

На правах рукописи



Ветрова Ольга Николаевна

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ
ПЕРЕРАБОТКИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СОЛОДОРАЩЕНИЯ И
ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ
ПРОДУКТОВ**

Специальность: 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов
функционального и специализированного назначения и общественного
питания

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел, 2021

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент, профессор, и.о. зав. кафедрой товароведения и таможенного дела
ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева»
Еремина Ольга Юрьевна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, профессор кафедры товароведения и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»
Елисеева Людмила Геннадьевна

кандидат технических наук, доцент кафедры продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
Сергеева Екатерина Юрьевна

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»

Защита состоится «07» октября 2021 года в 10.00 на заседании диссертационного совета Д 212.183.05 при ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» по адресу: 302020, Орел, Наугорское шоссе, д.29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»: <http://oreluniver.ru>.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации направлять в диссертационный совет по адресу: 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д.95. E-mail: Simonenkova1@mail.ru

Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»: <http://oreluniver.ru>. и в сети интернет на сайте Министерства образования и науки РФ: <https://vak.ed.gov.ru>

Автореферат разослан «17» августа 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент



А.П. Симоненкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В настоящее время одним из приоритетных направлений являются научные исследования по разработке эффективных технологий комплексной переработки растительного сырья. Рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов позволяет расширить ассортимент продуктов питания, создать малоотходное производство и повысить его эффективность.

Одним из основных направлений Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации на период до 2030 года является разработка современных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения пищевых ингредиентов и обогащенной пищевой продукции.

Безусловный интерес в качестве дополнительного сырьевого ресурса для производства пищевых продуктов представляют побочные продукты солодоращения ячменя – солодовые ростки, образующиеся в большом количестве на предприятиях солодового производства, недостаточно используемые для пищевых целей, идущих, в основном, на создание комбикормов для животных.

Учитывая благоприятный химический состав солодовых ростков: массовая доля белка и клетчатки составляет до 22% и до 26% соответственно, актуальными являются исследования, направленные на разработку технологии глубокой комплексной переработки ростков, позволяющей создать ингредиенты, содержащие высокое количество белка и пищевых волокон. Помимо пищевых волокон и белков с полноценным аминокислотным составом, солодовые ростки содержат полиненасыщенные жирные кислоты, витамины группы В и Е, минеральные макро- и микроэлементы. Однако ограничивающим фактором для их использования является наличие большого количества клетчатки, которая снижает биологическую доступность и усвояемость пищевых веществ. Традиционные технологии комплексной переработки растительного сырья используют обработку кислотными или щелочными растворами для повышения биодоступности компонентов при получении белково-углеводных продуктов. Перспективным направлением, на наш взгляд, являются биотехнологические способы обработки сырья с применением ферментных препаратов целлюлолитического и ксилитического действия, приводящие к размягчению пищевых волокон и сохранению всех полезных свойств исходного сырья.

В связи с вышеизложенным, исследования, направленные на создание технологии глубокой комплексной переработки побочных продуктов солодоращения с целью получения белково-углеводных продуктов и оценка их потребительских свойств, являются актуальными.

Степень разработанности темы исследования. Анализ данных по исследуемому вопросу показал, что в РФ доля вторичного сырья, используемого для комплексной переработки в пищевой промышленности, невелика. Побочные продукты переработки растительного сырья используются в основном при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, экструзионных продуктов, напитков и в биотехнологии для выращивания дрожжей.

Существенный вклад в решение проблемы переработки вторичных сырьевых ресурсов (жмых, отруби, мучка, зародыши) внесли работы Донченко Л.В., Никифоровой Т.А., Доронина А.Ф., Корячкиной С.Я., Магомедова Г.О., Ивановой Т.Н., Каминского В.П. и других отечественных и зарубежных ученых.

Большое количество работ посвящено извлечению белковых и углеводных компонентов из растительного сырья, их очистки и использованию в качестве обогатителей при создании функциональных продуктов питания.

Работы отечественных и зарубежных ученых Антиповой Л.В., Кузнецовой Е.А., Забодаловой Л.А., Матвеевой И.В., Румянцевой В.В., Березиной Н.А., Римаревой Л.В., Браудо Е.Е., Траубенберг С.Е., Salleh N.S., Zhang J. и других авторов свидетельствуют о перспективности использования ферментных препаратов для гидролитической обработки растительного сырья.

Целью настоящей работы является разработка технологии глубокой комплексной переработки побочных продуктов солодоращения с получением продуктов ферментализации (ПФ): порошка ферментированного из солодовых ростков ячменя (далее: порошка ферментированного) и гидролизата пищевого из ферментированных солодовых ростков ячменя (далее: гидролизата) и оценка потребительских свойств ПФ.

Для реализации поставленной цели решались следующие **задачи**:

- теоретическое и практическое обоснование использования вторичных продуктов солодоращения ячменя для получения продуктов ферментализации солодовых ростков ячменя;
- определение оптимальных режимов ферментативного гидролиза солодовых ростков ячменя;
- разработка технологии глубокой комплексной переработки солодовых ростков ячменя;
- исследование безопасности, качества и сохраняемости порошка ферментированного и гидролизата;
- разработка технологии и оценка потребительских свойств нового вида мягкого сыра с порошком ферментированным (далее: мягкого сыра «Ячменный») и напиток с гидролизатом (далее: напиток «Росток»);
- расчет конкурентоспособности мягкого сыра «Ячменный» и напиток «Росток».

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 3, 5, 6 паспорта специальности 05.18.15 и состоит в следующем:

- теоретически и экспериментально обоснованы оптимальные параметры (температура, продолжительность проведения процесса, гидромодуль, концентрация ферментных препаратов) технологии глубокой комплексной переработки ростков ячменя, позволяющая получить порошок ферментированный и гидролизат;
- исследован химический состав порошка ферментированного и гидролизата. Установлено, что в порошке ферментированном содержится 19,81% -20,01 % клетчатки (в том числе 686-868 мг% β -глюкана) и 19,0-20,0 % белка. В гид-

ролизате содержится 1,2% - 1,8 % клетчатки (в том числе 1,07-1,6 г/л β-глюкана) и 38,8 – 39,4% белка в пересчете на сухое вещество;

- теоретически и экспериментально обосновано количество вводимых продуктов ферментолиза при создании обогащенных продуктов питания: мягкого сыра «Ячменный» и напитка «Росток».

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные в ходе исследований данные расширяют область применения вторичных продуктов переработки растительного сырья в технологии функциональных и обогащенных продуктов питания.

Разработаны рецептуры и произведена оценка потребительских свойств обогащенных продуктов: мягкого сыра «Ячменный» и напитка «Росток».

Разработан и утвержден пакет технической документации: ТУ 10.39.30-003-02079909-2017, ТИ ТУ 10.39.30-003-02079909 Порошок пищевой из ферментированных солодовых ростков ячменя, ТУ 10.51.40-004-02079909-2017, ТИ ТУ 10.51.40-004-02079909-2017 Сыр мягкий Ячменный.

Разработан проект технической документации: ТУ 15.62.22.120-005-02079909-2018, ТИ ТУ 15.62.22.120-005-02079909-2018 Гидролизат пищевой из ферментированных солодовых ростков ячменя, ТУ 10.51.56-001-02079909-2019, ТИ ТУ 10.51.56-001-02079909-2019 Напиток сывороточный «Росток».

Проведена производственная апробация технологии производства мягкого сыра «Ячменный» на предприятии ООО «Почеп-молоко» (Брянская область).

Материалы работы используются в учебном процессе при чтении лекций по дисциплинам «Инновационные технологии продуктов питания из растительного сырья», «Технология получения и применения физиолого-функциональных добавок для продуктов питания из растительного сырья».

Методология и методы исследования. Экспериментальные исследования проводились в лабораториях: кафедры товароведения и таможенного дела ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования ФГБОУ ВО Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», АНО НТЦ «Комбикорм» (г. Воронеж), ООО «Орловский завод по производству солода».

Методология исследования представлена в виде структурной схемы на рисунке 1.

В работе использовали общепринятые и специальные химические, физико-химические, органолептические и микробиологические методы исследования свойств сырья, продуктов ферментолиза и готовых продуктов.

Положения, выносимые на защиту:

- технология глубокой комплексной переработки солодовых ростков с получением продуктов ферментолиза;

- результаты исследования химического состава, показателей качества, безопасности и сохраняемости порошка ферментированного и гидролизата;

- оценка потребительских свойств мягкого сыра «Ячменный» и напитка «Росток»;
- расчет конкурентоспособности мягкого сыра «Ячменный» и напитка «Росток».

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается проведением экспериментов в трех-и пятикратной повторности с применением стандартных и специальных современных методов исследований, математических методов планирования эксперимента и статистической обработкой экспериментальных данных, совпадением результатов лабораторных и промышленных испытаний. Построение плана эксперимента, получение регрессионных зависимостей и статистическую оценку полученных моделей осуществляли с помощью программ Statistica 12.0, Microsoft Office Excel 2013.

Апробация результатов исследования. Основные результаты и положения представлены на следующих научных конференциях: 2-й Международной научно-технической интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем» (Орел, 2015), VII Международной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (Орел, 2015), Международной научно-практической конференции «Социально-экономический потенциал территорий и перспективы развития» (Коломна, 2016), IV Международной научно-практической конференции «Развитие сферы обслуживания на инновационной основе: методология, теория и практика» (Орел, 2016г.), Международной научно-практической конференции «Актуальные научные исследования: экономика, управление, инвестиции и инновации» (Белгород, 2017 г.), юбилейном форуме, посвященном 85-летию со дня основания ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» (Москва, 2017 г.), VI Международной научно-технической конференция «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2017 г.), Национальной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (Рязань, 2019), Международной научно-практической конференции преподавателей и молодых ученых «Пищевые добавки» (Донецк, 2020), II Международной научно-практической конференции «Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции» (Саратов, 2021).

Участие в выставках: Региональный литературно-кулинарный фестиваль «Тургеневский бережок» (2018 г.), выставка-дегустация в рамках II Международной научно-практической конференции «Перспективы отраслевого взаимодействия в комплексной реабилитации», региональный форум «День поля-2020» (2020 г.).

Публикации. По материалам работы опубликовано 18 печатных работ, в том числе 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 1 статья в журнале, входящем в базу цитирования Scopus.

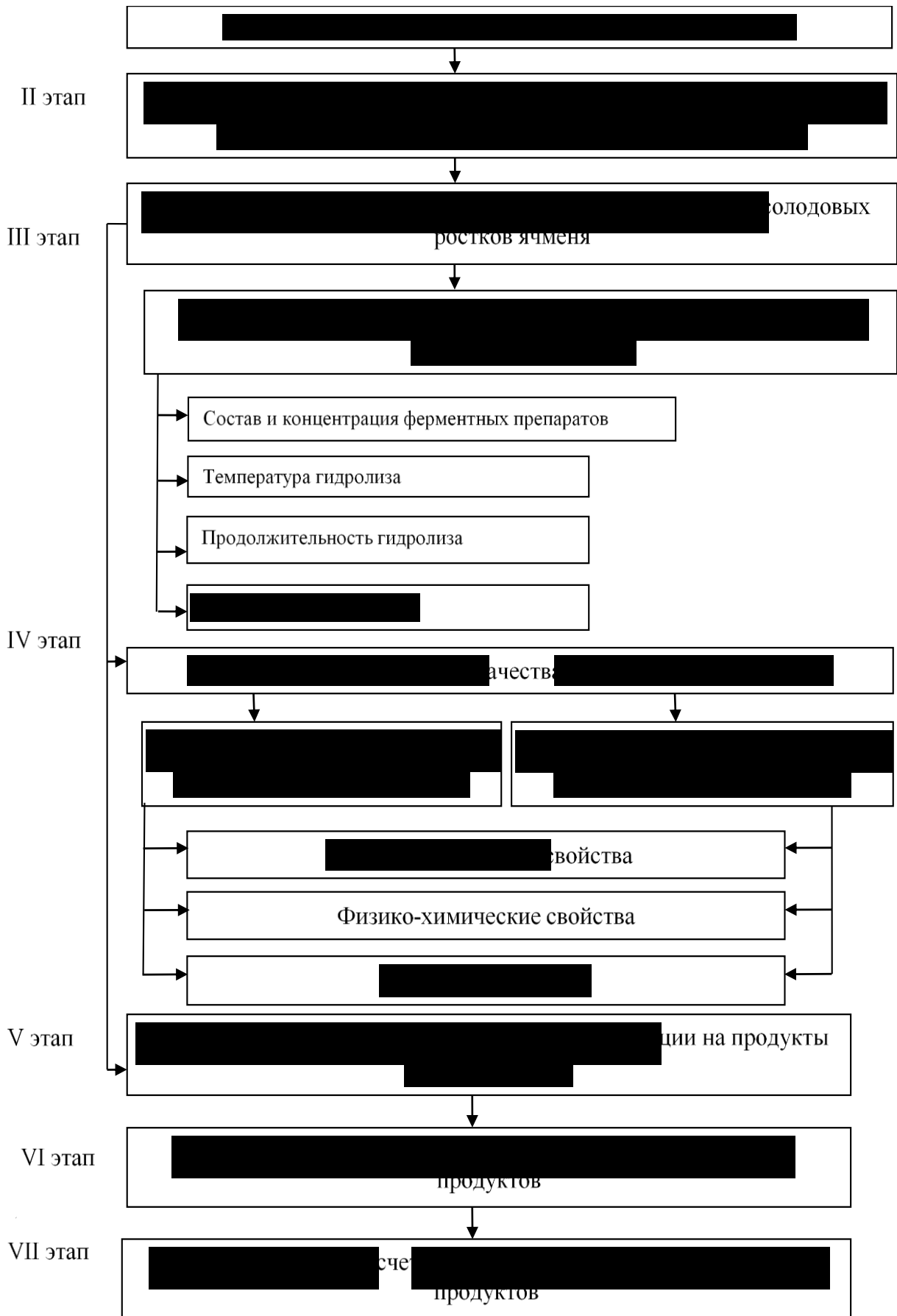


Рисунок 1 - Схема проведения исследований

Структура и объем работы. Научная квалификационная работа (диссертация) состоит из введения, пяти глав, включающих аналитический обзор литературной и патентной информации, результаты собственных исследований, заключения, списка литературы, приложений. Основной текст работы изложен на 177 страницах, включает 36 таблиц и иллюстрирован 27 рисунками. Список литературы включает 175 источников отечественных и зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, степень ее разработанности, определены цели и задачи работы, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены методология и методы исследований, степень достоверности и апробация результатов.

ГЛАВА 1 Аналитический обзор литературы. В главе рассмотрены направления использования солодовых ростков в перерабатывающих отраслях агропромышленного комплекса, дана характеристика их химического состава. Обобщены данные научно-технических источников о приемах комплексной переработки отходов растительного производства, перечислены современные подходы к глубокой переработке растительного сырья.

Глава 2 Объекты и методы исследования, организация постановки эксперимента. Содержит описание организации и постановки эксперимента, объектов, методов их исследования и обработки данных.

В последующих главах изложены результаты экспериментальных исследований диссертационной работы и их обсуждение.

Глава 3 Разработка технологии глубокой комплексной переработки солодовых ростков ячменя

3.1 Определение оптимальных режимов ферментативного гидролиза солодовых ростков

Ферментативный гидролиз солодовых ростков ячменя осуществляли ферментными препаратами Celluclast BG (активность 3500 ед/г) и Panzea BG (активность 235 ед/г), рН5 поддерживали с помощью цитратного буфера.

Для исследования процесса ферментативного гидролиза солодовых ростков ячменя использовали метод ротатбельного планирования эксперимента. Оптимизация условий гидролиза предполагала определение влияния следующих факторов: температуры (X_1), продолжительности ферментативного гидролиза (X_2), концентрации солодовых ростков (далее: концентрации субстрата) (X_3), концентрации ферментного препарата (X_4). В качестве параметров оптимизации (выхода) было принято содержание сухих веществ (Y_{CB}), β -глюкана ($Y_{Г}$) и белка ($Y_{Б}$) в гидролизате. Эксперименты проводили в трехкратной повторности.

При проведении ферментативного гидролиза ферментным препаратом Celluclast BG и оптимизации данных эксперимента были получены следующие уравнения регрессии:

$$\begin{aligned} Y_{CB} &= 4,8 - 0,52X_1^2 - 0,24X_2X_3 + 0,37X_4 \\ Y_{Г} &= 105,6 - 21,9X_1 - 8,9X_1^2 - 3X_3 + 5,6X_4 + 3,5X_1X_3 - 3,1 X_3X_4 \\ Y_{Б} &= 19 - 0,7X_1^2 - 0,3X_3 + 0,4X_4 \end{aligned}$$

В результате оптимизации параметров процесса ферментативного гидролиза солодовых ростков ферментным препаратом Celluclast BG с помощью инструмента «Поиск решения» программного обеспечения Microsoft Excel получены следующие значения параметров: $X_1 = 59^\circ\text{C}$, $X_2 = 81$ мин, $X_3 = 0,27$ (гидромодуль 1:10), $X_4 = 0,04$ % (дозировка на 100 г сырья 1,4 ед/г). При данных значениях параметров массовая доля сухих веществ в гидролизате составляет не менее 4,34 %, β -глюкана - 118,18 мг/л, белка – 19,28 г/л.

При обработке солодовых ростков ферментным препаратом Panzea BG уравнения, описывающие процесс гидролиза, имеют вид:

$$Y_{\text{CB}} = 4,85 - 0,28 X_1 - 0,54 X_1^2 + 0,24 X_2 + 0,24 X_4 - 0,26 X_2 X_3$$

$$Y_{\text{Г}} = 58,5 + 17,1 X_1 - 2,83 X_4 - 3,83 X_4^2$$

$$Y_{\text{Б}} = 19,8 - 0,54 X_1 - 1,45 X_1^2 - 0,53 X_3^2 + 0,44 X_4 - 0,83 X_4^2$$

При оптимизации получены следующие значения параметров процесса: $X_1 = 51^\circ\text{C}$, $X_2 = 104$ мин, $X_3 = 0,30$ (гидромодуль 1:10), $X_4 = 0,05$ % (дозировка на 100 г сырья 1,75 ед/г). При данных значениях параметров массовая доля сухих веществ в гидролизате составляет 5,03 %, β -глюкана - 58,58 мг/л, белка – 19,72 г/л.

При обработке солодовых ростков ферментными препаратами Panzea BG и Celluclast BG в соотношении 1:1 уравнения, описывающие процесс гидролиза, имеют вид:

$$Y_{\text{CB}} = 5,8 - 0,32 X_1^2 + 0,31 X_2 + 0,1 X_4^2 - 0,45 X_2 X_3$$

$$Y_{\text{Г}} = 105 + 26,1 X_1 - 4,64 X_1^2 + 10,5 X_4$$

$$Y_{\text{Б}} = 19,3 - 0,79 X_1^2 + 0,22 X_2 - 0,32 X_2^2 - 0,29 X_3^2 + 0,37 X_4 - 0,37 X_4^2$$

В результате оптимизации получены следующие значения параметров проведения процесса: $X_1 = 50^\circ\text{C}$, $X_2 = 89$ мин, $X_3 = 0,37$ (гидромодуль 1:10), $X_4 = 0,05$ % (дозировка на 100 г сырья 0,88 ед/г целлюлазной активности и 0,06 ед/г ксиланазной активности). При данных значениях параметров массовая доля сухих веществ в гидролизате составляет 5,85 %, β -глюкана - 106,35 мг/л, белка – 19,18 г/л.

При применении комплекса ферментов при гидролизе солодовых ростков ячменя отмечено более высокое содержание сухих веществ, так как солюбилизация ксилана привела к повышению доступности целлюлозы для целлюлаз и тем самым увеличила степень гидролиза целлюлозы.

3.2 Разработка технологии глубокой комплексной переработки солодовых ростков ячменя

На основании научно-обоснованных экспериментальных данных была разработана технология глубокой комплексной переработки солодовых ростков ячменя, представленная на рисунке 2.

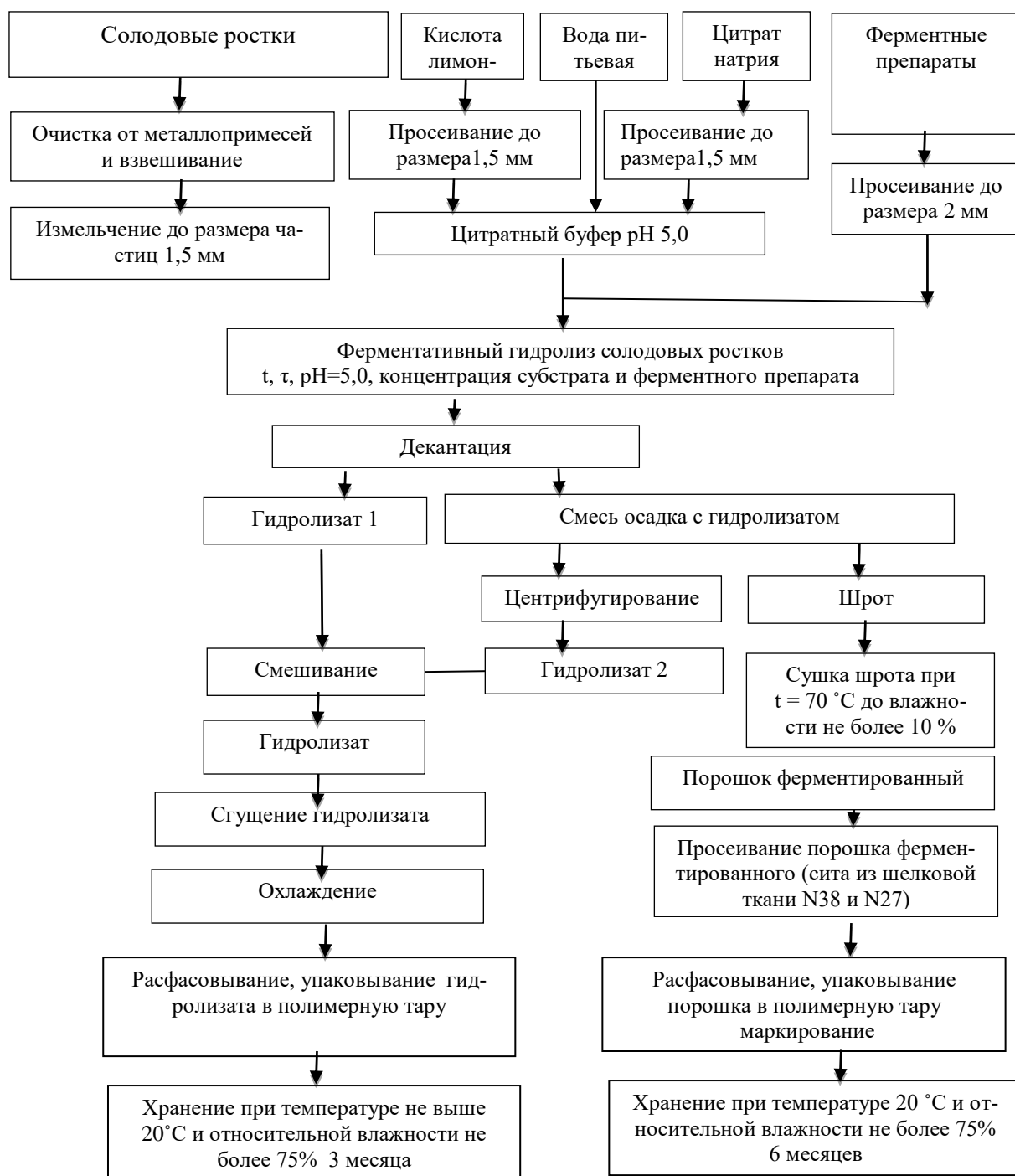


Рисунок 2 - Технология глубокой комплексной переработки солодовых ростков ячменя

Полученные результаты эксперимента и разработанная технология комплексной переработки солодовых ростков легли в основу технической документации.

Глава 4 Исследование безопасности, химического состава и показателей качества ПФ

В результате оценки безопасности продуктов ферментализации было установлено, что порошок ферментированный и гидролизат соответствуют требо-

ваниям ТР ТС 021/2011, следовательно, выполняются условия их пищевой пригодности и дополнительной их обработки не требуется.

Результаты исследования химического состава ПФ и расчет процента удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах представлены в таблице 1, где (*) и (**) – суточная потребность и удовлетворение суточной потребности для мужчин и женщин соответственно.

Таблица 1 – Химический состав ПФ

Наименование вещества	Единицы измерения	Суточная потребность, ед/сут	Порошок ферментированный	Гидролизат	Удовлетворение суточной потребности, %	
					Порошок ферментированный	Гидролизат
Массовая доля влаги	%		10,0±0,5	80,0±0,5		
Белки	г	65-117 * 58-87 **	19,5±0,5	7,8±0,2	30-16,7 * 33,6-22,4**	12,0-6,7 * 13,4-9,0 **
Жиры	г	70-154 * 60-102**	1,5±0,5	-	менее 2,5	-
Углеводы, в т.ч.	г	257-586	66,5	12,0		
моно-и дисахариды	г		2,7±0,1	11,0±0,2		
целлюлоза	г	20	19,91±0,1	-	132,0	4,0
гемицеллюлоза, в т.ч.: β-глюкан	г мг		2,3±0,1 821±0,5	0,8±0,1 364±0,5		
пектин.вещества	г		4,2±0,1	-		
крахмал	г		36,6±0,1	-		
Минеральные элементы						
Калий	мг	2500	1523±0,2	355,8±0,2	60,9	14,2
Кальций	мг	1000	403±0,1	44,4±0,1	54	4,4
Магний	мг	400	429±0,1	64±0,1	107	16
Натрий	мг	1300	120±0,1	36±0,1	9,2	2,8
Фосфор	мг	800	498±0,1	110,4±0,1	62,3	13,8
Железо	мг	10* / 18**	16±0,01	1,4±0,1	160* / 89**	14* / 7,8 **
Марганец	мг	2	1,6±0,01	0,3±0,01	80	15
Медь	мг	1	0,3±0,01	0,3±0,01	30	30
Молибден	мкг	70	46±0,01	54±0,01	65	77
Витамины:						
Тиамин (В1)	мг	1,5	0,18±0,01	0,31±0,01	12	34
Рибофлавин(В2)	мг	1,8	0,39±0,01	0,42±0,01	16	23
Пиридоксин(В6)	мг	2	0,17±0,01	0,48±0,01	9	24
Ниацин (РР)	мг	20	2,57±0,01	4,18±0,01	12,9	20,9
Токоферолы (Е)	мг ток. экв.	15	2,8±0,01	-	18,7	

Полученные результаты химического состава позволяют позиционировать порошок ферментированный и гидролизат как функциональные пищевые ингредиенты, поскольку содержание ряда пищевых веществ в них составляет более 15% от суточной физиологической потребности. Согласно ГОСТ Р 55577 гидролизат может быть маркирован как «источник белка», так как 41,6% его энергетической ценности обеспечивается белком (более 12%) и количество

белка на 100 см³ продукта обеспечивает 6,7-12,0% удовлетворения суточной потребности для мужчин и 9,0-13,4% - для женщин (более 5%). Согласно ГОСТ Р 55577 при маркировке порошка ферментированного может быть указана информация «продукт имеет высокое содержание пищевых волокон», так как содержание пищевых волокон составляет 26,4 г на 100 г продукта (более 6 г) и на 100 ккал приходится 9,85 г пищевых волокон (более 3г).

Результаты исследований аминокислотного состава ПФ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Аминокислотный состав продуктов ферментолиза

Наименование аминокислоты	Содержание, г/100 г	
	порошок ферментированный	гидролизат
Незаменимые аминокислоты: Валин	0,98	0,47
Лейцин	0,48	0,27
Изолейцин	0,81	0,40
Лизин	0,76	0,43
Метионин	0,25	0,08
Треонин	0,78	0,40
Триптофан	0,18	0,06
Фенилаланин	0,92	0,34
Сумма незаменимых аминокислот	5,16	2,45
Заменимые аминокислоты: Аргинин	0,93	0,46
Тирозин	0,31	0,14
Гистидин	0,26	0,24
Аланин	1,54	0,46
Пролин	2,82	0,95
Серин	1,08	0,62
Глицин	1,60	0,50
Цистин	0,10	0,25
Глутаминовая кислота	3,32	0,84
Аспарагиновая кислота	2,11	0,70
Сумма заменимых аминокислот	14,07	5,16
Общее количество аминокислот	19,23	7,61

Полученные данные позволили осуществить расчет аминокислотного сора продуктов ферментолиза. Установлено, что лимитирующими аминокислотами в порошке являются метионин+цистин, лейцин и изолейцин, в гидролизате - триптофан, лейцин и изолейцин. Результаты исследований аминокислотного состава и определения аминокислотного сора порошка ферментированного и гидролизата являются базой для расчета пищевой и биологической ценности новых продуктов, в состав которых вводятся продукты ферментолиза.

Анализ результатов исследования переваримости порошка ферментированного показал, что перевариваемость пищевых веществ порошка после гидролиза ферментными препаратами увеличилась по сравнению с контрольной пробой при гидролизе ферментным препаратом Panzea BG на 9%, Celluclast BG - на 14%, комплексом ферментов - на 17%.

Требования к органолептическим показателям продуктов ферментолиза представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к органолептическим показателям ПФ

Показатели качества	Значение показателей	
	Порошок ферментированный	Гидролизат
Внешний вид	тонко измельченный порошок	замутненная жидкость
Цвет	от серовато-желтоватого до коричнево-серого	от желтоватого до соломенно-желтого
Вкус	специфический, хлебно-солодовый, сладковатый	специфический, хлебно-солодовый, кисловатый
Запах	специфический хлебно-солодовый, не затхлый, без посторонних запахов	специфический хлебно-солодовый, без посторонних запахов

Для исследования показателей сохраняемости свежеработанные ПФ были упакованы и расфасованы в полимерную тару, заложены на хранение при температуре 20 ± 3 °С, относительной влажности воздуха не более 70%. Порошок ферментированный хранили в течении 6 месяцев, гидролизат – в течение 3 месяцев.

По микробиологическим показателям за указанный период хранения порошок ферментированный и гидролизат соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 (прил. 1; прил. 2, инд 1.3).

Изменение физико-химических показателей качества продуктов ферментации за соответствующие периоды не превысило нормативных значений.

Органолептическая оценка свежеработанного гидролизата составила 17,6 баллов. Спустя 1,5 месяца хранения было отмечено, что консистенция становится более тягучей, вкус - менее выраженным. Однако указанные изменения вызвали незначительное снижение суммы балльной оценки гидролизата (0,6 баллов). Спустя 3 месяца хранения в гидролизате увеличилась вязкость, цвет стал немного темнее, вкус и запах стали менее выраженным, что вызвало снижение общей суммы баллов до 16,1, и гидролизат был снят с дальнейшего хранения. Таким образом, было установлено, что срок годности гидролизата составляет 3 месяца.

Оценка свежеработанного порошка ферментированного по органолептическим показателям была достаточно высокой и составила 18,6 баллов. По истечении 3 месяцев хранения значительных изменений органолептических характеристик отмечено не было, однако запах стал менее выраженным, что уменьшило оценку на 0,3 балла, а цвет порошка ферментированного утратил яркость, за что и было снижено 0,2 балла. Спустя 6 месяцев хранения произошли достаточно значительные изменения в органолептических свойствах порошка ферментированного. Цвет изменился с серовато-желтого до желтовато-коричневого, вкус и запах стали менее выраженными, дегустаторами было отмечено появление легкого прогорклого запаха и легкого привкуса горечи. После 6 мес. хранения порошок был снят с хранения. Таким образом, было установлено, что срок годности порошка ферментированного составляет 6 месяцев.

Глава 5 Формирование и оценка потребительских свойств обогащенных продуктов с использованием продуктов ферментации

Было проведено исследование потребительских предпочтений при выборе обогащенных продуктов путем социологического опроса потребителей г. Орла в форме анкетирования, всего было опрошено 238 респондентов.

Проведенные исследования показали, что потребители положительно относятся к обогащенным молочным продуктам (76%). Наибольшее предпочтение отдается кисломолочным продуктам (25%), сырам (23%), творогу и творожным продуктам (23%). В качестве приоритетных обогатителей были названы зерновые и продукты их переработки (36%), плоды и ягоды и продукты их переработки (32%), биологически активные добавки (26%). 84% потребителей выразили положительное отношение к молочным продуктам, обогащенным солодовыми ростками ячменя и продуктами их переработки.

На основании полученных результатов маркетинговых исследований была проведена разработка и оценка потребительских свойств молочных продуктов с продуктами ферментализации солодовых ростков ячменя.

Напиток «Росток». На основе подсырной сыворотки, яблочного сока и гидролизата был изготовлен и исследован напиток «Росток». В результате модельных опытов, в которых варьировали процентное содержание компонентов напитка, при дегустации было установлено, что наилучшими органолептическими характеристиками обладают напитки, содержащие 25-30% гидролизата и 20-25% яблочного сока. В качестве контрольного образца использовали напиток сывороточный с соком, изготовленный по ТУ 9222-162-05268977-14.

Технология производства напитка «Росток» является классической и включает следующие операции: подготовка сырья, дозирование сырьевых компонентов, смешивание компонентов, перемешивание компонентов, пастеризация, охлаждение, упаковка и маркировка напитка.

Выработанный напиток «Росток» был расфасован в стеклянные бутылки емкостью 0,5 л, герметично закупорен кроненпробками и заложен на хранение при температуре 6 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 65-70%. Исследование показателей качества напитка «Росток» в процессе хранения проводили через 3 и 7 суток с момента выработки, продукт анализировали в середине и по окончании периода хранения, установленного на основании соответствующих технических документов.

Результаты органолептической оценки напитка «Росток» представлены на рисунке 3.

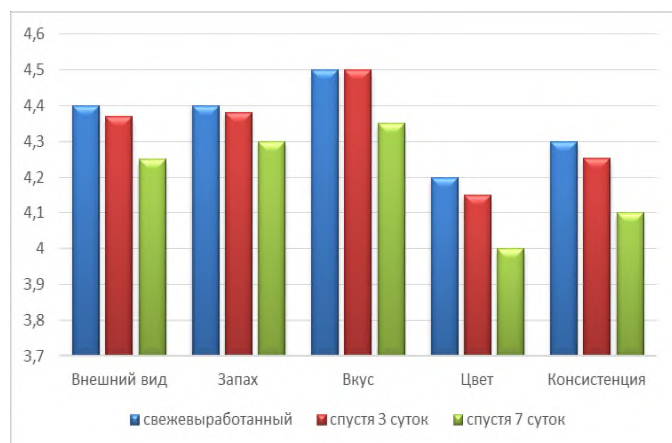


Рисунок 3 – Результаты органолептической оценки напитка «Росток»

Свежевыработанный напиток по органолептическим показателям качества получил достаточно высокую балльную оценку. Спустя 3 суток хранения дегустаторами не было отмечено значительных изменений показателей. Спустя 7 суток (по окончании периода хранения) дегустаторами было отмечено некоторое ухудшение показателей качества напитка: в нем увеличилось количество осадка, консистенция стала более тягучей, цвет - менее интенсивным, запах и вкус - менее гармонич-

ным, однако посторонних привкусов и запахов не отмечалось. Поскольку наметилась тенденция ухудшения качества напитка, дальнейшее хранение продукта не проводили.

Исследование физико-химических показателей качества свежеработанного напитка и их изменений в процессе хранения позволило установить, что за исследуемый период хранения физико-химические показатели качества напитка изменились незначительно. Содержание сухих веществ не изменилось. Титруемая кислотность напитка в процессе хранения незначительно увеличилась, что может быть связано с деятельностью молочнокислых бактерий. Плотность напитка на 7-ые сутки хранения немного уменьшилась, что может быть связано с выпадением некоторого количества сухих веществ в осадок.

Микробиологические показатели напитка «Росток» за исследуемый период хранения не превысили нормативных значений, установленных ТР ТС 021/2011.

На основании полученных данных установлен срок годности напитка «Росток», который составил 7 суток при температуре хранения 4 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не более 75%.

Сравнительный анализ химического состава напитка-контроля и напитка «Росток» показал, что в разработанном напитке содержание клетчатки увеличилось в 1,8 раза, калия - в 1,65 раза, магния - в 2,6 раза, фосфора - в 2,9 раза, железа - в 2 раза, тиамина - в 7 раз, рибофлавина - в 1,8 раз, витамина Е - в 3,4 раза.

Удовлетворение суточной потребности в питательных веществах при потреблении порции напитка «Росток» представлено на рисунке 4.



Рисунок 4 – Удовлетворение суточной потребности при потреблении порции напитка Росток

Таким образом, по содержанию тиамина, макроэлементов (магний, фосфор), микроэлементов (железо) напиток можно считать обогащенным. Расчет конкурентного потенциала напитка «Росток» показал, что он имеет высокий интегральный показатель конкурентоспособности, внесение в рецептуру напитка гидролизата взамен части яблочного сока позволяет снизить себестоимость готовой продукции на 2,1%. Отпускная цена напитка

«Росток» составила 100,4 руб/л и не превысила цену напитка-контроля.

Мягкий сыр «Ячменный». Рецептными компонентами мягкого сыра «Ячменный» явились нормализованное молоко, бактериальная закваска, порошок ферментированный и соль. Сыр вырабатывали без созревания. В качестве

контрольного образца использовали сыр мягкий любительский, выработанный по ГОСТ 32263 без добавок.

Для оценки влияния порошка ферментированного на качество мягкого сыра были проведены пробные лабораторные выработки, в которых порошок ферментированный добавляли в количестве 3, 5, 7% от сырного зерна. При проведении дегустации было установлено, что наилучшими органолептическими характеристиками обладает мягкий сыр, в котором содержание ферментированного порошка составляет 5 %, поскольку при такой дозировке ощущался гармоничный вкус и запах продукта, цвет продукта характеризовался как «мраморный».

Технологический процесс производства мягкого сыра является классическим и состоит из следующих операций: приемка и хранение сырья, подготовка сырья, приготовление нормализованной смеси, пастеризация смеси, охлаждение смеси, заквашивание, сквашивание, обработка сырного зерна, перемешивание и внесение компонентов, формование и самопрессование сыра, посол сыра, расфасовка, упаковка и маркировка продукта.

Исследования показателей качества свежесыра выработанного мягкого сыра и в процессе хранения проводили через 3 и 7 суток с момента выработки

Результаты органолептической оценки образца свежесыра выработанного мягкого сыра «Ячменный» (рисунок 5) показали, что он имеет достаточно высокие характеристики. Дегустаторы отмечали, что сыр имеет нежную, однородную консистенцию, чистый кисломолочный вкус с привкусом солодового наполнителя, кисломолочный запах, светлый кремовый цвет с вкраплениями наполнителя и незначительным окрашиванием в местах контакта с добавкой. При оценке органолептических показателей спустя 7 суток дегустаторами было отмечено ухудшение качества продукта, что проявилось в появлении крошливости, выделении небольшого количества сыворотки, снижении интенсивности вкуса и запаха. Поскольку наметилась тенденция ухудшения качества продукта, дальнейшее его хранение не проводили.

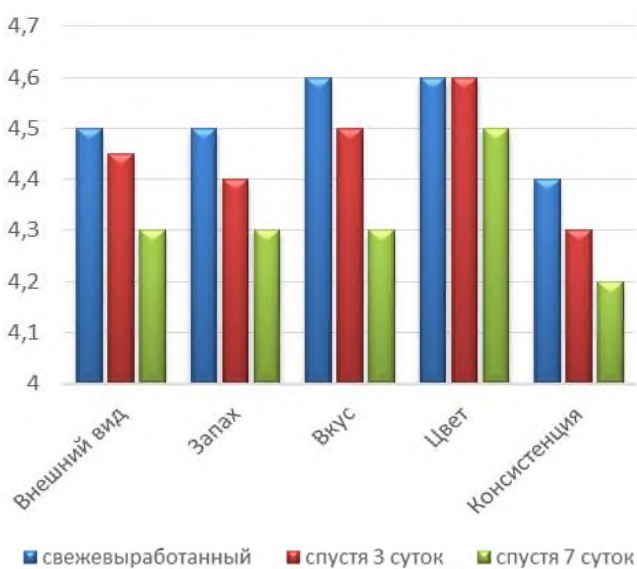


Рисунок 5 – Результаты органолептической оценки мягкого сыра «Ячменный»

Исследование физико-химических показателей качества свежесыра выработанного мягкого сыра и в процессе хранения выявило незначительное снижение массовой доли влаги (на 0,2%) и активной кислотности (на 0,1). Исследование микробиологических показателей свежесыра выработанного сыра и в процессе хранения показало, что бактерии группы кишечной палочки, *S. aureus* и патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в представленных образцах не обнаружены, что соответствует требованиям, установленным ТР ТС «О безопасности молока и

молочной продукции» 033/2013 (п. 8).

На основании полученных данных определен срок годности мягкого сыра «Ячменный», который составил 7 суток при температуре 6 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 65-70%.

Расчет конкурентоспособности мягкого сыра «Ячменный» показал, что он имеет высокий интегральный показатель конкурентоспособности, превышающий показатель классического продукта без добавок в 1,6 раза, себестоимость продукта составила 45 рублей, что ниже контроля на 11%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Теоретически и практически обосновано использование вторичных продуктов солодоращения ячменя для получения ПФ. Экономическая доступность и химический состав солодовых ростков ячменя позволяет получить из них продукты ферментолиза.

2. Определены оптимальные режимы ферментативного гидролиза солодовых ростков.

При проведении ферментативного гидролиза препаратом Celluclast BG задаются следующие параметры проведения процесса: температура - 59°С, продолжительность – 81 мин, гидромодуль – 1:10, концентрация ферментного препарата 0,04 % (дозировка на 100 г сырья 1,4 ед/г).

При проведении ферментативного гидролиза препаратом Panzea BG задаются следующие параметры проведения процесса: температура – 51°С, продолжительность – 104 мин, гидромодуль – 1:10, концентрация ферментного препарата 0,05 % (дозировка на 100 г сырья 1,75 ед/г).

При проведении ферментативного гидролиза препаратами Celluclast BG и Panzea BG в комплексе задаются следующие параметры проведения процесса: температура – 50°С, продолжительность - 89 мин, концентрация субстрата – 1:10, концентрация ферментного препарата 0,05% (дозировка на 100 г сырья 0,88 ед/г целлюлазной активности и 0,06 ед/г ксиланазной активности)

3. Разработана технология глубокой комплексной переработки солодовых ростков. Она включает следующие операции: ферментативный гидролиз, декантация, получение первой фракции гидролизата, центрифугирование, получение второй фракции гидролизата и шрота, сгущение гидролизата, сушка шрота с получением порошка, просеивание порошка, расфасовывание, упаковывание, маркирование и хранение.

4. Исследованы химический состав, показатели качества, безопасности и сохраняемость порошка ферментированного и гидролизата.

Установлено, что в порошке ферментированном содержится 19,81% - 20,01 % клетчатки (в том числе 686-868 мг% β-глюкана) и 19,0-20,0 % белка, калия – 1523 мг%, кальция – 403 мг%, фосфора – 498 мг%, тиамин 0,18 мг%, рибофлавин 0,39 мг%, витамин Е – 2,8 мг%. Срок годности порошка ферментированного составляет 6 месяцев.

Установлено, что гидролизат содержит 1,2% - 1,8 % клетчатки (в том числе 1,07-1,6 г/л β-глюкана) и 38,8 – 39,4% белка на сухое вещество, калия – 355,8 мг%, кальция – 44,4 мг%, фосфора – 110,4 мг%, тиамин 0,31 мг%, рибо-

флавина 0,42 мг%, ниацин – 4,18 мг%. Срок годности гидролизата составляет 3 месяца.

5. Осуществлена разработка рецептуры и проведена оценка потребительских свойств нового вида мягкого сыра с порошком ферментированным. Установлено, что оптимальной дозировкой порошка является 5% от количества сырного зерна. Новый вид мягкого сыра «Ячменный» имеет кисломолочный вкус и запах продукта с легким оттенком солодового наполнителя. Срок годности мягкого сыра составляет 7 суток.

6. Осуществлена разработка рецептуры и проведена оценка потребительских свойств нового вида сывороточного напитка с добавлением гидролизата «Росток». Оптимальная дозировка гидролизата составила 30%. Напиток имеет кисломолочный вкус, с привкусом яблочного сока и солодового наполнителя.

7. Проведен расчет конкурентоспособности и экономической эффективности новых видов продуктов. Установлено, что отпускная цена мягкого сыра «Ячменный» составляет 45 рублей за 100 г, а напитка «Росток» - 25 рублей за 250 мл, что не превышает цен на аналогичные продукты, изготовленные по классической технологии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, входящих в базу Scopus

Eremina O. Y. Optimization of enzymatic hydrolysis of malt barley sprouts / O. Y. Eremina, N. A. Berezina, O. N. Vetrova, N. V. Seregina, A.A. Gutsyna // Earth and environmental science, P2ARM 2020. - № 640. - EESE6402043.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

1. Ветрова, О.Н. Разработка комбинированного мягкого кислотно-сычужного сыра повышенной пищевой ценности / О.Н. Ветрова, Т.Н. Иванова, Е.Н. Демина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. - № 4 (27).- С. 36-41.

2. Еремина, О.Ю. Использование солодовых ростков в перерабатывающих отраслях АПК / О.Ю. Еремина, О.Н. Ветрова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2015. - № 4 (33) - С. 25-30.

3. Еремина, О.Ю. Разработка рецептуры и оценка качества кисломолочного сыра с добавлением порошков пищевых из вторичных продуктов переработки ячменя / О.Ю. Еремина, О.Н. Ветрова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2016. - № 6 (41) - С. 86-91.

4. Зомитева, Г.М. Оценка конкурентного потенциала мягкого сыра с добавлением ферментированных солодовых ростков ячменя / Г.М. Зомитева, О.Н. Ветрова, О.Ю. Еремина, Н.В. Серегина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2019. – № 1 (54). – С. 106-110.

5. Еремина О.Ю. Формирование и оценка потребительских свойств сывороточного напитка «Росток» / О.Ю. Еремина, О.Н. Ветрова // Индустрия питания / Food Industry, 2021. Т. 6, № 1. - С. 48–56. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-1-6.

6. Новикова, Е.В. Анализ конкурентоспособности инновационных продуктов на основе солодовых ростков ячменя в Орловской области / Е.В. Новикова, И.В. Куприна, О.Н. Ветрова // Экономические и гуманитарные науки. – 2021. - № 6 (353).- С. 112-119.

Статьи в сборниках международных и всероссийских конференций

1. Ветрова О.Н. Обзор потребительского рынка мягких сыров // Потребительский рынок: качество и безопасность продовольственных товаров: материалы VII Международной научно-практической интернет-конференции, 16-17 декабря 2013 г. – Орёл: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2013. – С. 102-105.
2. Ветрова, О.Н. Комплексная пищевая добавка на основе порошка из солодовых ростков / О.Ю. Еремина // Материалы 2-й Международной научно-технической интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем. Госуниверситет-УНПК, 2015. - С. 228-232.
3. Еремина, О.Ю. Анализ биологической ценности белка побочных продуктов солодоращения / О.Ю. Еремина, О.Н. Ветрова // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Госуниверситет – УНПК. – Орёл, 2015. – С. 279-282.
4. Ветрова, О.Н. Безопасность вторичных сырьевых ресурсов / О.Н. Ветрова, О.Ю. Еремина // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Социально-экономический потенциал территорий и перспективы развития» (Коломна, 21 апреля 2016 г.) – Коломна: ГСГУ, 2016. - С. 337-339.
5. Ветрова, О.Н. Безопасность и качество мягкого кисломолочного сыра с добавлением порошков пищевых из вторичных продуктов переработки ячменя / Материалы IV Международной научно-практической конференции «Развитие сферы обслуживания на инновационной основе: методология, теория и практика» (Орёл, 20-21 декабря 2016 г.) – Орёл: Издательство ОГУ. - 2016. – С. 79 – 82.
6. Ветрова, О.Н. Определение конкурентоспособности кисломолочного сыра с пищевыми порошками из вторичных продуктов переработки ячменя / О.Н. Ветрова, Е.Н. Демина // Материалы научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 17 ноября 2017). - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-ва. - 2017. - С. 50-54.
7. Демина, Е.Н. Изучение ассортимента и потребительских свойств творожных сыров / Е.Н. Демина, О.Н. Ветрова // Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Актуальные вопросы товароведения, безопасности товаров и экономики. - Коломна, 2018. - С. 105-109.
8. Ветрова, О.Н. Комплексная переработка солодовых ростков ячменя / О.Н. Ветрова, Е.Н. Демина // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: сборник материалов XX Международной научно-практической конференции (14-15 марта 2019 г.) - Барнаул: Изд-во АлтГТУ. - 2019. – С. 12-14.
9. Ветрова, О.Н. Изучение потребительского рынка напитков из сыворотки / О.Н. Ветрова, Е.Н. Демина // Материалы Национальной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг». - 15 марта 2019 г, Рязань: Изд-во РГАУ им. П.А. Костычева. - 2019. – С. 50-53.
10. Демина, Е.Н. Применение обогащающих компонентов в рецептуре сывороточных напитков / Е.Н. Демина, О.Н. Ветрова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции преподавателей и молодых ученых «Пищевые добавки». – Донецк, 2020. – С. 153 – 154.
11. Ветрова О.Н. Оценка пищевой и биологической ценности мягкого сыра обогащенного ферментированным порошком / О.Н. Ветрова, Е.Н. Демина // Сборник статей II Международной научно-практической конференции «Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции». – Саратов, 2021. - С.229-234.