

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральный научный центр лубяных культур
(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

ТВЕРЖДАЮ
ФГБНУ ФНЦ ЛК
ук,
Р.А. Ростовцев
жабр.х 2021г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр лубяных культур»

Диссертация «Научное обоснование и разработка научно-практических основ технологий глубокой переработки семян льна с получением ингредиентов для создания продуктов здорового питания» выполнена в лаборатории переработки лубяных культур.

В период подготовки диссертации соискатель Миневич Ирина Эдуардовна работала в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр лубяных культур» в лаборатории переработки лубяных культур.

В 1979 году окончила Ленинградский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. А.А. Жданова (ныне Санкт-Петербургский государственный университет) по специальности «Химия». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов» защитила в 2009 году в диссертационном совете, созданном на базе Московского государственного университета технологий и управления.

Научный консультант: Цыганова Татьяна Борисовна, Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств», кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса.

По итогам обсуждения принято заключение:

Актуальность диссертационной работы. Значимость состояния питания как фактора, формирующего здоровье нации, подтверждается концепцией государственной политики в области здорового питания. Необходимость профилактики алиментарно-зависимых заболеваний путем коррекции пищевого статуса подтверждена в «Доктрине продовольственной безопасности», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20, в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года № 1364-р.

Современные достижения биохимии, геномики, протеомики, метаболомики и других фундаментальных наук позволили выявить биологическую роль отдельных компонентов пищи (макро- и микронутриентов, биологически активных веществ) в регуляции функциональной активности различных органов и систем, а также в снижении риска развития алиментарно-зависимых заболеваний.

Накопленный научный материал свидетельствует о необходимости обогащения рациона населения источниками биологически активных веществ, а также изменения структуры питания, направленного на увеличение доступности и потребления продуктов здорового питания. В условиях, осложненных пандемией COVID-19, потребление здоровой пищи, особенно с функциональными свойствами приобрело особую значимость как способ поддержки иммунной системы организма человека.

В настоящее время перспективной нишевой сельскохозяйственной культурой, выращиваемой в России, являются семена льна. Как источник

эссенциальных макроэлементов и биологически активных веществ они рассматриваются в качестве дополнительного сырья, обогащающего традиционные зерновые культуры. По содержанию белка (18–25%) они превосходят зерновые (9–12%), сумма незаменимых аминокислот в их белковом комплексе более, чем на 50% выше, чем у зерновых. Семена льна богаты эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами с преобладающим (более 50%) содержанием семейства ω -3; по количеству лигнанов (52679 мкг/100г), относящихся к классу фитоэстрогенов, которые поддерживают важнейшие физиологические функции организма человека, они в сотни раз превосходят другие сельхозкультуры, в том числе злаковые (369 мкг/100г). Семена льна характеризуются наличием растворимых пищевых волокон, локализуемых в их слизевых клетках, макро- и микроэлементов (Na, Mg, P, Zn) витаминов (A, C, E, B6).

Продукты переработки семян льна пищевого назначения получают только в виде масла и муки на отдельных предприятиях малого бизнеса в незначительных для нашей страны количествах. Технологии глубокой переработки семян льна, позволяющие получать функциональные ингредиенты (белковые концентраты, пищевые волокна), будут способствовать расширению ассортимента продуктов здорового питания и их доступности, что имеет социальное значение. Белковые концентраты, пищевые волокна в виде полисахаридных комплексов и экстрактов могут быть использованы в качестве эмульгаторов, водо- и жиродерживающих компонентов, регуляторов пищевой и биологической ценности пищевых продуктов.

В связи с этим научное обоснование и разработка научно-практических основ технологий пищевых ингредиентов из семян льна для создания продуктов здорового питания является актуальным и соответствует политике государства в социальной области.

Научная концепция.

В разработку научно-практических основ глубокой переработки семян льна для создания продуктов здорового питания положена максимальная

реализация биохимического потенциала семян льна на основании комплексного решения взаимосвязанных задач от разработки технологий повышения органолептических свойств семян и получения из них пищевых ингредиентов, включая белковые концентраты и пищевые волокна, до технологических решений их применения при оценке перспектив расширения ассортимента продуктов здорового питания.

Научная новизна.

При исследовании водной экстракции неразрушенных семян льна выявлен последовательный выход полисахаридных ассоциатов в первую очередь с максимальным содержанием белка, что может служить основанием для получения полисахаридных комплексов с контролируемым содержанием белка и, следовательно, функционально-технологическими свойствами для использования в качестве пищевых ингредиентов при создании продуктов здорового питания.

Методом ИК-спектроскопии выявлено влияние технологических параметров переработки семян льна на содержание белка и структурные связи в полисахарид-белковых ассоциатах, выражающиеся в увеличении содержания белка при повышении температуры экстракции и снижении рН среды, вариабельности интенсивности, формы, положения максимумов полос в области 1700–1500 см⁻¹, где проявляют себя протеиновые компоненты в составе полисахаридных комплексов, что свидетельствует о разнообразии протеин-полисахаридных взаимодействий и полисахарид-белковых ассоциатов при переработке семян льна.

Сравнение ИК-спектров семенной оболочки и ядра семян льна выявило различие в структуре белковых полос на спектрах ядра и оболочки, а именно наличие дополнительного пика в спектрах оболочки, относящегося к полипептидам.

В ИК спектрах продуктов водной экстракции цельных семян льна выявлено присутствие в белковой области (1700-1500 см⁻¹) одиночной в разной

степени структурированной полосы, характерной для полипептидных компонентов в отличие от аналогичных продуктов экстракции измельченных семян льна, характеризующихся классическим дублетом полос Амид I и Амид II в этой области; подобные продукты могут служить природными носителями в водных системах белковых соединений, сохраняя их функциональные свойства при использовании в пищевых технологиях, медицине, фармацевтике, косметологии.

Обоснованы оптимальные технологические режимы микронизации семян льна, ограничивающие окисление липидов при сочетании их увлажнения методом пропаривания и последующим кратковременным ИК облучением за счет достижения минимальной активности их гидролитических и окислительных ферментов, и позволяющие получать семена с неизменной пищевой ценностью и улучшенными органолептическими свойствами.

На основании исследований процесса экстракции белковых веществ и полисахаридов выявлено, что предварительное удаление водорастворимых полисахаридов из льняного жмыха перед проведением экстракции белка позволяет выделить не менее 60% белка в раствор из исходного сырья и получить белковый концентрат, содержащий не менее 65% белка.

Выявлено положительное влияние продуктов переработки семян льна (измельченных семян льна, полуобезжиренной льняной муки, полисахаридного экстракта, льняного белкового концентрата) на органолептические и физико-химические показатели качества, пищевой ценности разработанных изделий. Максимальные результаты были установлены при использовании льняной муки, включая увеличение удельного объема ХБИ на 12,3%.

Экспериментально обоснован безглютеновый компонентный состав, с использованием льняной муки и полисахаридного комплекса семян льна в качестве структурообразователя вместо кукурузного крахмала с целью расширения ассортимента безглютеновой продукции.

Установлены количественный состав основных пищевых веществ и степень удовлетворения суточной потребности организма человека в эссенциальных нутриентах, включая ПНЖК ω -3 и индивидуальные незаменимые аминокислоты в разработанных изделиях для их обоснованного включения в рационы питания населения.

Практическая значимость и реализация результатов работы.

Разработана технология микронизации семян льна, обеспечивающая повышение качества сырья за счет снижения активности его гидролитических и окислительных ферментов, повышения доступности белкового комплекса (вследствие частичной денатурации) и улучшения вкусовых свойств.

Разработаны технологии с получением функциональных ингредиентов из семян льна как компонентов для применения в составе рецептур продуктов здорового питания.

Предложены направления использования продуктов переработки семян льна в технологиях пищевых продуктов здорового питания массового потребления

Разработаны технологические решения эффективного введения льняной муки и измельченных семян льна в рецептурный состав хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, эмульсионных продуктов, кондитерских паст, ориентированные на повышение пищевой и биологической ценности, потребительских качеств продуктов.

Разработаны технологии мучных и эмульсионных изделий с повышенной пищевой ценностью на основе включения в рецептуру продуктов переработки семян льна.

Получены в условиях опытного производства образцы белкового концентрата из льняного жмыха и полисахаридного экстракта из семян льна.

Разработаны ТУ 10.89.15-002-10784971-2021 «Продукт полисахаридный из льняного семени», ТИ по изготовлению и контролю «Продукта полисахаридного из льняного семени», ТУ 10.89.19-003-10784971-2021 «Концентрат белковый льняной», ТУ 9143-001-10784971-12 на эмульсионный

продукт с льняной мукой и ТИ по его изготовлению и контролю, ТУ 9110-004-10784971-21 на батон «Осенний».

Новизна разработанных технологических решений подтверждена 5 патентами Российской Федерации.

Определена себестоимость разработанных пищевых ингредиентов и продуктов, обоснована их социальная значимость.

Материалы выполненных исследований используются в учебном процессе НИУ ИТМО при реализации профессиональных образовательных программ бакалавриата и магистратуры по направлению «Биотехнологии».

Положения, выносимые на защиту:

- научное обоснование выбора семян льна и льняного жмыха в качестве исходного сырья для получения пищевых ингредиентов, базирующееся на анализе биохимического потенциала семян льна, современного состояния их производства и переработки, подтверждении их пищевой безопасности; оценке эффективности введения семян льна в пищевые рационы;

- совокупность экспериментальных данных по исследованию процесса экстракции белка и полисахаридов из льняного сырья для получения пищевых функциональных ингредиентов,

- технология микронизации семян льна, базирующаяся на определении оптимальных параметров предварительной гидротермической обработки, комплексном исследовании влияния ИК-облучения на химический состав, белковый комплекс, активность окислительных ферментов и органолептические свойства семян льна;

- способы получения пищевых ингредиентов из семян льна и льняного жмыха, обеспечивающие наиболее полный выход целевых продуктов с высокими функционально-технологическими свойствами для создания продуктов здорового питания;

- технологические решения по созданию ассортимента продуктов здорового питания различных товарных групп (ХБИ, МКИ, эмульсионные продукты, кондитерские пасты) на основе использования в составе их рецептур

семян льна и продуктов их переработки в качестве источника ПНЖК омега-3, белка, пищевых волокон.

Апробация работы

Основные научные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих научных изданиях по пищевым технологиям и доложены и обсуждены на симпозиумах и конференциях различного уровня Москва: (2005, 2006, 2009, 2015, 2016, 2017, 2019); Тверь (2003, 2004, 2006, 2009, 2010, 2011, 2019); Торжок (2004); Москва-Тамбов (2005, 2013); Москва-Подольск (2011); Москва-Углич (2012); Вологда (2007, 2009, 2012); Зерноград (2012); Смоленск (2016), Краснодар (2009, 2015, 2017, 2019); Беларусь, Минск (2011,); Керчь (2018); Киров (2018).

Публикации. Автор диссертационной работы имеет 83 публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 68 печатных работ, в том числе 24 в рецензируемых изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов докторской диссертации, 7 – во входящих в международные реферативные базы RSCI и Scopus, 32 публикаций в материалах конференций и зарубежных сборниках, 5 – патентов РФ.

Личное участие соискателя ученой степени заключается в формулировании направления и разработке основных положений диссертации, выносимых на защиту, постановке цели и задач исследований, решении поставленных задач, планировании экспериментов и проведении исследований, в получении результатов, математической обработке и обобщении результатов и использовании их на практике. Результаты диссертационной работы являются совокупностью многолетних научных исследований, проведенных в ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» лично автором и при его непосредственном участии.

Степень достоверности результатов исследований, проведенных соискателем ученой степени, несомненна и подтверждается применением поверенных, аттестованных научных приборов, современных физико-

химических методов анализа, статистической математической обработкой результатов эксперимента, совпадением результатов опытной апробации с результатами лабораторных исследований. Обработку результатов проведенных исследований проводили с использованием программ Microsoft Excel, Origin, Statistica 6.0. Результаты исследований отражены в рецензируемых научных изданиях.

Степень обоснованности этапов диссертационной работы следует из результатов анализа научных источников и полученных экспериментальных данных. Представленные в работе научные положения обоснованы и подтверждены экспериментальными испытаниями. Полученные данные с достаточной степенью точности согласуются с общепринятыми в данной области исследований концепциями.

Диссертационная работа Миневиной Ирины Эдуардовны представляет собой завершённый научный труд, выполнена на достаточно высоком научном и методическом уровне.

Полученные результаты обладают новизной и практической значимостью, поскольку позволяют решить актуальные задачи производства и представляют научный интерес для действующих предприятий отрасли. Диссертация соответствует пунктам 2, 4, 6 паспорта научной специальности 05.18.01. Опубликованные работы полностью отражают изложенные в диссертации материалы.

Диссертация «Научное обоснование и разработка научно-практических основ технологий глубокой переработки семян льна с получением ингредиентов для создания продуктов здорового питания» Миневиной Ирины Эдуардовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства на диссертационном Совете Д 212.148.03 при ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

Заключение принято на заседании лаборатории переработки лубяных культур ФГБНУ ФНЦ ЛК. Присутствовало 10 человек. Результаты голосования: «за» 10 человек, «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 11 от 30 ноября 2021г.

Заведующий лабораторией переработки
лубяных культур ФГБНУ ФНЦ ЛК, к.т.н.

Э. В. Новиков

Ученый секретарь ФГБНУ ФНЦ ЛК, к.т.н.

А.В. Галкин