

В диссертационный совет Д 212.148.03  
при ФГБОУ ВО «Московский  
государственный университет пищевых  
производств»

## ОТЗЫВ

официального оппонента, заведующего кафедрой пищевых производств НОЧУ ДПО «МПА», доктора технических наук, профессора **Романова Александра Сергеевича** на диссертационную работу **Миневич Ирины Эдуардовны** «Научное обоснование и разработка научно-практических основ технологий глубокой переработки семян льна с получением ингредиентов для создания продуктов здорового питания», представленной 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 (технические науки)

На отзыв представлены диссертация и автореферат.

### **Актуальность темы.**

Приоритетными задачами государства в области повышения здоровья нации является, прежде всего, сохранение и укрепление здоровья населения за счет профилактики заболеваний, обусловленных алиментарными факторами, а также формирование здорового образа жизни. Современные научные достижения свидетельствуют о необходимости обогащения рациона населения источниками биологически активных веществ, а также изменения структуры питания, направленного на увеличение доступности и потребления продуктов здорового питания. Представленная к защите диссертационная работа Миневич Ирины Эдуардовны посвящена решению ряда **актуальных** задач, связанных с развитием ассортимента продуктов здорового питания посредством использования в качестве источника эссенциальных макронутриентов и биологически активных веществ нетрадиционного отечественного сырья – семян льна, разработки технологий выделения из него пищевых ингредиентов, обеспечивающих создание продукции высокой пищевой ценности.

### **Значимость полученных результатов для науки и практики.**

**Научная новизна** работы определяется совокупностью результатов, полученных Миневиц И.Э. в результате выполнения комплекса исследований: 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. При изучении процесса экстракции белка и полисахаридов из неразрушенных семян льна и льняного жмыха методом ИК спектроскопии выявлен последовательный выход полисахаридных ассоциатов в первую очередь с максимальным содержанием белка, установлено 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. Путем сравнительного анализа ИК-спектров семенной оболочки и ядра семян льна выявлено наличие дополнительного пика в спектрах оболочки, относящегося к полипептидам, что свидетельствует об их присутствии в семенной оболочке. 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. Обоснованы оптимальные технологические режимы микронизации семян льна, сочетающие их увлажнение методом пропаривания и кратковременное ИК облучение, что позволяет обеспечить минимальную активность их гидролитических и окислительных ферментов и получать семена с неизменной пищевой ценностью и улучшенными органолептическими свойствами. 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. 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  $\omega$ -3 и индивидуальные незаменимые аминокислоты в разработанных изделиях для их обоснованного включения в рационы питания населения.

**Практическая значимость.** Созданы инновационные технологии: 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; получения функциональных ингредиентов из семян льна (концентрата белка и полисахаридного продукта) как компонентов для применения в составе рецептур продуктов здорового питания.

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 «Пшенично-льняной».

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».

## **Оценка объема, структуры и содержания работы.**

Материал диссертации изложен на 382 страницах компьютерного текста; список литературы включает 441 источник, в том числе 226 - иностранных авторов. Работа содержит 126 таблиц, 99 рисунков и 7 приложений. Структура диссертации построена по традиционному плану, включает введение, обзор литературы, методическую часть, результаты исследований, выводы, список литературы, 7 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, показаны научная новизна и практическая ценность, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе (литературный обзор) проведен анализ нормативной базы и классификации продуктов здорового питания, рассмотрены современные технологии получения таких пищевых ингредиентов, как концентрированные формы растительных белков, растворимых пищевых волокон, необходимых для создания продуктов здорового питания, приведены краткие сведения о льне, как древнейшей культуры многоцелевого использования, показана роль биологически активных веществ и функциональных ингредиентов семян льна в снижении риска и профилактике ряда заболеваний (онкологических, сердечно-сосудистых и пр.), рассмотрено современное состояние и перспективы переработки семян льна для использования в пищевой промышленности.

Во второй главе даны характеристики объектов и методов исследований, приведена схема экспериментальных исследований, раскрывающая последовательность этапов при достижении поставленной цели и решении задач диссертационной работы.

Главы 3-7 содержат описание и анализ экспериментальных данных.

Глава 3 посвящена обоснованию выбора семян льна для получения функциональных пищевых ингредиентов и создания ассортимента продуктов здорового питания на основании анализа современного состояния производства и промышленной переработки семян масличного льна в России, подтверждении пищевой безопасности семян льна и льняной муки путем оценки содержания синильной кислоты в используемом льняном сырье, рассчитанной степени удовлетворения потребностей в нутриентах при введении семян льна в рационы населения.

Глава 4 включает изучение процесса экстракции полисахаридов и белка из семян льна и льняного жмыха. Рассмотрено влияние параметров процесса (рН, температура, продолжительность) на последовательный выход в раствор полисахаридных ассоциатов с различным содержанием белка, влияние вариабельности протеиновой составляющей на функционально-

технологические свойства полисахаридных продуктов; определены реологические свойства полисахаридных продуктов с целью их практического использования в пищевых системах, изучена возможность повышения их структурной однородности полисахаридов при фракционном осаждении.

В пятой главе представлена технология микронизации семян льна, разработанная для повышения их пищевой безопасности и улучшения органолептических свойств. На основании изучения влияния ИК-обработки на содержание сырого жира и кислотного числа масла семян льна, влияния гидротермической обработки на гидролитические и окислительные ферменты семян льна обоснованы рациональные параметры микронизации, исследовано влияние микронизации на биологическую ценность и органолептические свойства семян льна.

Шестая глава посвящена разработке технологий пищевых ингредиентов для продуктов здорового питания: технология получения концентрата белка из льняного жмыха; технология получения полисахаридных продуктов из семян льна, с преобладающим содержанием растворимых пищевых волокон. Охарактеризованы целевые продукты этих технологий: определены их функционально-технологические свойства, рассчитаны показатели биологической ценности – аминокислотный скор, содержание незаменимых аминокислот, степень удовлетворения суточной потребности в индивидуальных аминокислотах.

Седьмая глава посвящена созданию ассортимента продуктов различных товарных групп с использованием продуктов переработки семян льна, соответствующих требованиям концепции здорового питания, включая хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, эмульсионные продукты и кондитерские пасты. Разработка технологий и рецептур проводилась на основании разработки технологических решений по введению компонентов семян льна в рецептурные составы новых изделий, изучения их влияния на физико-химические, органолептические показатели качества и пищевой ценности изделий.

В восьмой главе приведены разработанные проекты технической документации (ТУ, ТИ) на разработанные пищевые ингредиенты и продукты.

В девятой главе проведена оценка социально-экономической эффективности разработанных технологий и продуктов, включая определение социальной значимости технологий глубокой переработки семян льна с целью получения пищевых ингредиентов, обладающих

функциональными и технологическими свойствами и их экономической эффективности.

В приложении представлены копии патентов на изобретения, акты опытно-промышленной апробации, проекты технической документации.

Диссертация логично построена, результаты и выводы соответствуют поставленным задачам и главной цели.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК.

### **Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность.**

В диссертационной работе представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных с применением современных методов анализа и статистической обработки данных. Результаты, выводы и рекомендации диссертационной работы теоретически обоснованы и не противоречат известным подходам к исследованиям в области переработки растительного сырья, качества пищевого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, апробированы в опытно-промышленных условиях и одобрены на научно-практических конференциях; достаточно широко опубликованы в научных изданиях, в том числе в рецензируемых из Перечня ВАК Минобрнауки РФ и включенных в международные базы научного цитирования RSCI и Scopus.

### **Публикации.**

Основные результаты работы изложены в 77 публикациях, в том числе 7 – во входящих в международные реферативные базы RSCI и Scopus, 26 в рецензируемых изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов докторской диссертации, 35 публикации - в журналах, материалах конференций и зарубежных сборниках, 1 монография и 3 учебных пособия (общим объемом 46,75 усл. печ. л.), получено 5 патентов РФ.

Таким образом, диссертационная работа Миневиц И.Э. содержит результаты, выводы и рекомендации, которые следует считать обоснованными и достоверными.

### **Соответствие автореферата основным положениям диссертации.**

Автореферат достоверно отражает все разделы диссертационной работы, его содержание и структура соответствуют требованиям ВАК Минобрнауки РФ.

### **Замечания и вопросы по диссертационной работе:**

1. В главе 8 перечислены группы разработанных автором продуктов, но не указаны наименования и присвоенные номера нормативно-технической документации на разработанные продукты (с. 302).
2. В разделе 7.1 (с. 234) указан химический состав семян льна и льняной муки, но приводится ссылка на источник этих данных.
3. В таблице 7.4 (с. 237) оценивается степень удовлетворения суточной потребности в аминокислотах, но не указывается при потреблении какого продукта и в каком количестве.
4. Размышляя о взаимодействии компонентов пшеницы и льна (с. 240) автор делает ряд утверждений, но не приводит результаты собственных или сторонних исследований, на которых основываются эти утверждения. Например, «При этом карбоксильные и гидроксильные группы молекул полигалактуроновой кислоты, представляющей основу кислой фракции полисахаридов льняных слизей, способны независимо друг от друга вступать в реакции с белковыми молекулами, что приводит, в частности, к образованию дополнительных сульфидных связей в виде S-S мостиков за счет окисления S-H групп белков муки, «усиливая» структуру клейковины.»
5. Давая характеристику образцов льняных продуктов (табл. 7.6, с.241) и пшенично-льняной композитной муки (Табл. 7.7, с. 242), автор не указывает условия и методы проведения анализов.
6. При изучении влияния «льняного белка» на характеристики теста из композитной муки (табл. 7.8, с. 242), а также на качество хлебобулочных изделий (табл. 7.8, с. 244) не указаны методика приготовления теста (рецептура, условия брожения, способ разделки, параметры выпечки и др.)
7. Автор указывает, что «эффективная вязкость при добавлении двух видов муки полуобезжиренной и обезжиренной количестве 6 и 9%, увеличивалась на 22,3 и 264%, а также на 30,7 и 193%», но описание соответствующих экспериментов в диссертации отсутствует.
8. Не совсем убедительно, по нашему мнению, выглядит объяснение причин увеличения влажности маффинов при внесении полисахаридов семян льна (рис.7.12, с. 253).
9. В рецептуре маффинов не указан вид и количество химического разрыхлителя (табл. 7.11, с. 251).
10. В разделе 7.2.2 не приведено описание технологии приготовления маффинов и не указаны условия их хранения.

Указанные замечания не имеют принципиального характера и не снижают научной и практической значимости данной диссертационной работы.

## Заключение

В целом диссертационная работа И.Э. Миневич является завершенным, цельным научным исследованием, результаты которого обладают высокой научной и практической значимостью в области глубокой переработки семян льна и создания продуктов разнообразных товарных групп, отвечающих требованиям здорового питания.

По актуальности темы, объему выполненных исследований, научной новизне и практической значимости диссертационная работа И.Э. Миневич на тему «Научное обоснование и разработка научно-практических основ технологий глубокой переработки семян льна с получением ингредиентов для создания продуктов здорового питания» соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства.

Доктор технических наук, 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки), профессор, заведующий кафедрой пищевых производств НОЧУ ДПО «МПА»

Романов А.С.

*ОРР*

Некоммерческое образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования «Международная промышленная академия» (НОЧУ ДПО «МПА»)

115093, г. Москва, 1-й Щипковский пер., д. 20

8 (495) 959-74-10

romanov@grainfood.ru

Подпись Романова А.С.

Заведующий отдела по работе

Миронова М.С.

