

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.0.092.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от «23» сентября 2025 г. № 10

О присуждении Барковской Ирине Александровне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки» по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» (технические науки) и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ» (технические науки) принята к защите 18 июля 2025 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом 99.0.092.02, созданным на базе Федерального государственного автономного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (115093, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, корп. 7), Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (125080, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11), диссертационный совет создан приказом № 1144/нк от 12 октября 2022 г.

Соискатель Барковская Ирина Александровна, 16 июля 2000 года рождения. В 2021 году окончила программу бакалавриата ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» по направлению подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения». В 2023 году окончила программу магистратуры ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» по направлению подготовки 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения». В 2025 году окончила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГАНУ «Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по научной специальности 4.3.3 – Пищевые системы.

Работает младшим научным сотрудником лаборатории технологий биотрансформации и консервирования в Федеральном государственном автономном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории технологий биотрансформации и консервирования Федерального государственного автономного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Кручинин Александр Геннадьевич, старший научный сотрудник экспериментальной клиники – лаборатории биологически активных веществ животного происхождения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Официальные оппоненты:

Евдокимов Иван Алексеевич, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий базовой кафедрой технологии молока и молочных продуктов факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории пищевой и промышленной биотехнологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»;

Симоненко Сергей Владимирович, доктор технических наук, директор Научно-исследовательского института детского питания – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, в своем положительном отзыве, подписанном Пономаревым Аркадием Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой технологии продуктов животного происхождения, указала, что диссертация Барковской Ирины Александровны является научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных соискателем исследований разработана концепция комплексной модификации белкового профиля молочной сыворотки для получения белкового ингредиента, обогащенного органическими формами йода и цинка. Создание технологии направлено на решение важной для здравоохранения проблемы дефицита йода и связанных с ним патологий человеческого организма. Кроме того, соискатель предлагает новое направление глубокой переработки молочного сырья, что также важно с практической точки зрения. Работа выполнена на высоком теоретическом и

практическом уровне, демонстрирует глубокое понимание предметной области, последовательность и ясность изложения, обоснованность результатов исследований. Представленные данные обладают высокой степенью достоверности и практической значимостью, что делает её ценной как для науки, так и для коммерческой практики.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 научных работ общим объемом 8,7 печатных листов (авторский вклад составляет 7,06 п. л. – 81,15 %), в том числе 4 статей в журналах списка ВАК, 3 статьи в журналах Scopus и Web of Science, а также 3 работы в материалах научных конференций.

Научные статьи отражают основные результаты диссертационной работы. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Kruchinin, A.G. Bioinformatic Modeling (In Silico) of Obtaining Bioactive Peptides from the Protein Matrix of Various Types of Milk Whey / A.G. Kruchinin, E.I. Bolshakova, **I.A. Barkovskaya** // *Fermentation*. – 2023. – Vol. 9, No. 4. – P. 380. – DOI 10.3390/fermentation9040380. (0,92 печ. л.)

2. **Барковская, И.А.** Дефицит йода в России: современное состояние проблемы, мировая практика и новые подходы к терапии / И.А. Барковская, А.Г. Кручинин, И.В. Рожкова // *Пищевые системы*. – 2024. – Т. 7, № 2. – С. 238-245. – DOI 10.21323/2618-9771-2024-7-2-238-245. (0,35 печ. л.)

3. **Барковская, И.А.** Исследование процесса селективной термоденатурации белков молочной сыворотки / И.А. Барковская, А.Г. Кручинин // *Пищевая промышленность*. – 2024. – № 11. – С. 34-37. – DOI 10.52653/PPI.2024.11.11.006. (0,58 печ. л.)

4. **Барковская, И.А.** Апробация технологических решений для производства обогащенного молока / И.А. Барковская, А.Е. Рябова // *Сыроделие и маслоделие*. – 2025. – № 2. – С. 49-54. DOI 10.21603/2073-4018-2025-2-23. (0,58 печ. л.)

5. **Барковская, И.А.** Комплексная модификация белкового профиля молочной сыворотки как подход к созданию обогащенных белковых ингредиентов / И.А. Барковская, А.Е. Рябова, И.В. Рожкова // *Пищевые системы*. – 2025. – Т. 8, № 2. – С. 221-230. – DOI 10.21323/2618-9771-2025-8-2-221-230. (0,58 печ. л.)

Недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, и заимствования материалов или отдельных результатов без указания источника установлено не было.

На диссертацию и автореферат поступило 8 положительных отзывов:

1. Из Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» от к.т.н., доцента кафедры Систем автоматизированного проектирования Островского В.Ю. Отзыв положительный. Замечания и вопросы: 1. Для повышения удобства использования программы моделирования процесса йодирования белков молочной сыворотки

необходимо добавить расчет массы молекулярного йода, вместо молярной концентрации. Данная функция исключит необходимость в выполнении дополнительных расчетов пользователем. 2. Как Вы считаете, почему показатель степени гидролиза в образце гидролизата сывороточных белков значительно ниже теоретической степени гидролиза, приведенной в таблице 4 автореферата?

2. Из Общества с ограниченной ответственностью «Норра Сол» от к.т.н., коммерческого директора Антропса М.Ю. Отзыв положительный. Вопросы: 1. В разделе автореферата «Актуальность темы исследования» содержится утверждение о более длительном метаболизме неорганической формы йода, в сравнении с органической формой микроэлемента. На основании чего сформулировано данное утверждение? 2. Как технология учитывает потребности разных групп населения?

3. Из Научно-исследовательского института детского питания – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии» от к.т.н., старшего научного сотрудника лаборатории технологий продуктов геродиетического питания Бегуновой А.В. Отзыв положительный. Вопросы и замечания: 1. Массовую долю органического йода в работе определяли по ГОСТ 26185-84. Этот стандарт распространяется на морские водоросли, морские травы и продукты, вырабатываемые из них, и устанавливает методы физического и химического анализов, но не распространяется на молоко и молочные продукты. Поясните использование этого стандарта. 2. На рисунке 6 приведен график, описывающий динамику изменения ДН и накопления САК в зависимости от E/S в процессе гидролиза WPC-α трипсином. Поясните значениям степени гидролиза или содержанию свободных аминокислот соответствуют приведенные три кривые? И где еще три? 3. В таблице 8 приведены данные по содержанию цинка и йода в 100 г молока. По данным, представленным в этой таблице в 100 г молока содержание йода находится в диапазоне 43,7-52,1 мкг. Далее в тексте в разовой порции продукта, которая составляет 200 г содержание йода составляет 26 мкг. Поясните такое значение этого показателя.

4. Из Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» от д.ф.н., заведующего Лабораторией биомедицинской химии Макарова В.А. Отзыв положительный. Вопросы и замечания: 1. Планируются ли исследования на лабораторных животных по оценке острой и хронической токсичности, аллергенности, абсорбции, распределения, метаболизма и выведения полученного комплекса? Получение таких данных позволило бы не только подтвердить его безопасность как пищевого ингредиента, но и дать точную количественную оценку его биодоступности и фармакологического профиля по сравнению с неорганическими аналогами. 2. Исследовался ли *in vitro* метаболизм йодированных пептидов?

5. Из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» от д.т.н., доцента, заведующего кафедрой пищевых технологий и биоинженерии Никитина И.А. Отзыв положительный. Вопросы и замечания: 1. Проводилось ли автором исследование аллергенности обогащенного гидролизата сывороточных белков? 2. Почему не рассматривалась возможность обогащения белков молочной сыворотки селеном? Данный микроэлемент также играет роль в образовании гормонов щитовидной железы.

6. Из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» от к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника кафедры физической химии химического факультета Ткаченко И.С. Отзыв положительный. Вопросы и замечания: 1. Интересным представляется рассмотрение способов повышения стабильности органического йода (возможных вариантов его защиты) при высокотемпературной обработке пищевых продуктов. 2. В тексте используется аббревиатура для обозначений компонентов в молоке, расшифровка которых не приведена в списке сокращений, например, надо расшифровать «ЛФ». 3. В технологической схеме не даны параметры сепарирования белкового концентрата (рис. 11 в автореферате, стр. 18).

7. Из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» от д.т.н., заведующей кафедрой промышленной химии и биотехнологии Кузнецовой Е.А. Отзыв положительный. Вопросы и замечания: 1. Возможна ли модификация биоинформатической модели гидролиза сывороточных белков с включением других ферментных препаратов? 2. Могут ли возникнуть побочные эффекты при употреблении обогащенного белкового компонента? 3. Как технология производства питьевого пастеризованного молока может быть адаптирована к процессу изготовления других молочных продуктов, например, кисломолочных?

8. Из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)» от д.т.н., профессора кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья Восканян О.С. Отзыв положительный. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован: наличием у И. А. Евдокимова, С. В. Симоненко, соответствующих компетенций и глубоких знаний в области направленной биоконверсии белкового сырья животного происхождения и переработки вторичного молочного сырья, что подтверждается рядом их научных публикаций; ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» – значительными достижениями в создании технологий продуктов с добавленной стоимостью,

в том числе гидролизатов, из вторичного молочного сырья, разработке обогащенных молочных продуктов и в исследовании свойств сывороточных белков.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция синергетического обогащения сывороточных белков йодом и цинком, основанная на направленной модификации белковой матрицы подсырной или творожной сыворотки, что расширяет возможности рациональной переработки вторичного молочного сырья,

предложена оригинальная научная гипотеза о возможности сохранения участков связывания двухвалентных металлов при контролируемом ферментативном гидролизе сывороточных белков, подтвержденная результатами идентификации пептидного профиля,

доказаны:

-эффективность применения веществ-хелаторов двухвалентных металлов для повышения селективности процесса фракционирования белков молочной сыворотки и снижения негативных эффектов воздействия температуры на свойства белков,

-результативность применения сформулированной дескрипторной модели для моделирования процесса гидролиза и подбора подходящей протеазы,

-закономерность изменения массовой доли органически связанного с белками молочной сыворотки цинка в зависимости от степени гидролиза белкового субстрата,

-устойчивость комплекса белок-микроэлементы в условиях основных технологических операций на молочном предприятии (гомогенизация, термическая обработка, сквашивание),

введены новые понятия, такие как «термоселективное фракционирование» и «модифицированные белки молочной сыворотки», расширяющие понятийный аппарат в области продовольственной и биологической безопасности молочных продуктов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения метода биоинформатического моделирования гидролиза сывороточных белков с учетом разработанной дескрипторной модели, что расширяет границы использования подходов *in silico* в области пищевой биотехнологии,

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс точных и воспроизводимых методов физико-химического анализа и компьютерного моделирования для достижения поставленной цели исследования и обеспечения разработки каскадной модификации белков молочной сыворотки,

изложен перечень факторов, оказывающих влияние на эффективность действия алиментарных средств коррекции йододефицитных состояний у населения: использование в производстве органических субстратов для

обогащения эссенциальными микронутриентами и безопасных источников микроэлементов; обогащение матрицы не только йодом, но и веществами, участвующими в метаболизме йода в организме, устойчивость обогащенного ингредиента к основным технологическим параметрам производства пищевой продукции,

раскрыты ограничения и недостатки существующих алиментарных средств профилактики йододефицитных состояний, обоснована необходимость разработки новых подходов,

изучены и количественно охарактеризованы связи между степенью ферментативного гидролиза сывороточных белков и концентрацией органически связанных микроэлементов,

проведена модернизация процесса йодирования сывороточных белков в зависимости от вида сырья и технологических параметров операции, обеспечивающая получение новых знаний в области обогащения белков молочной сыворотки йодом.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены на предприятиях молочной отрасли технологии производства гидролизата сывороточных белков, обогащенных йодом и цинком, и обогащенного питьевого пастеризованного молока,

представлены СТО 00419785-081/2-2024 «Гидролизат сывороточного белка сухой, обогащенный йодом и цинком», СТО 00419785-081/2.1-2024 «Молоко питьевое пастеризованное, обогащенное йодом и цинком», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025661267 «Программа для моделирования процесса йодирования белков молочной сыворотки».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях,

теория построена на известных, проверяемых данных в области исследования свойств белков молочной сыворотки, биохимических процессов метаболизма йода в организме и медицинского мониторинга йододефицитных состояний. Представленные в работе данные согласуются с публикациями по теме диссертации, методическими подходами к направленной модификации белкового профиля и обогащения белков эссенциальными микроэлементами,

идея базируется на формулировании актуальности проблемы йододефицитных состояний и разработке нового алиментарного средства для ее нивелирования,

установлена оригинальность авторских результатов, подтвержденная значительным объемом экспериментальных данных, публикациями в рецензируемых научных журналах и апробацией на предприятиях молочной отрасли,

использованы современные подходы к организации экспериментов, сбора и анализа эмпирических данных, обеспечивающие воспроизводимость и сходимость полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном определении направления исследования, формулировке научной проблемы, постановке цели и ключевых задач диссертационной работы, разработке методического подхода и плана теоретических и экспериментальных исследований. При непосредственном участии соискателя получены, систематизированы и статистически обработаны исходные экспериментальные данные, сформулированы обоснования результатов, научные положения, итоговые выводы, выносимые на защиту. Соискателем основные положения и результаты исследований доложены, обсуждены и апробированы на международных и всероссийских научных конференциях, а также подготовлены основные публикации по выполненной диссертационной работе.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания.

Соискатель Барковская И.А. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 23 сентября 2025 года диссертационный совет принял решение: за выполнение научной задачи, направленной на разработку алиментарного средства нивелирования и профилактики дефицита йода и связанных с ним заболеваний эндокринной и других систем организма у населения, что будет способствовать повышению состояния здоровья и расширять направления переработки вторичного молочного сырья, а также обладать важным социально-экономическим значением, присудить Барковской И.А. ученую степень кандидата технических наук по научным специальностям 4.3.3 – Пищевые системы и 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки).

Диссертационное исследование соответствует пп. 5 «Технология мясной, молочной и рыбной продукции и холодильных производств», 35 «Экологизация пищевых систем, биоконверсия, утилизация отходов производства» и 36 «Глубокая переработка сырья и комплексное использование биоресурсов» паспорта научной специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки) и 7 «Экзо – и эндоферментные системы, их регулирование. Ферментативный катализ. Кинетика ферментативной модификации свойств сырья и пищевых», 15 «Биокаталитические и биосинтетические процессы комплексной переработки растительного, животного и микробного сырья» и 29 «Биотехнологии переработки вторичных сырьевых ресурсов» паспорта научной специальности 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки) и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в рамках пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 14 докторов наук по специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки) и 3 доктора наук по специальности 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 3 человека, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Замечтитель председателя
диссертационного совета
99.0.092.02

Петров А.Н.

Ученый секретарь
диссертационного совета
99.0.092.02

Николаева Ю.В.

23.09.2025