

ОТЗЫВ

на автореферат Барковской Ирины Александровны на тему «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки» по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертационной работы Барковской Ирины Александровны не вызывает сомнений, учитывая широкую распространенность микроэлементной недостаточности в современном мире. Представленные во введении данные мониторинга дефицита йода и йододефицитных заболеваний пробуждают обеспокоенность и направляют внимание на рассмотрение возможных путей решения проблемы. Одним из таких решений является исследование соискателя, направленное на разработку комплекса технологических мероприятий, в совокупности обеспечивающих получение белкового компонента с органическими формами йода и цинка для борьбы с йододефицитом. Представленная работа включает в себя выполнение ряда научно-практических задач, актуальных для общества и промышленного сектора, таких как повышение биологической ценности пищевой продукции и переработка вторичного сырья молочной промышленности. Перечисленные проблемы в полной мере согласуются с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации и Стратегией экологической безопасности Российской Федерации.

Диссертационная работа Барковской И.А. характеризуется научной новизной и практической значимостью. Соискатель предлагает новую концепцию обогащения белков молочной сыворотки эссенциальными микроэлементами, позволяющую получить белковый компонент с повышенной биодоступностью и пониженной аллергенностью. В свете растущей тенденции развития у населения проблем с желудочно-кишечным трактом, в том числе, различных дисбактериозов, подобные свойства разработанного продукта безусловно являются преимуществом для широкого круга потребителей. Автор в работе использует современные методы исследований: «омиксные» технологии для проектирования схемы гидролиза сывороточных белков, точные аналитические методы с применением спектрофотометрии и хроматографии, что делает диссертацию разносторонней, а результаты достоверными и воспроизводимыми. Практическая значимость труда заключается в апробации технологии получения обогащенного йодом и цинком гидролизата сывороточных белков, обогащенного питьевого молока в масштабах промышленных предприятий.

За время написания диссертации Барковской И.А. опубликовано 10 печатных работ, содержащих основные результаты работы, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в список ВАК РФ, и 3 статьи в изданиях, входящих в цитируемые базы Scopus и Web of Science. Результаты исследования обсуждены на конференциях различного уровня. Помимо этого, соискатель является победителем конкурсного отбора 2025 года на назначение стипендии Президента Российской Федерации для аспирантов и адъюнктов.

В ходе изучения автореферата возникли следующие замечания/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?

Перечисленные замечания и вопросы не снижают актуальности и значимости проведенных исследований, решающих ряд важных задач как для здоровьесбережения населения страны, так и для промышленности.

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ (Постановление Правительства № 842), а ее автор Барковская Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Кандидат технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств, коммерческий директор ООО «Норра Сол» *10.08.2025*



Антропс М. Ю.

Общество с ограниченной ответственностью "Норра Сол": 127273, г. Москва, Березовая аллея, д.5А, стр.5, тех. этаж 2, пом.48; телефон +7(495)211-91-89; e-mail: m.antrops@norrasol.ru.

Я, Марис Юрьевич Антропс, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с проведением защиты диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.

Подпись Антропс М.Ю. заверяю

A handwritten signature in blue ink, belonging to T.V. Gukasyan, the accountant.

Гукасян Т.В., бухгалтер

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барковской Ирины Александровны
«Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка
белковыми матрицами молочной сыворотки»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 4.3.3 – Пищевые системы и 4.3.5 – Биотехнология продуктов
питания и биологически активных веществ.

Диссертационная работа Барковской И.А. соответствует современным мировым трендам в области пищевых технологий, нутрициологии и имеет значительный практический потенциал. Актуальность диссертационного исследования связана разработкой иммобилизованных форм йода и цинка белковой матрицей молочной сыворотки для обогащения пищевых продуктов, что направлено на профилактику йододефицитных состояний у населения, так как дефицит микроэлементов, таких как йод и цинк, является массовой проблемой для населения во многих регионах мира.

Научная новизна исследований не вызывает сомнений. Соискателем - предложена новая концепция обогащения сывороточных белков эссенциальными микроэлементами (йодом и цинком), основанная на их синергетическом взаимодействии и повышении биодоступности; установлены зависимости связывания йода и цинка с модифицированными БМС, сформулирован биоинформатический подход к избирательному протеазному скринингу; получены зависимости сохранения концентрации хелатной формы цинка и степени ковалентно связанного йода от технологических параметров процесса биоконверсии БМС; получены экспериментальные данные об устойчивости белкового комплекса, обогащенного эссенциальными микроэлементами при производстве молочной продукции.

Практическая значимость диссертационной работы подтверждается разработкой стандарта организации на гидролизат сывороточного белка сухой, обогащенный йодом и цинком, а также разработкой программы для ЭВМ № 2025661267 «Программа для моделирования процесса йодирования белков молочной сыворотки».

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на научно-практических конференциях различного уровня и отражены в 10 публикациях (3 статьи в журналах, входящих в Scopus и Web of Science; 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК (K1-K2); 3 статьи в материалах конференций и журналах РИНЦ).

При общей положительной оценке работы по материалам, представленным в автореферате имеются следующие замечания и вопросы:

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 DH 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.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы и носят дискуссионный характер. Работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему.

В целом, диссертационная работа Барковской И.А. представляет научный и практический интерес. Диссертация по научной и практической ценности соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (в действующей редакции). Считаю, что Барковская Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3. Пищевые системы и 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

Кандидат технических наук, 05.18.04 -
Технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств
Старший научный сотрудник лаборатории
технологий продуктов геродиетического
питания НИИ детского питания - филиала
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

143500, Московская обл., г. Истра,
ул. Московская, д.48
тел. +7 (49831)3-03-96, info@niidp.ru

Я, Бегунова Анна Васильевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.

Подпись Бегуновой А. В. заверяю
Специалист по кадрам



Озерова Е. Г.

Бегунова
Анна Васильевна


25.08.2025



ОТЗЫВ

на автореферат Барковской Ирины Александровны на тему «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки» по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертация Барковской Ирины Александровны представляет собой структурированное и последовательное исследование по разработке и внедрению новых алиментарных средств профилактики и нивелирования дефицита йода. В работе, в первую очередь, внимание акцентируется на улучшение здоровья населения и качества потребляемых продуктов, что является одной из приоритетных задач государства на сегодняшний день. В силу всего вышесказанного работа, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, несомненно, актуальна. Полученные результаты согласуются с содержанием Стратегии научно-технологического развития РФ, Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021 – 2030 годы), Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. В своем автореферате Барковская И.А. обращает внимание на участие в гранте Российского научного фонда по теме исследования, что дополнительно подчеркивает интерес научного сообщества и необходимость подобного рода разработок.

Научная новизна работы автора заключается в современном подходе к изучению свойств молочных белков. Особый интерес представляет исследование их селективного фракционирования и последовательного обогащения микроэлементами с возможностью контролирования массовой доли органически связанного йода. В работе использованы современные технологии компьютерного моделирования гидролиза различными протеазами. Разработанные технологические решения прошли апробацию и внедрение на трех предприятиях молочной отрасли (обогащенное пастеризованное молоко) и в пилотном технологическом зале ФГАНУ «ВНИМИ» (обогащенный гидролизат сывороточных белков). Соискателем зарегистрирована программа для ЭВМ, позволяющая рассчитать необходимое количество неорганического источника йода для обогащения белков, в зависимости от заданной продолжительности технологического процесса, температуры, субстрата и необходимого количества органически связанного йода. Данный математический алгоритм расчетов позволяет экономить сырьевые ресурсы и делает технологию производства более адаптивной.

Барковская И.А. в период написания диссертации опубликовано 10 печатных работ, содержащих основные результаты работы, в том числе 4 статьи в изданиях из списка ВАК РФ, 3 статьи в изданиях, входящих в базы Scopus и Web of Science и 3 статьи в материалах Международных конференций. Результаты исследования обсуждены на 5 конференциях различного уровня.

Доктор технических наук, профессор по специальности 05.18.06 Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов, профессор кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет технологий
и управления имени К.Г. Разумовского (ПГУ)

Телефон: 8 (495) 640-54-36 (доб. 4040)

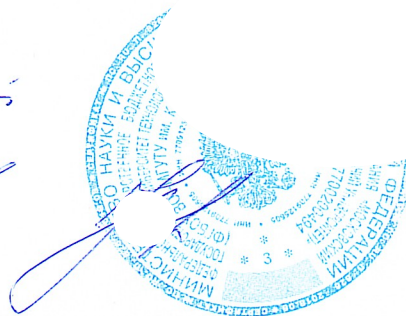
Email: o.voskanyan@mgutm.ru

Я, Восканян Ольга Станиславовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с проведением защиты диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.

08.09.2025

Подпись Василия заверяю

Ульянов Николай
Ульянов Павел
Королев С.Р.



ОТЗЫВ

на автореферат Барковской Ирины Александровны на тему «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки» по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационная работа Барковской Ирины Александровны посвящена решению ряда актуальных проблем: созданию алиментарных средств профилактики дефицита йода и расширению направлений переработки молочной сыворотки. Представленная на соискание ученой степени кандидата наук работа охватывает рассмотрение важных фундаментальных и прикладных задач, включающих изучение биотехнологической конверсии вторичных ресурсов молочной промышленности для повышения питательной ценности пищевых продуктов, а также снижение возможного экологического ущерба, наносимого предприятиями агропромышленного сектора. Предложенные в работе концепция и способы решения указанных проблем в полной мере согласуются с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 в части п. 7, пп. «а,б»; Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы), утвержденной распоряжением Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 3684-р. в части пп. 4.4.1.1; Стратегией экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной Указом Президента РФ от 19.04.2017 г. № 176 в части п. 25 пп. «в».

Полученные в результате проведенного соискателем эксперимента зависимости формирования комплекса белок-микроэлемент (цинк/йод), а также сохранения органической формы цинка в процессе протеолиза обогащенной белковой системы при условии повышения эффективности процесса йодирования демонстрируют оригинальные исследовательские подходы и полное соответствие принципам научной новизны.

Практическая значимость работы состоит в создании программы для ЭВМ, позволяющей регулировать количество ковалентно связанного с белками йода; разработке комплекта технической документации для изготовления обогащенного сухого гидролизата сывороточных белков и обогащенного питьевого пастеризованного молока, а также их внедрении на предприятиях молочной отрасли. Кроме того, исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 24-26-00220 от 29.12.2023 г. по теме «Разработка технологии направленной биокаталитической модификации α -лактальбумина с целью повышения реакционной способности к специфическому связыванию ионов йода и цинка для коррекции патологических процессов при йододефицитных состояниях», что дополнительно подчеркивает его актуальность.

В период работы над написанием диссертации Барковской И.А. опубликовано 10 печатных работ, освещающих основные результаты работы, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в список ВАК РФ, 3 статьи в изданиях, входящих в цитируемые базы Scopus и Web of Science, и 3 статьи в материалах конференций. Результаты исследования обсуждены на конференциях различного уровня, а также в 2024 году отмечены Золотой медалью в Международном смотре-

конкурсе лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок на Международной научно-практической конференции «Стратегии развития АПК России на основе рационального использования региональных генетических и сырьевых ресурсов».

В ходе изучения автореферата возникли следующие вопросы:

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?

Представленный перечень вопросов не снижает актуальности и значимости проведенных соискателем исследований, направленных на повышение эффективности нивелирования дефицита йода, а также расширения возможностей переработки молочной сыворотки (как подсырной, так и творожной).

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ (Постановление Правительства № 842), а ее автор Барковская Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Д.т.н. по специальности 05.18.01 Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства, зав.кафедрой промышленной химии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С.Тургенева»



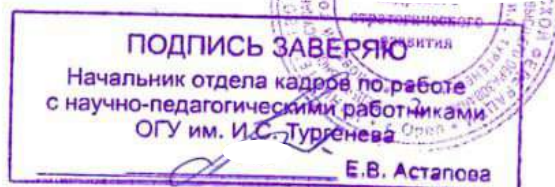
Кузнецова Елена Анатольевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95, e-mail: priem@oreluniver.ru

Я, Кузнецова Елена Анатольевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с проведением защиты диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.

Подпись Кузнецовой Е.А. заверяю

05.09.2025



ОТЗЫВ

на автореферат Барковской Ирины Александровны на тему «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» (технические науки) и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ» (технические науки)

Актуальность диссертационной работы Барковской Ирины Александровны не вызывает сомнений. Разработка эффективных и безопасных способов доставки эссенциальных микроэлементов, таких как йод и цинк, является важной междисциплинарной задачей, находящейся на стыке пищевых технологий, нутрициологии и профилактической медицины. Предложенный автором подход, основанный на получении органических форм микроэлементов с использованием последовательной модификации белков молочной сыворотки, представляется интересным и перспективным для коррекции широко распространенных йододефицитных состояний.

Особый интерес вызывает сформулированная в работе концепция синергетического обогащения белковой матрицы двумя микроэлементами, что, вероятно, может потенцировать их физиологический эффект. Научная новизна исследования заключается в разработке принципиально нового подхода к созданию органического минерального комплекса на основе белков вторичного молочного сырья. Впервые применён комплекс методов направленной модификации белковой матрицы: селективное фракционирование, декальцинирование и последующее хелатирование цинка, биоинформатически обоснованный гидролиз с сохранением металл-связывающих сайтов сывороточных белков, йодирование с возможностью регулирования массовой доли органически связанного йода. Эффективность разработанной стратегии получения обогащенного гидролизата сывороточных белков подтверждена идентификацией йодированных пептидов.

Практическая значимость работы подтверждена разработкой комплекта технической документации (СТО) и апробацией технологий на крупных предприятиях молочной отрасли. Публикационная активность автора (10 работ, включая статьи в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, изданиях перечня ВАК), получение наград, финансирования Российского научного фонда, стипендии Президента РФ для аспирантов, участие в конференциях различного уровня свидетельствуют о достаточном уровне обсуждения результатов работы в научном сообществе.

Вместе с тем, представленный автореферат вызывает закономерный интерес с точки зрения дальнейших, более глубоких исследований разработанного обогащенного гидролизата:

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?

Приведенные вопросы и замечания не снижают актуальности и значимости диссертационной работы. Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ (Постановление Правительства № 842), а Барковская Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Доктор фармацевтических наук по специальности 15.00.02, заведующий Лабораторией биомедицинской химии ФГУ «ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН»

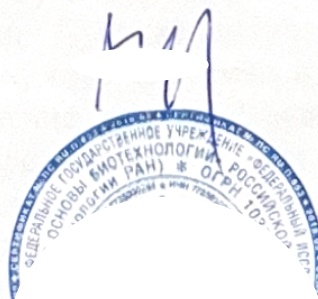

19.08.2025

Макаров
Вадим Альбертович

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук»; 119071 Российская Федерация, г. Москва, Ленинский проспект, дом 33, строение 2; телефон: +7 (495) 660-34-30 доб. 195; e-mail: makarov@inbi.ras.ru.

Я, Макаров Вадим Альбертович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с проведением защиты диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.

Ученый секретарь
ФИЦ Биотехнологии РАН
Кандидат биологических наук



Орловский А.Ф.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барковской Ирины Александровны на тему «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки» по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Одной из глобальных проблем современного общества является неполноценность питания, его несбалансированность по поступлению в организм питательных веществ и/или калорий. Дефицит макро- и микронутриентов в организме приводит к нарушению обмена веществ, следствием чего является возникновение патологий в эндокринной системе, желудочно-кишечном тракте и т.д. Недостаток йода в организме также относится к числу причины, вызывающих серьезные заболевания, поскольку организм человека не в состоянии ни накапливать йод, ни продуцировать его самостоятельно. Лечение и профилактика йододефицита является многолетней задачей для здравоохранения, решение которой может иметь только мультидисциплинарный подход, что подтверждается статистическими данными и научно-практическими изысканиями в области медицинской и пищевой индустрии, представленными в автореферате Барковской Ирины Александровны.

Автор уделил в своей работе также внимание развитию биотехнологических подходов к переработке вторичного молочного сырья (молочной сыворотки) с совокупным созданием нового пищевого компонента для профилактики дефицита йода. Белки молочной сыворотки являются наиболее легкоусвояемыми и одними из самых ценных белков. Аминокислотные последовательности, содержащиеся в сывороточных белках и обладающие специфическим биологическим действием, представляют собой биологически активные пептиды, спектр физиологической активности которых весьма широк и зависит от количества и последовательности аминокислот. Достоверно доказано, что они проявляют антиоксидантные, гипотензивные, иммуномодулирующие свойства, антимикробную и антитромботическую активности и пр.

В связи с вышеизложенным, диссертационная работа Барковской Ирины Александровны свидетельствует об актуальности выполненных ею исследований и представляет собой серьезный научный труд, обладающий академической и практической ценностью.

Тематика исследования соответствует положениям, целям и задачам ряда нормативно-правовых актов в сфере повышения качества питания населения и охраны окружающей среды: Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации в части «повышение качества жизни российских граждан за счет достаточного продовольственного обеспечения» и «обеспечение населения качественной и безопасной пищевой продукцией»; Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до

2025 года в части «эффективное использование природных ресурсов, повышение уровня утилизации отходов производства и потребления».

Научная новизна диссертации Барковской И.А. заключается в комплексном подходе к получению обогащенного эссенциальными микроэлементами белкового ингредиента с добавленной стоимостью, при создании которого применялись современные методы планирования экспериментов, «омиксные» технологии, достоверные и воспроизводимые методы анализа пищевой продукции.

Обоснованность теоретических и методологических положений, их логичность, а также достоверность качественно выполненных экспериментальных данных и аргументированность сформулированных выводов подтверждены глубоким анализом объектов исследований, применением современной научно-методической и приборной баз, а также методов статистической обработки результатов, организацией и выполнением работ на действующих предприятиях молочной промышленности.

Не вызывает сомнений практическая значимость диссертационной работы, заключающаяся в создании комплектов документаций в области стандартизации для производства обогащенного гидролизата сывороточных белков и обогащенного питьевого молока, технологии которых апробированы и внедрены на различных предприятиях молочной отрасли, а также в создании программы для количественного расчета вносимого для обогащения белков неорганического источника йода.

Участие в гранте Российского научного фонда, победа в конкурсе на соискание стипендии Президента Российской Федерации для аспирантов и адъюнктов, а также получение Золотой медали в Международном смотре-конкурсе дополняют актуальность выполненных Барковской И.А. исследований.

Соискателем опубликовано 10 печатных работ, в которых содержатся основные результаты работы: 4 статьи в изданиях из списка ВАК РФ, 3 статьи в изданиях, входящих в базы Scopus и Web of Science, и 3 статьи в материалах конференций. Результаты исследования обсуждены на конференциях различного уровня.

В ходе изучения автореферата возникли следующие замечания/вопросы:

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.

Приведенные вопросы и замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы, ее значимости и актуальности, безусловно направленной на решение двух важных проблем: создание эффективных средств профилактики дефицита йода и расширение направлений утилизации молочной сыворотки.

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ (Постановление Правительства № 842), а Барковская

Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Доктор технических наук по
специальности 05.18.15 –
Технология и товароведение
пищевых продуктов и
функционального и
специализированного назначения
и общественного питания,
доцент, зав. кафедрой пищевых
технологий и биоинженерии
ФГБОУ ВО «Российский
экономический университет
имени Г.В. Плеханова»

 Игорь Алексеевич Никитин
02.09.2025

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»
115054, Москва, Стремянный переулок, д.36
Телефон: +7 (495) 958-27-43; e-mail: Nikitin.IA@rea.ru

Я, Никитин Игорь Алексеевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.



ОТЗЫВ

на автореферат Барковской Ирины Александровны на тему «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки» по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Использование прогрессивных методов исследований, таких как *in silico* моделирование и создание математических алгоритмов автоматизации технологических операций, в совокупности с разработкой биотехнологических процессов трансформации вторичных ресурсов агропромышленной отрасли, в полной мере отвечают современным тенденциям *food science* в области персонализированного питания и устойчивого производства. Диссертационная работа Барковской Ирины Александровны является примером подобного рода синергизма, органично сочетающего фундаментальные и прикладные аспекты науки и междисциплинарный подход в изучении пищевых систем. Научный труд соискателя включает в себя решение двух актуальных для отрасли и системы здравоохранения проблем: создание новых способов переработки молочной сыворотки, учитывающих свойства и строение сывороточных белков, и разработка йодированного белкового ингредиента для профилактики дефицита йода. Статистические данные медицинских исследований за последние 15 лет, приводимые автором в работе, участие в гранте Российского научного фонда по теме диссертации, получение стипендии Президента Российской Федерации для аспирантов и адъюнктов дополнительно акцентируют внимание на актуальности выбранной тематики.

В своей работе Ирина Александровна выдвинула на первый план свойства белков молочной сыворотки для последующей апробации способа модификации белкового профиля, что позволило повысить степень хелатирования цинка. Последующие исследования соискателя были направлены на высвобождение функциональных групп связывания йода, результатом чего так же являлось повышение количества органически связанного йода. Итогом диссертационной работы стало формирование комплексного подхода к модификации белковых компонентов молочной сыворотки, позволяющего получить продукт с улучшенными биологическими и технологическими свойствами. Практическая значимость исследования автора заключается в утверждении стандартов организации для выпуска обогащенного гидролизата сывороточных белков и обогащенного питьевого молока, внедрении разработанных технологий на предприятиях молочной отрасли. Кроме того, соискатель в рамках диссертации осуществила разработку программы для математического расчета необходимого количества вносимого для обогащения белков неорганического йода в зависимости от условий йодирования и исходного сырья.

Барковской И.А. опубликовано 10 работ, содержащих основные результаты диссертации, из которых 4 статьи в изданиях из списка ВАК РФ, 3 статьи в изданиях, входящих в базы Scopus и Web of Science, и 3 статьи в материалах международных конференций.

В ходе изучения автореферата возникли следующие 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?

Приведенные вопросы и замечания не снижают актуальности и значимости диссертационной работы. Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ (Постановление Правительства № 842), а Барковская Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Кандидат технических наук по специальности 05.13.12, доцент кафедры Систем автоматизированного проектирования СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

 Островский В.Ю.
5 августа 2025

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, литера Ф; телефон: +7(812)234-36-75; e-mail: saprfkti@mail.ru.

Я, Островский Валерий Юрьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с проведением защиты диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
НАЧАЛЬНИК ОДС
Т.Л. РУСЯЕВА



ОТЗЫВ

на автореферат Барковской Ирины Александровны на тему «Разработка технологических решений для иммобилизации йода и цинка белковыми матрицами молочной сыворотки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» (технические науки) и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ» (технические науки).

Современная молочная промышленность сталкивается с рядом технологических вызовов, в том числе необходимостью глубокой переработки сырья, снижения экологического ущерба, создания продуктов специализированной и функциональной направленности. В этом контексте исследование Барковской Ирины Александровны представляет собой комплексное решение актуальных проблем не только молокоперерабатывающей отрасли, но и защиты здоровья потребителей. Релевантность тематики также подтверждается участием соискателя в выполнении научно-исследовательских работ по гранту Российского научного фонда №24-26-00220.

Диссертация Барковской И.А. представляет собой системную работу по созданию технологических решений для получения стабильных органических форм йода и цинка. Исследование выполнено на высоком методическом уровне и органично сочетает современные экспериментальные методы физико-химического анализа и компьютерного моделирования. Научная новизна исследования заключается в предложенном автором принципиально новом подходе к каскадной модификации сывороточных белков, сочетающем:

1. прецизионное фракционирование белкового субстрата с учетом структурных и химических особенностей белков;
2. замещение иона кальция в α -лактальбумине на ион цинка с формированием прочного хелатного комплекса;
3. биоинформатическое моделирование и последующая валидация процесса гидролиза сывороточных белков с учетом дескрипторной модели;
4. моделирование повышения эффективности процесса йодирования белкового субстрата с применением разработанной с участием автора программы для ЭВМ, созданной на основе полученных автором эмпирических данных динамики связывания йода с белками. На программу для ЭВМ получено свидетельство о регистрации в Федеральной службе по интеллектуальной собственности.

Вышеперечисленные этапы, разработанные соискателем в рамках исследования, в совокупности позволили получить новый белковый ингредиент для профилактики и нивелирования йододефицитных состояний у населения. Предложенная технология позволяет расширить спектр направлений переработки не только подсырной, но и маловостребованной творожной сыворотки, в перспективе снижая экологический ущерб от

производства молочных продуктов. Комбинация фундаментального изучения механизмов формирования органического комплекса белок-микроэлемент с детально проработанной технологической реализацией делает диссертацию существенным вкладом как в науку, так и в практику пищевой промышленности.

Рецензируемый автореферат показывает, что автором проделана огромная работа по изучению методик для иммобилизации микроэлементов сывороточными белками.

Разработанная автором технология положительно прошла апробацию на нескольких предприятиях молочной отрасли (акты в диссертации прилагаются), что подтверждает практическую значимость работы. Соискателем разработан комплект технической документации на производство обогащенного гидролизата и обогащённого молока.

Результаты диссертационной работы апробированы на многих научно-практических всероссийских и международных конференциях. За время написания диссертации Барковской И.А. опубликовано 10 работ в периодических научных изданиях и материалах конференций. В перечне трудов представлены 4 статьи в изданиях из списка ВАК РФ, 3 статьи в изданиях, входящих в базы Scopus и Web of Science, и 3 статьи в материалах Международных конференций.

Отмечая научную новизну и практическую значимость, а также безусловно положительные и актуальные результаты диссертационной работы, обратим внимание на некоторые незначительные недостатки автореферата:

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).

Однако, эти замечания не носят принципиальный характер, не снижают актуальности и не отражаются на основных результатах диссертационного исследования Барковской Ирины Александровны, выполненного на высоком научно – практическом и теоретическом уровне. По теме диссертационной работы получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, что гарантированно подтверждает новизну работы.

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ (Постановление Правительства № 842), а Барковская Ирина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.3 «Пищевые системы» (технические

науки) и 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ» (технические науки).

Кандидат физико-математических наук по специальности 02.00.04, старший научный сотрудник кафедры физической химии химического факультета ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова», лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

Ткаченко Илья Сергеевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет; 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр.3; телефон: +7 (495) 939-19-56; e-mail: tcorporation79@mail.ru

Я, Ткаченко Илья Сергеевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с проведением защиты диссертации Барковской Ирины Александровны, и их дальнейшую обработку.

подпись с.н.с., к.ф.-м.н.
Ткаченко Ильи Сергеевича
заверяю

Личную подпись

ЗАВЕРЯЮ:

Нач. отдела делопроизводства
химического факультета МГУ

Паланская В.В.