

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-2-2638>  
<https://elibrary.ru/DFQZNM>

Информационная статья  
<https://fptt.ru>

## Академик Александр Юрьевич Просеков (к 50-летию со дня рождения)



С. А. Иванова<sup>1,\*</sup>, О. О. Бабич<sup>2</sup>, О. В. Кригер<sup>3</sup>,  
Ю. В. Голубцова<sup>4</sup>, Т. В. Вобликова<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Кемеровский государственный университет<sup>ROR</sup>, Кемерово, Россия

<sup>2</sup> Балтийский федеральный университет им. И. Канта<sup>ROR</sup>, Калининград, Россия

<sup>3</sup> Национальный исследовательский университет ИТМО<sup>ROR</sup>, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> Российская государственная специализированная академия искусств<sup>ROR</sup>, Москва, Россия

<sup>5</sup> Кубанский государственный технологический университет<sup>ROR</sup>, Краснодар, Россия

\*e-mail: [pavvm2000@mail.ru](mailto:pavvm2000@mail.ru)

© С. А. Иванова, О. О. Бабич, О. В. Кригер, Ю. В. Голубцова,  
Т. В. Вобликова, 2026



### Аннотация.

Статья посвящена научной и профессиональной деятельности Александра Юрьевича Просекова – выдающегося ученого в области пищевых и сельскохозяйственных биотехнологий, академика (действительного члена) Российской академии наук, доктора технических наук, доктора биологических наук, профессора, лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники для молодых ученых 2008 г., заслуженного работника высшей школы РФ, почетного работника высшего профессионального образования РФ. Представленный обзор охватывает результаты многолетней научной деятельности, направленной на разработку инновационных технологий производства пищевых продуктов, включая специализированное и функциональное питание; изучение вопросов продовольственной безопасности, экологического мониторинга и рационального природопользования и др. В рамках научной школы имени Л. А. Остроумова, получившей в 2020 г. грант Президента РФ на государственную поддержку научных школ Российской Федерации (НШ-2694.2020.4) и признание в области прикладной биотехнологии, под руководством Александра Юрьевича защищено 44 кандидатских и 15 докторских диссертаций. Комплексный подход к решению проблем современной биотехнологии, включающий разработку новых методов получения биологически активных веществ, создание эффективных биопрепаратов и технологий их применения, характерен для исследований, проводимых участниками этой научной школы. Перспективность полученных научных результатов определяется их актуальностью для решения современных задач в области продовольственной безопасности, развития экологически чистых технологий производства и создания инновационных продуктов питания. Научные выводы открывают новые возможности для развития биотехнологий и пищевой промышленности, способствуя повышению качества и безопасности пищевых продуктов.

**Ключевые слова.** А. Ю. Просеков, академик РАН, лауреат премии правительства РФ в области науки и техники, научная школа, биотехнология, пищевые технологии

**Для цитирования:** Иванова С. А., Бабич О. О., Кригер О. В., Голубцова Ю. В., Вобликова Т. В. Академик Александр Юрьевич Просеков (к 50-летию со дня рождения). Техника и технология пищевых производств. 2026. Т. 56. № 2. С. 203–220. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-2-2638>

## Academician of the Russian Academy of Sciences Alexander Yu. Prosekov: On His 50<sup>th</sup> Birthday



Svetlana A. Ivanova<sup>1,\*</sup>, Olga O. Babich<sup>2</sup>, Olga V. Kriger<sup>3</sup>,  
Yuliya V. Golubtsova<sup>4</sup>, Tatyana V. Voblikova<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Kemerovo State University<sup>ROR</sup>, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup> Immanuel Kant Baltic Federal University<sup>ROR</sup>, Kaliningrad, Russia

<sup>3</sup> ITMO University<sup>ROR</sup>, Saint-Petersburg, Russia

<sup>4</sup> Russian State Specialized Academy of Arts<sup>ROR</sup>, Moscow, Russia

<sup>5</sup> Kuban State Technological University<sup>ROR</sup>, Krasnodar, Russia

\*e-mail: [pavvm2000@mail.ru](mailto:pavvm2000@mail.ru)

© S.A. Ivanova, O.O. Babich, O.V. Kriger, Yu.V. Golubtsova,  
T.V. Voblikova, 2026



### Abstract.

Professor Alexander Yu. Prosekov is a prominent scientist in food and agricultural biotechnology, a academician of the Russian Academy of Sciences, and a Doctor of Science in Biology and Engineering. In 2008, he was awarded the Russian Federation Government Prize in Science and Technology for Young Scientists. This review highlights his extensive contributions to innovative food technologies and functional foods. Carrying forward Professor L. A. Ostroumov's scientific school, which received a 2020 Presidential Grant for the support of leading national research schools (NSh-2694.2020.4), Professor Prosekov has supervised 44 PhD and 15 Doctoral theses. His students follow an integrated approach to biotechnological challenges, developing novel methods for bioactive substance recovery and advanced biomedicines. Their research significantly contributes to national food security, sustainable production, and food innovation. Under Professor Prosekov's leadership, his research school continues to advance the frontiers of biotechnology and the food industry, ensuring the quality and safety of domestic products.

**Keywords.** A. Yu. Prosekov, academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Government Prize in Science and Technology, scientific school, biotechnology, food technology

**For citation:** Ivanova SA, Babich OO, Kriger OV, Golubtsova YuV, Voblikova TV. Academician of the Russian Academy of Sciences Alexander Yu. Prosekov: On His 50<sup>th</sup> Birthday Food Processing: Techniques and Technology. 2026;56(2):203–220. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-2-2638>

### Введение

1 мая 2026 года исполнилось 50 лет со дня рождения академика РАН Александра Юрьевича Просекова – известного российского биотехнолога, доктора технических и биологических наук, профессора. Сфера его научных интересов носит междисциплинарный характер и охватывает такие актуальные области, как биотехнологии, здоровьесбережение, агробиотехнологии, а также разработку технологий рационального и устойчивого развития природопользования.

Просеков Александр Юрьевич в 1998 г. с отличием окончил Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (КемТИПП). Дальнейшая научная и профессиональная жизнь связана с этим институтом, ныне – Кемеровский государственный университет (КемГУ). Он прошел все ступени научной и профессиональной карьеры: от аспиранта до академика РАН, от ассистента до ректора. В должности проректора

по научной работе КемТИПП, а позднее и на посту ректора, А. Ю. Просеков приложил значительные усилия к улучшению материально-технической базы института. Он сыграл ключевую роль в укреплении Кемеровского государственного университета при объединении с Кемеровским технологическим институтом пищевой промышленности. Благодаря его эффективному управлению КемГУ приобрел статус опорного университета Кемеровской области, став ключевым звеном в системе социально-экономического развития Кузбасса.

В 1999 г. Александр Юрьевич под руководством профессора, доктора наук Льва Александровича Остроумова, защитил кандидатскую диссертацию по теме «Разработка технологии молочных продуктов со сбивной структурой с использованием растительного сырья», в 2004 г. – докторскую диссертацию «Теоретическое обоснование и технологические принципы формирования молочных пенообразных дисперсных систем».

На рубеже веков развитие технологий переработки молока являлось ключевым аспектом государственной политики в сфере продовольственной безопасности населения новой России. Молоко – ценный источник белков, липидов, углеводов и минеральных солей – служит основой для производства широкого спектра пищевых продуктов. Исследование методов оптимизации производства таких продуктов, включающих пенообразующие системы, оставалось актуальным. В молочной промышленности пенообразование часто рассматривали как нежелательный процесс, приводящий к потерям молочного жира и других компонентов. Однако на рынке наблюдался спрос на новые виды молочных продуктов со взбитой структурой: суфле, коктейли, муссы, кремы. Разработка их технологий открывала возможности для расширения ассортимента и повышения конкурентоспособности предприятий. Следовательно, управляемое создание пенообразных систем в продуктах со взбитой структурой требовало углубленного понимания процессов и разработки инструментов управления ими. Несмотря на значительное число исследований, посвященных получению пенообразных масс применительно к пищевому производству, в частности молочному, проблематика оставалась малоизученной, физико-химические свойства и механизмы формирования пенных структур не были раскрыты. Проведенное исследование позволило сформулировать новые теоретические положения в сфере коллоидной химии и технологии молочных продуктов. Автором были обоснованы физико-химические закономерности формирования молочных пенообразных дисперсных систем, установлены биотехнологические принципы пенообразования и разработаны концепции управления этими процессами. Научные результаты исследования включали: классификацию молочных пенообразных дисперсных систем, учитывающую уровни характеристик пенообразных масс; методологию анализа пенных систем и принципы улучшения их качественных характеристик; регламенты выработки взбитых продуктов на основе молока, сливок и белково-углеводного сырья; методы контроля качества таких продуктов. Полученные результаты имели непосредственное практическое значение и стали основой для разработки новых технологий, в т. ч. в сфере функционального питания, позволив создавать продукты с улучшенными органолептическими и функциональными свойствами. Под руководством Александра Юрьевича уже были выполнены следующие исследования: «Исследование и разработка биотехнологии взбитых молочных продуктов» (О. Е. Просекова, 2002 г.); «Исследование и разработка технологии взбитых белковых продуктов» (М. Г. Курбанова, 2005 г.); «Разработка и исследование технологии молочных продуктов на основе газожидкостных дисперсных систем» (Е. В. Строева, 2006 г.); «Исследование пневматического вспенивания и разработка технологии аэрированных альбуминных напитков» (И. Г. Кулинчик, 2008 г.);

«Интенсификация технологий молочных продуктов на основе газожидкостных дисперсных систем и молочно-белковых концентратов» (С. А. Иванова, 2012 г.).

В 2008 г. Александр Юрьевич Просеков совместно с коллективом авторов под руководством Льва Александровича Остроумова стал лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых. Награда была присуждена за разработку технологий и аппаратного оформления производства молочных продуктов нового поколения на основе многофазных дисперсных структур.

В 2011 г. А. Ю. Просеков был признан экспертом Высшей аттестационной комиссии в секции инженерных агропромышленных специальностей. С 2014 г. входил в состав диссертационного совета Д 212.089.01 по специальности 05.18.04 – «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов», функционировавшего в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности с 1993 по 2018 гг. под председательством Остроумова Льва Александровича. С 2022 г. Александр Юрьевич руководит диссертационным советом 24.2.315.05 при Кемеровском государственном университете, который в настоящее время является единственным в России, присуждающим ученые степени по техническим, биологическим и химическим наукам в профильной отрасли.

В 2016 г. постановлением Президиума Российской академии наук А. Ю. Просекову присвоено звание «Профессор РАН». В 2019 г. общим собранием членов РАН он был избран членом-корреспондентом РАН, а в 2025 г. – академиком РАН.

Александром Юрьевичем накоплен значительный опыт реализации научных проектов, в т. ч. грантов Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (лот «Поддержка научных исследований, проводимых научными группами под руководством докторов наук по научному направлению „Наука о жизни (Живые системы)“»); ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.»; государственного задания; грантов Российского фонда фундаментальных исследований; грантов Российского научного фонда и др.

В разные годы под руководством А. Ю. Просекова выполнялись проекты по следующим тематикам: «Разработка моделей, алгоритмов и технологий безопасных продуктов питания на основе мониторинга факторов формирующих качество» (2007–2008 гг.); «Биохимический и геномный анализ экспрессии гена *pal* с целью получения L-фенилаланин-аммоний-лиазы в связи с созданием продуктов питания для больных фенилкетонурией» (2009–2010 гг.); «Разработка фундаментальных подходов к созданию технологий биоконсервации плодоовощной продукции» (2014–2016 гг.); «Молекулярный дизайн и синтез антимикробных пептидов лактобактерий широкого спектра действия»

(2015 г.); «Получение новой рекомбинантной аминогидролазы *Pseudomonas putida* и характеристика ее биохимических свойств» (2015 г.); «Изучение потенциала психрофильных бактерий и их метаболитов в биологической защите плодоовощной продукции» (2018 г.); «Получение фармацевтических субстанций на основе микроорганизмов – антагонистов, выделенных из природных источников» (2018–2020 гг.); «Разработка научных подходов депонирования диоксида углерода восстановлением фитоценозов на техногенно нарушенных ландшафтах Кузбасса» (2022–2024 гг.).

Академик РАН А. Ю. Просеков является автором более 1000 научных работ, включая 200 публикаций в журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования Scopus и Web of Science, из которых 85 статей опубликованы в научных журналах первого и второго квартиля. Показатели публикационной активности: индекс Хирша по данным eLIBRARY.RU – 36, Scopus – 27, Web of Science Core Collection – 23.

Научная школа, созданная Львом Александровичем Остроумовым и руководимая в настоящее время Александром Юрьевичем Просековым, в 2020 г. получила статус и признание в области прикладной биотехнологии, что было подтверждено грантом Президента РФ государственной поддержки научных школ РФ (НШ-2694.2020.4). В рамках этой школы только под руководством Александра Юрьевича защищено 44 кандидатские и 15 докторских диссертаций.

Исследователи этой научной школы активно участвуют в решении актуальных задач в сфере биотехнологий, пищевой промышленности и природопользования. В круг научных интересов ученого и его учеников входят фундаментальные и прикладные аспекты: продуктов питания и технологии их производства, в т. ч. продуктов для функционального и специализированного питания; генетики питания пациентов с различными заболеваниями; биотехнологии пищевых систем (получение биоактивных веществ как растительной, так и животной природы); переработки и хранения сельскохозяйственной продукции; продовольственной безопасности; охотоведения и управления охотничьим хозяйством; вторичной переработки промышленных отходов; экологического мониторинга и рационального природопользования и др.

### **Области научных интересов**

**Разработка и совершенствование биотехнологических методов производства продуктов питания, в т. ч. молочных.** Молочные продукты – важный компонент здорового питания, источник белков, кальция, витаминов и других нутриентов. В России, несмотря на рост производства, до сих пор сохраняется дефицит сырья, что требует развития внутреннего производства и снижения зависимости от импорта. Современные методики определения белкового состава молока позволяют выявлять фальсификацию и улучшать идентификацию сырья. Однако рост себестоимости производства

продукции часто приводит не только к повышению розничных цен и снижению доступности товара для части населения, но и к вынужденной замене производителями натуральных компонентов молочного сырья на альтернативные ингредиенты с целью снижения издержек. Такая замена представляет собой сложный баланс между экономическими интересами производителей, требованиями потребителей и необходимостью сохранения качества и безопасности продукции. Успех внедрения подобных технологий зависит от разработки инновационных решений, контроля качества и прозрачности информации для потребителей.

Другим направлением снижения себестоимости конечного продукта является глубокая переработка молочного сырья, позволяющая минимизировать отходы и повышать экономическую эффективность производства. Спрос на молочные продукты с добавленной ценностью – обогащенные витаминами, пробиотиками, с пониженным содержанием лактозы и / или адаптированные для специфических групп покупателей – остается стабильно высоким. Отвечая на запросы современного потребителя, исследователи разрабатывают технологии производства безлактозных молочных продуктов, протеиновых добавок, йогуртов с пробиотиками и других функциональных продуктов.

Оздоровление организма через массовое использование кисломолочных продуктов с пробиотическими свойствами считалось и продолжает считаться перспективным направлением в пищевой промышленности, медицине и нутрициологии. Одним из важных путей развития молочной промышленности выступает разработка ферментированных молочных напитков из вторичного молочного сырья. Это позволяет не только рационально использовать производственные отходы, но и создавать продукты с расширенным функциональным потенциалом. Диссертационная работа «Исследование и разработка технологии ферментированных молочных напитков с повышенным содержанием янтарной кислоты» (И. С. Разумникова, 2009 г.), выполненная под руководством Александра Юрьевича, посвящена созданию новых продуктов на основе вторичного молочного сырья с улучшенными функциональными качествами. Янтарная кислота обладает антиоксидантными свойствами, способствует улучшению энергетического обмена в клетках и может положительно влиять на состояние организма. Ее добавление в молочные продукты позволяет повысить их биологическую ценность и функциональную направленность.

Гидролизаты казеина – перспективный источник биологически активных пептидов и аминокислот, которые могут использоваться как полифункциональные добавки, улучшающие свойства пищевых продуктов. Разработка технологий их получения и применения позволяет расширить ассортимент функциональных продуктов, повысить их питательную ценность и стабильность. Диссертационная работа «Исследование и разработка полифункциональных добавок на основе

гидролизатов казеина и практическая реализация технологий пищевых продуктов с их использованием» (М. Г. Курбанова, 2012 г.) затрагивает вопросы создания новых пищевых добавок с расширенными функциональными свойствами и их применения в производстве продуктов питания.

Синбиотические продукты, сочетающие пробиотики, пребиотики и метабиотики и обладающие потенциалом для укрепления иммунитета и улучшения работы желудочно-кишечного тракта изучены в диссертационной работе «Научные и практические аспекты создания новых биотехнологий производства синбиотических молочных продуктов с метабиотиками» (О. В. Козлова, 2020 г.). В ней разработаны инновационные технологии функциональных продуктов питания, способствующие улучшению здоровья населения за счет коррекции микробиоты кишечника.

Технологии мягких сыров из козьего молока (в т. ч. из смеси козьего и коровьего молока), ферментированных молочных напитков, полутвердого сыра и сыра типа камамбер из овечьего молока или его смеси с другим сырьем стали объектами исследования в рамках диссертационной работы «Научно-практические аспекты использования козьего и овечьего молока в производстве сыров и цельномолочных продуктов с иммобилизованными культурами бифидобактерий» (Т. В. Вобликова, 2020 г.). В исследовании изучены жирнокислотный и аминокислотный состав, а также молекулярные массы белковых фракций молока коз и овец разных пород, определены биохимические особенности изученных видов молока.

Пептиды, получаемые путем ферментативного гидролиза белков молока (например казеина), обладают антиоксидантными, пребиотическими и иммуномодулирующими свойствами. Использование биопептидов молока позволяет создавать продукты целенаправленного действия (антиоксидантного, иммуномодулирующего, пребиотического), что востребовано на рынке здорового питания. Работа И. С. Милентьевой «Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий продуктов питания профилактической направленности на основе биопептидов молока» (2021 г.) посвящена оптимизации параметров ферментативного гидролиза, методам выделения и очистки пептидов, а также условиям их сушки и хранения. Эти исследования легли в основу биотехнологических методик получения биологически активных пептидов из белков молока и создания на их основе функциональных продуктов питания.

Остеоартроз, остеопороз и другие заболевания суставов – достаточно распространенные проблемы не только среди пожилых людей. Гидролизаты коллагена могут способствовать улучшению состояния хрящевой ткани и снижению болевых ощущений. Биологически активные продукты, полученные путем расщепления коллагена (основного белка соединительной ткани) на пептиды и аминокислоты с помощью

ферментативного, кислотного или щелочного гидролиза, находят применение в пищевой, медицинской, косметической и биомедицинской промышленности. Их изучение остается актуальным из-за широкого спектра потенциально полезных свойств и растущего спроса на функциональные продукты. Существующие в России технологии производства гидролизатов коллагена устарели: оборудование и процессы не соответствуют современным требованиям. Диссертационная работа «Биотехнологии, состав и свойства гидролизатов коллагена» (Р. А. Ворошилин, 2025 г.) ориентирована на разработку и оптимизацию технологии получения гидролизатов коллагена, которые обладают функциональными и биоактивными свойствами. Такие гидролизаты могут использоваться для улучшения стабильности и консистенции пищевых продуктов, производства капсул, раневых прокладок, адсорбентов, препаратов для восполнения дефицита коллагена, а также в качестве биологически активных добавок.

Рост населения, ограниченность сельскохозяйственных земель, повышение стоимости животного белка и необходимость снижения экологического воздействия традиционных методов производства пищи приводят к дефициту белка у значительной части мирового населения. В контексте глобальной проблемы дефицита протеинов поиск альтернативных источников белков становится критически важным [1]. При этом животные белки (мясо, субпродукты, рыба, молоко, яйца) – наиболее дорогие, растительные белки (злаки, бобовые, масличные культуры) – более доступная альтернатива, микробиологически синтезированные (из дрожжей и различных бактерий) белки, а также синтетические (искусственные) белки, полученные после синтеза аминокислот, требуют разработки доступных и масштабируемых технологий. Особое внимание исследователи уделяют микроводорослям как перспективному источнику функциональных и биологически активных нутриентов. Их использование в хлебопечении позволяет улучшить органолептические свойства, питательную ценность и стабильность хлеба при хранении, делая его конкурентоспособным по сравнению с обычным пшеничным хлебом [2]. Разработка новых продуктов на основе альтернативных белков (растительных заменителей мяса, добавок для спортивного питания, диетических продуктов) требует дальнейших исследований и масштабирования технологий. Все перечисленные направления получения белковых продуктов, особенно из микроводорослей, прорабатываются участниками научной школы под руководством А. Ю. Просекова.

Специализированные биопродукты питания, в т. ч. молочные, разрабатываются с учетом физиологических потребностей конкретных групп населения, их состояния здоровья, уровня активности и других факторов. Такие продукты направлены на поддержание здоровья, профилактику заболеваний, коррекцию метаболизма и улучшение качества жизни. Разработка отечественных

продуктов питания, способствующих оздоровлению населения и снижению риска заболеваний, соответствует стратегическим задачам страны. Результаты, полученные участниками научной школы под руководством А. Ю. Просекова, заложили базу создания востребованных биопродуктов. При наличии значимой государственной поддержки и необходимого развития инфраструктуры разработанные продукты и технологии их получения могут стать надежной опорой при решении глобальных вызовов, стоящих перед Россией.

**Аспекты генетики питания пациентов с различными хроническими заболеваниями.** Подходы генетики питания позволяют учесть как генетические особенности человека, влияющие на восприятие определенных продуктов и нутриентов, так и возможность модулировать экспрессию генов, связанных с хроническими заболеваниями. Это позволяет разрабатывать персонализированные диетические рекомендации с учетом индивидуальных генетических рисков и метаболических особенностей [3]. Нутригеномика выявляет биохимические пути взаимодействия генов и пищи, формируя методы терапии и профилактики неинфекционных заболеваний. Нутригенетика исследует индивидуальные генетические вариации, определяющие реакцию организма на те или иные нутриенты. Полиморфизмы генов могут влиять как на усвоение витаминов, минералов, липидов, так и на чувствительность к определенным продуктам [4].

Нутригеномика тесно связывает генетические заболевания с персонализированным питанием при изучении взаимосвязи генов и рациона. Оптимизированный рацион позволяет снизить риск заболеваний и улучшить общее состояние здоровья. Более того, некоторые генетические заболевания требуют строгого ограничения или полного исключения определенных групп продуктов из рациона из-за нарушения метаболизма и аутоиммунных реакций. К таким заболеваниям относятся, например фенилкетонурия, целиакия, непереносимость лактозы и другие наследственные нарушения обмена веществ. При подобных состояниях диетотерапия является одним из основных методов лечения, позволяющим снизить нагрузку на пораженный метаболический путь и контролировать поступление субстратов, которые организм не может адекватно перерабатывать. В некоторых случаях может потребоваться ферментозаместительная терапия или другие методы лечения [5].

Лактазная недостаточность – генетически обусловленное состояние, при котором организм не вырабатывает достаточно фермента лактазы для расщепления лактозы. Это приводит к нежелательным симптомам как у детей, так и у взрослых после употребления молочных продуктов. Диссертационная работа О. В. Козловой «Разработка технологии низколактозного напитка» (2008 г.) посвящена созданию технологии производства молочного напитка с пониженным содержанием лактозы. В работе изучены способы ферментативного гидролиза лактозы до глюкозы и галактозы. Разработанная

технология позволяет производить напитки, доступные для людей с непереносимостью лактозы, с сохранением питательных свойств молочных продуктов.

Гистицинемия – заболевание, при котором нарушен обмен аминокислоты гистидина. Пациенты с подобными наследственными нарушениями метаболизма нуждаются в специализированном питании, исключая эту аминокислоту. В диссертационной работе «Исследование и разработка технологии белкового концентрата на основе гидролизата белков молока» (Г. В. Борисова, 2013 г.) представлены результаты создания специализированного продукта для лечебного питания для больных с указанной патологией.

Дефицит фермента фенилаланингидроксилазы, который участвует в превращении аминокислоты фенилаланина в тирозин, является причиной фенилкетонурии. Мутации в гене, кодирующем этот фермент, приводят к накоплению фенилаланина и его токсичных метаболитов в организме. Традиционные методы терапии данного заболевания основаны на строгой диете с ограничением продуктов, содержащих фенилаланин, что существенно снижает качество жизни пациентов. Из рациона исключаются продукты с высоким содержанием белка (мясо, яйца, бобовые, молочные продукты и др.), а вместо них используются специальные протеиновые смеси, которые содержат необходимые аминокислоты, кроме фенилаланина. В диссертационных работах «Исследование и разработка технологии полуфабриката с пониженным содержанием фенилаланина» (Ю. В. Голубцова, 2008 г.) и «Исследование и разработка технологии молочного белкового эквивалента для специализированных продуктов питания» (О. О. Бабич, 2009 г.), выполненных под руководством Александра Юрьевича, выявлены рациональные условия целенаправленного гидролиза сывороточных белков и казеина энзиматическими системами, состоящими из нескольких ферментов и обеспечивающими максимальное высвобождение фенилаланина из полипептидной цепи. Изучена кинетика процесса биотрансформации фенилаланина с помощью L-фенилаланин-аммоний-лиазы (PAL, КФ 4.3.1.5), что стало основой технологии создания новых видов продуктов с пониженным содержанием фенилаланина для улучшения качества жизни пациентов с фенилкетонурией. Кроме того, использование фермента PAL, катализирующего неокислительное дезаминирование фенилаланина с образованием транс-коричной кислоты и аммиака, открывает новые возможности для создания специализированных продуктов питания, максимально снижающих содержание этой аминокислоты.

Докторская диссертация О. О. Бабич «Теоретическое обоснование и практическая реализация биотехнологий специализированных молочных продуктов с использованием L-фенилаланин-аммоний-лиазы» (2014 г., научный консультант – А. Ю. Просеков) сфокусирована на разработке инновационных подходов к созданию продуктов питания для людей с наслед-

ственным нарушением аминокислотного обмена, при котором в организме накапливается фенилаланин и его токсические метаболиты. В рамках диссертации разработаны методики культивирования штаммов-продуцентов L-PAL: подобран состав питательной среды, изучено влияние параметров периодического культивирования на выход фермента и его активность. Оптимизирована схема очистки, включающая дробное осаждение сульфатом аммония и две хроматографические стадии (металлохелатную и гидрофобную). Исследованы адсорбционный и глутаральдегидный методы иммобилизации фермента на поверхности наночастиц  $Fe_3O_4$ , выбран наиболее эффективный из них: иммобилизованный препарат сохраняет активность в более широком диапазоне pH и температур по сравнению с нативным ферментом. Разработана технология лиофилизации, обеспечивающая максимальное сохранение активности фермента в процессе хранения (до 8 месяцев).

PAL – фермент, который рассматривается как перспективный инструмент для таргетной терапии фенилкетонурии. В отличие от фермента млекопитающих, PAL является мономером и не требует кофакторов. Данный фермент обнаружен у высших растений и дрожжей, где он участвует в защитных механизмах или выполняет катаболическую роль, позволяя использовать L-фенилаланин в качестве источника углерода и азота. PAL катализирует превращение фенилаланина, накапливающегося в крови из-за мутаций в гене фенилаланин-4-гидроксилазы, в транс-коричную кислоту и аммиак. Эксперименты на животных моделях показали, что пероральное введение неабсорбируемого и защищенного PAL снижает уровень фенилаланина в плазме у мышей с гиперфенилаланинемией. Подкожное введение фермента приводило к более существенному снижению уровня фенилаланина в плазме и мозге, однако эффект не сохранялся после повторных инъекций из-за развития иммунного ответа. Для преодоления этой проблемы была разработана пегелированная форма PAL (модификация путем присоединения полиэтиленгликоля). Она обладает лучшей специфической активностью, увеличенным периодом полураспада и сниженной иммуногенностью *in vivo*. Подкожное введение пегелированных молекул мышам с фенилкетонурией давало желаемый метаболический ответ – пролонгированное снижение уровня фенилаланина в крови при значительно ослабленном иммунном ответе. В настоящее время компания BioMarin (США) осуществляет III фазу клинических испытаний [6]. В рамках исследования, проводимого под руководством Александра Юрьевича, разработана технология получения капсулированного PAL [7, 8]. Для создания капсулы использовалась оболочка на основе растительных ингредиентов (агар-агара, каррагинана, карбоксиметилцеллюлозы). Инкапсулирование позволило решить проблемы, связанные с иммуногенностью и протеолитической неустойчивостью фермента. Про-

веденные исследования подтвердили эффективность доставки ферментного препарата в отделы желудочно-кишечного тракта для инактивации фенилаланина.

Использование PAL в качестве заместительной ферментной терапии потенциально может стать альтернативой или дополнением к традиционной диетотерапии, которая требует пожизненного ограничения потребления белка. Это способно улучшить качество жизни пациентов и снизить риск неврологических осложнений. Однако необходимы дальнейшие клинические исследования для оценки безопасности и эффективности метода у людей, определения оптимальной дозировки, способа введения и продолжительности курса лечения. Только при выполнении этих условий у данного препарата появится шанс стать стандартом лечения фенилкетонурии.

Подходы нутригеномики используются при терапии не только врожденных генетических заболеваний, но и приобретенных, в т. ч. обусловленных воздействием окружающей среды и характера питания. Известно, что полиморфизмы генов могут влиять на предрасположенность человека к различным заболеваниям, включая профессиональные. Они определяют индивидуальные различия в реакции организма на вредные производственные факторы, такие как химические вещества, пыль, вибрация, шум и др. Изучение подобных полиморфизмов позволяет выявлять группы риска, разрабатывать персонализированные профилактические меры и совершенствовать диагностику профессиональных заболеваний.

Для Кемеровской области изучение воздействия вредных производственных факторов в шахтах (пыли, химических веществ и канцерогенов), генетических механизмов защиты организма и предрасположенности к развитию рака легких более чем актуально. Совместно с учениками и коллегами Александр Юрьевич изучает аспекты этого влияния. В рамках проведенных исследований были выявлены полиморфизмы генов, кодирующих ферменты репарации ДНК, у шахтеров с раком легких, установлена связь между генетическими маркерами и риском развития онкологических заболеваний, определены особенности работы системы репарации ДНК у работников угольной промышленности, проведен сравнительный анализ генетических показателей здоровых шахтеров и пациентов с раком легких, выявлены специфические изменения в генах, отвечающих за восстановление поврежденной ДНК [9–11]. Исследование полиморфизмов генов открывает новые возможности для профилактики и управления профессиональными заболеваниями, но требует комплексного подхода и дальнейших научных поисков. Результаты подобных исследований создают основу для развития подходов персонализированной медицины в угольной отрасли, а также для разработки новых методов скрининга профессиональных рисков в рамках целевых программ профилактики онкологических заболеваний. При этом важно учитывать, что профессиональные

заболевания часто имеют многофакторный характер, и генетическая предрасположенность – лишь один из факторов риска. Без учета длительности воздействия вредных факторов, их интенсивности, возраста, пола, сопутствующих заболеваний и других параметров невозможно получить адекватную картину существующих механизмов формирования профессиональных заболеваний.

Разработка оптимального рациона для поддержания или улучшения здоровья, профилактики заболеваний и коррекции метаболических нарушений чрезвычайно востребована в современном обществе. Возможность организации персонализированного питания, учитывающего индивидуальные особенности человека (генетику, метаболизм, образ жизни, пищевые предпочтения и состояние здоровья), привлекает внимание как исследователей, так и потребителей. Известно, что нарушения структуры питания (избыток насыщенных жиров и сахара, дефицит витаминов, минералов и других нутриентов) приводят к развитию многих заболеваний, таких как сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет 2 типа, некоторых форм рака и других патологий. При этом люди по-разному реагируют на одни и те же продукты питания. Эти различия обусловлены сложным взаимодействием индивидуальных факторов, включая генетические особенности, состав микробиома кишечника, физическую активность, а также другие физиологические и средовые характеристики. Прогресс в области геномики, метаболомики, профилирования микробиома и искусственного интеллекта позволяет устанавливать взаимосвязи между питанием и здоровьем и создавать инструменты формирования персонализированных рекомендаций на основе анализа больших объемов данных.

Потребительская геномика – направление, которое предоставляет услуги генетического тестирования непосредственно потребителями без необходимости медицинского сопровождения. Такие тесты позволяют узнать о происхождении, рисках для здоровья, особенностях метаболизма, предрасположенности к определенным заболеваниям и характеристиках, связанных с образом жизни. Результаты используются для принятия решений о питании, физической активности, выборе лекарств и т. д. Работы коллектива молодых исследователей (А. Д. Весниной, Д. Ю. Чекушкиной и др.) под руководством А. Ю. Просекова связаны с изучением влияния генетических факторов на здоровье человека и возможностей его коррекции через питание и образ жизни. Полученные результаты демонстрируют, как понимание генетической предрасположенности может помочь в разработке персонализированных подходов к профилактике и лечению различных заболеваний. В рамках исследования был проведен систематический обзор научных и научно-популярных публикаций, находящихся в открытом доступе и представленных в базах научного цитирования, а также маркетинговых отчетов, начиная с 2012 г. Выделены основные этапы

развития геномики человека, которые стимулировали появление персонализированного питания как примера потребительской геномики. Сформулированы ключевые аспекты нутригенетики и нутригеномики, а также использования данных полногеномных ассоциативных исследований, рассмотрены расчеты полигенного индекса риска, роль эпигенетики и метаболомики в исследованиях микробиома потребителей, проанализированы передовые зарубежные и российские компании в области генетических исследований и персонализации питания [12].

В диссертационной работе А. Д. Весниной «Разработка биотехнологии пищевых ингредиентов из метаболитов hairy roots растений, обладающих антиатеросклеротическим потенциалом» (2023 г., руководитель – А. Ю. Просеков) изучена проблематика атеросклероза и возможной его профилактики с точки зрения питания как фактора, способного влиять на развитие атеросклеротических процессов. В рамках исследования разработана технология получения метаболитов из культуры hairy roots растений с антиатеросклеротическим потенциалом, определены основные биологически активные компоненты, влияющие на развитие атеросклероза, изучено влияние полученных метаболитов на ключевые механизмы развития атеросклеротического процесса, установлены оптимальные условия культивирования растительных клеток для максимального накопления целевых метаболитов, а также разработаны технологические параметры получения пищевых ингредиентов и выявлены эффективные способы стабилизации и сохранения активности целевых компонентов. Использование метаболитов растений, получаемых с помощью технологии hairy roots, открывает новые перспективы для создания средств профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Разработка новых подходов к созданию функциональных пищевых ингредиентов способна влиять на патогенетические механизмы развития атеросклероза [13].

Неалкогольная жировая болезнь печени – серьезное метаболическое заболевание, которое может прогрессировать до цирроза и гепатоцеллюлярной карциномы. Использование биологически активных веществ природных источников, таких как гриб *Hericium coralloides*, открывает возможности профилактики данного заболевания благодаря богатому составу и содержанию биологически активных метаболитов, наиболее изученными из которых являются ловастатин и эрготионеин. Применение чистых метаболитов гриба в пищевых добавках и функциональных продуктах предпочтительнее, т. к. позволяет стандартизировать дозы, целенаправленно воздействовать на конкретные эффекты (иммунитет, нейропротекция, противоопухолевое действие) и снижать необходимое количество продукта. Редкость вида *Hericium coralloides* в природе может быть компенсирована промышленным культивированием его биомассы *in vitro* [14].

Нарушения цикла трикарбоновых кислот (ЦТК, или цикла Кребса) связаны с патогенезом таких хронических заболеваний, как диабет, ожирение, рак, сердечно-сосудистые, нейродегенеративные и остеопоротические заболевания. Генетические и эпигенетические факторы, а также образ жизни и питание оказывают влияние на процессы в ЦТК. Изучение воздействия растительных метаболитов, витаминов и биологически активных добавок приближает к разработке персонализированных подходов с возможностью улучшения существующих профилактических и терапевтических диет. Известны конкретные однонуклеотидные полиморфизмы, являющиеся потенциальными маркерами изменения в экспрессии генов. В частности, полиморфизмы *ACO2* (Arg18Trp, Ser87Leu, Ala252Thr, Leu357Val) связаны с нейродегенеративными заболеваниями, а мутации rs121913499, rs121913500 в генах *IDH1*, *IDH2*, а также rs1270341616 в гене *DLST* – с раком [15]. Активностью ЦТК можно управлять через эпигенетические модификации с помощью таких нутриентов, как ниацин,  $\alpha$ -липовая кислота, янтарная кислота, ресвератрол, куркумин, аргинин, лейцин, кверцетин, урсоловая кислота и альтернол.

Представленные исследования охватывают широкий спектр вопросов, связанных с влиянием генетических факторов на здоровье человека и возможности их коррекции через питание. Эти работы формируют основу для развития персонализированной медицины и создания эффективных стратегий профилактики заболеваний с учетом индивидуальных генетических особенностей человека.

**Получение фармацевтических субстанций и биологически активных веществ.** Профилактика многих заболеваний (метаболических нарушений, сахарного диабета, сердечно-сосудистых заболеваний и др.) не обходится без препаратов, содержащих БАВ растительного и / или микробного происхождения. Однако большинство стран, включая Россию, зависят от поставок субстанций из Китая, Индии и других государств, что создает определенные риски для стабильности фармацевтического рынка. Александр Юрьевич с коллегами и учениками исследует разработки технологий получения фармацевтических субстанций на основе микроорганизмов-антагонистов, а также биологически активных веществ с использованием культур клеток лекарственных растений.

Диссертационная работа Л. К. Асякиной «Обоснование, практическая реализация технологий и товарооценочная оценка биоактивных добавок, полученных из клеточных культур растений *in vitro*» (2022 г.) посвящена разработке и внедрению технологий производства биологически активных добавок на основе вторичных метаболитов клеточных культур растений, произрастающих в Сибирском федеральном округе (Россия). В их числе – шлемник байкальский, шлемник андрахновидный, окопник лекарственный, тысячелистник обыкновенный, любка двулистная, лапчатка белая, лимонник

китайский, медуница лекарственная. Все растения обладают доказанными функциональными свойствами. В исследовании экспериментально обоснован компонентный состав и предложена принципиальная схема получения капсулированных форм БАД на основе комплекса вторичных метаболитов, выделенных из экстрактов клеточных культур растений. Разработанные методы могут быть адаптированы для других видов растений и типов клеточных культур. При этом акцент на растениях Сибирского федерального округа открывает возможности для развития локального производства и использования местных ресурсов.

Использование вторичных метаболитов растений, полученных методами культивирования *in vitro*, позволяет создавать продукты целенаправленного действия (антиоксидантного, иммуномодулирующего, гипотензивного и др.), что востребовано на рынке здорового питания. Потенциал вторичных метаболитов растений (фенольных соединений, алкалоидов, изопреноидов и т. д.) обуславливает антиоксидантные, антимикробные, иммуностимулирующие, гипотензивные и другие свойства этих компонентов. Их использование обеспечивает разработку продуктов с целенаправленным профилактическим действием. Диссертационная работа «Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий напитков, полученных с использованием вторичных метаболитов растительного сырья, культивируемого *in vitro*» (А. И. Лосева, 2023 г.) ориентирована на разработку инновационных методов получения биологически активных веществ из растительных клеточных культур (леuzeи сафлоровидной, женьшеня обыкновенного, элеутерококка колючего, пальчатокоренника пятнистого, диоскореи обыкновенной, сапожниковии растопыренной) и созданию на их основе функциональных напитков. Разработанный метод дает возможность избежать сезонных колебаний, снизить риск контаминации микроорганизмами или повреждения насекомыми, сохранить редкие виды растений, а также повысить производительность за счет автоматизации процессов. На основе полученных экстрактов были созданы: напиток из молочной сыворотки, обогащенный вторичными метаболитами; тонизирующий чайный напиток; основа-концентрат морсов иммуномодулирующего действия; растворимый сухой напиток антиоксидантного действия и гранулированный ягодный кисель профилактической направленности.

Фенольные соединения растений известны своими антиоксидантными, противовоспалительными, противоопухолевыми и другими полезными свойствами, что позволяет использовать их в профилактических целях для снижения риска серьезных заболеваний. *Astragalus danicus* L., произрастающий в Кемеровской области (Россия), является перспективным сырьем для создания фармакологических препаратов. В его наземной части обнаружены флавонолы (изорамнетин-глюкозид, кемпферол-глюкозид), флавоны (апигенин-7-глюкозид) и фенилпропаноиды (хлорогеновая кислота).

Установлено, что содержание флавоноидов в растениях зависит не только от генетических особенностей, но и от гидротермического режима и климатических условий в разных ботанико-географических зонах [16].

В период пандемии COVID-19 возникла потребность в изучении растений, которые могут поддерживать иммунитет и снижать риск осложнений. Растения Северо-Восточной Азии (родиола розовая, сабельник, тараксакум и др.), обладающие антиоксидантными, противовирусными, противовоспалительными и иммуномодулирующими свойствами, отличаются наличием потенциала для применения при профилактике и лечении пневмонии различной этиологии [17]. Остеоартроз – распространенное заболевание соединительной ткани, которое существенно снижает качество жизни. Существует потребность в эффективных методах замедления его прогрессирования, среди которых использование хондропротекторов (хондроитина сульфата, глюкозамина сульфата / гидрохлорида, гиалуроновой кислоты, гликозаминогликанов, экстрактов животного и растительного сырья) [18]. Сахарный диабет – глобальная проблема здравоохранения, требующая разработки более эффективных и безопасных терапевтических подходов. Существующие синтетические препараты имеют ряд побочных эффектов (отеки, лактатацидоз, набор веса, гипогликемия и др.), что делает актуальным поиск альтернативных средств на основе природных метаболитов [19]. Мангиферин как полифенол с потенциальным противодиабетическим действием представляет интерес для разработки новых подходов к лечению диабета [20]. Атеросклероз – одно из самых распространенных сердечно-сосудистых заболеваний. Флавоноиды рассматриваются как перспективные компоненты возможных препаратов для терапии этого заболевания благодаря их антиоксидантным и противовоспалительным свойствам. Кверцетин, полученный из корневых культур *Hedysarum neglectum*, подтвердил наличие антиатеросклеротической активности [21].

Особый интерес представляет возможность использования байкалина, выделенного из корня *Scutellaria baicalensis*, для лечения заболеваний, связанных с *Helicobacter pylori* – бактерией, которая является причиной гастрита, язвенной болезни и рака желудка [22]. Полученные результаты служат основой для комбинированного использования байкалина и пробиотиков в лечении этих заболеваний.

Культивирование клеток и тканей растений *in vitro* – перспективный метод получения биологически активных веществ, особенно для редких и эндемичных видов. Среди методов обработки каллуса, суспензионных и корневых культур *in vitro* наиболее широко на практике применяется метод с использованием агробактерий (*Agrobacterium*), который имеет преимущества перед библистическим методом, т. к. увеличивает долю стабильных трансформаций, позволяет доставлять крупные фрагменты ДНК и не требует специальных баллистических устройств [23]. Многие лекарственные растения,

в т. ч. родиола розовая (*Rhodiola rosea*), рапонтникум сафлоровидный (*Rhaponticum carthamoides*), иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis*), эвкалипт шаровидный (*Eucalyptus globulus*), окопник лекарственный (*Symphytum officinale*), гинкго билоба (*Ginkgo biloba*) и др., обладают потенциальной биологической активностью. В экстрактах высушенной биомассы каллуса, суспензионных клеток и корневых культур этих растений, выращенных исследователями Кемеровского государственного университета, идентифицированы различные биологически активные вещества, которые могут быть использованы для производства фармацевтических препаратов и биологически активных добавок с противоопухолевым, антимикробным, антиоксидантным и другими действиями [24–34].

Исследования демонстрируют важность оптимизации условий культивирования растений и методов экстракции для получения биологически активных соединений, расширяя знания о химическом составе и свойствах растительных экстрактов, что открывает пути для их применения в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Биоактивные свойства метаболитов водорослей (полисахаридов, пигментов, жирных кислот, антиоксидантов и других соединений) привлекают внимание исследователей по всему миру благодаря своему потенциалу для использования в медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве и экологии. Результаты проведенных исследований способствуют развитию биотехнологий, связанных с использованием как микро-, так и макроводорослей, и открывают перспективы для создания новых продуктов с добавленной стоимостью в пищевой, сельскохозяйственной и фармацевтической отраслях. В работе [35] подтверждена высокая энергетическая ценность водорослей и их богатство белками, жирами, углеводами, витаминами, макро- и микроэлементами, выявлены такие биологически активные компоненты, как полиненасыщенные жирные кислоты, миоспориноподобные аминокислоты, полисахариды, каротиноиды, стеролы, лектины, галогенированные соединения, поликетониды, алкалоиды и каррагинаны.

Микроводоросли отличаются высокой метаболической гибкостью, способностью адаптироваться к различным условиям культивирования и быстрым ростом. Учет различных факторов позволяет повысить эффективность извлечения БАВ – белков, липидов, полисахаридов, пигментов, витаминов. Поиску интегрированных технологий культивирования микроводорослей и изоляции из их биомассы различных БАВ с целью повышения рентабельности этих производств посвящен ряд работ [36–44] участников научной школы, руководимой Александром Юрьевичем. Кроме того, возможно использование микроводорослей в сельском хозяйстве. Разработана технология биоудобрений [45] на основе микроводорослей и ассоциированных с ними микроорганизмов для повышения устойчивости сель-

ского хозяйства. Такие удобрения способны улучшать плодородие почвы и снижать зависимость от химических аналогов.

В соответствии с Распоряжением Правительства РФ, утвердившим «Стратегию развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», перед отраслью поставлена задача разработки современных технологий переработки отечественного сырья для обеспечения населения безопасными и качественными пищевыми продуктами. Большинство биологически активных добавок в настоящее время производится из растительного сырья. Изучению источников животного происхождения с биологической активностью посвящена диссертационная работа Е. А. Вечтомовой «Научно-практические аспекты технологий биофармацевтических органолептических препаратов из дериватов животных охотничьего промысла» (2024 г.). В ходе исследования установлено высокое содержание соединений белковой, углеводной и липидной природы в изученных видах дериватов (бобра речного, барсука обыкновенного, бурого медведя, сурка степного). Разработана технология получения биофармацевтических препаратов из сырья, получаемого от животных, являющихся объектами охоты. Доказаны противоопухолевые, фунгицидные и бактериостатические свойства полученных препаратов.

**Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции.** Это ключевые звенья агропромышленного комплекса, от которых зависят продовольственная безопасность, конкурентоспособность отрасли и эффективность использования ресурсов. Эффективное хранение и переработка обеспечивают стабильное снабжение населения продуктами питания, особенно в несезонный (зимне-весенний) период, что особенно важно для стран с сезонным производством и зависимостью от импорта. Однако не все сорта овощей и фруктов подходят для длительной переработки или хранения, а системы предварительной обработки не всегда совершенны. Современные процессы и технологии, такие как озонирование, облучение, воздействие импульсными электромагнитными полями, вакуумная жарка, концентрированное вымораживание и др., а также биоразлагаемые упаковки и съедобные покрытия; модифицированные газовые среды для продления срока хранения плодоовощной продукции и методы глубокой переработки сырья (включая вовлечение в оборот вторичных ресурсов) позволяют решить многие существующие проблемы сельскохозяйственной отрасли и пищевой промышленности.

В рамках диссертационных работ «Исследование и разработка технологии получения антимикробного покрытия для пищевых упаковок» (Т. А. Розаленок, 2016 г.) и «Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий получения антимикробных пленок на основе полисахаридов и их производных для пищевой промышленности» (Л. С. Дышлюк, 2021 г.),

выполненных под руководством А. Ю. Просекова, разработаны антимикробные материалы для пищевой промышленности, увеличивающие сроки хранения и обеспечивающие безопасность продукции. В научном труде Т. А. Розаленок была создана и апробирована технология получения антимикробного покрытия (кластерное серебро, биоцидные композиции) для пищевых упаковок из бумаги и картона, предназначенных для мучных кондитерских изделий, в работе Л. С. Дышлюк – технология антимикробных биоразлагаемых пленок на основе полисахаридов (агар-агар, каррагинан, гидроксипропилметилцеллюлоза) с добавлением наночастиц серебра, меди и оксида цинка. Представленные технологии могут быть адаптированы для различных видов пищевой продукции, а результаты исследований внесли свой вклад в развитие экологически безопасных упаковочных материалов и их внедрение в промышленное производство.

Скорпортящиеся продукты, в т. ч. плоды, фрукты и овощи, требуют особых условий хранения с момента поступления в продажу до покупки потребителями. Основная причина потерь при хранении – микробиальная порча. Традиционные методы сохранения (химическая обработка, охлаждение, озонирование и т. д.) не всегда экологичны и могут снижать естественный иммунитет продукции. Разработка биоконсервантов на основе полезных микроорганизмов – перспективное направление, позволяющее увеличить сроки хранения, сохранить качество продукции и снизить экологическую нагрузку. Такие биопрепараты могут стать альтернативой химическим консервантам, обеспечивая безопасность для здоровья человека и окружающей среды. Разработке биоконсервантов посвящены работы М. И. Зиминой «Исследование и разработка технологии получения биоконсерванта для увеличения сроков хранения плодов и овощей» (2016 г.) и С. А. Сухих «Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий получения биоконсервантов для пищевой промышленности» (2021 г.). В ходе исследований из природных материалов и кисломолочных продуктов выделено 36 чистых культур молочнокислых бактерий и других микроорганизмов. Их вторичные метаболиты обладали антимикробной и фунгицидной активностью против патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Создана технология получения и применения биоконсервантов на основе выбранных микроорганизмов. Подтверждена возможность увеличения срока годности с помощью разработанных биоконсервантов: твердых сыров – в 1,8 раза, вареных колбас в натуральной оболочке – в 2,1 раза, овощей и фруктов – почти в 2,0 раза. Бактериоцины представляют интерес как альтернатива антибиотикам в пищевой промышленности. Инкапсуляция позволит целенаправленно доставлять их в нужные участки продукта для подавления патогенных микроорганизмов и увеличения срока хранения [46].

Использование микроорганизмов с антагонистической активностью против фитопатогенов в составе

биоудобрений может улучшить качество почвы и снизить потребность в химических консервантах для сельскохозяйственной продукции [45]. Применение таких биоудобрений с добавлением микроводорослей также способствует повышению качества почвы, увеличению устойчивости растений к болезням и уменьшению потребности в химических консервантах. Микробная ферментация – метод улучшения питательной ценности сырья и снижения содержания антинутриентов, что важно для продления срока хранения и повышения качества продуктов. Смешанные культуры пробиотических микроорганизмов (*Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactiplantibacillus plantarum*) способствовали увеличению содержания белка в соевой муке за счет быстрого роста собственной биомассы. Разработанная технология может быть применена для производства функциональных продуктов питания с улучшенными питательными свойствами и длительным сроком хранения [47].

Предварительная ультрафиолетовая обработка – метод, потенциально способный улучшить антиоксидантные свойства овощей и продлить срок хранения за счет замедления порчи. Помимо антимикробного эффекта, УФ-облучение в А-диапазоне овощей (огурцы, болгарский перец, кабачки) приводит к увеличению общего содержания фенольных соединений и флавоноидов [48]. Предложенная методика УФ-обработки плодов может быть использована как нехимическая технология продления срока хранения овощей и усиления их антиоксидантных свойств.

В период с 2010 по 2016 гг. ученики Александра Юрьевича изучали аспекты переработки вторичного сырья агропромышленных производств для снижения отходов и создания продуктов с добавленной стоимостью. Кровь сельскохозяйственных животных, являясь ценным сырьем с высоким содержанием белка, может применяться для получения функциональных продуктов, кормовых добавок и питательных сред для микроорганизмов. Кератинсодержащие отходы (пухоперовое сырье) с помощью биопрепаратов на основе микроорганизмов с кератиназной активностью преобразуются в ценные кормовые добавки. Результаты этих исследований представлены в успешно защищенных диссертационных работах: «Разработка технологии переработки кератинсодержащего сырья с использованием *Streptomyces ornatus* S-1220» (А. Ю. Полетаев, 2011 г.); «Исследование и разработка технологии сублимационной сушки крови сельскохозяйственных животных с использованием жидкого азота в качестве агента предварительного замораживания» (А. В. Гринюк, 2014 г.); «Разработка технологии получения биопрепарата для переработки кератинсодержащих отходов» (А. И. Линник, 2015 г.); «Научно-практические аспекты разработки и реализации комплексной технологии переработки крови сельскохозяйственных животных» (О. В. Кригер, 2016 г.). Итоги данных исследований вносят вклад в повыше-

ние эффективности использования вторичного сырья и развитие циркулярной экономики.

**Продовольственная безопасность.** В современных условиях нестабильности добиться глобальной продовольственной безопасности практически невозможно. Вызовы современного мирового порядка – финансовые кризисы, локальные конфликты, геополитические и экономические санкции – сопровождаются значительным числом нуждающихся в питании. Рост числа которых в меньшей степени связан с ростом численности населения Земли и нехваткой производимых продовольственных ресурсов [49]. Более того, стабильность и благополучие для большинства людей не приносят прибыли той части управляющей элиты, которая зарабатывает на нестабильности. В периоды относительного спокойствия кризисы и военные конфликты (такие как пандемия COVID-19, военные конфликты в Сирии, на Украине, Палестине, Иране и др., потоки беженцев из Азии и Африки в Европу и многие другие, свидетелями которых мы являемся) создаются искусственно для обеспечения стабильного дохода. В современном укладе мирового правопорядка достичь глобальной продовольственной безопасности невозможно – нет заинтересованных в этом сторон, за исключением групп, находящихся в состоянии продовольственной нестабильности. Однако на локальном уровне ситуация кардинально противоположная, особенно в развивающихся странах, заинтересованных в дальнейшем экономическом росте [50].

Во многих случаях голода на локальных территориях или в одиночных государствах можно избежать за счет грамотного перераспределения производимых ресурсов без необходимости интенсификации сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности [51]. При оказании гуманитарной помощи редко поднимается вопрос о сбалансированности питания и генетической предрасположенности к определенному рациону питания отдельных этнических групп [51], упор, как правило, делается на калорийные продукты с высоким содержанием углеводов и / или жиров. Реализация подходов, предложенных в исследовании, позволит повысить уровень продовольственной безопасности, обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства и создать условия для стабильного снабжения населения качественными продуктами питания. Это особенно важно в ситуации растущей конкуренции на мировом продовольственном рынке и необходимости обеспечения продовольственной независимости государств.

**Экологический мониторинг и рациональное природопользование.** В современных условиях ключевыми инструментами сохранения природных ресурсов Кузбасса являются экологический мониторинг – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, которая позволяет своевременно выявлять негативные изменения и принимать необходимые меры по их устранению. В 2022 г. А. Ю. Просеков

защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук по теме «Принципы интенсификации функционирования охотничьего хозяйства сибирского федерального округа российской федерации» в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. Б. М. Житкова» (Киров, Россия). На момент проведения исследования в России на федеральном и региональном уровнях отсутствовала единая система государственного контроля и управления ресурсами животного мира. Это приводило к повсеместному неэффективному использованию охотничьих ресурсов. В Сибирском федеральном округе, где сосредоточены обширные охотничьи угодья, эта проблема была особенно острой. Несмотря на значительный потенциал охотничьего хозяйства, существовала угроза снижения биоразнообразия охотничьих животных из-за антропогенного воздействия, изменения среды обитания и других факторов. Исследование было сфокусировано на Сибирском федеральном округе, что позволило сформировать общие подходы к управлению с учетом специфики региона (климатических условий, типов ландшафтов и видов охотничьих животных) [52–58].

Министерство природных ресурсов и экологии РФ разрабатывало стратегию цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования, в ходе реализации которой возникла необходимость адаптации цифровых технологий к управлению охотничьими ресурсами. В своей работе Александр Юрьевич, стремясь найти баланс между экономическим использованием охотничьих ресурсов и сохранением биологического разнообразия для выполнения принципов устойчивого развития, предложил использовать современные цифровые методы учета охотничьих животных, мониторинга их популяций и управления охотничьими угодьями. Эти методы включают применение беспилотных летательных аппаратов, геоинформационных систем и других технологий, повышающих точность и эффективность управления. Работа заложила теоретические предпосылки и методические принципы интенсификации охотничьего хозяйства с использованием цифровых сервисов, что открыло пути для дальнейших научных исследований в этой области.

Традиционные методы контроля численности охотничьих животных требуют модернизации, что особенно важно для сохранения биоразнообразия и устойчивого развития охотничьего хозяйства. Систематический сбор информации о результатах охоты, состоянии популяций животных и угодий позволяет отслеживать изменения в экосистемах и своевременно реагировать на негативные тенденции. Разработанные инновационные методики дистанционного мониторинга охотничьих ресурсов с использованием беспилотных летательных аппаратов подтвердили свою эффективность по сравнению с существующими методами управления численностью охотничьих ресурсов [59, 60]. Однако результативное регулирование взаимодей-

ствия охотников и землепользователей невозможно без решения правовых вопросов данной проблемы. В России существует потребность в механизме согласования деятельности землепользователей с интересами охотничьего хозяйства. Четкое правовое регулирование взаимодействия охотников и землепользователей позволяет эффективнее контролировать нагрузку на экосистемы. Так, в рамках охотхозяйственных соглашений могут устанавливаться лимиты на добычу животных, что способствует сохранению популяций и биоразнообразия. Это особенно важно в регионах с хрупкими экосистемами или в зонах, где охотничья деятельность может пересекаться с сельскохозяйственным и лесным хозяйством [60].

Угледобывающая промышленность вносит внушительный вклад в углеродный след. Известно, что парниковые газы, в первую очередь метан, образуются при добыче угля, однако в шахтах с остановленной угледобычей выделяется метана в три раза больше [61]. Центр угледобычи в России – Кузбасс (Кузбасский угольный бассейн), на него приходится около 60 % всей добычи угля стране<sup>1</sup> [62].

Правительство Российской Федерации ставит перед собой задачу к 2060 г. обеспечить, с одной стороны, устойчивый рост экономики, с другой – углеродную нейтральность страны. Кузбасс – регион ресурсного типа, поэтому любой закон об углеродном регулировании является очень актуальным для этой части Сибири. Законы о контроле над выбросами углерода направлены на соблюдение экологических стандартов, установленных Парижским соглашением. При этом для Кузбасса углеродный контроль означает производственные ограничения и низкую конкурентоспособность. Регион не демонстрирует ориентации на структурную и технологическую модернизацию и не готов к переходу на низкоуглеродную экономику, особенно в условиях мирового экономического кризиса угледобывающей отрасли [63]. Углеродные полигоны и углеродные фермы могут стать перспективным инструментом развития сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства, поскольку они способны повысить конкурентоспособность местных компаний на углеродном рынке [63, 64].

В рамках проекта РНФ «Разработка научных подходов депонирования диоксида углерода восстановлением фитоценозов на техногенно нарушенных ландшафтах Кузбасса» в 2022–2024 гг. разрабатывались научные подходы не только на фиторемедиацию территорий, нарушенных угольными предприятиями Региона, но и на снижение их углеродного следа, что достигалось подбором растений с высоким секвестрационным потенциалом в сочетании с микробиологическими препаратами, улучшающими качество восстанавливаемых почв [65–68].

<sup>1</sup> Угольная промышленность России. URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Угольная\\_промышленность\\_России](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Угольная_промышленность_России) (дата обращения 24.03.2026).

Угольная промышленность оказывает негативное воздействие на всю окружающую экосистему, при этом состояние водных объектов также заслуживает пристального внимания. Существующие системы очистки сточных вод угледобывающих предприятий и шахт требуют модернизации, поскольку их текущие показатели не соответствуют современным требованиям, а реки и водоемы прилегающих территорий подвергаются существенной экологической нагрузке. В эти же годы проведена оценка эффективности работы существующих очистных сооружений, изучено влияние очистных мероприятий на качество воды малых рек, создана база данных по составу и концентрации загрязняющих веществ, а также исследованы характеристики различных фильтрующих материалов, используемых для очистки вод от взвешенных частиц. Разработанные рекомендации по совершенствованию систем очистки сточных вод и методики контроля качества очистных мероприятий позволили повысить эффективность очистки и снизить негативное влияние угольной промышленности на водные экосистемы Кузбасса [69–73].

Предложенные технологии могут быть масштабированы на другие предприятия и техногенно нарушенные территории, а полученные данные позволяют оптимизировать процессы рекультивации и создавать эффективные механизмы снижения углеродного следа промышленных предприятий не только Кузбасса. Выявленные результаты реализованного проекта могут стать основой разработки стратегий восстановления нарушенных экосистем на базе низкоуглеродного формирования промышленности, что особенно актуально в контексте государственной задачи достижения углеродной нейтральности к 2060 г.

### Заключение

Профессиональный путь академика Российской академии наук Александра Юрьевича Просекова – это вдохновляющий пример многогранного таланта, трудолюбия и преданности делу. Юбилей руководителя научной школы имени Льва Александровича Остроумова является достойным поводом признания заслуг Александра Юрьевича в выбранной научной стратегии и создании квалифицированного научного коллектива, который формирует новое поколение профессионалов, способных отвечать на вызовы времени. Он заложил прочные теоретические основы, открывшие новые перспективы для дальнейших научных изыс-

каний – каждое направление его деятельности отличается глубиной исследований и практической значимостью. Александр Юрьевич более 10 лет успешно руководит Кемеровским государственным университетом, динамично развивающимся вузом, где классическая высшая школа обретает новые грани благодаря передовым технологиям. Вуз растет и обновляется: появляются новые институты, научные лаборатории, модернизируется инфраструктура. Александр Юрьевич Просеков – это не просто академик, а человек, чье видение и энергия продолжают двигать вперед науку и образование. Он видит на шаг вперед, стратегически мыслит и умеет вдохновлять окружающих на достижение амбициозных целей.

### Критерии авторства

С. А. Иванова – концептуализация, методология, подготовка первоначального черновика. О. О. Бабич, О. В. Кригер, Ю. В. Голубцова, Т. В. Вобликова – формальный анализ, рецензирование и редактирование статьи.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Раскрытие использования ИИ

Алиса AI (ООО «Яндекс», 1.0, Россия) использовалась для поиска литературы, подготовки переводов, перефразирования или редактирования текста.

### Contribution

S.A. Ivanova developed the research concept and methodology and was responsible for the original draft. O.O. Babich, O.V. Kriger, Yu.V. Golubtsova, and T.V. Voblikova provided the formal analysis, review, and proofreading.

### Conflict of interest

The authors declared no potential conflict of interest regarding the research, authorship, and/or publication of this article.

### Declaration of generative AI

The authors used Alice AI (Yandex LLC, Russia) for literature search, translation assistance, and linguistic editing. The final output was strictly reviewed and validated by the authors.

## Список литературы / References

1. Dolganyuk V, Sukhikh S, Kalashnikova O, Ivanova S, Kashirskikh E, et al. Food proteins: Potential resources. Sustainability. 2023;15:5863. <https://doi.org/10.3390/su15075863>
2. Sukhikh S, Ivanova S, Dolganyuk V, Pilevinova I, Prosekov A, et al. Evaluation of the prospects for the use of microalgae in functional bread production. Applied Sciences. 2022;12:12563. <https://doi.org/10.3390/app122412563>
3. Vesnina A, Prosekov A, Kozlova O, Atuchin V. Genes and eating preferences, their roles in personalized nutrition. Genes. 2020;11(4):357. <https://doi.org/10.3390/genes110403574>

4. Ponasenko A, Sinitsky M, Minina V, Vesnina A, Khutornaya M, *et al.* Immune response and lipid metabolism gene polymorphisms are associated with the risk of obesity in middle-aged and elderly patients. *Journal of Personalized Medicine*. 2022;12:238. <https://doi.org/10.3390/jpm12020238>
5. Babich OO, Pokrovsky VS, Anisimova NY, Sokolov NN, Prosekov AY. Recombinant L-phenylalanine ammonia lyase from *Rhodospiridium toruloides* as a potential anticancer agent. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2013;60(3): 316–322. <https://doi.org/10.1002/bab.1089>
6. Mahan KC, Gandhi MA, Anand S. Pegvaliase: A novel treatment option for adults with phenylketonuria. *Current Medical Research and Opinion*. 2019;35(4):647–651. <https://doi.org/10.1080/03007995.2018.1528215>
7. Babich O, Dyshlyuk L, Prosekov A, Noskova S, Ivina O, *et al.* Study of the potential of the capsule shell based on natural polysaccharides in targeted delivery of the L-phenylalanine ammonia-lyase enzyme preparation. *Pharmaceuticals*. 2020;13(4):63. <https://doi.org/10.3390/ph13040063>
8. Babich O, Dyshlyuk L, Noskova S, Prosekov A, Ivanova S, *et al.* The effectiveness of plant hydrocolloids at maintaining the quality characteristics of the encapsulated form of L-phenylalanine-ammonia-lyase. *Heliyon*. 2020;6(1):e03096. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03096>
9. Соболева О. А., Минина В. И., Торгунакова А. В., Титов Р. А., Яковлева А. А. и др. Обеспеченность витамином D работников угольных шахт в зависимости от носительства полиморфных вариантов генов *VDR* и *GC*. 2024. Т. 93. № 4. С. 74–83. [Soboleva OA, Minina VI, Torgunakova AV, Titov RA, Yakovleva AA, *et al.* Vitamin D status in connection with *VDR* and *GC* genes polymorphism in coal mining workers. *Problems of Nutrition*. 2024;93(4):74–83. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2024-93-4-74-83>
10. Тимофеева А. А., Минин А. В., Баканова М. Л., Захарова Я. А., Торгунакова А. В. и др. Полиморфизм генов ферментов репарации ДНК у работников угольных шахт больных раком легкого. *Журнал сибирского федерального университета. Серия: Биология*. 2024. Т. 17. № 1. С. 33–34. [Timofeeva AA, Minin AV, Bakanova ML, Zakharova YaS, Torgunakova AV, *et al.* Polymorphism of genes encoding DNA repair enzymes in coal mine workers with lung cancer. *Journal of Siberian Federal University – Biology*. 2024;17(1):33–44. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/SPGETQ>
11. Яковлева А. А., Минина В. И., Соболева О. А., Борисова О. И., Булатова О. В. и др. Влияние полиморфизма гена *ApoE* на развитие ожирения и биохимические показатели крови работников угольных шахт. *Медицина Труда*. 2025. Т. 104. № 3. С. 318–322. [Yakovleva AA, Minina VI, Soboleva OA, Borisova OI, Bulatova OV, *et al.* Influence of *ApoE* gene polymorphism on development of obesity and blood biochemical parameters in coal mine workers. *Gigiena and Sanitariya*. 2025;104(3):318–322. (In Russ.)] <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-318-322>
12. Просеков А. Ю., Веснина А. Д., Любимова Н. А., Чекушкина Д. Ю., Михайлова Е. С. Потребительская геномика: роль в персонализации питания. *Техника и технология пищевых производств*. 2025. Т. 55. № 2. С. 400–415. [Prosekov AYU, Vesnina AD, Lyubimova NA, Chekushkina DYU, Mikhailova ES. Consumer genomics in personalized nutrition. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2025;55(2):400–415. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-2-2582>
13. Vesnina A, Prosekov A, Atuchin V, Minina V, Ponasenko A. Tackling atherosclerosis via selected nutrition. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(15):8233. <https://doi.org/10.3390/ijms23158233>
14. Chekushkina D, Kozlova O, Vechtomova E, Prosekov A. Dietary use of *Hericium coralloides* for NAFLD prevention. *Nutrients*. 2026;18(3):418. <https://doi.org/10.3390/nu18030418>
15. Vesnina A, Kozlova O, Ivanova S, Prosekov A. Citric acid cycle genes and nutrigenetics. *International Journal of Molecular Sciences*. 2026;27(5):2360. <https://doi.org/10.3390/ijms27052360>
16. Babich O, Prosekov A, Zaushintsena A, Sukhikh A, Dyshlyuk L, *et al.* Identification and quantification of phenolic compounds of Western Siberia *Astragalus danicus* in different regions. *Heliyon*. 2019;5(8):e02245. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02245>
17. Babich O, Sukhikh S, Prosekov A, Asyakina L, Ivanova S. Medicinal plants to strengthen immunity during a Pandemic. *Pharmaceuticals*. 2020;13:313. <https://doi.org/10.3390/ph13100313>
18. Sukhikh S, Babich O, Prosekov A, Patyukov N, Ivanova S. Future of chondroprotectors in the treatment of degenerative processes of connective tissue. *Pharmaceuticals*. 2020;13:220. <https://doi.org/10.3390/ph13090220>
19. Sukhikh S, Babich O, Prosekov A, Kalashnikova O, Noskova S, *et al.* Antidiabetic properties of plant secondary metabolites. *Metabolites*. 2023;13:513. <https://doi.org/10.3390/metabo13040513>
20. Vesnina A, Le V, Ivanova S, Prosekov A. Antidiabetic potential of mangiferin: An *in silico* and *in vivo* approach. *Pharmaceutics*. 2025;17:1262. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17101262>
21. Vesnina A, Milentyeva I, Minina V, Kozlova O, Asyakina L. Evaluation of the *in vivo* anti-atherosclerotic activity of quercetin isolated from the hairy roots of *Hedysarum neglectum* Ledeb. *Life*. 2023;13:1706. <https://doi.org/10.3390/life13081706>
22. Dmitrieva A, Kozlova O, Atuchin V, Milentjeva I, Vesnina A, *et al.* Study of the effect of baicalin from *Scutellaria baicalensis* on the gastrointestinal tract normoflora and *Helicobacter pylori*. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24:11906. <https://doi.org/10.3390/ijms241511906>
23. Babich O, Sukhikh S, Pungin A, Ivanova S, Asyakina L, *et al.* Modern trends in the *in vitro* production and use of callus, suspension cells and root cultures of medicinal plants. *Molecules*. 2020;25:5805. <https://doi.org/10.3390/molecules25245805>

24. Asyakina L, Sukhikh S, Ivanova S, Prosekov A, Ulrikh E, et al. Determination of the qualitative composition of biologically-active substances of extracts of *in vitro* callus, cell suspension, and root cultures of the medicinal plant *Rhodiola rosea*. Biomolecules. 2021;11:365. <https://doi.org/10.3390/biom11030365>
25. Asyakina L, Ivanova S, Prosekov A, Dyshlyuk L, Chupakhin E, et al. Determination of the qualitative composition of biologically active substances of extracts of *in vitro* callus, cell suspension, and root cultures of the medicinal plant *Rhaponticum carthamoides*. Applied Sciences. 2021;11:2555. <https://doi.org/10.3390/app11062555>
26. Babich O, Sukhikh S, Pungin A, Astahova L, Chupakhin E, et al. Evaluation of the conditions for the cultivation of callus cultures of *Hyssopus officinalis* regarding the yield of polyphenolic compounds. Plants. 2021;10:915. <https://doi.org/10.3390/plants10050915>
27. Sukhikh S, Ivanova S, Babich O, Larina V, Krol O, et al. Antimicrobial screening and fungicidal properties of *Eucalyptus globulus* ultrasonic extracts. Plants. 2022;11:1441. <https://doi.org/10.3390/plants11111441>
28. Le V, Dolganyuk V, Sukhikh A, Babich O, Ivanova S, et al. Phytochemical analysis of *Symphytum officinale* root culture extract. Applied Sciences. 2021;11:4478. <https://doi.org/10.3390/app11104478>
29. Le V, Sukhikh A, Larichev T, Ivanova S, Prosekov A, et al. Isolation of the main biologically active substances and phytochemical analysis of *Ginkgo biloba* callus culture extracts. Molecules. 2023;28:1560. <https://doi.org/10.3390/molecules28041560>
30. Milentyeva IS, Fedorova AM, Larichev TA, Altshuler OG. Biologically active compounds in *Scutellaria baicalensis* L. callus extract: Phytochemical analysis and isolation. Foods and Raw Materials. 2023;11(1):172–186. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-564>
31. Vesnina AD, Milentyeva IS, Le VM, Fedorova AM, Altshuler OG, et al. Quercetin isolated from *Hedysarum neglectum* Ledeb. as a preventer of metabolic diseases. Foods and Raw Materials. 2025;13(1):192–201. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2025-1-633>
32. Velichkovich NS, Dunchenko NI, Stepanova AA, Kozlova OV, Faskhutdinova ER, et al. The phytochemical composition of Kuzbass medicinal plants. Foods and Raw Materials. 2025;13(2):219–232. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2025-2-649>
33. Chekushkina DYu, Fedorova AM, Kovalenko SV, Milentyeva IS, Altshuler OG, et al. Anti-metabolic syndrome effect of trans-cinnamic acid. Food Processing: Techniques and Technology. 2025;55(1):136–147. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-1-2563>
34. Fedorova AM, Shevel AA, Kovalenko SV, Miller ES, Loseva AI, et al. Geroprotective potential of *Thymus vulgaris* L. callus culture and its metabolites. Foods and Raw Materials. 2026;14(2):443–460. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2026-2-688>
35. Babich O, Sukhikh S, Larina V, Kalashnikova O, Kashirskikh E, et al. Algae: Study of edible and biologically active fractions, their properties and applications. Plants. 2022;11:780. <https://doi.org/10.3390/plants11060780>
36. Dolganyuk V, Belova D, Babich O, Prosekov A, Ivanova S, et al. Microalgae: A promising source of valuable bioproducts. Biomolecules. 2020;10:1153. <https://doi.org/10.3390/biom10081153>
37. Dolganyuk V, Andreeva A, Budenkova E, Sukhikh S, Babich O, et al. Study of morphological features and determination of the fatty acid composition of the microalgae lipid complex. Biomolecules. 2020;10(11):1571. <https://doi.org/10.3390/biom10111571>
38. Andreeva A, Budenkova E, Babich O, Sukhikh S, Ulrikh E, et al. Production, purification, and study of the amino acid composition of microalgae proteins. Molecules. 2021;26:2767. <https://doi.org/10.3390/molecules26092767>
39. Sukhikh S, Prosekov A, Ivanova S, Maslennikov P, Andreeva A, et al. Identification of metabolites with antibacterial activities by analyzing the FTIR spectra of microalgae. Life. 2022;12:1395. <https://doi.org/10.3390/life12091395>
40. Dolganyuk V, Andreeva A, Sukhikh S, Kashirskikh E, Prosekov A, et al. Study of the physicochemical and biological properties of the lipid complex of marine microalgae isolated from the coastal areas of the eastern water area of the Baltic sea. Molecules. 2022;27:5871. <https://doi.org/10.3390/molecules27185871>
41. Babich O, Budenkova E, Kashirskikh E, Dolganyuk V, Ivanova S, et al. Study of the polysaccharide production by the microalga *Vischeria punctata* in relation to cultivation conditions. Life. 2022;12:1614. <https://doi.org/10.3390/life12101614>
42. Долганюк В. Ф., Сухих С. А., Каширских Е. В., Ульрих Е. В., Кремлева О. Е. и др. Скрининг и характеристика антиоксидантных свойств психрофильных микроводорослей и цианобактерий Балтийского моря. Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54. № 2. С. 212–221. [Dolganyuk VF, Sukhikh SA, Kashirskikh EV, Ulrikh EV, Kremleva OE, Babich OO. Screening and profiling the antioxidant properties of psychrophilic microalgae and cyanobacteria from the Baltic sea. Food Processing: Techniques and Technology. 2024;54(2):212–221. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2501>
43. Чижова А. А., Бабич О. О., Каширских Е. В., Буденкова Е. А., Дышлюк Л. С. Микроводоросли *Scenedesmus* как источник пигментов и других биологически активных метаболитов: перспективы и проблемы применения. Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55. № 3. С. 468–484. [Chizhova AA, Babich OO, Kashirskikh EV, Budenkova EA, Dyshlyuk LS. Microalgae *Scenedesmus* as a source of pigments and other biologically active metabolites: Application prospects and problems. Food Processing: Techniques and Technology. 2025;55(3):468–484. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2585>

44. Dolganyuk VF, Kashirskikh EV, Sukhikh SA, Kremleva OE, Ulrikh EV, *et al.* Effect of cultivation conditions on polysaccharide synthesis by *Skeletonema pseudocostatum*. *Foods and Raw Materials*. 2026;14(2): 276–284. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2026-2-671>
45. Babich O, Sukhikh S, Dyshlyuk L, Shishko O, Milentyeva I, *et al.* Evaluation of biocompatibility and antagonistic properties of microorganisms isolated from natural sources for obtaining biofertilizers using microalgae hydrolysate. *Microorganisms*. 2021;9:1667. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081667>
46. Zimina M, Babich O, Prosekov A, Sukhikh S, Ivanova S, *et al.* Overview of global trends in classification, methods of preparation and application of bacteriocins. *Antibiotics*. 2020;9:553. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9090553>
47. Sukhikh S, Kalashnikova O, Ivanova S, Prosekov A, Krol O, *et al.* Evaluating the influence of microbial fermentation on the nutritional value of soybean meal. *Fermentation*. 2022;8:458. <https://doi.org/10.3390/fermentation8090458>
48. Ivanova S, Prosekov A. Study of the antioxidant potential of UV-treated vegetables. *Nutraceuticals*. 2022;2(4):289–299. <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals2040022>
49. Prosekov AYU, Ivanova SA. Food security: The challenge of the present. *Geoforum*. 2018;91:73–77. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.030>
50. Prosekov AYU. Food security and globalization. *Foods and Raw Materials*. 2025;14(2):247–251. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2026-2-679>
51. Prosekov AYU, Ivanova SA. Nutritional features of indigenous peoples of Siberia and North America: Are we relatives? *Journal of Ethnic Foods*. 2018;5(3):155–160. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2018.07.002>
52. Просеков А. Ю., Каган Е. С., Мешечкин В. В. Прогнозная модель динамики численности лося в Кемеровской области. *Вестник охотоведения*. 2020. Т. 17. № 2. С. 100–106. [Prosekov AYU, Kagan ES, Meshechkin VV. Modeling elk population in the Kemerovo Region. *Bulletin of Hunting*. 2020;17(2):100–106. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ZMSDXU>
53. Просеков А. Ю. Характеристика и ключевые ограничения традиционных методов учета охотничьих животных и цифровые технологии для решения существующих проблем (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020. Т. 21. № 4. С. 341–354. [Prosekov AYU. Characteristics and key limitations of traditional methods for accounting hunting animals and digital technologies for solving the existing problems (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(4):341–354. (In Russ.)] <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.341-354>
54. Просеков А. Ю. Внедрение цифровых технологий в методы учета охотничьих животных. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2020. Т. 3. № 3. С. 268–274. [Prosekov AYU. Introduction of digital technologies in methods of accounting for hunting animals. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2020;3(3):268–274. (In Russ.)] <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2020-03-28>
55. Просеков А. Ю., Бойко Е. В. Охотустройство Кемеровской области – Кузбасса. *Научная жизнь*. 2021. Т. 16. № 1. С. 127–138. [Prosekov AYU, Boyko EV. Hunting management of the Kemerovo region – Kuzbass. *Scientific Life*. 2021;16(1):127–138. (In Russ.)] <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2021-16-1-127-138>
56. Prosekov A, Kuznetsov A, Rada A, Ivanova S. Methods for monitoring large terrestrial animals in the wild. *Forests*. 2020;11(8):808. <https://doi.org/10.3390/f11080808>
57. Ivanova S, Prosekov A, Kaledin A. Is ecotourism an opportunity for large wild animals to thrive? *Sustainability*. 2022;14:2718. <https://doi.org/10.3390/su14052718>
58. Ivanova S, Prosekov A, Kaledin A. A survey on monitoring of wild animals during fires using drones. *Fire*. 2022;5:60. <https://doi.org/10.3390/fire5030060>
59. Ivanova S, Prosekov A. Hunting resource management by population size control by remote sensing using an unmanned aerial vehicle. *Nature Environment and Pollution Technology*. 2024;23(1):391–399. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2024.v23i01.033>
60. Lisina N, Ushakova A, Ivanova S, Prosekov A. Regulation of interaction between hunters and land users: A comparative legal study. *Law*. 2023;12:14. <https://doi.org/10.3390/laws12010014>
61. Ivanova S, Vesnina A, Fotina N, Prosekov A. An overview of carbon footprint of coal mining to curtail greenhouse gas emissions. *Sustainability*. 2022;14:15135. <https://doi.org/10.3390/su142215135>
62. Ivanova S, Zhidkova E, Prosekov A. Limiting the carbon footprint of an enterprise: Calculation methods and solutions. *Qubahan Academic Journal*. 2023;3(4):51–61. <https://doi.org/10.48161/qaj.v3n4a158>
63. Ivanova S, Vesnina A, Fotina N, Prosekov A. Approaches to reducing the carbon footprint of mines within the framework of planned biorecultivation of technogenically disturbed lands. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 2024;25(19):629–639. <https://doi.org/10.62877/72-IJCBS-24-25-19-72>
64. Ivanova S, Vesnina A, Fotina N, Prosekov A. Phytoremediation of technogenically disturbed soils of coal mines. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 2024;25(19):610–621. <https://doi.org/10.62877/70-IJCBS-24-25-19-70>
65. Ivanova S, Vesnina A, Fotina N, Prosekov A. Technogenically disturbed lands of coal mines: Restoration methods. *Nature Environment and Pollution Technology*. 2024;23(4):2447–2452. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2024.v23i01.033>

66. Ivanova S, Vesnina A, Fotina N, Prosekov A. Influence of coal mining activities on soil's agrochemical and biochemical properties. *Qubahan Academic Journal*. 2023;3(4):387–399. <https://doi.org/10.58429/qaj.v3n4a22961>
67. Atuchin VV, Asyakina LK, Serazetdinova YR, Frolova AS, Velichkovich NS, et al. Microorganisms for bioremediation of soils contaminated with heavy metals. *Microorganisms*. 2023;11(4):864. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11040864>
68. Asyakina LK, Vorob'eva EE, Proskuryakova LA, Zharko MYu. Evaluating extremophilic microorganisms in industrial regions. *Foods and Raw Materials*. 2023;11(1):162–171. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-556>
69. Ivanova LA, Prosekov AYu, Ivanov PP, Mikhaylova ES, Timoshchuk IV, et al. Assessment of the efficiency of wastewater treatment from coal enterprises for suspended solids using various filtering materials. *Mining Science and Technology Russian Federation*. 2024;9(3):263–270. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2024-03-227>
70. Просеков А. Ю., Тимошук И. В., Горелкина А. К., Михайлова Е. С., Голубева Н. С. и др. Сравнительная оценка содержания загрязняющих примесей в карьерных сточных водах угольных предприятий Кузбасса. *Уголь*. 2023. Т. 8. № 4. С. 69–73. [Prosekov AYu, Timoshchuk IV, Gorelkina AK, Mikhailova ES, Golubeva NS, et al. Comparative assessment of the content of pollutants in quarry wastewater of Kuzbass coal enterprises. *Coal*. 2023;8(4):69–73. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-4-69-73>
71. Иванова Л. А., Голубева Н. С., Тимошук И. В., Горелкина А. К., Просеков А. Ю. и др. Оценка эффективности очистки сточных вод угледобывающего предприятия и ее влияние на загрязнение малых рек. *Экология и промышленность России*. 2023. Т. 27. № 1. С. 60–65. [Ivanova LA, Golubeva NS, Timoshchuk IV, Gorelkina AK, Prosekov AYu, et al. Evaluation of the efficiency of wastewater treatment of a coal mining enterprise and its impact on the pollution of small rivers. *Ecology and Industry of Russia*. 2023;27(1):60–65. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-1-60-65>
72. Иванова Л. А., Тимошук И. В., Горелкина А. К., Михайлова Е. С., Голубева Н. С. и др. Выбор сорбента для элиминации ионов железа из сточных и природных вод. *Техника и технология пищевых производств*. 2024. Т. 54. № 2. С. 398–411. [Ivanova LA, Timoshchuk IV, Gorelkina AK, Mikhaylova ES, Golubeva NS, Neverov EN, et al. Removing excess iron from sewage and natural waters: Selecting optimal sorbent. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2024;54(2):398–411. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2516>
73. Неверов Е. Н., Тимошук И. В., Горелкина А. К., Иванова Л. А., Михайлова Е. С. и др. Деконтаминация ионов марганца из сточных вод и природных источников. *Техника и технология пищевых производств*. 2025. Т. 55. № 3. С. 634–647. [Neverov EN, Timoshchuk IV, Gorelkina AK, Ivanova LA, Mikhaylova ES, et al. Removal of manganese ions from natural and wastewater. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2025;55(3):634–647. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2598>

#### Дополнительная информация об авторах / Additional information about the authors

Иванова Светлана Анатольевна / Svetlana A. Ivanova ORCID 0000-0002-1252-9572; eLIBRARY SPIN 1246-6109  
Бабич Ольга Олеговна / Olga O. Babich ORCID 0000-0002-4921-8997; eLIBRARY SPIN 2744-9496  
Кригер Ольга Владимировна / Olga V. Kriger ORCID 0000-0002-1489-0716; eLIBRARY SPIN 4981-1381  
Голубцова Юлия Владимировна / Yulia V. Golubtsova ORCID 0000-0002-2958-4172; eLIBRARY SPIN 6354-4329  
Вобликова Татьяна Владимировна / Tatiana V. Voblikova ORCID 0000-0001-6306-8414; eLIBRARY SPIN 7866-9721