, предъявляемым к продовольственному сырью и пищевым продуктам в Республике Беларусь. Установлено снижение антипитательных факторов в готовом продукте (ингибиторов трипсина – на 48 %, активности уреазы – на 20 %), по сравнению с исходным зерном гороха. Полученные данные позволяют отнести хлопья из пророщенного зерна к продуктам повышенной пищевой ценности. Определены сроки хранения хлопьев, при которых регламентируемые показатели качества находятся в допустимых пределах [4, 6, 7].

7. Разработана база данных сырья, включающая новые данные по химическому составу хлопьев из пророщенного зерна различных культур, программа расчета рецептур и рецептуры на пищевые концентраты на основе хлопьев из пророщенного зерна. Проведена опытно-промышленная проверка получения пищевых концентратов на основе хлопьев из пророщенного зерна различных культур [4, 6, 7].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Разработана технология получения хлопьев повышенной пищевой ценности из пророщенного зерна гороха.

Разработаны и утверждены технические условия [16], регламентирующие основные показатели качества зерна, направляемого для пророщивания, а также технические условия на хлопья из пророщенного зерна [17, 18, 19] и рецептуры пищевых концентратов на их основе.

Полученные результаты могут быть использованы при изучении процесса пророщивания и термомеханической обработки зерна различных культур.

Разработанная технология получения хлопьев из пророщенного зерна гороха апробирована в производственных условиях ООО «Производственная компания Старт», г. Долгопрудный, Российская Федерация и внедрена в производство. Проведена опытно-промышленная проверка производства пищевых концентратов на основе хлопьев из пророщенного зерна в условиях ОАО «Могилевхлебопродукт».

Результаты научных исследований имеют социальный эффект за счет расширения ассортимента крупяной продукции повышенной пищевой ценности. Стоимость хлопьев из пророщенного зерна гороха составила 4941 рублей, что в 1,8–3,1 раза ниже в сравнении с отечественными и зарубежными аналогами.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о достаточно высокой конкурентоспособности и высоких потребительских достоинствах хлопьев, полученных по разработанной технологии, возможности повышения эффективности использования местного растительного сырья и импортозамещения аналогичной продукции.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Статьи в научных журналах, сборниках научных трудов

1 Кондратенко, Р. Г. Исследование химического состава и технологических свойств пророщенного гороха / Р. Г. Кондратенко, Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Сб. научн. тр. / Университет по хранителни технологии – Пловдив, 2010. – Том LVIII, выпуск 2: Хранителна наука, техника и технологии 2011. – С. 446–451.

2 Урбанчик, Е. Н. Изучение процесса поглощения воды при проращивании зерна гороха / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Сб. научн. тр. / Университет по хранителни технологии – Пловдив, 2013. – Том LX, выпуск 1: Хранителна наука, техника и технологии 2013. – С. 75–79.

3 Урбанчик, Е. Н. Оптимизация режимов второго этапа проращивания зерна гороха / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2013. – № 3(21). – С. 63–68.

4 Урбанчик, Е. Н. Продукты быстрого приготовления на основе пророщенного зерна пшеницы / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, П. Г. Иванов // Хранителна наука, техника и технологии 2010: Научни трудове научно конференции с международно участие, Пловдив, 15-16 октябрия 2010 г./ Университет по Хранителни технологии; редкол.: К. Васильев [и др.]. – Пловдив, 2010.– С. 239–244.

5 Урбанчик, Е.Н. Комплексная характеристика сырья и оптимизация режимов первого этапа проращивания семян гороха / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Вестник Могилевского Государственного университета продовольствия. – 2012. – № 2. – С. 76–80.

6 Урбанчик, Е. Н. Оптимизация технологических режимов получения продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна пшеницы и тритикале / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Теоретический журнал Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 7. – С. 24–26.

7 Урбанчик, Е. Н. Оптимизация технологических режимов получения продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна ржи и гороха / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, Ю. М. Щудло // Пищевая промышленность –2013.–№ 7. – С. 26–28.

8 Шаршунов, В. А. Оптимизация режимов проращивания зерна гороха / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Известия национальной академии наук – 2014. – № 1. – С. 101–106.

Статьи в сборниках материалов конференций, тезисы докладов

9 Алексеенко, И. О. Технологические свойства зерновых и зернобобовых культур белорусской селекции / И. О. Алексеенко, А. Е. Шалюта // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Международной научной конференции студентов и аспирантов, г. Могилев, 22–23 апреля 2010 г. / Могилевский государственный университет продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2010. – С. 93.

10 Иванов, П. Г. Химический состав зерновых и зернобобовых культур белорусской селекции / П. Г. Иванов, А. Е. Шалюта // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Международной научной конференции студентов и аспирантов, г. Могилев, 22–23 апреля 2010 г. / Могилевский государственный университет продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2010. – С. 112.

11 Урбанчик, Е. Н. Оптимизация режимов проращивания семян гороха / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Международной научной-технической конференции, г. Могилев, 25–26 апреля 2013 г. / Могилевский государственный университет продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2013. – С. 23.

12 Урбанчик, Е. Н. Продукты не требующие варки на основе пророщенного овса голозерного / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, П. Г. Иванов // Сб. науч. тр. // Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М.Туган-Барановского. – Донецк, 2012. – Вып.27: Обладання та технології харчових виробництв. – С. 288–293.

13 Урбанчик, Е. Н. Изучение пригодности гороха белорусской селекции для проращивания / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Международной научной-технической конференции, г. Могилев, 25–26 апреля 2013 г. / Могилевский государственный университет продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2013. – С. 22.

14 Шалюта, А. Е. Технология получения продуктов на основе хлопьев из пророщенного зерна / А. Е. Шалюта // Студенческая наука – региону: материалы обл. студ. науч. конф. / Отдел по делам молодежи Могилевского областного исполнительного комитета; Беларус.-Рос. ун-т; Областной совет студ. Молодежи при председателе облисполкома; редкол.: И. С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2010. – С. 75–76.

15 Шалюта, А. Е. Химический состав зерновых и зернобобовых культур белорусской селекции / А. Е. Шалюта, В. М. Комарова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Международной научной конференции студентов и аспирантов, г. Могилев, 22–23 апреля 2010 г. / Могилевский государственный университет продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2010. – С. 161–162.

Технические нормативные правовые акты

16 ТНПА ТУ ВУ 700036606.105-2013 Зерно зернобобовых культур для проращивания. – Могилев: УО «МГУП», 2013. – 12 с.

17 ТНПА ТУ ВУ 700099514.029-2010 Хлопья из гороха пророщенного «Могилевские». – Могилев: ОАО «Могилевхлебопродукт», 2010. – 18 с.

18 ТНПА ТУ ВУ 700099514.033-2010 Хлопья из фасоли пророщенной «Могилевские». – Могилев: ОАО «Могилевхлебопродукт», 2010. – 18 с.

19 ТНПА ТУ ВУ 700099514.037-2010 Хлопья из пророщенного зерна кукурузы «Могилевские». – Могилев: ОАО «Могилевхлебопродукт», 2010. – 17 с.

Заявки на изобретение

20 Способ производства гороховых хлопьев повышенной пищевой и биологической ценности МПК (2006.01) А 23L 1/164 / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта; заявитель УО «Мог. гос. ун-т продовольствия». заявл. 22.07.2013; опубл. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С. 6.

21 Способ оптимизации проращивания зерна и семян а 20130033 Республика Беларусь, МПК (2006.01) А 23L 1/00 / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта; заявитель УО «Мог. гос. ун-т продовольствия». заявл. 11.01.2013; опубл. 30.06.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 3. – С. 6.

РЕЗЮМЕ

Шалюта Анна Евгеньевна

Технология производства хлопьев повышенной пищевой ценности из пророщенного зерна гороха

Ключевые слова: горох, пророщенный горох, проращивание, термомеханическая обработка, физико-химические свойства, химический состав, витамины, ингибиторы трипсина, крупажные продукты повышенной пищевой ценности.

Цель работы – расширение ассортимента крупяной продукции, обладающей повышенной пищевой ценностью и высокими потребительскими достоинствами в результате разработки научно обоснованной технологии производства хлопьев из пророщенного зерна гороха.

При исследовании свойств зерна гороха и продуктов его переработки применялись общепринятые в промышленности, научных учреждениях республики и за рубежом методы исследований, методы математической статистики.

Получены новые данные о физико-химических свойствах и химическом составе сортов зерна гороха, районированных в Республике Беларусь, проведен комплексный анализ качественного потенциала зерна. Выбраны сорта, пригодные для проращивания, и разработаны требования к сырью, направляемому в переработку.

Впервые разработаны способ оптимизации процесса проращивания зерна и методика определения оптимальных режимов проращивания зерна гороха. Изучено влияние времени проращивания на химический состав и физико-химические свойства зерна гороха. Впервые определены оптимальные режимы термомеханической обработки пророщенного зерна гороха.

Разработана, апробирована и внедрена в производство технология хлопьев из пророщенного зерна гороха, позволяющая получить продукт высокой пищевой ценности. Проведена оценка качества хлопьев из пророщенного зерна гороха, полученных по разработанной технологии, в сравнении с исходным зерном гороха и гороховыми хлопьями, полученными по традиционной технологии. Изучена активность ингибиторов трипсина в зерне гороха и в готовой продукции. Исследованы сроки хранения хлопьев из пророщенного зерна гороха.

Впервые создана база данных сырья и разработана программа расчета рецептур пищевых концентратов на основе хлопьев из пророщенного зерна. Изучена возможность производства пищевых концентратов на основе хлопьев из пророщенного зерна, проведены опытно-промышленные испытания производства пищевых концентратов.

РЭЗЮМЭ

Шалюта Ганна Яўгеніеўна

Тэхналогія вытворчасці шматкоў павышанай харчовай каштоўнасці з прарошчанага зерня гароху

Ключавыя словы: гарох, прарошчаны гарох, прарошчванне, тэрмамеханічная апрацоўка, фізіка-хімічныя ўласцівасці, хімічны склад, вітаміны, інгібітары трыпсіну, крупяныя прадукты павышанай харчовай каштоўнасці.

Мэта працы – пашырэнне асартыменту крупяной прадукцыі, якая валодае павышанай харчовай каштоўнасцю і высокімі спажывецкімі вартасцямі, ў выніку распрацоўкі навукова-абгрунтаванай тэхналогіі вытворчасці шматкоў з прарошчанага зерне гароху.

Пры даследаванні ўласцівасцяў зерня гароху і прадуктаў яго пераапрацоўкі ўжываліся агульнапрынятыя ў прамысловасці, навуковых установах рэспублікі і за мяжой метады даследаванняў, метады матэматычнай статыстыкі.

Атрыманы новыя дадзеныя аб фізіка-хімічных уласцівасцях і хімічным складзе гатункаў зерня гароху, раянаваных ў Рэспубліцы Беларусь, праведзены комплексны аналіз якаснага патэнцыялу зерня. Выбраны гатункі, прыдатныя для прарошчвання, і распрацаваны патрабаванні да сыравіны, якая накіроўваецца ў пераапрацоўку.

Упершыню распрацаваны спосаб аптымізацыі працэсу прарошчвання зерня і метадыка вызначэння аптымальных рэжымаў прарошчвання зерня гароху. Вывучаны ўплыў часу прарошчвання на хімічны склад і фізіка-хімічныя ўласцівасці зерня гароху. Упершыню вызначаны аптымальныя рэжымы тэрма-механічнай апрацоўкі прарошчанага зерне гароху.

Распрацавана, аправавана і ўведзена ў вытворчасць тэхналогія шматкоў з прарошчанага зерня гароху, якая дазваляе атрымаць прадукт высокай харчовай каштоўнасці. Праведзена ацэнка якасці шматкоў з прарошчанага зерня гароху, атрыманых па распрацаванай тэхналогіі, ў параўнанні з зыходным зернем гароху і гароховымі шматкамі, атрыманымі па традыцыйнай тэхналогіі. Вывучана актыўнасць інгібітараў трыпсіну ў зерні гароху і ў гатовай прадукцыі. Даследаваны тэрміны захоўвання шматкоў з прарошчанага зерня гароху.

Упершыню створана база дадзеных сыравіны і распрацавана праграма разліку рэцэптур харчовых канцэнтратаў на аснове шматкоў з прарошчанага зерня. Вывучана магчымасць вытворчасці харчовых канцэнтратаў на аснове шматкоў з прарошчанага зерня, праведзены доследна-прамысловыя іспыты вытворчасці харчовых канцэнтратаў.

SUMMARY

Shalyuta Anna Evgenievna

The production technology of cereals increased nutritional value of sprouted grain peas

Keywords: peas, germinated peas, sprouting, thermo mechanical processing, physical and chemical properties, chemical composition, vitamins, trypsin inhibitors, grains products of the raised nutrition value.

The work purpose – expansion of the range of the grains production possessing the raised nutrition value and high consumer advantages as a result of development of scientifically reasonable production technology of flakes from germinated grain of peas.

At research of properties of grain of peas and products of its processing methods of researches, methods of mathematical statistics were applied standard in the industry, scientific institutions of the republic and abroad.

New data on physical and chemical properties and chemical composition of grades of grain of the peas, zoned in Republic of Belarus are obtained, the complex analysis of qualitative potential of grain is carried out. The grades suitable for a sprouting are chosen, and requirements to raw materials directed to processing are developed.

First developed the way of optimizing of process of a sprouting and methods determine the optimal timing germination peas. It is studied influences of time of a sprouting on a chemical composition and physical and chemical properties of grain of peas. Optimum modes of thermo mechanical processing of germinated grain of peas are for the first time defined.

The technology of flakes from germinated grain of the peas, allowing to receive a product of a high nutrition value is developed, approved and introduced in production. The assessment of quality of flakes from germinated grain of the peas, received on the developed technology in comparison with initial grain of peas and the pea flakes received on traditional technology is carried out. Activity of inhibitors of trypsin in grain of peas and in finished goods is studied. Periods of storage of flakes from germinated grain of peas are investigated.

The database of raw materials is for the first time created and the program of calculation of compoundings of food concentrates on the basis of flakes from germinated grain is developed. Possibility of production of food concentrates on the basis of flakes from germinated grain is studied, trial tests of production of food concentrates are carried out.

