

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

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, главного научного сотрудника ВНИИ Кондитерской промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН **Кондратьева Николая Борисовича** 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.

На отзыв представлены диссертация и автореферат.

Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертационная работа Миневич Ирины Эдуардовны посвящена актуальной проблеме создания продуктов здорового питания.

В работе научно обоснованы и разработаны научно-практические основы технологий пищевых ингредиентов из семян льна, которые являются перспективной отечественной сельскохозяйственной культурой и предложены для обогащения хлебобулочных, кондитерских и других групп изделий эссенциальными макронутриентами и биологически активными веществами.

В настоящее время переработка семян льна пищевого назначения ограничена получением масла и муки на отдельных предприятиях в незначительных объемах. Поэтому разработка технологий глубокой переработки семян льна, обеспечивающих наиболее полное выделение биологически активных веществ и позволяющих получать новые функциональные ингредиенты (белковые концентраты, пищевые волокна и др.), необходима для расширения ассортимента продуктов здорового питания, повышения их доступности для потребителей.

Значимость рассматриваемой проблемы подтверждена «Доктриной продовольственной безопасности», утвержденной Указом Президента РФ от 21.01.2020 г., «Стратегией повышения качества пищевой продукции в

Российской Федерации до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29.06.2016 г.

Результаты научных исследований свидетельствуют о необходимости обогащения рациона населения биологически активными веществами, а также изменения структуры питания, направленного на увеличение доступности и потребления продуктов здорового питания. В связи с этим, научное обоснование и разработка научно-практических основ технологий пищевых ингредиентов из семян льна является актуальным и соответствует политике государства в социальной области.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность.

Представленные в работе научные положения основаны на результатах, опубликованных в открытой печати, в том числе в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК Минобрнауки РФ и включенных в международные базы научного цитирования RSCI и Scopus.

Результаты исследований согласуются с общетеоретическими концепциями пищевой химии, доложены, обсуждены и одобрены на национальных и международных научно-практических конференциях

Достоверность полученных результатов подтверждена большим объемом экспериментальных исследований, проведенных с использованием современных физико-химических методов, применением статистической обработки результатов экспериментов, а также актами опытно-промышленной апробации.

Научная новизна определяется результатами разработки научно-практических основ глубокой переработки семян льна с использованием их биохимического потенциала.

Установлено, что предварительное удаление водорастворимых полисахаридов из льняного жмыха перед проведением экстракции белка позволяет выделить не менее 60% белка и получить белковый концентрат, содержащий не менее 65% общего белка.

Обоснованы оптимальные технологические режимы микронизации семян льна при сочетании пропаривания и ИК обработки, позволяющие получать семена с улучшенными органолептическими свойствами при сохранении показателей пищевой ценности и окислительной порчи жиров, с минимальной активностью гидролитических ферментов.

Образование полисахаридных ассоциатов и характеристики структурных связей в полисахарид-белковых ассоциатах при получении полисахаридных комплексов с контролируемым содержанием белка подтверждено с использованием метода ИК-спектроскопии НПВО.

Установлены различия в ИК спектрах ядра и оболочки семян льна, характеризующие различное содержание полипептидов.

Обоснованы и разработаны пищевые продукты для их включения в рационы питания населения с целью удовлетворения суточной потребности организма человека в эссенциальных нутриентах, включая ПНЖК ω -3 и незаменимые аминокислоты.

Обосновано использование льняной муки для замены кукурузного крахмала при разработке безглютеновых рецептур ХБИ, МКИ, эмульсионных продуктов и кондитерских паст. Полученные результаты могут быть использованы для создания других продуктов здорового питания.

Практическая значимость полученных результатов.

Существенную научно-практическую значимость полученных результатов характеризует экспериментальное подтверждение теоретического обоснования разработки технологий глубокой переработки семян льна.

Практическая значимость диссертационной работы Миневич И.Э. подтверждена разработанной технической документацией: ТУ 10.89.15-002-10784971-2021 «Продукт полисахаридный из льняного семени», ТУ 10.89.19-003-10784971-2021 «Концентрат белковый льняной», ТУ 9143-001-10784971-12 «Соусы льняные «Будь здоров»», ТУ 10.72.19-004-10784971-2021 «Батон пшенично-льняной».

Проведена опытно-промышленная апробация белкового концентрата из льняного жмыха и полисахаридного экстракта из семян льна. Получены акты наработки опытных образцов продуктов из льняного семени.

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

Разработанные способы и продукты защищены патентами РФ:

- № 2437552 «Способ получения белка из жмыха семян льна»;
- № 2464799 «Способ снижения ферментативной активности семян льна»;
- № 2524076 «Соус майонезного типа с льняной мукой «Будь здоров»»;
- № 2683636 «Кекс»;
- № 2639770 «Способ получения полисахаридного комплекса из семян льна».

Публикации. Основные результаты работы изложены в 77 публикациях, в том числе 7 – в международных реферативных базах RSCI и Scopus, 26 в рецензируемых изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, рекомендованных ВАК Минобрнауки

РФ, 35 публикации - в журналах, материалах конференций и зарубежных сборниках, в 1 монографии и 3 учебных пособиях. Получено 5 патентов РФ.

Структура и общее содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа Миневич И.Э. состоит из введения, экспериментальной части, результатов исследования и их анализа, заключения, списка сокращений, списка литературы и 7 приложений. Работа содержит 9 глав и изложена на 382 страницах компьютерного текста.

Список литературы включает 441 источник, в том числе 226 - иностранных авторов. Работа содержит 126 таблиц и 99 рисунков. В приложениях приведены копии патентов на изобретения, технической документации, акты опытно-промышленных испытаний разработанных продуктов, которые доказывают несомненные практические результаты работы.

Диссертационная работа написана хорошим научным языком и оформлена в соответствии с действующими требованиями, теоретические положения изложены логично и последовательно, проведена грамотная интерпретация экспериментальных научных данных, сделаны заключение и выводы.

Структура диссертационной работы логически обоснована и соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследований, научная концепция, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость, представлены научные положения, выносимые на защиту, подтверждена достоверность полученных результатов.

В первой главе на основании отечественных и зарубежных литературных источников проведен информационно-аналитический обзор, включающий анализ современного состояния и тенденций развития технологий получения пищевых белков и полисахаридных продуктов из масличных культур. Показана нормативная база и классификация продуктов здорового питания, дана характеристика семян льна как важного биологически активного сырья для пищевой промышленности.

На основании аналитического обзора сформулированы цель и задачи, показаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов, обоснованы основные научные положения, выносимые на защиту.

Разработана структурная схема исследований, включающая основные этапы, научные и практические результаты диссертационной работы.

Вторая глава включает описание объектов, стандартных и специальных методов исследований. Приведены основные физико-химические показатели объектов исследования, а также использованная нормативная и техническая

документация. Разработаны рецептуры маффинов и эмульсионных соусов с льняной мукой. Приведены схемы проведения экспериментальных исследований, в том числе проведения фракционирования белков семян льна и льняного жмыха, а также получения эмульсионных соусов с льняной мукой.

В третьей главе диссертантом представлены результаты анализа современного состояния производства и промышленной переработки семян масличного льна в России; обоснована возможность пищевого использования льняного масла и муки, подтверждена их пищевая безопасность, проведена оценка содержания цианогенных гликозидов в льняном сырье; рассчитана степень удовлетворения суточных потребностей взрослого населения в полиненасыщенных жирных кислотах и незаменимых аминокислотах при введении семян льна в рационы питания; обосновано использование семян льна для получения функциональных пищевых ингредиентов и расширения ассортимента продуктов здорового питания.

В четвертой главе приведены выявленные закономерности процессов экстракции полисахаридов и белков из семян различных сортов льна и льняного жмыха, показано влияние технологических параметров и способов переработки льняного сырья на содержание и соотношение белков, липидов и их комплексов в целевых продуктах.

Для подтверждения химического состава экстрактов и образования белок-полисахарид-липидных комплексов в процессе экстракции семян льна использован метод ИК спектроскопии. Представлены результаты исследования реологических свойств растворов полисахаридных продуктов с целью их дальнейшего практического использования.

Приведены результаты исследований процесса осаждения полисахаридных комплексов из водных экстрактов. Полученные результаты согласуются с результатами зарубежных исследований.

Исследования, представленные в **пятой главе** направлены на разработку технологии высокотемпературной микронизации семян льна, сочетающей кратковременное ИК-облучение с предварительным пропариванием.

Исследовано влияние ИК-обработки и гидротермической обработки на массовую долю жира и влаги, перекисное и кислотное числа жировой фракции, а также органолептические характеристики семян льна. Обоснованы рациональные параметры высокотемпературной микронизации, приводящие к уменьшению активности ферментов липазы и липоксигеназы, что способствует повышению сохранности и органолептических характеристик продуктов из семян льна.

Разработанные технологические решения защищены патентом РФ № 2464799.

Шестая глава посвящена разработке технологий белкового концентрата и полисахаридных продуктов из семян льна и льняного жмыха для продуктов здорового питания. Рассмотрены факторы, оказывающие влияние на содержание сухого экстракта полисахаридов и белкового концентрата.

Обоснована технологическая схема получения белкового концентрата из льняного жмыха, установлены основные характеристики сырья и целевых продуктов.

Разработана технология получения полисахаридных продуктов из семян льна, определены параметры и последовательность технологических стадий получения полисахаридных продуктов из семян льна для их промышленного масштабирования.

Установлена взаимосвязь сорта семян льна и количественного выхода полисахаридного комплекса.

Седьмая глава содержит основные принципы расширения ассортимента продуктов, соответствующих требованиям концепции здорового питания из семян льна.

На основе фактического соотношения основных пищевых веществ автором диссертации смоделированы матрицы пищевой ценности основных продуктов переработки семян льна, включающих измельченные семена льна, полуобезжиренную, обезжиренную, микронизированную полуобезжиренную льняную муку и льняной белковый концентрат.

Предложены составы композитной пшенично-льняной муки, обеспечивающие высокое качество хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Разработаны технологии кекса, маффинов с семенами льна и льняной мукой, в том числе безглютеновых, эмульсионных продуктов с льняной мукой, включая различные соусы и кондитерские пасты.

Восьмая глава посвящена практическому применению результатов диссертационной работы. В приложении к работе приведена техническая документация (ТУ, ТИ) на полученные пищевые ингредиенты и продукты, включая продукт полисахаридный из льняного семени, концентрат белковый льняной, соусы льняные «Будь здоров», батон пшенично-льняной. Автор приводит информацию об опытной апробации льняного белкового концентрата и сухого полисахаридного экстракта.

Девятая глава является заключительной и направлена на оценку социально-экономической эффективности разработанных технологий и продуктов. Приведены основные принципы получения новых пищевых

ингредиентов и продуктов из семян льна. Технологии комплексной переработки семян льна отечественного производства и расширение ассортимента продуктов здорового питания для массового потребления способствует повышению физической и экономической доступности таких продуктов для населения. При этом происходит профилактика наиболее распространенных алиментарно-зависимых заболеваний.

Заключения и выводы, сделанные автором диссертационной работы теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены.

В целом, представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, имеет несомненную научную новизну и высокую практическую значимость и направлена на расширение ассортимента продуктов здорового питания.

При общей высокой оценке работы оппонент считает необходимым сделать некоторые **замечания и пожелания**:

1. Стр. 10 пункты 2, 3, 4 **Научной новизны** о влиянии состава и технологических параметров обработки семян льна на характеристики ИК-спектров можно объединить.

2. Стр. 135 Указано, что образцы полисахаридных продуктов получены при времени экстракции 120 минут, а на рисунках 4.5 и 4.6 продолжительность экстракции указана 60 минут без выхода на плато. Необходимо уточнить. Также обратить внимание на корректность подписи к оси ординат на рисунке 4.5. Например, «массовая доля сухого остатка экстракта, %».

3. В обзоре литературы приведены расчетные данные необходимого количества эссенциальных жирных кислот, в т.ч. ω -3 (стр. 128, 249, 281). По мнению оппонента, нужно было провести исследования диапазонов жирнокислотного состава жировой фракции использованных семян льна и продуктов на его основе.

4. По мнению оппонента в диссертационной работе было необходимо сделать теоретическую часть, которая бы включила:

- информацию на стр. 107-128 обоснование выбора семян льна, анализ современного состояния промышленной переработки семян масличного льна;
- фракционный состав и различные способы выделения белков семян льна, указанные на стр. 192, 193;
- рассчитанный аминокислотный скор муки, представленный на стр. 266;
- информация по созданию эмульсионных продуктов стр. 274 – 276;
- анализ результатов патентной и научно-технической литературы на стр. 277.

5. Цифровые значения степени удовлетворения суточной потребности в эссенциальных нутриентах в таблице 7.42 (стр. 299) для удобства восприятия следует округлить либо до десятых или до целых значений.

6. В автореферате на стр. 19 в таблице 4, а также в диссертации на стр. 158 в таблицах 4.6, 4.7 не указан состав растворителя при исследовании вязкости растворов экстрактов полисахаридных комплексов. На стр. 92 указано «В качестве растворителей использовали дистиллированную воду и 0,1 М раствор NaCl».

7. По тексту использованы термины: содержание жира, содержание сырого жира, сумма липидов. Нужно использовать один термин. По ГОСТ 29033-91 определяют массовую долю жира. Этот ГОСТ предусматривает использование гексана и диэтилового эфира. Но гексан не экстрагирует полярные липиды, поэтому происходит занижение определяемой массовой доли жира.

8. Термообработка семян льна проведена в диапазоне температур 50 - 150 °С. Время выдержки - 20 сек. в слое семян толщиной 3-4 мм. Часть влаги может испариться, но этого времени недостаточно для протекания липолитического гидролиза жиров, приводящего к повышению кислотного числа. Не указана длительность времени между ИК-обработкой и исследованием кислотного числа.

9. На стр. 172 указано «При повышении влажности активность, в частности, липазы резко снижается», на стр. 174 рисунок 5.3 требует пояснения. Необходимо уточнить, что значительное уменьшение активности ферментов липазы и липоксигеназы возможно в результате инактивации ферментов после термообработки семян льна, а при температуре 50 °С формируются оптимальные условия.

10. В автореферате указано, что результаты работы изложены в 77 публикациях, в т.ч. 26 входящих в перечень рекомендованных ВАК, а в диссертационной работе указаны 80 публикаций, в т.ч. 21 в перечне ВАК.

Следует отметить, что данные замечания имеют дискуссионный характер и не снижают общей ценности выполненной работы, которая представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации. Автореферат достоверно отражает все разделы диссертационной работы, его содержание и структура соответствуют требованиям ВАК Минобрнауки РФ.

Заключение.

Результаты научных исследований, полученные автором диссертационной работы, обладают высокой научной и практической значимостью, направлены на разработку технологий глубокой переработки семян льна и создание пищевых продуктов, соответствующих принципам здорового питания. Выводы диссертации обоснованы, логически вытекают из материалов диссертации.

Диссертационная работа Миневиц Ирины Эдуардовны представляет собой законченную научную работу и по качеству выполнения, объему исследований, теоретической и практической значимости полностью отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, 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 (специальность 05.18.01
«Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства»),
главный научный сотрудник ВНИИКП –
филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова» РАН

Н.Б. Кондратьев

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. 107076, Москва, Электrozаводская ул., 20. Телефон: 8 (495) 963-65-35

Подпись Н.Б. Кондратьева заверяю

Инспектор по кадрам

О.А. Керби

2