

К вопросу о научных и технологических принципах создания поликомпонентных продуктов питания на мясной основе.

Научная школа академика РАН Е. И. Титова

Т. Н. Данильчук

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

Корреспонденция:

Данильчук Татьяна Николаевна,
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), 125080,
Россия, Москва, Волоколамское шоссе, 11
E-mail: danilchuktn@mgupp.ru

Конфликт интересов:

автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 10.09.2025

Поступила после

рецензирования: 25.09.2025

Принята: 30.09.2025

Copyright: © 2025 Автор

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена памяти академика РАН Евгения Ивановича Титова. Тринадцатого октября 2025 г. ему исполнилось бы 80 лет. В 2025 г. мы отмечаем и 95-летний юбилей ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)». В статье акцентируется внимание на значимости научной школы академика РАН Е. И. Титова для развития науки о пище, студенческой науки и поддержки талантливых молодых ученых. В рамках подготовки статьи был проведен анализ научной литературы о соответствии различных концепций питания законам рационального питания. В данной статье также показана актуальность исследований по созданию продуктов питания для здоровьесбережения, адекватных потребностям организма человека. Представлен анализ развития исследований в университете РОСБИОТЕХ, направленных на построение научных и технологических основ проектирования пищи, создание экспертной системы оптимизации состава продуктов, разработки и освоения нового поколения продуктов общего, профилактического и лечебного питания. Эти исследования неразрывно связаны с именем Е. И. Титова. Описаны основные достижения фундаментальных и прикладных исследований научной школы академика Е. И. Титова. Приведены сведения о деятельности научно-образовательного центра «Биотехнологии продуктов питания животного происхождения», который возглавлял Е. И. Титов. Обозначены перспективы применения методологических подходов, сформированных научной школой академика Е. И. Титова, в создании поликомпонентных продуктов питания с заданными свойствами для решения проблемы обеспечения населения продуктами, сочетающими в себе достоинства сырья животного и растительного происхождения, а также соответствующими потребностям организма человека.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

продукты питания на мясной основе, модифицированное коллагенсодержащее сырье, растительные волокна, растительный белок



Для цитирования: Данильчук, Т. Н. (2025). К вопросу о научных и технологических принципах создания поликомпонентных продуктов питания на мясной основе. Научная школа академика РАН Е. И. Титова. *Health, Food & Biotechnology*, 7(3), 23-33. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i3.s293>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i3.s293>

About Scientific and Technological Foundations of Creating Multi-Component Meat-Based Food Products. RAS Academician E.I. Titov's School of Thought

Tatiana N. Danilchuk

Russian Biotechnological University
(BIOTECH University), Moscow, Russia

Correspondence:

Tatiana N. Danilchuk,
Russian Biotechnological University, 11,
Volokolamskoe highway, Moscow,
125080, Russia
E-mail: danilchuktn@mgupp.ru

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 10.09.2025

Received in revised form: 25.09.2025

Accepted: 30.09.2025

Copyright: © 2025 The Author

ABSTRACT

The article is dedicated to the memory of the academician of the Russian Academy of Sciences Evgeny Ivanovich Titov. He would have turned 80 on October 13, 2025. In 2025, we will also celebrate the 95th anniversary of the Russian Biotechnology University. This article focuses on the importance of the scientific school of the academician of the Russian Academy of Sciences E.I. Titov for the development of food science, the development of student science, and the support of talented young scientists. An analysis of scientific literature on the compliance of various nutritional concepts with the laws of rational nutrition is conducted, and the relevance of developing research on the creation of health-preserving food products that are adequate to the needs of the human body is shown. An analysis was conducted of the development of research at the Russian Biotechnology University in the field of creating scientific and technological foundations for food design, an expert system for optimizing the composition of products, and the creation and development of a new generation of general, preventive, and therapeutic nutrition products. These studies are inextricably linked with the name of E.I. Titov. The main achievements of fundamental and applied research of the Academician E.I. Titov scientific school are described. Information on the activities of the scientific and educational center «Biotechnology of food products of animal origin», which was headed by E.I. Titov, is given. The prospects for the application of methodological approaches developed by the scientific school of Academician E.I. Titov in the creation of multi-component food products with specified properties are outlined to solve the problem of providing the population with products that combine the advantages of raw materials of animal and plant origin and are adequate to the needs of the human body.

KEYWORDS

meat-based food products; modified collagen-containing raw materials; vegetable fibers; vegetable protein



To cite: Danilchuk, T. N. (2025). About Scientific and Technological Foundations of Creating Multi-Component Meat-Based Food Products. RAS Academician E.I. Titov's School of Thought. *Health, Food & Biotechnology*, 7(3), 23-33. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i3.s293>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время среди населения всё большую популярность приобретают вопросы здорового образа жизни, в связи с чем возрастает потребность в продуктах для здоровьесбережения. Обеспечение населения такими продуктами — важная задача пищевой индустрии. Актуальным для специалистов и ученых, разрабатывающих новые полезные продукты, является рациональное использование ресурсов, в частности вторичных продуктов переработки сельскохозяйственного сырья. Интересными теоретическими и практическими аспектами в этом направлении представляются исследования, ориентированные на эффективное использование биологического потенциала сырья животного и растительного происхождения путем научно обоснованного комбинирования их жизненно важных нутриентов. Известный российский ученый в области технологий пищевых продуктов животного происхождения, академик РАН Е. И. Титов, предложил новые технологии переработки сырья и производства пищевых продуктов общего, профилактического и лечебного назначения, основанных на комплексной методологии проектирования пищевых продуктов и применении достижений биотехнологии.

Е. И. Титов активно развивал и внедрял системный подход к изучению качественных показателей продуктов переработки сырья растительного и животного происхождения, анализировал влияние механических, физико-химических, биохимических и биотехнологических способов воздействия на качество готовых изделий в процессе переработки. Это позволило разработать методологию создания поликомпонентных продуктов питания на мясной основе, оптимизировать их нутриентную адекватность для эффективного здоровьесбережения, поддержания физиологических функций организма и повышения его устойчивости к внешним факторам. Научная школа академика Е. И. Титова «Формирование функциональной направленности пищевых продуктов для различных групп населения на основе животного и растительного сырья с использованием биопрепаратов и биологически активных веществ» была поддержана грантом Президента РФ (НС-5834.2014.4.). В процессе развития научной школы университета «РОСБИОТЕХ» сформировались научные направления, связанные не только с методологией разработки поликомпонентных продуктов питания на мясной основе и исследованием их пищевой и технологической адекватности, но и с созданием рационов питания школьников, экспертной системой индивидуального питания использованием синбиотиков в технологии продуктов питания, а также с интенсификацией процессов переработки белкового сырья животного происхождения.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Стремление населения к здоровому образу жизни, в том числе к сохранению здоровья путем правильного питания, привело к созданию различных концепций и систем питания. Общепризнанными в научной среде являются формула сбалансированного питания, предложенная академиком А. А. Покровским, и теория адекватного питания, большой вклад в разработку которой внес академик А. М. Уголев. Теория адекватного питания послужила основой для разработки научных концепций питания, в том числе концепции функционального питания, концепции дифференцированного питания, концепции направленного (целевого) питания, концепции индивидуального питания. В соответствии с теорией адекватного питания идеальной является пища, необходимая конкретному человеку в конкретных условиях. Тогда соблюдаются все законы рационального питания: закон энергетической адекватности, закон нутриентной адекватности, закон энзиматической (ферментной) адекватности, закон биотической адекватности.

Организовать потребление пищи согласно законам рационального питания удастся далеко не всем, что можно трактовать как недостаток теории адекватного питания. В обществе в той или иной степени распространены и другие, так называемые альтернативные теории питания. Наиболее популярная — вегетарианство (Риттенау, 2024). Как известно, эта система подразумевает питание преимущественно либо исключительно растительной пищей. Вегетарианство широко практикуется во многих странах и не считается специальной диетой. Отказ от продуктов питания животного происхождения обычно обусловлен проблемами со здоровьем. В последнее время сторонниками вегетарианства становятся из-за этических принципов и по экологическим причинам (Лейцман, 2020).

Различают два основных направления в вегетарианстве: с полным исключением продуктов животного происхождения и с употреблением в дополнение к растительной пище яиц либо молока. Существуют следующие разновидности: лактовегетарианцы (не едят мясо, но употребляют молочные продукты), ововегетарианцы (не едят мясо, но едят яйца), пескетарианцы (едят рыбу, но отказываются от других животных продуктов), поллотарианцы (не употребляют красное мясо, но едят мясо птицы). В последнее время появилось флекситарианство (от английского flexible — гибкий). Флекситарианцы не исключают полностью из рациона молоко, яйца и даже мясо, но стараются придерживаться преимущественно растительных продуктов (Кузнецова, 2020). Наиболее строгий вариант вегетарианства — веганство. Веганы не едят мяса и яиц, а также молоко и мёд, так как осуждают эксплуатацию животных.

В научной литературе существуют различные мнения о пользе и вреде вегетарианства. Неоспоримым преимуществом растительной пищи является наличие большого количества растительных волокон, способствующих нормальному развитию полезной микрофлоры в кишечнике, выведению из организма вредных веществ. В растительных продуктах отсутствует холестерин, что может быть полезным для снижения содержания холестерина в крови и для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы. Овощи и фрукты богаты калием и магнием с преобладанием щелочных эквивалентов, витаминами и противораковыми терпеноидами, что способствует предотвращению различных заболеваний, в том числе онкозаболеваний. С точки зрения законов рационального питания вегетарианство не является полностью сбалансированным питанием, адекватным потребностям организма, и длительное соблюдение такой диеты может негативно повлиять на организм человека. Причинами такого негативного влияния являются: недостаточное поступление с пищей ряда незаменимых аминокислот; отсутствие в пище витамина B_{12} , необходимого для процесса кроветворения; недостаточное количество витамина D, необходимого для поддержания баланса кальция и фосфора в организме; нехватка витамина B_2 у тех, кто не употребляет молоко и молочные продукты, что плохо сказывается на развитии и росте клеток организма и на обменных процессах. Кроме того, при преимущественно растительном рационе наблюдается относительно низкая усвояемость минералов, в основном кальция, железа и цинка (Дубовец, 2021).

Еще одной альтернативной теорией питания является теория питания предков или палеодиета. Приверженцы этой теории считают, что современный человек наилучшим образом приспособлен к рациону эпохи палеолита, когда человек еще не занимался сельским хозяйством. Рацион палеодиеты включает продукты, не прошедшие термическую обработку: мясо, рыбу, овощи, фрукты, орехи, семена. В контексте теории принимается, что приготовленная с помощью нагревания пища теряет свои полезные свойства. Продукты, появившиеся в рационе человека позже, зерновые, бобовые и молочные, исключаются из рациона, так как представляют относительно новое дополнение к рациону человека и могут вызывать проблемы со здоровьем. Ключевой считается идея о том, что такой рацион обеспечивал выживание наших предков на протяжении большей части истории человечества.

Концепция питания предков включает в себя два направления: сухоядение и сыроедение. Сущность сухоядения заключается в ограничении количества воды, вводимой в организм, и предполагает питание сушеными продуктами. Продолжительное применение сухоядения называют сухой диетой. Фактически это способ

недостаточного питания. Применение на практике такой диеты допускается на ограниченный срок при лечении некоторых заболеваний кишечника¹. Сухоядение не соответствует законам рационального питания, так как исключает из рациона один из эссенциальных факторов — воду. Ограничение поступления жидкости в организм может привести к его обезвоживанию и вызвать серьезные нарушения в работе органов и систем организма.

Приверженцы сыроедения полностью исключают употребление в пищу продуктов, подвергнутых термической обработке. Согласно этой концепции, продукты, обработанные при температуре выше $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, теряют все полезные вещества, а питание сырыми продуктами позволяет усваивать питательные вещества в первозданном виде. Основателем сыроедения считают швейцарского ученого М. Бирхер-Беннера, который полагал, что сыроеды отличаются безукоризненным здоровьем и хорошей работоспособностью. Книга М. Бирхер-Беннера «Основы лечения питанием на началах энергетики» регулярно переиздается различными изданиями (Бирхер-Беннер, 2022). Сторонники сыроедения считают, что исключение из рациона продуктов, подвергнутых термической обработке, способствует укреплению иммунитета, очищению организма от токсинов, снижению веса и улучшению состояния кожи. Сыроедение можно считать и самым строгим видом вегетарианства. Выявлен тип сыроедения фрукторианство, приверженцы которого потребляют только растительную пищу, ради которой растения не уничтожаются. Например, фрукторианцы едят огурцы и помидоры, но избегают употребления картофеля и свёклы (Кузнецова, 2020). С научной точки зрения концепция сыроедов может быть принята лишь на короткий срок. Такой рацион питания может привести к дефициту питательных веществ, а также к потенциальному ущербу для здоровья, обусловленному потреблением сырых продуктов, которые не прошли термическую обработку и могут быть контаминированы патогенной микрофлорой. Сыроедение возможно рекомендовать для людей в качестве диеты с учетом индивидуальных особенностей организма (Kwanbunjan, 2000).

Еще одна альтернативная теория питания, имеющая достаточно много приверженцев, — это концепция главного пищевого фактора. Ключевой считается идея о том, что для организма главное — обеспечение одним или несколькими пищевыми факторами, а все другие компоненты пищи можно считать малозначительными или проигнорировать. Наиболее известные варианты этой концепции: система питания макробиотов, лечение естественными продуктами (мед, масло, яблочный уксус), концепция мегадоз аскорбиновой кислоты.

¹ Филонов, С. И. (2019). *Сухое лечебное голодание. Как голодать правильно и комфортно*. Весь.

Макробиот в переводе с греческого означает долгожитель. Концепция питания макробиотов появилась в Японии в начале XX в. Основная идея — правильное соотношение в рационе натрия и калия, преобладание щелочных эквивалентов, исключение из питания продуктов, богатых кислыми эквивалентами. По этой концепции основу питания должны составлять цельные зерна, не рекомендовано употреблять мясо животных и птицы, животные жиры, молочные продукты, сахара, мед, натуральный кофе и чай. Рыба допускается 1–2 раза, фрукты — 2–3 раза в неделю. В рацион рекомендуется включать бобовые, овощи, орехи, семена, морские водоросли, а потребление жидкости ограничить². Преобладание в рационе питания макробиотов нерафинированных пищевых продуктов, рациональные соотношения натрия и калия, ограничение потребления животных жиров, сахара, поваренной соли является несомненным плюсом этой концепции. В то же время пищевые рационы, составленные преимущественно из злаковых, не соответствуют законам рационального питания и при длительном практиковании опасны для здоровья.

В 1958 г. в США была издана книга Д. С. Джарвиса «Мед и другие естественные продукты», которая стала бестселлером. В 1981 г. она вышла на русском языке в издательстве «Апимондия». Книга была переиздана десятками миллионов экземпляров, в том числе и в нашей стране (Джарвис, 2024). Джарвис провел анализ использования в медицине различных народных средств, из которых особо выделил мед и яблочный уксус и дал рекомендации по введению натуральных продуктов в рацион питания для укрепления здоровья. Яблочный уксус подходит для лечения пищеварительной системы человека, так как помогает уничтожить вредоносные гнилостные бактерии и очистить организм от токсинов. Хотя яблочный уксус и является кислотой, но в организме образует щелочную среду, нейтрализует излишнюю кислоту крови. Это обуславливает положительный эффект при употреблении яблочного уксуса. Особенно полезным считается сочетание яблочного уксуса с медом (Саркисова, 2020). Сторонники этой концепции рекомендуют использовать смесь яблочного уксуса с медом для лечения судорог, проблем с суставами, дерматологических заболеваний, а также для общего укрепления организма (Кибардин, 2020). Однако известно, что потребление меда противопоказано при множестве заболеваний, имеются ограничения по возрасту. Длительное употребление яблочного уксуса может привести к заболеваниям желудка и кишечника, связанных с повышенной кислотностью. Употребление яблочного уксуса противопоказано при печеночной и почечной недостаточности, ге-

патитах различной этиологии, циррозе, камнях в почках и в желчном пузыре (Вечерская, 2015).

Концепцию мегадоз аскорбиновой кислоты предложил в 1970 г. лауреат Нобелевской премии Л. Полинг. Полинг утверждал, что разовое потребление 2,0 г витамина С является надежным фактором повышения защитных сил организма, профилактики злокачественных новообразований и простудных заболеваний. Сейчас идея Л. Полинга подвергается пересмотру и критике в научной литературе, так как установлено, что избыток отдельных микронутриентов, как и их недостаток, нарушает физиолого-биохимические процессы в организме (Захарова, 2019). Научно обоснованная суточная потребность витамина С для взрослого человека составляет 0,7–1,0 г и зависит от возраста и веса человека. В один прием рекомендуется принимать не более 25–40 мг витамина С. Типичные признаки передозировки витамина С: нарушения со стороны ЖКТ, осложнения в работе сердечно-сосудистой системы, сбои в функционировании центральной нервной системы, образование оксалатных камней в почках, тромбообразование, аллергические реакции и ангионевротические отеки, обезвоживание организма.

С позиций научной медицины главного пищевого фактора не существует. При подходе с позиции главного пищевого фактора из пищевого рациона исключаются не только второстепенные субстраты, но и некоторые незаменимые пищевые вещества. Из изложенного выше видно, что диеты, основанные на данной методике, являются взаимоисключающими. Таким образом, намечается заключение, что концепция главного пищевого фактора надумана и мало убедительна.

Анализ публикаций в научной литературе, интернет-источниках показывает, что поддержание и сохранение здоровья представляет актуальную проблему для населения, в связи с чем возрастает потребность в организации правильного питания. Соответственно, одна из глобальных задач научно-исследовательских работ в области науки о пище — предоставить потребителю продукты, сочетающие в себе достоинства сырья животного и растительного происхождения, продукты профилактической и функциональной направленности, а также создать технологии переработки, позволяющие максимально сохранить полезные свойства пищевого сырья и обеспечить безопасность готового продукта. Научная школа академика Е. И. Титова предлагает методологические подходы к созданию поликомпонентных продуктов питания с заданными свойствами, адекватных потребностям организма человека.

² Питание человека: концепция главного пищевого фактора. <https://foodsmi.com/statistika-i-issledovaniya-/pitanie-cheloveka-kontseptsiya-glavnogo-pishchevogo-faktora/>. Дата обращения 23.08.2025 г.

Целью данной работы являлся анализ актуальности создания поликомпонентных продуктов питания на мясной основе, обобщение теоретических и практических результатов исследований в этой научной области, рассмотрение вопросов формирования и развития научной школы академика РАН Е. И. Титова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Объектами исследования являлись достижения научной школы академика РАН Е. И. Титова, направления деятельности научно-образовательного центра «Биотехнологии продуктов питания животного происхождения» университета РОСБИОТЕХ, результаты исследований в области разработки теоретических и методологических подходов к проектированию пищи, созданию продуктов питания нового поколения и оптимизации их нутриентной адекватности. Использовались материалы теоретических и научно-технологических разработок, опубликованные в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях.

Методы

Использовались методы эмпирического (наблюдение, сравнение) и теоретического (анализ, синтез) исследования при работе с документами, материалами опубликованных научных трудов, а также метод обобщения при формулировании основных тенденций развития научной школы академика РАН Е. И. Титова.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Е. И. Титов в своей докторской диссертации «Теоретические и практические аспекты создания поликомпонентных продуктов питания на мясной основе» предложил научно-практические основы создания поликомпонентных продуктов питания и новые подходы к созданию таких продуктов на мясной основе. Научно обоснована целесообразность использования белоксодержащих продуктов растительного происхождения (продукты переработки пшеницы, кукуруза, рисовая крупа, бобовые культуры), коллагенсодержащего сырья, пищевой крови, продуктов переработки молока на примере производства некоторых мясных продуктов (вареные колбасные изделия, ветчинные мясные изделия, рубленые мясные

полуфабрикаты, мясные консервы). Е. И. Титов внедрил методы компьютерного моделирования для оптимизации нутриентной адекватности поликомпонентных продуктов питания (моделирование аминокислотного и фракционного состава суммарного белка), комплексного изучения пищевой и технологической адекватности белоксодержащих ингредиентов растительного и животного происхождения. Важным аспектом научных исследований Е. И. Титова, получившем широкое распространение в мясных технологиях, являлось исследование способов получения и свойств белково-жировых, водно-жировых, белково-углеводно-жировых композиций, их использования для повышения биологической и пищевой ценности продуктов питания.

В 2009 г. Е. И. Титов в соавторстве с Л. Ф. Митасевой и С. К. Апраксиной издал монографию «Модификация растительного и животного сырья в технологии мясных продуктов»³, где излагались сведения об особенностях мясных технологий, в которых применялась модификация различных видов сырья. В монографии приведены примеры использования растительных компонентов для создания обогащенных мясных продуктов и снижения их себестоимости, обозначена актуальность вопросов сохранения качества и безопасности мясных продуктов, получаемых при использовании модифицированного сырья. Эта публикация стала ценным источником информации и комплексным руководством для специалистов, занимающихся разработкой и усовершенствованием технологий мясного производства.

Методы и подходы, предложенные Е. И. Титовым, использованы, в частности, для создания инновационных технологий эмульгированных мясных продуктов (Титов, 2009). Эмульгированные мясные продукты являются сложными пищевыми системами, и это требует особого внимания к процессам их производства (соотношение воды, жира и эмульгатора в эмульсии) для получения кинетически стабильных систем. На основании исследований структурно-механических показателей установлено, что белково-жировую эмульсию можно вводить в рецептуру вареных колбас в количестве до 10 % в целях замены основного мясного сырья, повышения срока годности и сокращения потерь сырья без изменения основных характеристик консистенции готового продукта. Коллектив ученых во главе с Е. И. Титовым разработал способ получения белково-жировой композиции, которую было рекомендовано использовать в качестве рецептурной составляющей фаршевых мясных продуктов⁴. В состав композиции включены

³ Титов, Е. И., Митасева, Л. Ф., & Апраксина, С. К. (2009). *Модификация растительного и животного сырья в технологии мясных продуктов*. МГУПБ.

⁴ Титов, Е. И., Апраксина, С. К., Митасева, Л. Ф., & Леонова, В. Н. (2013). *Способ получения белково-жировой композиции на основе компонентов растительного происхождения для использования ее в качестве рецептурной составляющей фаршевых мясных продуктов*. Патент РФ № 2478308. Федеральная служба по интеллектуальной деятельности (Роспатент).

растительные компоненты: белок — соевый изолят, эмульгатор липидной природы — соевый лецитин, ламинария японская. Добавка ламинарии японской повышает содержание йода в фарше и устойчивость жировой составляющей к окислению за счет двойных связей. Компоненты белково-жировой композиции смешивают в гидратированном виде, смесь гомогенизируют. Добавление композиции в мясной фарш позволяет получить полуфабрикаты с улучшенными функционально-технологическими свойствами и пролонгированным сроком хранения. В научных трудах Е. И. Титова обращается внимание на то, что в процессе производства растительно-белковых продуктов необходимо регулировать эмульгирующую и гелеобразующую способность растительных компонентов, вязкость и влагосвязывающую способность фарша, учитывать влияние соотношения белков и жиров на физические и химические характеристики фарша и на свойства готовых мясных продуктов. Практические рекомендации по использованию комплексных препаратов с эмульгирующим эффектом на основе растительных гидроколлоидов безусловно значимы для производителей, так как позволяют получить мясной продукт заданного состава с программируемым уровнем рентабельности и создать технологии молекулярных продуктов. В последние годы обогащенные мясные продукты все шире применяются в диетической и медицинской сфере, так как доказано их положительное действие на организм человека (Карапетян, 2023). Совершенствование технологий молекулярных продуктов будет стимулировать рост производства продукции высокой степени готовности, полезной для организма человека, что позволит удовлетворить спрос потребителей в продуктах здорового питания (Алдабергенова, 2018).

Е. И. Титов, И. А. Рогов, Ю. А. Ивашкин предложили экспертную систему оптимизации состава продуктов и рационов питания, основные положения которой изложены в соответствующей монографии⁵, представляющей собой научную работу в области пищевой инженерии, направленную на разработку и использование экспертных систем для автоматизации процессов анализа, планирования и оптимизации питания, учитывая индивидуальные потребности и особенности человека. Предложенные подходы к оптимизации состава продуктов на основе нутриентной сбалансированности белка дали старт исследованиям по созданию продуктов для здорового питания (Пономарев, 2023; Vasyukova, 2024), в том числе с применением компьютерного моделирования (Борисенко, 2019).

Под руководством Е. И. Титова проведены комплексные исследования структурных характеристик и реологических свойств растительных волокон, в частности картофельных и пшеничных волокон. Было доказано, что совместное использование пшеничных и картофельных волокон улучшает функционально-технологические свойства мясных продуктов, в частности реструктурированных продуктов из мяса птицы. Добавки картофельных и пшеничных волокон в массажных рассолах способствуют повышению сочности мяса, предотвращают разжижение, синерезис и потерю объема (Titov, 2019). Изучены пищевые системы, включающие дополнительно к картофельным и пшеничным еще и овсяные волокна. Овсяные и картофельные волокна улучшали переваримость, а пшеничные волокна придавали мясным полуфабрикатам пребиотическую направленность (Титов, 2021). Полученный экспериментальный материал интересен с точки зрения производства биологически активных добавок к пище и для создания специализированных мясных продуктов.

Е. И. Титов и его ученики разрабатывали и в настоящее время активно продвигают ресурсосберегающие технологии в мясной отрасли. Опубликован ряд работ по использованию коллагенсодержащего сырья для производства продуктов питания, в том числе продуктов функциональной направленности. В работах предложены оптимальные физико-химические и термодинамические параметры обработки, а также применение биотехнологических методов воздействия на сырье с большим содержанием соединительной ткани (Титов, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019; Литвинова, 2022). Получены расширенные сведения о структуре модифицированного коллагенсодержащего сырья, что дало возможность выявить функциональные возможности протеиноидов, входящих в состав фибриллярного матрикса продуктов питания различных групп (Litvinova, 2022). Рассмотрены перспективы использования коллагенсодержащих отходов в мясной промышленности (Литвинова, 2022). На основании проведенных исследований разработаны составы многофункциональных комплексов на основе коллагенсодержащего сырья⁶ и научно обоснована эффективность их применения в производстве мясных продуктов (Титов, 2017, 2018). В частности, разработан комплекс, в состав которого входят биомодифицированные губы крупного рогатого скота, концентрат сывороточных белков и инулин. Доказано, что добавка полифункциональных комплексов в рецептуры мясных продуктов способствует увеличению пищевой и био-

⁵ Титов, Е. И., Рогов, И. А., Ивашкин, Ю. А. и др. (2009). *Экспертная система оптимизации состава продуктов и рационов питания* (монография). Москва: МГУПБ.

⁶ Титов, Е. И., Апраксина, С. К., Митасева, Л. Ф., Соколов, А. Ю., Литвинова, Е. В. (2016). *Разработка способа получения биомодифицированного коллагенового препарата для создания на его основе биологически активного композита*. Патент РФ № 2015109790. Федеральная служба по интеллектуальной деятельности (Роспатент).

логической ценности готовых продуктов и придает им функциональную направленность.

Исследования научной школы академика РАН Е. И. Титова носят не только фундаментальный, но и прикладной характер. На основании изучения свойств растительных волокон разработана технология производства полуфабриката котлеты «Домашние», в рецептуру которых входят картофельные, овсяные и пшеничные волокна (Титов, 2021). Исследования в области переработки коллагенсодержащего сырья позволили создать новые технологии мясных рубленых полуфабрикатов и мясных паштетов (Литвинова, 2020). Предложены технологии рубленых полуфабрикатов из мяса птицы и паштетов мясных стерилизованных с соотношением компонентов многофункционального комплекса: биомодифицированные губы крупного рогатого скота/концентрат сывороточных белков/инулин = 50/40/10. Функциональные модули, в состав которых входит животное и растительное сырье, допустимо применять в производстве продуктов из свинины (Литвинова, 2017), производстве студней (Соколов, 2017). Концепции и практические решения научной школы Е. И. Титова перспективны для использования в производстве структурированных продуктов профилактической и функциональной направленности, в том числе в производстве мясных полуфабрикатов, колбас, фрикаделек, а также в производстве сублимированных продуктов на мясной основе. В 1999 г. коллективу ученых, в состав которого входил и Е. И. Титов, присуждена Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники за разработку научных и технологических основ проектирования пищи, создание и освоение нового поколения продуктов общего, профилактического и лечебного питания.

В круг научных интересов академика Е. И. Титова входили также вопросы рационального использования вторичного молочного сырья (пахта, молочная сыворотка). Основной целью исследований в этом направлении являлось выделение биологически активных веществ — концентратов биологически активных белков молока (в частности ангиогенина, лактоферрина). Препараты активных белков молока рекомендовано использовать для обогащения продуктов детского, лечебного и лечебно-профилактического питания, также в создании новых лекарственных и косметических средств (Рогов, 2006, 2010).

С 2020 г. Е. И. Титов руководил деятельностью научно-образовательного центра (НОЦ) «Биотехнологии продуктов питания животного происхождения», в состав которого входят кафедры: технологии и биотехнологии мяса и мясных продуктов; технологии молока пробиотических молочных продуктов и сыроделия; биотехно-

логии молока, а также учебно-исследовательские лаборатории: разработки и исследования продуктов питания нового поколения; биоактивных веществ и здоровьесберегающих технологий; коллекционных штаммов микроорганизмов; электрофизических методов обработки пищевых продуктов; квалитметрии; сублимационной сушки; научно-производственная лаборатория биотехнологий мясных систем и новых продуктов питания; экспериментально-производственный центр сыроделия. НОЦ эффективно сочетает образовательную деятельность с научно-исследовательской работой. Выполнение в лабораториях и на кафедрах НОЦ фундаментальных и прикладных научных исследований способствует развитию студенческой науки, выявлению и поддержке талантливых молодых ученых. Результаты научно-исследовательской и инновационной деятельности центра внедряются в учебные дисциплины и программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, в программы дополнительного профессионального образования в университете РОСБИОТЕХ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научная школа академика РАН Е. И. Титова своими корнями уходит в научную школу академика РАН И. А. Рогова. В университете РОСБИОТЕХ ученики Е. И. Титова продолжают практико-ориентированные исследования в области создания специализированных мясных и рыбных продуктов питания, обогащенных растительными волокнами, биологически активными белками, антиоксидантами, имеющих функциональную направленность и пролонгированные сроки годности. Развитие разработанных Е. И. Титовым научно-практических основ создания поликомпонентных продуктов питания на мясной основе позволит решить ряд важных социально-экономических проблем, связанных с рациональным использованием сырьевых ресурсов мясной и молочной отраслей, повышением эффективности производства и снижением экологической нагрузки на окружающую среду. Научный коллектив университета РОСБИОТЕХ предлагает пищевой отрасли новые технологии производства продуктов питания для здорового образа жизни, соответствующие требованиям технических регламентов и санитарных правил, технологической документации, в том числе по микробиологическим показателям. Методологические подходы к созданию поликомпонентных продуктов питания с заданными свойствами, сформированные научной школой академика Е. И. Титова, являются основой для решения проблемы обеспечения населения продуктами, сочетающими в себе достоинства сырья животного и растительного происхождения и адекватными потребностям организма человека.

ЛИТЕРАТУРА

- Алдабергенова, А. О., & Назаренко Т. А. (2018). Исследование физико-биологических характеристик сырья и создание технологии молекулярных продуктов. *Вестник Инновационного Евразийского университета*, (1), 44–48
- Бирхер-Беннер, М. (2022). *Основы лечения питанием на началах энергетики*. Концептуал.
- Борисенко, А. А., Брачихин А. А., & Борисенко, Л. А. (2019). Компьютерное моделирование нутриентного состава поликомпонентных пищевых продуктов как способ их перевода в сегмент здорового питания. *Все о мясе*, (3), 54–57. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2019-3-54-57>
- Вечерская, И. (2015). *100 рецептов при хронической почечной недостаточности. Вкусно, полезно, душевно, целебно*. Эксмо.
- Данильчук, Т. Н. (2023). Десятилетие науки и технологий: Тенденции развития научных школ Института прикладной биотехнологии имени академика РАН И.А. Рогова университета РОСБИОТЕХ. *Health, Food & Biotechnology*, 5(2), 6–16. <https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i2.s181>
- Джарвис, Д. С. (2024). *Мед и другие естественные продукты*. Русский шахматный дом.
- Дубовец, Н. И., Казнина, Н. М., Орловская, О. А., & Сычева, Е. А. (2021). Проблема дефицита цинка в рационе питания населения и биотехнологические подходы к ее решению. *Молекулярная и прикладная генетика*, 31, 147–158. <https://doi.org/10.47612/1999-9127-2021-31-147-158>
- Захарова, И. Н., & Творогова, Т. М. (2019). Коррекция микронутритивного дефицита — одно из приоритетных направлений в практической работе педиатра. *Медицинский совет*, (17), 24–35. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-17-24-35>
- Кибардин, Г. М. (2020). *Яблочный уксус лечит*. Эксмо.
- Карапетян, А. М., & Величко, Н. А. (2023). Перспективы применения растительных компонентов в различных рецептурах мясных рубленых полуфабрикатов. *Вестник КрасГАУ*, (4), 155–162. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-4-155-162>
- Кузнецова, О. В., & Жукова, А. Ю. (2020). Вегетарианские продукты — полезная диета или модный тренд? *Все о мясе*, (1), 34–36. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-1-34-36>
- Лейцман, К. (2020). *Веганство: плюсы и минусы* (пер. с нем. Д. Сорокиной). Дискурс.
- Литвинова, Е. В., Артемьева, И. О., Титов, Е. И., Кидяев, С. Н., & Никитин, В. В. (2022). Новые данные об использовании побочного коллагенсодержащего сырья мясной отрасли. *Мясная индустрия*, (12), 38–42
- Литвинова, Е. В., Кидяев, С. Н., Лапшина, В. Л., & Никитин, В. В. (2022). Сравнительная оценка способов термической обработки мяса цесарки. *Health, Food & Biotechnology*, 4, (3), 28–40. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150>
- Литвинова, Е. В., & Титов, Е. И. (2017). Использование функционального модуля на основе сырья животного и растительного происхождения в технологии продуктов из свинины. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (4), 18–21.
- Литвинова, Е. В., & Кидяев, С. Н. (2020). Стерилизованные паштеты из мяса птицы функциональной направленности. *Мясные технологии*, 9 (213), 42–48.
- Пономарев, В. Я., & Юнусов, Э. Ш. (2023). Моделирование рецептурных смесей пищевых продуктов путем направленного варьирования количественными соотношениями сырьевых компонентов. *Journal of Agriculture and Environment*, 12(40). <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.26>
- Риттенау, Н. (2024). *Разумное веганство: руководство по безопасному растительному питанию* (под научной редакцией О. Смирновой: перевод с немецкого Л.М. Каджелашвили). Эксмо.
- Рогов, И. А., Титов, Е. И., & Тихомирова, Н. А. (2006). Нанотехнология биопрепарата «Милканг» на основе глубокой переработки молочного сырья. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*, (2), 78–80.
- Рогов, И. А., Титов, Е. И., & Тихомирова, Н. А. (2010). Перспективные направления переработки вторичных молочных ресурсов. *Переработка молока*, (2), 16–17.
- Саркисова, М. Н., & Бирюкова, Н. В. (2020). Опыт применения мёда в медицине. *Интерактивная наука*, 5(51), 8–12. <https://doi.org/10.21661/r-541133>
- Соколов, А. Ю., & Титов, Е. И. (2017). Перспективы производства студней на основе сырья животного происхождения и растительных ингредиентов. *Пищевая промышленность*, (7), 15–18.
- Титов, Е. И., & Мансветова, Е. В. (2009). Новые подходы в производстве эмульгированных мясных продуктов. *Пищевая промышленность*, (7), 44–45.

- Титов, Е. И., Кидяев, С. Н., Литвинова, Е. В., & Цурикова, Н. В. (2016). Влияние щелочных протеиназ на модификацию коллагенсодержащего сырья. *Мясная индустрия*, (2), 44–46.
- Титов, Е. И., Апраксина, С. К., Литвинова, Е. В., & Хвыля, С. И. (2015). Особенности микроструктуры продуктов на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья. *Мясная индустрия*, (4), 49–51.
- Титов, Е. И., Литвинова, Е. В., Кидяев, С. Н., & Пчелкина, В. А. (2017). О микроструктуре коллагенсодержащего сырья, модифицированного щелочными протеиназами. *Мясная индустрия*, (8), 41–43.
- Титов, Е. И., Литвинова, Е. В., Кидяев, С. Н., & Артемьева, И. О. (2019). Коллагеновая матрица как способ сохранности минорных компонентов в пищевых продуктах. *Все о мясе*, (1), 40–43.
<https://doi.org/10.21323/2071-2499-2019-1-40-43>
- Титов, Е. И., Соколов, А. Ю., Литвинова, Е. В., & Шишкина, Д. И. (2021). Влияние волокон пищевых на функционально-технологические свойства мясных систем. *Все о мясе*, (4), 30–36.
<https://doi.org/10.21323/2071-2499-2021-4-30-36>
- Титов, Е. И., Кидяев, С. Н., & Литвинова, Е. В. (2018). Использование многофункционального комплекса в технологии для стерилизованных консервов из мяса птицы. *Птица и птицепродукты*, (4), 31–34.
- Титов, Е. И., Кидяев, С. Н., & Литвинова, Е. В. (2017). Функциональный комплекс на основе пищевых волокон животного и растительного происхождения для мясных рубленых полуфабрикатов. *Мясная индустрия*, (7), 10–13.
- Vasyukova, A., Kusova, I., & Kandrov, R. (2024). Development of functional mixtures for fluor culinary products. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 16(6), 455–475. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2024-16-6-1032>
- Gorlov, I. F., Titov, E. I., Semenov, Slozhenkina, M. I., Sokolov, A. Yu., Omarov, R., Goncharov, A. I., Zlobina, E. Yu., Litvinova, E. V., & Karpenko, E. V. (2018). Collagen from pocine skin a method of extraction and structural properties. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1031–1042. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1466324>
- Kwanbunjan, K., Koebnick, C., Strassner, C., Leitzmann, C. (2000). Lifestyle and health aspects of raw food eaters. *The Journal of Tropical Medicine and Parastology*, (23), 12–20
- Litvinova, E. V., Titov, E. I., Kidyayev, S. N., Sokolov, A. Yu., & Lapshina, V. L. (2022). Certain features of using modified collagen-containing raw materials with prolonged shelf life in food technology. *Theory and Practice of Meat Processing*, 7(1), 58–65. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2022-7-1-58-65>
- Titov, E., Sokolov, A., Litvinova, E., Kidyayev, S., Shishkina, D., & Baranov, B. (2019). Dietary fibres in preventative meat products. *Foods and Raw Materials*, 7(2), 387–395. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-387-395>

REFERENCES

- Aldabergenova, A. O., & Nazarenko T. A. (2018). Research of physical and biological characteristics of raw materials and creation of technology for molecular products. *Bulletin of the Innovative University of Eurasia*, (1), 44–48. (In Russ).
- Birkher-Benner, M. (2022). *Fundamentals of nutritional therapy based on energy*. Kontseptual. (In Russ).
- Borisenko, A. A., Bratsikhin A. A., & Borisenko, L. A. (2019). Computer modeling of the nutrient composition of multi-component food products as a way to translate them into the healthy nutrition segment. *Vse o Myase*, (3), 54–57. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2019-3-54-57> (In Russ).
- Gorlov, I. F., Titov, E. I., Semenov, Slozhenkina, M. I., Sokolov, A. Yu., Omarov, R., Goncharov, A. I., Zlobina, E. Yu., Litvinova, E. V., & Karpenko, E. V. (2018). Collagen from pocine skin a method of extraction and structural properties. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1031–1042. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1466324>
- Danilchuk, T. N. (2023). Decade of science and technology. Trends in the development of scientific schools of the I.A. Rogov Institute of Applied Technology at Biotech University. *Health, Food & Biotechnology*, 5(2), 6–16. <https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i2.s181> (In Russ).
- Dzharvis, D. S. (2024). *Honey and other natural products*. Russkiy shakhmatnyy dom. (In Russ).
- Dubovets, N. I., Kaznina, N. M., Orlovskaya, O. A., & Sycheva, E. A. (2021). The problem of zinc deficiency in the population's diet and biotechnological approaches to its solution. *Molekulyarnaya i Prikladnaya Genetika*, (31), 147–158. <https://doi.org/10.47612/1999-9127-2021-31-147-158> (In Russ).
- Karapetyan, A. M., & Velichko, N. A. (2023). Prospects for the use of plant components in various recipes for minced meat semi-finished products. *Vestnik KrasGAU*, (4), 155–162. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-4-155-162> (In Russ).
- Kibardin, G. M. (2020). *Apple cider vinegar heals*. Eksmo. (In Russ).

- Kuznetsova, O. V., & Zhukova, A. Yu. (2020). Vegetarian foods — a healthy diet or a fashion trend? *Vse o Myase*, (1), 34–36. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-1-34-36> (In Russ).
- Kwanbunjan, K., Koebnick, C., Strassner, C., Leitzmann, C. (2000). Lifestyle and health aspects of raw food eaters. *The Journal of Tropical Medicine and Parastology*, (23), 12–20
- Leytsman, K. (2020). *Veganism: Pros and Cons (translated from German by D. Sorokina)*. Diskurs. (In Russ).
- Litvinova, E. V., Titov, E. I., Kidyayev, S. N., Sokolov, A. Yu., & Lapshina, V. L. (2022). Certain features of using modified collagen-containing raw materials with prolonged shelf life in food technology. *Theory and Practice of Meat Processing*, 7(1), 58–65. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2022-7-1-58-65>
- Litvinova, E. V., Artemyeva, I. O., Titov, E. I., Kidyayev, S. N., & Nikitin, V. V. (2022). New data on the use of by-product collagen-containing raw materials in the meat industry. *Meat Industry*, (12), 38–42. (In Russ).
- Litvinova, E. V., Kidyayev, S. N., Lapshina, V. I., Nikitin, V. V. (2022). Comparative evaluation of heat treatment of guinea fowl meat. *Health, Food & Biotechnology*, 4(3), 28–40. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150> (In Russ).
- Litvinova, E. V., & Titov, E. I. (2017). Use of a functional module based on raw materials of animal and plant origin in the technology of pork products. *Storage and Processing of Farm Products*, (4), 18–21. (In Russ).
- Litvinova, E. V., & Kidyayev, S. N. (2020). Sterilized functional poultry pates. *Meat Technologies*, 9(213), 42–48. (In Russ).
- Ponomarev, V. Ya., & Yunusov, E. Sh. (2023). Modeling of recipe mixtures of food products by means of directed variation of quantitative ratios of raw components. *Journal of Agriculture and Environment*, 12(40). <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.26> (In Russ).
- Rittenau, N. (2024). *Smart Veganism: A Guide to Safe Plant-Based Eating*. Eksmo. (In Russ).
- Rogov, I. A., Titov, E. I., & Tikhomirova, N. A. (2006). Nanotechnology of the biopreparation «Milkang» based on deep processing of dairy raw materials. *Pishchevye Ingrediyenty: Syr'e i Dobavki*, (2), 78–80. (In Russ).
- Rogov, I. A., Titov, E. I., & Tikhomirova, N. A. (2010). Promising directions for processing secondary dairy resources. *Pererabotka moloka*, (2), 16–17. (In Russ).
- Sarkisova, M. N., & Biryukova, N. V. (2020). Experience of using honey in medicine. *Interaktivnaya nauka*, 5(51), 8–12. <https://doi.org/10.21661/r-541133> (In Russ).
- Sokolov, A. Yu., & Titov, E. I. (2017). Prospects for the production of jellies based on raw materials of animal origin and plant ingredients. *Pishchevaya promyshlennost'*, (7), 15–18. (In Russ).
- Titov, E. I., & Mansvetova, E. V. (2009). New approaches in the production of emulsified meat products. *Pishchevaya promyshlennost'*, (7), 44–45. (In Russ).
- Titov, E. I., Kidyayev, S. N., Litvinova, E. V., & Tsurikova, N. V. (2016). The influence of alkaline proteinases on the modification of collagen-containing raw materials. *Meat Industry*, (2), 44–46. (In Russ).
- Titov, E. I., Apraksina, S. K., Litvinova, E. V., & Khyvlya, S. I. (2015). Features of the microstructure of products based on biomodified collagen-containing raw materials. *Meat Industry*, (4), 49–51. (In Russ).
- Titov, E. I., Litvinova, E. V., Kidyayev, S. N., & Pchelkina, V. A. (2017). On the microstructure of collagen-containing raw materials modified with alkaline proteinases. *Meat Industry*, (8), 41–43. (In Russ).
- Titov, E. I., Litvinova, E. V., Kidyayev, S. N., & Artemyeva, I. O. (2019). Collagen matrix as a method for preserving minor components in food products. *Vse o myase*, (1), 40–43. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2019-1-40-43> (In Russ).
- Titov, E. I., Sokolov, A. Yu., Litvinova, E. V., & Shishkina, D. I. (2021). The influence of dietary fibers on the functional and technological properties of meat systems. *Vse o Myase*, (4), 30–36. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2021-4-30-36> (In Russ).
- Titov, E. I., Kidyayev, S. N., & Litvinova, E. V. (2018). Use of a multifunctional complex in technology for sterilized canned poultry meat. *Ptitsa i Ptitseprodukty*, (4), 31–34. (In Russ).
- Titov, E. I., Kidyayev, S. N., Litvinova, E. V. (2017). A functional complex based on dietary fiber of animal and plant origin for minced meat semi-finished products. *Meat Industry*, (7), 10–13. (In Russ).
- Titov, E., Sokolov, A., Litvinova, E., Kidyayev, S., Shishkina, D., & Baranov, B. (2019). Dietary fibres in preventative meat products. *Foods and Raw Materials*, 7(2), 387–395. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-387-395>
- Vasyukova, A., Kusova, I., & Kandrov, R. (2024). Development of functional mixtures for fluor culinary products. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 16(6), 455–475. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2024-16-6-1032>
- Vecherskaya, I. (2015). *100 recipes for chronic kidney failure. Delicious, healthy, heartwarming, and healing*. Eksmo. (In Russ).
- Zakharova, I. N., & Tvorogova, T. M. (2019). Correction of micronutrient deficiency is one of the priority areas in the practical work of a pediatrician. *Meditsinskiy Sovet=Medical Council*, (17), 24–35. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-17-24-35> (In Russ).