

Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УДК 664.874: 664.76: 663.478.2: 633.1

**МИКУЛИНИЧ
МАРИНА ЛЕОНИДОВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИСОЛОДОВЫХ ЭКСТРАКТОВ
ИЗ ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ЯЧМЕНЯ
И ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО С ДОБАВЛЕНИЕМ ПШЕНИЦЫ, РЖИ
И ТРИТИКАЛЕ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

**по специальности 05.18.07 – биотехнология пищевых продуктов
и биологически активных веществ**

Могилев 2017

Работа выполнена в учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

Научный руководитель:

Моргунова Елена Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»

Официальные оппоненты:

Абрамова Ирина Михайловна,

доктор технических наук, заместитель директора Всероссийского научно-исследовательского института пищевой биотехнологии – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

Елисеев Михаил Николаевич,

доктор технических наук, профессор Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова

Оппонирующая организация:

Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»

Защита состоится 10 февраля 2017 года в 15.00 на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.17.01 в учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия» по адресу: 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, проспект Шмидта, 3, ауд. 206, адрес электронной почты mgup@mogilev.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

Автореферат разослан «9» февраля 2017 года.

Ученый секретарь

Совета по защите диссертаций

к.т.н., доцент

О.В. Мацикова

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение населения полноценными и качественными продуктами является приоритетным направлением социально-ориентированных государств, в том числе и Республики Беларусь. Разработка и внедрение инновационных технологий направлена на решение важнейших задач государства – обеспечение продовольственной безопасности и улучшение качества продукции за счет создания конкурентоспособной пищевой продукции. Производство полисолодовых экстрактов относится к инновационным технологиям переработки зерна злаковых.

В Республике Беларусь полисолодовые экстракты не производятся, однако для их производства имеется сырьевая и техническая база. Вместе с тем экстракты широко применяются в странах ближнего и дальнего зарубежья: в качестве самостоятельного продукта, как основа или компонент в хлебопекарной, кондитерской и безалкогольной отрасли для получения продуктов с лечебно-профилактическим действием, так как в них сбалансированы легкоусвояемые углеводы, белковые и минеральные вещества, полифенолы и водорастворимые витамины.

Большой вклад в разработку научных основ производства полисолодовых экстрактов внесли ученые Домарецкий В. А., Ермолаева Г. А., Емельянова И. А., Коротких Е. А. и др. Однако в разных странах полисолодовые экстракты готовят по разным технологиям: из свежепросоженного или сухих солодов разных культур в виде густой вязкой жидкости, в результате этого в показателях качества готового полисолодового экстракта имеются существенные различия. Преимуществом использования сухих солодов является быстрая и лучшая усвояемость готового продукта за счет большего содержания низкомолекулярных фракций белковых веществ, а также данные солода просты в транспортировке и хранении.

Основным сырьем для производства полисолодовых экстрактов является солод различных злаковых культур как пленчатых, так и голозерных, при этом использование голозерного сырья (пшеница, рожь, тритикале, овес) облегчает процесс переработки его в солод, увеличивает выход, повышает пищевую и биологическую ценность готового продукта, но приводит к затруднению процесса фильтрации на стадии затирания. Целесообразным является применение в составе ячменного солода в качестве основного фильтрующего слоя и как сырья, традиционно используемого при получении солодовых экстрактов.

В связи с актуальностью использования в пищевой промышленности полисолодовых экстрактов настоящая работа посвящена разработке технологии их производства из солодов зернового сырья белорусской селекции, позволяющей повысить эффективность использования отечественного зернового сырья и получить новый для белорусского рынка продукт с высокой пищевой и биологической ценностью.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Работа выполнена на кафедре технологии пищевых производств учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

В работе представлены результаты исследований, выполнявшихся в соответствии с приоритетными направлениями научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 годы, в том числе в рамках научно-исследовательской работы «Разработка технологии натуральных напитков брожения на основе растительного сырья» (2011–2015 гг., № госрегистрации 20113130) и по заказу концерна «Белгоспищепром» договор № 2011-06; исследования по заданиям ГПНИ «Инновационные технологии в АПК 5.91» «Разработка научных основ технологии получения специализированных продуктов с использованием ингредиентов из цельного зерна ячменя» (2014–2015 гг., № госрегистрации 20141455); и ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства 9.3.30» «Исследование и разработка научных основ технологии получения полисолодовых экстрактов с заданными вкусоароматическими свойствами» (2016–2018 гг., № госрегистрации 20162700).

Цель и задачи исследования. Цель работы – обеспечение населения Республики Беларусь продуктом, обладающим повышенной пищевой и биологической ценности, на основе разработки научно обоснованной технологии получения полисолодовых экстрактов.

В соответствии с поставленной целью сформулированы задачи исследований:

- выполнить комплексный анализ показателей качества голозерного зернового сырья (пшеница, тритикале, рожь, овес) и ячменя пленчатого белорусской селекции с целью выбора сырья как основы для получения полисолодовых экстрактов;

- изучить влияние температурных режимов солодоращения на продолжительность процесса и гидролитическую активность ферментов и оптимизировать технологические режимы проращивания для выбранного зернового сырья с целью получения солодов как основы для полисолодовых экстрактов;

- исследовать влияние соотношения солодов, фракционного состава помола соложенного голозерного зернового сырья и способа затирания в различных зерновых композициях на технологические показатели, показатели пищевой и биологической ценности полисолодовых экстрактов;

- разработать технологию получения полисолодовых экстрактов;

- дать комплексную оценку по технологическим показателям, пищевой и биологической ценности полисолодовых экстрактов, установить сроки их годности.

Научная новизна:

– исследованы технологические, физико-химические показатели и биохимический состав новых сортов злаковых культур белорусской селекции, в результате чего определены интегральные показатели качества зерна, с помощью которых проведен отбор и доказана целесообразность использования выбранных сортов для получения полисолодовых экстрактов;

– установлены зависимости активности гидролитических групп ферментов от температуры и продолжительности проращивания при различных режимах проращивания, с использованием которых определен оптимальный режим солодоращения;

– предложены и обоснованы оптимальные соотношения солодов зернового сырья, оптимальный фракционный состав помола голозерного зернового сырья в композициях, позволяющие увеличить скорость фильтрации и обеспечивающие максимальную пищевую и биологическую ценность полисолодового сусла;

– разработана технология полисолодовых экстрактов из трехкомпонентной композиции на основе ячменя и овса голозерного с добавлением пшеницы, ржи, тритикале с оптимальными технологическими параметрами, позволившая получить новый продукт для белорусского рынка с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Положения, выносимые на защиту:

– новые данные по технологическим, физико-химическим свойствам и биохимическому составу 24 сортов злаковых культур белорусской селекции и обоснование пригодности сырья для получения солодов и полисолодовых экстрактов на их основе [1, 2, 8];

– зависимости активности гидролитических групп ферментов от температуры и продолжительности проращивания при различных режимах проращивания, с использованием которых определен оптимальный режим солодоращения («падающих» температур), обеспечивающий увеличение активности α - и β -амилазы, протеаз, цитолитических ферментов в 1,1–2,4 раза и позволяющий сократить длительность процесса солодоращения на 14 % – 20 % [1, 6, 9];

– соотношение солодов из голозерного зернового сырья в композициях: ячменно-пшенично-овсяный экстракт – 30:60:10 %; ячменно-тритикалево-овсяный экстракт – 25:25:50 %; ячменно-ржано-овсяный экстракт – 25:25:50 %, обеспечивающее максимальную пищевую (содержание витаминов В₁ – 0,06–0,11 мг/100 см³ и В₂ – 0,01–0,03 мг/100 см³, β -каротина – 0,002–0,003 мг/100 см³, минеральных веществ: цинка – 0,05–0,16 мг/100 см³, меди – 0,09–0,11 мг/100 см³, железа – 0,16–0,24 мг/100 см³) и биологическую ценность (в частности, содержание валина – 20,1–28,1 мг/100 см³, изолейцина – 12,6–14,2 мг/100 см³, лейцина – 10,4–19,8 мг/100 см³, фенилаланина – 9,8–12,7 мг/100 см³, лизина – 7,7–10,2 мг/100 см³) [3, 4, 7, 10, 11];

– фракционный состав помола (крупная (сход сита 2,2), средняя (сход сита 1,0), мелкая (сход сита 0,56) крупка, мука (проход сита 0,56)) голозерного зернового сырья в композициях: ячменно-пшенично-овсяный экстракт – 10; 15; 40; 35 %; ячменно-тритикалево-овсяный экстракт – 15; 15; 40; 30 %; ячменно-ржано-овсяный экстракт – 20; 15; 40; 25 %, позволяющий увеличить скорость фильтрации на 2,0 % – 11,0 % и обеспечивающий достаточную пищевую ценность (содержание витаминов В₁ – 0,06–0,13 мг/100 см³ и В₂ – 0,02–0,05 мг/100 см³, β-каротина – 0,002–0,004 мг/100 см³, минеральных веществ: цинка – 0,07–0,22 мг/100 см³, меди – 0,13–0,44 мг/100 см³, железа – 0,12–0,46 мг/100 см³, белка – 1,04 % – 1,38 %, мальтозы – 7,8–9,1 г/100 см³) [3];

– технология полисолодовых экстрактов из зернового сырья белорусской селекции, отличающаяся оптимальным соотношением солодов и фракционным составом помола голозерного сырья, позволившая получить продукт, удовлетворяющий суточную потребность в витамине В₁ на 25 % – 47 %, В₂ – 11 % – 21 %; цинке – 4 % – 14 %, меди – 88 % – 93 %, железе – 7 % – 19 %; с показателями аминокислотного сгора по валину – 44 % – 53 %, метионину – 12 % – 23 %, изолейцину – 32 % – 34 %, лейцину – 14 % – 27 %, фенилаланину – 15 % – 20 %, лизину – 16 % – 20 %, треонину – 20 % – 24 %; и увеличить содержание белка в 1,4–1,6 раза, минеральных веществ – в 1,1–2,9 раза, незаменимых аминокислот – в 1,3–1,7 раза [3, 4, 10, 11].

Личный вклад соискателя. Автором изучены, обобщены и критически проанализированы литературные данные по теме работы, подобраны методы и методики исследования, проведены экспериментальные исследования, статистически обработаны и проанализированы полученные данные. Совместно с руководителем разработана научно обоснованная технология получения полисолодовых экстрактов, нормативная правовая документация на новые виды продукции. Аминокислотный и минеральный состав образцов зерна, солода и полисолодовых экстрактов изучался совместно с сотрудниками Республиканского контрольно-испытательного комплекса по безопасности и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (РБ). Изучение физико-химических показателей сухих солодов осуществлялось совместно с сотрудниками лаборатории ОАО «Белсолод» (РБ), полисолодовых экстрактов – с сотрудниками лаборатории «Частная пивоварня «Калмыцкая» (РФ).

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные результаты диссертационной работы представлялись и обсуждались на Международных научных и научно-технических конференциях «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 2012–2015 гг.), «Пищевая наука, техника и технология» (Болгария, Пловдив, 2012 г.), XI–XII Международных научно-практических конференциях «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (Минск, 2013, 2015 гг.),

Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственных производств» (Гродно, 2014–2015 гг.), Международной научно-практической Интернет-конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности и ресторанном хозяйстве» (Харьков, 2012 г.), Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании – основа повышения качества, конкурентоспособности и безопасности товаров» (Москва, 2013), Международном научно-практическом видеосеминаре «Биотехнологические основы создания функциональных продуктов питания» (Семей-Могилев, 2016), а также на конкурсах инновационных проектов Invest Weekend (Могилев, 2013) – проект «Полисолодовые экстракты» награжден дипломом в номинации «Самый инновационный проект», и «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» (Санкт-Петербург, 2015) – проект «Полисолодовый экстракт для пищевой промышленности» награжден дипломом II степени (серебряная медаль) в номинации «Лучший инновационный проект в области: технологии живых систем (биотехнология), защита растений и семян».

Опубликованность результатов диссертации. Количество авторских листов публикаций по теме диссертации, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в РБ, составляет 1,9 авторских листа. По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, в том числе в рецензируемых научных журналах и сборниках научных трудов – 3 статьи, 17 статей и тезисов докладов в сборниках материалов и тезисов научных конференций; подана заявка на патент № а20140494 от 19.09.2014 г., а также утверждены технические условия, технологическая инструкция и 3 рецептуры.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 4 глав, заключения, списка использованных источников, приложений. Общий объем диссертации составляет 216 страниц машинописного текста. Диссертация содержит 36 таблиц на 28 листах, 38 рисунков на 26 листах, 23 приложения на 70 листах, 182 источников литературы на 15 листах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен анализ современного состояния технологии полисолодовых экстрактов и области их применения. Дана характеристика сырья, используемому при производстве полисолодовых экстрактов. Установлено, что наиболее перспективным и целесообразным сырьем с технологической точки зрения для производства полисолодовых экстрактов являются голозерные злаковые культуры (пшеница, овес, рожь, тритикале), при использовании которых наблюдается наибольший выход продукции и соответственно большая пищевая ценность готового продукта. Проведен анализ

способов получения солодов и полисолодовых экстрактов. Анализ литературных источников показал, что технологии получения солодов из различного зернового сырья изучены достаточно подробно, однако для каждого вида и сорта зернового сырья необходимо подбирать оптимальные технологические параметры солодоращения. Установлено, что в литературных данных отсутствует информация о влиянии соотношении сырья, фракционного состава помола голозерного сырья в композициях на качественные показатели полисолодовых экстрактов [4, 5, 12].

Определены цели и задачи исследований.

Во второй главе представлена характеристика объектов и методов исследований, организация постановки эксперимента. Общая схема исследования приведена на рисунке 1.

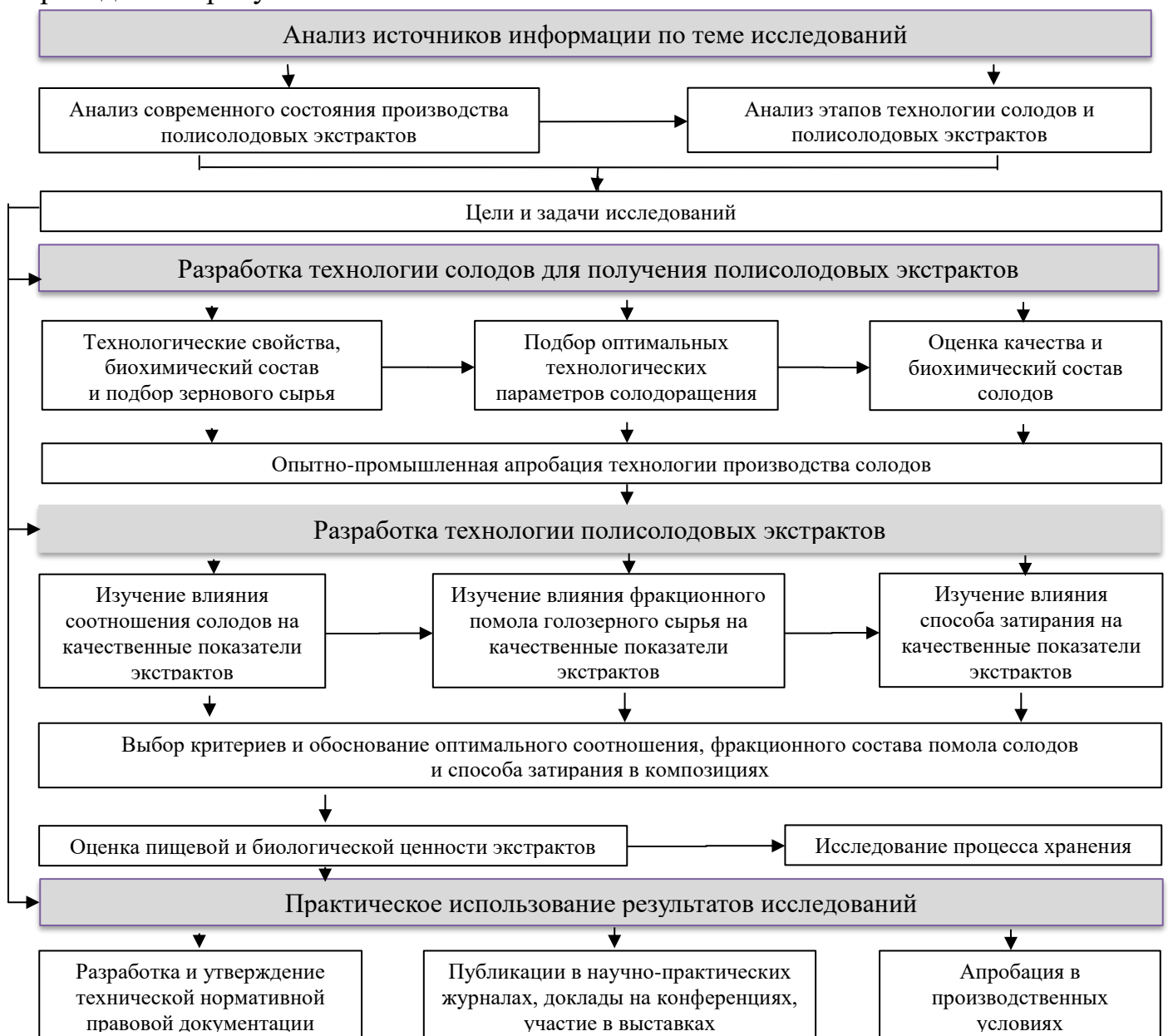


Рисунок 1. – Структурная схема исследований

Объектом исследования явились новые и перспективные сорта злаковых культур белорусской селекции, районированные в научно-практическом центре

НАН Беларуси по земледелию и включенные в Государственный реестр РБ: ячмень сортов Радзіміч, Магутны, Бровар, Стратус, Фэст, Батька; пшеница сортов Леана, Любава, Сударыня, Ласка, Сабина, Элегия, Канвеер; овес голозерный сортов Гоша, Крепыш, Вандроўнік; тритикале сортов Узор, Садко, Эра, Руно; рожь сортов Пралеска, Зазерская 3, Офелия, Плиса; свежепроросшие и высушенные солода, полученные в лабораторных и производственных условиях; полисолодовые экстракты, полученные на основе солодов.

Предмет исследования – показатели и параметры на этапах технологического процесса получения солодов злаковых культур из зерна белорусской селекции и полисолодовых экстрактов на их основе.

Отбор проб, подготовку и проведение испытаний осуществляли стандартными и специальными физико-химическими, химическими и органолептическими методами.

Содержание белка определялось с помощью автоматической установки Kejeltec 2000, β -каротин – фотоколориметрическим методом на фотометре ФЭК-3, витаминов B_1 и B_2 – флюорометрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат Ф-02», аминокислотный состав – с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 1200, минеральный – атомно-эмиссионным методом на спектрометре МДР-3 Ломо по ТУ РБ 1472936.001-97, амилолитическую активность (раздельно α - и β -амилазы) – по методу SKB, протеолитическую – по скорости реакции гидролиза субстрата при определенных условиях до низкомолекулярных продуктов, количественное содержание которых определяли методом Къельдаля, цитолитическую – методом Салмановой Л. С.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием стандартных компьютерных программ (Statgraphics Plus, Excel).

Для определения оптимального соотношения солодов в смеси, фракционного состава помола голозерного сырья, способа затирания использовали комплексный показатель качества [3]:

$$d = \sum_{i=1}^n M_i \sum_{j=1}^n M_j K_j, \quad (1)$$

где M_i – коэффициент весомости групповых показателей (технологические показатели, показатели пищевой, биологической ценности и др.);

M_j – коэффициент весомости единичных показателей (скорость фильтрации, кислотность, белок, лизин, β -каротин, цинк и др.);

K_j – относительный показатель качества в виде частного критерия.

В третьей главе представлены результаты исследований технологических, физико-химических свойств и биохимического состава зернового сырья белорусской селекции в 3-летнем цикле наблюдений (2011–2013 гг.).

Анализируемые показатели варьировались в широких диапазонах в зависимости от вида и сорта зернового сырья: для способности прорастания – 62,4 % – 99,0 %; для экстрактивности – 60,8 % – 82,6 %; по содержанию крахмала – 35,8 % – 68,0 %; по выравненности – 65,6 % – 96,4 %; по натуре – 525–808 г/дм³; по абсолютной массе – 26,5–52,0 г; по содержанию белка – 8,5 % – 15,1 %; по содержанию полифенольных веществ – 0,14 – 0,35 мг%; по содержанию витамина В₁ – 0,27–0,53 мг/100 г, витамина В₂ – 0,05–0,48 мг/100 г, β-каротина – 0,004–0,064 мг/100 г; цинка – 0,78–4,52 мг/100 г; меди – 0,05–0,32 мг/100 г; железа – 0,96–6,47 мг/100 г [1–3, 8].

Для выявления сортов, наиболее пригодных для получения из них солодов и полисолодовых экстрактов на их основе, использовали оригинальный методический подход, предложенный профессором Ж. А. Рупасовой, основанный на сопоставлении у исследуемых образцов относительных размеров, соотношений положительных и отрицательных отклонений от оптимального уровня исследуемых показателей качества. Для этого рассчитаны размеры отклонений по технологическим и биохимическим показателям относительно разработанных критериев. В качестве показателей использовали требования, предъявляемые к зерну при получении из него солода (способность прорастания – не менее 92,0 %; разница между энергией и способностью прорастания – не более 2,0 %; экстрактивность – не менее 75,0 %; содержание крахмала – не менее 60,0 % (за исключением овса голозерного); выравненность – не менее 80,0 %; натура – не менее 680 г/дм³ для ячменя и ржи, 730 г/дм³ – для пшеницы, 700 г/дм³ – для тритикале, 550 г/дм³ – для овса; абсолютная масса – не менее 42,0 г для ячменя, пшеницы, ржи, 44,0 г – для тритикале, 32,0 г – для овса голозерного) и показатели рекомендательного характера (содержание белка – не менее 15,0 %, полифенольных веществ – не менее 0,5 мг% и витаминов, минеральных веществ, согласно норм физиологических потребностей в пищевых веществах различных групп населения РБ (в сутки) [2]. Результаты расчетов представлены на рисунке 2.

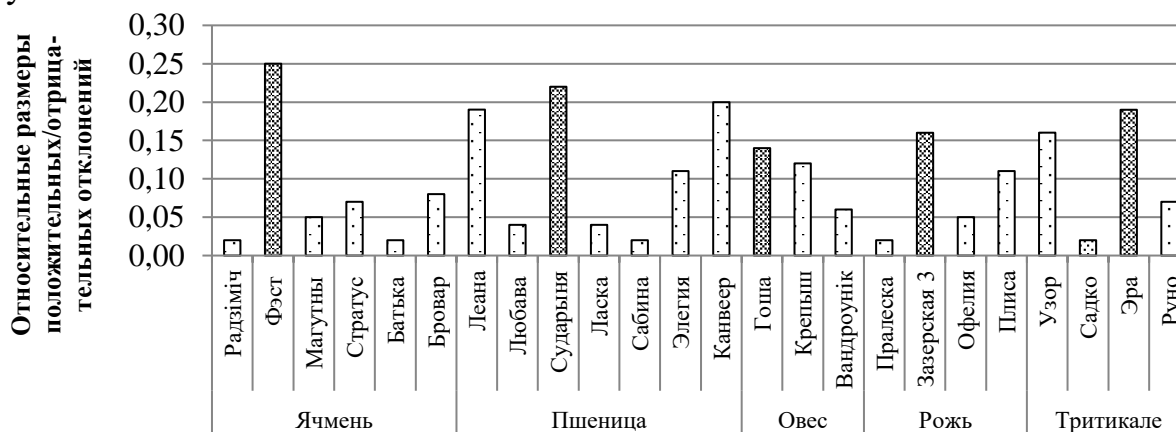


Рисунок 2. – Относительные размеры соотношения положительных и отрицательных отклонений в технологических и биохимических показателях зернового сырья

На основании полученных данных определены наиболее пригодные для производства полисолодовых экстрактов сорта зернового сырья (таблица 1).

Таблица 1. – Технологические показатели и биохимический состав зерна

Наименование показателей	Ячмень сорта Фэст	Пшеница сорта Сударыня	Овес сорта Гоша	Рожь сорта Зазерская 3	Тритикале сорта Эра
Способность прорастания, %	97,0±0,7	99,0±0,3	94,8±1,7	98,0±0,5	94,0±1,9
Экстрактивность, %	82,0±0,3	82,6±0,4	76,6±2,2	80,7±1,5	82,5±0,8
Содержание крахмала, %	64,1±3,2	68,0±2,8	53,1±3,2	60,3±2,0	66,4±5,9
Выравненность, %	96,4±1,6	96,4±1,2	92,4±0,7	90,2±1,2	93,4±1,1
Натура, г/дм ³	715±6	808±9	671±7	700±7	705±9
Абсолютная масса, г	52,0±2,8	42,0±3,2	32,0±1,7	52,0±2,8	44,3±1,6
Содержание:					
- белка, %	10,3±0,8	7,9±0,6	13,2±1,5	11,9±1,5	13,5±1,4
- полифенольных веществ, мг%	0,33±0,08	0,28±0,02	0,12±0,04	0,22±0,09	0,25±0,04
- витамина В ₁ , мг/100 г	0,35±0,11	0,38±0,13	0,48±0,12	0,53±0,24	0,44±0,07
- витамина В ₂ , мг/100 г	0,12±0,07	0,09±0,05	0,18±0,05	0,34±0,15	0,27±0,17
- β-каротина, мг/100 г	0,037±0,007	0,008±0,004	0,054±0,012	0,041±0,008	0,037±0,013
- цинка, мг/100 г	2,05±0,51	2,24±0,55	3,32±0,40	2,27±0,23	2,60±0,21
- меди, мг/100 г	0,30±0,12	0,30±0,05	0,31±0,27	0,31±0,06	0,31±0,07
- железа, мг/100 г	3,15±0,24	3,39±0,68	4,31±0,60	6,47±0,70	3,72±0,28

С целью получения солодов с высокой активностью ферментов проведен подбор оптимальных технологических режимов солодоращения различных видов зерна, используемых для получения полисолодовых экстрактов.

Изучено влияние температуры замочной воды на продолжительность замачивания зерна. В результате проведенного эксперимента определена температура (10°С – 14°С) и продолжительность замачивания (20–42 ч), которые дают равномерное прорастание для различных культур [6].

Изучено влияние температурных режимов солодоращения на динамику накопления гидролитических ферментов и продолжительность проращивания для исследуемого зерна. Проращивание проводили по трем температурным режимам: «возрастающему» – 13°С – 17°С, «постоянному» – 14°С – 15°С и «падающему» – 17°С – 13°С до достижения длины зародышевого листка от ¾ до 1 длины зерна.

Обработка экспериментальных данных позволила получить эмпирические уравнения, устанавливающие зависимость активности гидролитических ферментов от температурного режима проращивания и продолжительности солодоращения исследуемого зерна (рисунок 3).

Применяя метод регрессионного анализа и метод весовых коэффициентов, получили обобщенный показатель активности ферментов для различных

режимов солодоращения (y_1, y_2, y_3), позволяющий определить минимум функции (y). Процесс солодоращения считается законченным при достижении обобщенным показателем минимального значения, близкого к нулю.

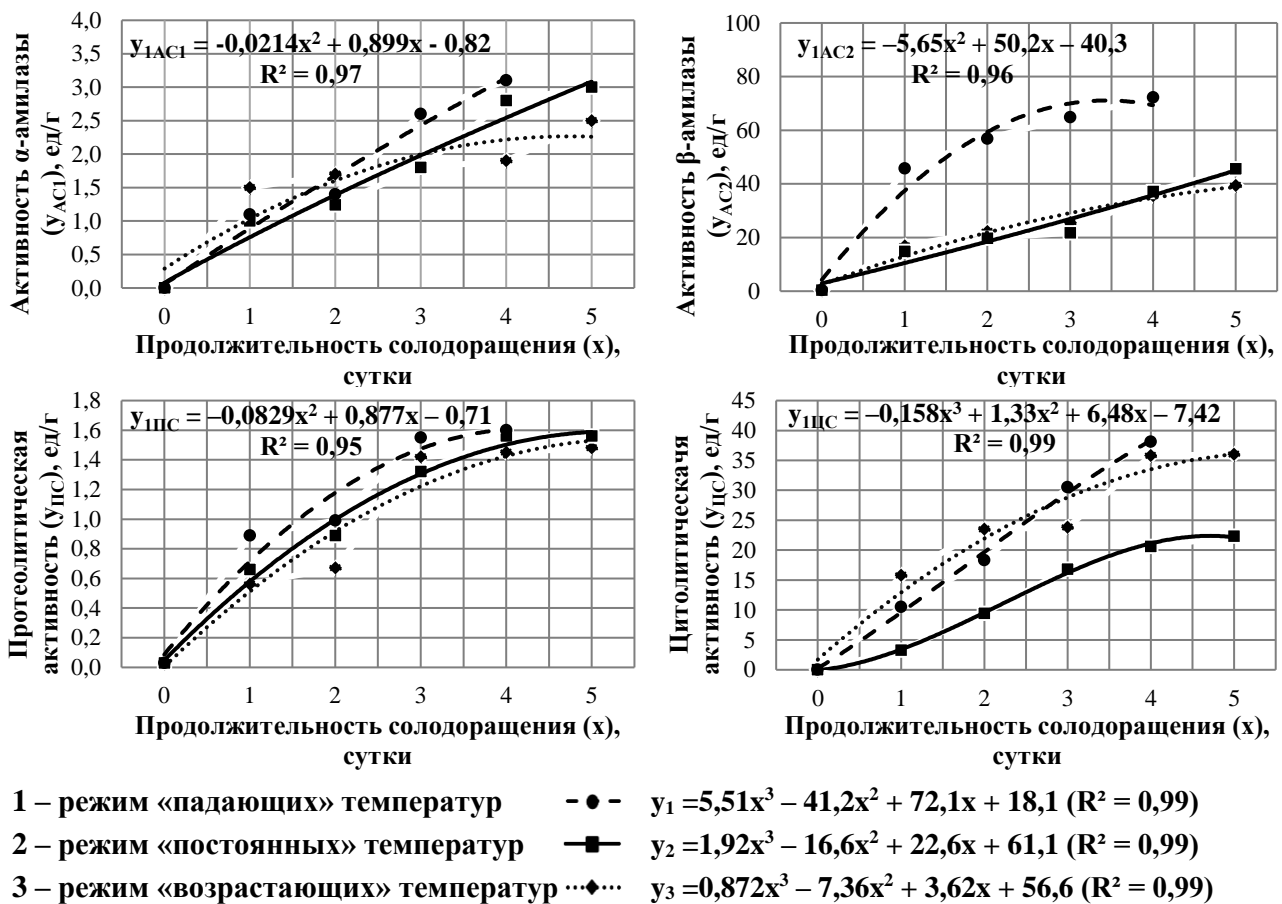


Рисунок 3. – Влияние температурных режимов солодоращения на активность α - и β -амилазы, протеолитическую и цитолитическую активности (на примере овса голозерного сорта Гоша)

В результате обработки полученных уравнений определено, что режим «падающих» температур является оптимальным для накопления гидролитических групп ферментов в процессе солодоращения зернового сырья белорусской селекции, позволяет увеличить активность α - и β -амилазы, протеаз и цитолитических ферментов в 1,1–2,4 раза и сократить продолжительность солодоращения на 14 % – 20 % [1, 9].

Изучено влияние температуры сушки свежепросоженного солода на изменение гидролитических групп ферментов и ее продолжительность. Определены параметры сушки: температура отсушки (65 °С–70 °С) и продолжительность сушки (16–22 ч), которые позволяют сохранить сравнительно высокую активность ферментов при необходимой влажности солода (4 % $\leq w \leq$ 8 %).

Проведена опытно-промышленная проработка и оценка качества солодов (таблица 2) согласно разработанным режимам.

Таблица 2. – Технологические показатели солодов

Наименование показателей	Солод				
	Ячменный	Пшеничный	Овсяный	Ржаной	Тритикалевый
Экстрактивность, %	79,4±0,3	85,2±0,4	78,9±0,2	80,0±0,3	80,0±0,4
Ферментативная активность, ед/г:					
- α- и β-амилазы, ед/г	457±14	641±13	68±7	430±10	372±8
- протеолитическая, ед/г	3,0±0,2	13,7±0,3	1,8±0,2	3,0±0,2	2,2±0,3
- цитолитическая, ед/г	31,2±1,6	32,4±1,5	30,5±1,2	66,1±1,5	35,9±1,6
Лабораторное сусло:					
Продолжительность осахаривания, мин	10±5	15±3	28±2	15±3	15±2

Установлено, что используемое сырье пригодно для производства солода, а разработанные технологические режимы позволяют получить солод высокого качества.

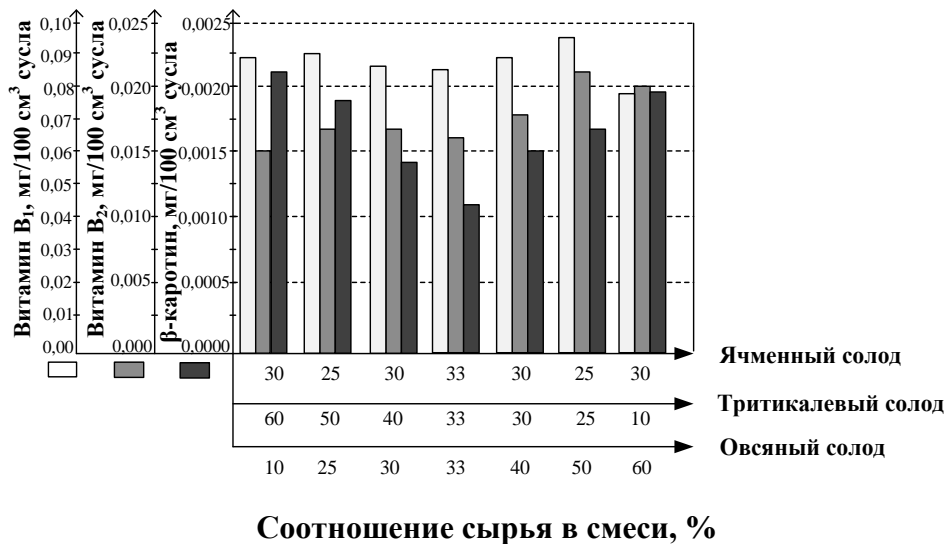
В четвертой главе разработаны рецептуры и технология полисолодовых экстрактов на основе солодов зернового сырья белорусской селекции (ячмень, пшеница, тритикале, рожь, овес голозерный).

Изучено влияние соотношения солодов зернового сырья белорусской селекции на качественные показатели полисолодового сусла.

Эксперимент был проведен на сусле, состоящем из трех ингредиентов, содержащих 25 % – 30 % ячменного солода, в которое вносили в количестве от 10 % – 60 % от массы ячменного солода овсяный солод и 10 % – 60 % от массы ячменного солода пшеничный, тритикалевый или ржаной солода (21 композиция).

В результате анализа показателей качества все образцы сусла имели степень осахаривания в пределах нормы, которая составляла не более 30 минут, при этом высокой степенью осахаривания отмечался солодовый экстракт из комбинации ячмень-тритикале-овес при всех соотношениях – 5–6 минут. Цвет в композициях варьировался в пределах 0,60–1,25 цв. ед. от светло- до темно-золотистого; кислотность – в пределах 1,8–3,1 к. ед.; вязкость – в пределах 1,24–1,59 мПа·с. Максимальное значение вязкости было отмечено в образцах, содержащих 50 % – 60 % тритикалевого, овсяного и ржаного солодов, что обусловлено содержанием в данных солодах некрахмалистых полисахаридов, а именно гумми-веществ.

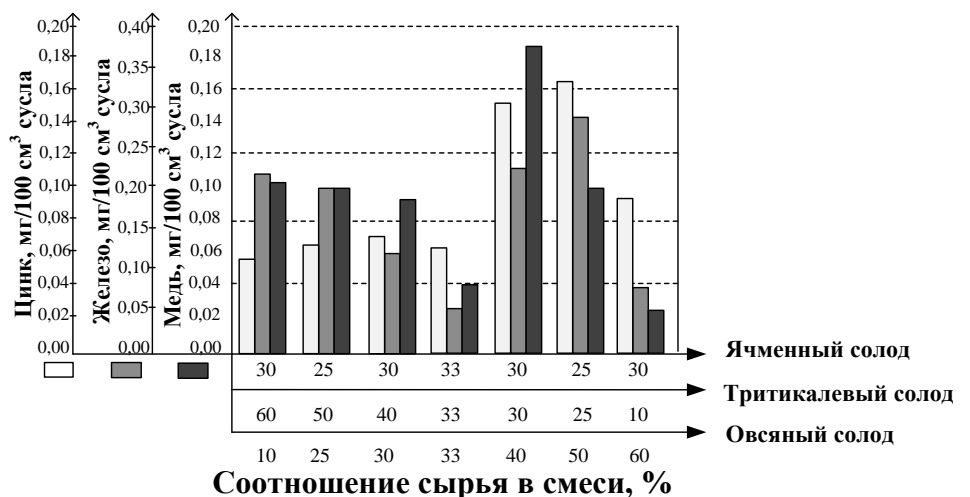
Изучена пищевая ценность композиционных смесей. Отмечено, что с увеличением доли в смеси овсяного солода с 33 до 50 % увеличивается содержание витаминов в 1,1–3,3 раза, а при уменьшении доли тритикалевого, пшеничного, ржаного солодов с 50 до 33 % и увеличении доли овсяного солода с 25 до 33 % их содержание уменьшается в 1,1–2,0 раза (рисунок 4).



Соотношение сырья в смеси, %
Рисунок 4. – Влияние соотношения солодов на содержание витаминов (на примере

ячменно-тритикалево-овсяного полисолодового сусла) 30:10:60 % (для ячменно-тритикалево-овсяного сусла) и 25:25:50 % (для ячменно-ржано-овсяного сусла).

Наибольшее содержание цинка было отмечено в образце полисолодового сусла в соотношении сырья 25:25:50 % в композиции ячмень-тритикале-овес и составило 0,16 мг/100 см³ сусла; меди – в образце полисолодового сусла в соотношении сырья 30:30:40 % в композиции ячмень-

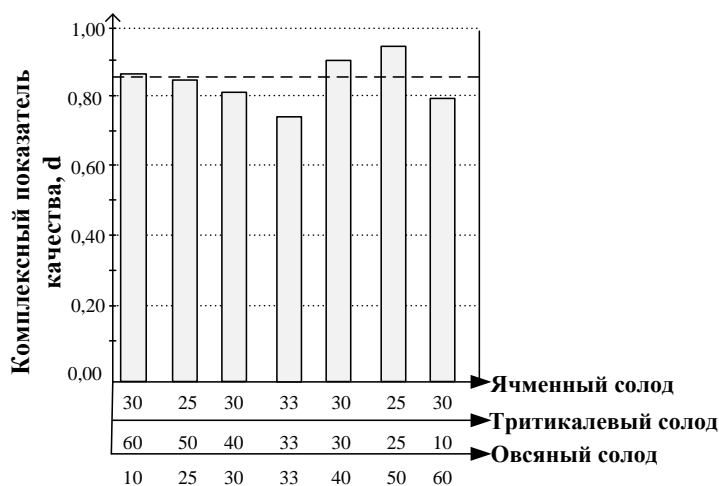


Соотношение сырья в смеси, %
Рисунок 5. – Влияние соотношения солодов на содержание минеральных веществ (на примере

ячменно-тритикалево-овсяного полисолодового сусла) 30:30:40 % в композиции ячмень-тритикале-овес и составило 0,19 мг/100 см³ сусла (рисунок 5); железа – в образце полисолодового сусла в соотношении сырья 30:40:30 % в композиции ячмень-рожь-овес и составило 0,30 мг/100 см³ сусла.

Изучена биологическая ценность композиционных смесей. При определении незаменимых аминокислот в полисолодовом сусле, отмечено, что преобладающими являются валин, лейцин и изолейцин. Наибольшее суммарное содержание незаменимых аминокислот наблюдалось в образце полисолодового сусла в соотношении сырья 25:50:25 %, 25:25:50 % и 30:10:60 % [7, 10, 11].

Максимальное содержание витаминов В₁ и В₂ отмечено в образцах, содержащих 25 % тритикалевого, пшеничного, ржаного солодов и 50 % овсяного солода, β-каротин – в образцах полисолодового сусла в соотношении 30:60:10 % (для ячменно-пшенично-овсяного сусла),



Соотношение сырья в смеси, %

Рисунок 6. – Комплексный показатель качества ячменно-тритикалево-овсяного полисолодового суслу в зависимости от ингредиентного соотношения солодов в смеси

30:60:10 %; 25:50:25 %; 30:30:40 %; 25:25:50 %; для композиции ячмень-тритикале-овес – 30:60:10 %; 30:30:40 %; 25:25:50 %; для композиции ячмень-рожь-овес – 30:60:10 %; 25:50:25 %; 30:40:30 %; 25:25:50 %, позволяющие получить экстракт с максимальным содержанием витаминов, минеральных веществ и незаменимых аминокислот.

В связи с тем, что в составе экстрактов содержится 70 % – 75 % голозерного сырья и только 25 % – 30 % пленчатого, который является основным фильтрующим слоем, целесообразно изучить влияние фракционного состава помола соложенного голозерного сырья, в ранее выбранных ингредиентных соотношениях композиций, на скорость фильтрации и качественные характеристики полисолодового суслу.

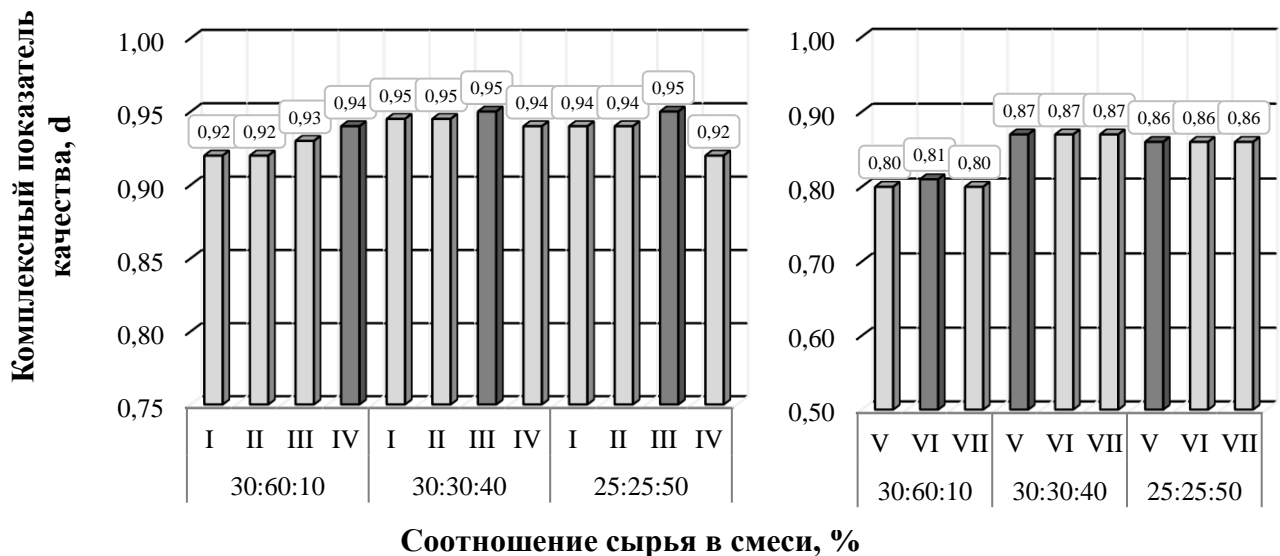
Исследования проводили в 2 этапа: на первом этапе оставляли постоянным фракционный состав помола средней (сход сита 1,0) и мелкой крупки (сход сита 0,56) и варьировали содержание в смеси крупной крупки (сход сита 2,2) и муки (проход сита 0,56), на 2-ом этапе оставляли постоянным фракционный состав помола крупной крупки и муки, выбранных для композиций на первом этапе, и варьировали среднюю (сход сита 1,0) и мелкую (сход сита 0,56) крупку (77 комбинаций).

Установлено, что при увеличении доли крупной крупки (сход сита 2,2) и уменьшении доли муки (проход сита 0,56) в смеси технологические показатели (продолжительность осахаривания, кислотность, вязкость, содержание сухих веществ, фракции высокомолекулярных азотистых веществ (фракция А), полифенольные вещества), показатели пищевой (белка, мальтозы) ценности, витамины (В₁ и В₂, β-каротин) и минеральные вещества (цинк, медь, железо) уменьшались, при этом скорость фильтрации увеличивалась на 2,3 % – 46,4 %.

На основании обобщения полученных данных выбор оптимального соотношения осуществляли по величине комплексного показателя $d \geq 0,85$, что соответствует уровню качества экстракта как «очень хороший», при этом наибольший коэффициент весомости присваивался показателям пищевой и биологической ценности. Установлено, что для композиции ячмень-пшеница-овес оптимальным соотношением является 30:60:10 %; 25:50:25 %; 30:30:40 %; 25:25:50 %; для композиции ячмень-тритикале-овес – 30:60:10 %; 30:30:40 %; 25:25:50 %; для композиции ячмень-рожь-овес –

При увеличении доли средней крупки (сход сита 1,0) в смеси и уменьшении мелкой крупки (сход сита 0,56), наблюдается уменьшение пищевой и биологической ценности (белка на 1,9 % – 9,2 %; мальтозы – на 2,2 % – 7,3 %; витамина В₁ – на 3,0 % – 17,4 %, витамина В₂ – на 15,0 % – 66,7 %, β-каротина – на 15,6 % – 65,0 %, цинка – на 3,7 % – 15,2 %, меди – на 4,4 % – 26,8 %, железа – на 3,3 % – 28,7 %), а также технологических показателей, при этом скорость фильтрации увеличивалась на 5,5 % – 20,0 %. Данные изменения значений показателей объясняется уменьшением доли муки или мелкой крупки в смеси.

Выбор помола осуществляли по максимальной величине комплексного показателя (d=0,81–0,96) (рисунок 7), который позволил определить оптимальный фракционный состав помола голозерного сырья в композициях: крупная крупка (сход сита 2,2) – 10 % – 20 %, средняя крупка (сход сита 1,0) – 15 % – 25 %, мелкая крупка (сход сита 0,56) – 30 % – 40 %, мука (проход сита 0,56) – 25 % – 35 %, которая увеличивает скорость фильтрации на 2,0 % – 11,0 %. При этом наибольший коэффициент весомости присваивался технологическим показателям, в частности скорости фильтрации, так как при низкой скорости фильтрации значительно ухудшается кислотность, что, в свою очередь, в последующем ухудшает качество и сохраняемость экстракта [3].



Режим (I–IV) – крупная крупка (сход сита 2,2) – от 5 до 20 %,

мука (проход сита 0,56) – от 40 до 25 %, средняя (сход сита 1,0) и мелкая (сход сита 0,56) – 55 %;

Режим (V–VII) – крупная крупка (сход сита 2,2) и мука (проход сита 0,56) – 45 %,

средняя крупка (сход сита 1,0) – от 15 до 35 % и мелкая крупка (сход сита 0,56) – от 40 до 20 %;

Рисунок 7. – Комплексный показатель качества для ячменно-тритикалево-овсяного полисолодового сусла в зависимости от фракционного состава помола

Изучено влияние режимов затирания в композициях на качественные показатели получаемого полисолодового сусла. Опыт проводили на образцах из

ранее выбранных соотношений сырья при $d \geq 0,85$. Смесь из солодов затирали при гидромодуле 1:5 настойным и одноотварочным способом.

Отмечено, что при одноотварочном способе затирания увеличиваются такие технологические показатели как массовая доля сухих веществ, кислотность, цвет, вязкость полисолодового сусла – 5,6 % – 12,7 %; 7,4 % – 16,0 %; 1,7 % – 5,9 %, 1,6 % – 2,4 %, соответственно; показатели пищевой ценности: мальтоза – на 2,2 % – 5,1 %, минеральные вещества (цинк, медь, железо) – в 1,1–2,1 раза; витамины (В₂, β-каротин) – в 1,2–3,2 раза, чем при настойном способе затирания [7].

В результате применения комплексного показателя качества ($d=0,92-0,96$) выбрали одноотварочный способ затирания со следующим соотношением сырья: 1 – для ячменно-пшенично-овсяного полисолодового сусла – 30:60:10 %; 2 – для ячменно-тритикалево-овсяного полисолодового сусла – 25:25:50 %; 3 – для ячменно-ржано-овсяного полисолодового сусла – 25:25:50 %. При этом коэффициент весомости распределялся равномерно по межгрупповым показателям.

Полученные композиции полисолодового сусла концентрировали на вакуум-выпарной установке при температуре 60 °С до содержания сухих веществ 72,0 % – 76,0 %, разработанной на кафедре машин и аппаратов пищевых производств учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия». Определены показатели качества (таблица 3) и безопасности полученных полисолодовых экстрактов.

Таблица 3. – Показатели качества экстрактов

Наименование показателя	Значение		
	1	2	3
Массовая доля сухих веществ, %	74,0±0,1	74,0±0,1	73,8±0,1
Кислотность, к. ед.	24,4±0,1	23,6±0,1	23,4±0,1
Растворимость в воде	Растворимость полная, без осадка		
Содержание редуцирующих сахаров, г/100 г	63,5±0,3	62,7±0,3	64,2±0,3
Массовая доля белка, г/100 г	5,8±0,1	6,7±0,1	6,4±0,1
Примечание – Содержание в контрольном образце белка 4,2 г/100 г экстракта.			

По органолептическим показателям экстракты представляли собой густую вязкую жидкость от светло до темно-коричневого цвета сладко-кислого вкуса с солодово-хлебным ароматом и карамельно-медовыми нотками.

По физико-химическим показателям экстракты соответствовали требованиям ТУ ВУ 700036606.118-2016, по содержанию токсичных элементов и микробиологическим показателям – требованиям СанПиН № 52 и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Методом расчета интегрального и аминокислотного сгора комбинаций установлено, что 100 г полисолодового экстракта удовлетворяет суточную потребность в витамине В₁ на 25 % – 47 %, В₂ – 11 % – 21 %; цинке – 4 % – 14 %, меди – 88 % – 93 %, железе – 7 % – 19 % (таблица 4).

Таблица 4. – Биохимический состав экстрактов

Наименование показателя	Содержание, мг/100 г			Наименование аминокислоты	Содержание, мг/100 г		
	1	2	3		1	2	3
Витамины:				Валин	128,5±6,4	177,3±8,6	154,6±7,7
В ₁	0,37±0,04	0,66±0,02	0,70±0,06	Метионин	34,2±1,5	29,3±1,2	50,5±1,3
В ₂	0,19±0,05	0,26±0,01	0,37±0,05	Изолейцин	73,9±2,2	88,2±2,4	86,3±2,2
Минеральные вещества:				Лейцин	84,8±4,2	126,5±5,3	62,2±2,3
Zn	0,52±0,01	1,68±0,03	0,97±0,02	Фенилаланин	52,7±1,6	79,3±3,0	64,2±2,5
Cu	0,89±0,05	0,93±0,04	0,93±0,04	Лизин	53,2±1,8	60,2±2,3	70,8±2,1
Fe	3,42±0,12	2,76±0,11	1,19±0,06	Треонин	46,7±1,2	52,3±1,6	60,9±2,3
Примечание – Содержание в контрольном образце витаминов: В ₁ – 0,35 мг/100 г и В ₂ – 0,60 мг/100 г; минеральных веществ: Zn – 1,52 мг/100 г; Cu – 0,55 мг/100 г и Fe – 1,20 мг/100 г; незаменимых аминокислот – 370 мг/100 г экстракта.							

Сравнивая пищевую и биологическую ценность полученных полисолодовых экстрактов с контрольным образцом установлено, что они содержат больше белка в 1,4–1,6 раза, витамина В₁ – в 1,1–2,0 раза, минеральных веществ (цинк, медь, железо) – в 1,1–2,9 раза, незаменимых аминокислот – в 1,3–1,7 раза [11].

Исследован процесс хранения полисолодовых экстрактов. Экстракты хранили в течение 12 месяцев при температуре (6±2) °С. Проведенные органолептические, физико-химические, микробиологические исследования (с учетом коэффициента запаса хранения) позволили установить сроки годности экстрактов – 7–10 месяцев.

На основании полученных результатов разработана технология получения полисолодовых экстрактов (рисунок 8). Разработанная технология полисолодовых экстрактов отличается технологическими режимами получения солодов (режимом солодоращения), фракционным составом помола голозерного соложенного сырья и соотношением солодов в смеси.

Проведена опытно-промышленная проработка полисолодовых экстрактов, согласно разработанным режимам. Производственной комиссией установлено, что опытная партия экстрактов выдержали контрольные испытания и соответствуют технической нормативной правовой документации [13–17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Выполнен комплексный анализ и дана оценка 24 сортам зерна белорусской селекции по 14 технологическим, физическим и биохимическим показателям. Разработана номенклатура показателей качества (способность прорастания, разница между энергией и способностью прорастания, экстрактивность; содержание крахмала, выравненность, натура, абсолютная масса, содержание белка, полифенольных веществ; витамина В₁, витамина В₂, витамина β-каротина; цинка, меди, железа) для зернового сырья, используемого при получении солодов и полисолодовых экстрактов на их основе, и определены критерии их оценки, носящие рекомендательный характер. По интегральному показателю определены сорта зерновых культур (ячмень сорта Фэст, пшеница сорта Сударыня, овес голозерный сорта Гоша, тритикале сорта Эра, рожь сорта Зазерская 3), наиболее пригодные для получения из них солодов и полисолодовых экстрактов [1, 2, 8].

2. Изучено влияние температурных режимов солодоращения на продолжительность процесса и гидролитическую активность ферментов, получены аналитические зависимости, описывающие данный процесс. Определены оптимальные условия технологического процесса солодоращения для изученных сортов зерна белорусской селекции (воздушно-водяное замачивание при температуре 10 °С – 14 °С, продолжительность 20–42 часа, «падающий» режим проращивания с 17 °С до 13 °С), что обеспечило увеличение активности α- и β-амилазы, протеаз, цитолитических ферментов в 1,1–2,4 раза и позволило сократить длительность процесса солодоращения на 14 % – 20 %. Определены параметры сушки солода (температура отсушки 65 °С – 70 °С, продолжительность сушки 16–22 часа), что позволило сохранить сравнительно высокую активность гидролитических групп ферментов в солоде (для α- и β-амилазы – 68–641 ед/г, протеолитической активности – 1,8–13,7 ед/г, цитолитической активности – 30,5–66,1 ед/г) при необходимой его влажности ($4\% \leq w \leq 8\%$) [1, 6, 9].

3. Изучено влияние соотношения солодов, фракционного состава помола соложенного голозерного зернового сырья в составе композиций, способа затирания на качественные показатели жидких полисолодовых экстрактов. Подобраны показатели качества и критерии их оценки для определения оптимальных параметров. Разработаны мультипликативные модели аддитивного типа комплексной оценки показателей качества, которые позволяют прогнозировать необходимые показатели и выбирать оптимальный фракционный состав помола голозерного сырья, соотношения солодов и способ затирания полисолодовых экстрактов [3].

В качестве оптимальных параметров для получения полисолодовых экстрактов определены: одноотварочный способ затирания; для ячменно-пшенично-овсяного солодового экстракта – 30 % ячменного, 60 % пшеничного, 10 % овсяного солода; для ячменно-тритикалево/ржано-овсяного солодового экстракта – 25 % ячменного, 25 % тритикалевого/ржаного, 50 % овсяного солода; фракционный состав помола голозерного сырья в композициях: крупная крупка (сход сита 2,2) – 10 % – 20 %, средняя крупка (сход сита 1,0) – 15 % – 25 %, мелкая крупка (сход сита 0,56) – 30 % – 40 %, мука (проход сита 0,56) – 25 % – 35 %, которые обеспечивают достаточную пищевую (содержание витаминов В₁ – 0,06–0,13 мг/100 см³, В₂ – 0,02–0,05 мг/100 см³ и β-каротина – 0,002–0,004 мг/100 см³, минеральных веществ: цинка – 0,07–0,22 мг/100 см³, меди – 0,13–0,44 мг/100 см³, железа – 0,12–0,46 мг/100 см³, белка – 1,04 % – 1,38 %, мальтозы – 7,8–9,1 г/100 см³) и биологическую ценность (в частности, содержание валина – 20,1–28,1 мг/100 см³, изолейцина – 12,6–14,2 мг/100 см³, лейцина – 10,4–19,8 мг/100 см³, фенилаланина – 9,8–12,7 мг/100 см³, лизина – 7,7–10,2 мг/100 см³) полисолодового жидкого экстракта и позволяют увеличить скорость фильтрации на 2,0 % – 11,0 % [3, 4, 7, 10, 11].

4. Разработана технология полисолодовых экстрактов из зернового сырья белорусской селекции, отличающаяся оптимальным соотношением солодов и фракционным составом помола голозерного сырья, обеспечивающая получение полисолодового экстракта повышенной пищевой (содержание витаминов В₁ – 0,37–0,70 мг/100 г и В₂ – 0,19–0,37 мг/100 г, β-каротина – 0,017–0,033 мг/100 г экстракта, минеральных веществ: цинка – 0,52–1,68 мг/100 г, меди – 0,89–0,93 мг/100 г, железа – 1,19–3,42 мг/100 г, белка – 5,8–6,7 г/100 г, редуцирующих сахаров – 62,7–64,2 г/100 г) и биологической (содержание незаменимых аминокислот – 474–613 мг/100 г) ценности. Установлено, что полученные полисолодовые экстракты по сравнению с аналогичной продукцией содержат больше белка в 1,4–1,6 раза, витамина В₁ – в 1,1–2,0 раза, минеральных веществ – в 1,1–2,9 раза, незаменимых аминокислот – в 1,3–1,7 раза [3, 11].

5. Дана комплексная оценка полисолодовых экстрактов (органолептическая, физико-химическая и биохимическая оценка, показатели безопасности). Установлено, что по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности экстракты соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым продуктам в РБ. Рассчитана пищевая ценность полисолодовых экстрактов и степень удовлетворения суточной потребности человека в пищевых веществах (100 г продукта удовлетворяет суточную потребность в витамине В₁ на 25 % – 47 %, В₂ – 11 % – 21 %; цинке – 4 % – 14 %, меди – 88 % – 93 %, железу – 7 % – 19 %). Исследован процесс хранения полисолодовых экстрактов. Установлено, что срок годности полисолодовых экстрактов составляет 7–10 месяцев [3, 10].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Разработанный способ получения неферментированного ячменного, пшеничного, овсяного, ржаного, тритикалевого солодов с применением способа солодоращения по «падающему» режиму температур апробирован в производственных условиях на ОАО «Белсолод» (РБ).

2. Предложенная технология получения полисолодового экстракта из зерна белорусской селекции апробирована на «Частная пивоварня «Калмыцкая» (РФ, Республика Калмыкия).

3. Разработаны, согласованы и утверждены технические условия [17], технологическая инструкция [13], рецептуры [14–16] на полисолодовые экстракты.

4. Получено уведомление о положительном результате предварительной экспертизы и уведомление о рассмотрении ходатайства о проведении патентной экспертизы по заявке на изобретение № а 20140494 от 19.09.2014 г. «Способ получения полисолодового экстракта» [18].

5. Внедрение разработанной технологии производства полисолодовых экстрактов позволит получить социальный эффект за счет получения новой ассортиментной линейки полисолодовых экстрактов как компонентов здорового питания и повышения эффективности использования местного сырья. Стоимость полисолодовых экстрактов из зерна злаковых культур белорусской селекции составила 5,69–6,03 руб. за 1 кг с учетом деноминации по ценам 2016 г., что ниже в сравнении с аналогичной продукцией, реализуемой на мировом рынке, и позволяет говорить об экономической эффективности разработанной технологии.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах

1. Оценка зернового сырья белорусской селекции как основы для производства полисолодовых экстрактов / Е. М. Моргунова, С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич, К.М. Ахраменко, А.В. Ермакович // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2014. – № 1. – С. 9–16.

2. Моргунова, Е. М. Выбор зернового сырья белорусской селекции методом ранжирования для получения полисолодовых экстрактов / Е. М. Моргунова, С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2015. – № 2. – С. 29–37.

3. Моргунова, Е. М. Комплексный показатель качества полисолодового экстракта в зависимости от фракционного состава зернового сырья / Е. М. Моргунова, М. Л. Микулинич // Вестник МГУП. – 2015. – № 1. – С. 15–22.

Статьи в сборниках научных трудов, материалы конференций

4. Микулинич, М. Л. Полисолодовые экстракты как натуральные компоненты здорового питания / М. Л. Микулинич, Е. М. Моргунова // Хранителна наука, техника и технологии 2012: научны трудове / Университет по Хранителни технологии; почетен председател Константин Васильев [и др.]. – Болгария, Пловдив, 2012. – С. 260–262.

5. Микулинич, М. Л. Актуальность создания технологии полисолодовых экстрактов для получения безалкогольных напитков / М. Л. Микулинич, Е. М. Моргунова, С. Л. Масанский // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XI Международной научно-практической конференции (г. Минск, 3–4 октября 2012 г.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» / редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2012. – С. 62.

6. Микулинич, М. Л. Исследование процессов проращивания зерна белорусской селекции при разработке технологии полисолодовых экстрактов для пищевой промышленности / М. Л. Микулинич, Е. М. Моргунова, С. Л. Масанский // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании – основа повышения качества, конкурентоспособности и безопасности товаров: материалы международной научно-практической конференции / под ред. д.т.н., проф. В. И. Криштафович. – Москва: Издательство «Канцлер», 2013. – С. 259–261.

7. Микулинич, М. Л. Влияние соотношения сырья и способов затирания на качественные показатели полисолодовых экстрактов / М. Л. Микулинич, Е. М. Моргунова // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XII Международной научно-практической конференции (г. Минск, 2–3 октября 2013 г.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» / редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2013. – С. 43–44.

8. Моргунова, Е. М. Новые сорта зернового сырья белорусской селекции и их технологическая оценка / Е. М. Моргунова, М. Л. Микулинич // Современные технологии в АПК: сборник научных статей по материалам XVII Международная научно-практическая конференция (Гродно, 16 мая 2014 г.) / УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2014. – С. 58.

9. Микулинич, М. Л. Динамика ферментативных процессов солодоращения овса голозерного при получении полисолодовых экстрактов / М. Л. Микулинич, Е. М. Моргунова, С. Л. Масанский // Пища. Экология. Качество: труды XII Международной научно-практической конференции (Москва, 20–21 марта 2015 г.) / ФГБОУ ВПО Моск. гос. ун-т пищевых производств, ФАНО России [и др.]; [отв. за вып. О. К. Мотовилов, Д. А. Еделев и др.]. – Новосибирск, 2015. – С. 586–589.

10. Микулинич, М. Л. Влияние соотношения солодов в композиции ячмень-тритикале-овес при получении полисолодовых экстрактов / М. Л. Микулинич, С. Л. Масанский, Е. М. Моргунова // Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях: сборник научных трудов IX-й Международной конференции молодых ученых и специалистов. – Москва: ФРБНУ ВНИИПБиВП, 2015. – С. 203–207.

11. Моргунова, Е. М. Влияние видовых особенностей зерновых культур на фракционный и аминокислотный составы белковых веществ в полисолодовом экстракте / Е. М. Моргунова, М. Л. Микулинич // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XIV Международной научно-практической конференции (г. Минск, 8–9 октября 2015 г.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» / редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск, 2015. – С. 145–148.

12. Моргунова, Е. М. Сбраживание полисолодового суслу различными штаммами микроорганизмов / Е. М. Моргунова, М. Л. Микулинич // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XIV Международной научно-практической конференции (г. Минск, 8–9 октября 2015 г.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» / редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск, 2015. – С. 142–144.

Технологическая документация

13. Экстракт полисолодовый: ТИ ВУ 700036606.146-2016 / С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич. – Введ. 25.04.2016. – Могилев: МГУП, 2016. – 8 с.

14. Экстракт полисолодовый «Мед»: РЦ ВУ 700036606.244-2016 / С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич. – Введ. 25.04.2016. – Могилев: МГУП, 2016. – 4 с.

15. Экстракт полисолодовый «Карамель»: РЦ ВУ 700036606.245-2016 / С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич. – Введ. 25.04.2016. – Могилев: МГУП, 2016. – 4 с.

16. Экстракт полисолодовый «Солод»: РЦ ВУ 700036606.246-2016 / С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич. – Введ. 25.04.2016. – Могилев: МГУП, 2016. – 4 с.

Технические нормативно-правовые акты

17. Экстракты полисолодовые: ТУ ВУ 700036606.118-2016 / С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич. – Введ. 25.04.2016. – Могилев: МГУП, 2016. – 13 с.

Заявка на изобретение

18. Способ производства полисолодового экстракта, МПК С 12С 1/18 / М. Л. Микулинич; заявитель М. Л. Микулинич; № а 20140494; заявл. 19.09.2014; опубл. 30.06.2015 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуаль.уласнасці.– 2015. – С. 22.

Опубликовано **8 тезисов докладов**, список которых представлен в диссертационной работе.

РЕЗЮМЕ**Микулинич Марина Леонидовна****Технология полисолодовых экстрактов
из трехкомпонентной композиции на основе ячменя и овса голозерного
с добавлением пшеницы, ржи и тритикале**

Ключевые слова: зерновое сырье, солодоращение, затирание, пищевая ценность, биологическая ценность, соотношение сырья, фракционный состав помола, способ затирания, полисолодовый экстракт.

Цель работы: обеспечение населения Республики Беларусь продуктом, обладающим повышенной пищевой и биологической ценности, на основе разработки научно обоснованной технологии получения полисолодовых экстрактов.

Методы исследования: физико-химические, биохимические, микробиологические, органолептические, методы математической статистики.

Полученные результаты и их новизна: определены интегральные показатели качества зерна по широкому спектру технологических, физических и биохимических показателей, с помощью которых проведен отбор и доказана целесообразность использования выбранных сортов для получения полисолодовых экстрактов; получены зависимости активности гидролитических групп ферментов от температуры и продолжительности проращивания при различных режимах проращивания, подобраны оптимальные параметры процесса солодоращения; предложены и обоснованы рациональные режимы фракционного состава помола голозерного (крупная крупка (сход сита 2,2) – 10 % – 20 %, средняя крупка (сход сита 1,0) – 15 % – 25 %, мелкая крупка (сход сита 0,56) – 30 % – 40 %, мука (проход сита 0,56) – 25 % – 35 %)) сырья, соотношение солодов (70 % – 75 % голозерного и 25% – 30 % пленчатого сырья) и их композиций при получении высококачественных полисолодовых экстрактов; разработаны мультипликативные модели аддитивного типа, учитывающие комплекс качественных показателей экстрактов в композициях и позволяющие получать экстракт с заданными свойствами.

Разработана технология полисолодовых экстрактов из солодов зерна злаковых культур белорусской селекции.

Степень использования (рекомендации): разработаны и утверждены технические условия, технологическая инструкция и рецептуры на полисолодовые экстракты из трехкомпонентной композиции на основе ячменя и овса голозерного с добавлением пшеницы, ржи и тритикале.

Область применения: пивоваренная, безалкогольная, хлебопекарная и кондитерская промышленность.

РЭЗІЮМЭ**Мікулініч Марына Леанідаўна****Тэхналогія полісоладавых экстрактаў
з трохкампанентнай кампазіцыі на аснове ячменю і аўса галазерняга
з даданнем пшаніцы, жыта і трыцікале**

Ключавыя словы: збожжавая сыравіна, соладарацэнне, заціраньня, харчовая каштоўнасць, біялагічная каштоўнасць, суадносіны сыравіны, фракцыйны склад памолу, спосаб заціраньня, полісоладавы экстракт.

Мэта працы: забеспячэнне насельніцтва Рэспублікі Беларусь прадуктам, які валодае падвышанай харчовай і біялагічнай каштоўнасці, на аснове распрацоўкі навукова абгрунтаванай тэхналогіі атрымання полісоладавых экстрактаў.

Метады даследавання: фізіка-хімічныя, біяхімічныя, мікрабіялагічныя, органалептычныя, метады матэматычнай статыстыкі.

Атрыманя вынікі і іх навізна: вызначаны інтэграваныя паказчыкі якасці збожжа па шырокаму спектру тэхналагічных, фізічных і біяхімічных паказчыкаў, з дапамогай якіх праведзены адбор і даказана мэтазгоднасць выкарыстання выбраных гатункаў для атрымання полісоладавых экстрактаў; атрыманы залежнасці актыўнасці гідралітычнай груп ферментаў ад тэмпературы і працягласці прарошчвання пры розных рэжымах прарошчвання, падобраны аптымальныя параметры працэсу соладарацэння; прапанаваны і абгрунтаваны рацыянальныя рэжымы фракцыйнага складу памола галазернай (буйная крупка (сход сіты 2,2) – 10 % – 20 %, сярэдняя крупка (сход сіты 1,0) – 15 % – 25 %, дробная крупка (сход сіты 0,56) – 30 % – 40 %, мука (праход сіты 0,56) – 25 % – 35 %) сыравіны, суадносіны солада (70 % – 75 % галазернай і 25 % – 30 % пленчай сыравіны) і іх кампазіцый пры атрыманні высакаякасных полісоладавых экстрактаў; распрацаваны мультыплікатывыя мадэлі адытыўнага тыпу, якія ўлічваюць комплекс якасных паказчыкаў экстрактаў у кампазіцыях і якія дазваляюць атрымліваць экстракт з зададзенымі ўласцівасцямі.

Распрацавана тэхналогія полісоладавых экстрактаў з солада збожжавай сыравіны беларускай селекцыі.

Ступень выкарыстання (рэкамендацыі): распрацаваны і зацверджаны тэхнічныя ўмовы, тэхналагічная інструкцыя і рэцэптуры на полісоладавыя экстракты з трохкампанентнай кампазіцыі на аснове ячменю і аўса галазерняга з даданнем пшаніцы, жыта і трыцікале.

Вобласць ужывання: піваварная, безалкагольная, пякарная і кандытарская прамысловасць.

SUMMARY

Mikulnich Marina Leonidovna

Technology of polymalt extracts from three-component composition on the basis of barley and of malting bare-graned oats with addition of wheat, rye and triticale

Keywords: grain raw materials, malting, extraction, nutrition value, biological value, raw materials ratio, fractional structure of a grinding, extraction method, polymalt extract.

Work purpose: providing the population of the Republic of Belarus with the product possessing the increased nutrition and biological value on the basis of development of evidence-based technology of receipt of polymalt extracts.

Research methods: physical and chemical, biochemical, microbiological, organoleptic, methods of mathematical statistics.

The received results and their novelty: integrated indicators of quality of grain are determined by a wide range of technological, physical and biochemical indicators by means of which selection is made and feasibility of use of the chosen grades for receipt of polymalt extracts is proved; dependences of activity of hydrolytic groups of enzymes on temperature and duration of germination at various modes of germination are received, optimum process parameters of a malting are picked up; rational regime of fractional structure of a grinding of bare-grained (a large milling (tailings 2,2) – 10 % is offered and proved – 20 %, an average milling (tailings 1,0) – 15 % – 25 %, a small milling (tailings 0,56) – 30 % – 40 %, flour (outsiftings 0,56) – 25 % – 35 %) raw materials, ratio of malts (70 % – 75 % of bare-grained and 25 % – 30 % of filmy raw materials) and their compositions in case of receipt of high-quality polymalt extracts; the multiplicative models of additive type considering a complex of quality indicators of extracts in compositions and allowing to receive extract with the set properties are received.

The technology of polymalt extracts from malts of grain of cereal cultures of the Belarusian selection is developed.

The degree of using (recommendation): specifications, the technological instruction and polymalt extracts compoundings from three-component composition on the basis of barley and of malting bare-graned oats with addition of wheat, rye and triticale are developed and approved.

Scope: brewing, nonalcoholic, baking and confectionery industry.

Подписано в печать 06.01.2017. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.
Усл. печ. л. 1,7. Уч.-изд. л. 1,8.
Тираж 80 экз. Заказ 3.

Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014 г.
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

Отпечатано в учреждении образования
«Могилевский государственный университет продовольствия».
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.