УДК 664.951 : 631:147

ИННОВАЦИОННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ПРОТЕИНОВ ИЗ БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

А. Хёлинг, Т. Гримм, В.В. Волков, О.Я. Мезенова, Н.Ю. Мезенова

INNOVATIVE PROTEIN EXTRACTING FROM PROTEIN CONTAINING BIOLOGICAL RAW MATERIALS

A. Hoehling, T. Grimm, V. Volkov, O. Mezenova, N. Mezenova

Аннотация. Протеины являются уникальным природным материалом, применяющимся в самых различных отраслях промышленности – пищевой, аграрной, микробиологической, строительной и др. Источником протеинов являются белоксодержащее органическое сырье животного, растительного, морского и микробного происхождения. Наиболее предпочтительным источником протеинов с экономической и экологической позиций является вторичное биологическое сырье или отходы пищевых производств. Инновационным способом получения протеинов из вторичного сырья (отходы от переработки рыбы, морепродуктов, птицы, животных, бобовых и других растений) является гидротермальная нехимическая технология, основанная на термическом разрушении в воде белков под давлением, экстракции образующихся пептидов в водную среду, выделении пептидной фракции и ее сушке. В зависимости от температуры и давления, воздействующих на натуральные белки сырья, возможно получение пептидов различной молекулярной массы, вплоть до дипептидов и аминокислот. Молекулярная масса полученных пептидов колеблется от 0,1 кДа до 100 кДа и выше и регулируется управляемыми факторами технологии. Полученные пептидные смеси можно применять при производстве кормов, протеиновых пищевых продуктов, специализированного питания, пищевых технологических добавок, биополимеров-структурообразователей, микробиологических сред, тензидов, косметических препаратов и других продуктов. Готовые пептидные смеси содержат более 95% протеинов в пересчете на массу сухого вещества и представляют собой концентрат натуральных пептидов высокой функциональной направленности. Инновационная технология переработки белоксодержащего сырья имеет важные преимущества перед существующими химическими процессами. Это – комплексная безотходная переработка сырья (получение наряду с протеинами, липидной и минеральной органических фракций), высокая экологичность (нет опасных факторов для окружающей среды), перспективные экономические показатели (относительно невысокая себестоимость готовой продукции при переработке вторичного сырья). Для продвижения технологии в КГТУ на кафедре пищевой биотехнологии совместно с ООО «Биотех» и немецкой биотехнологической фирмой ANiMOX при поддержке Немецкого экологического фонда (DBU) и Фонда содействия инновациям (Россия) создается Центр передовых технологий использования белков. В данном Центре будут проводиться исследования по получению пептидов из перспективного сырья Калининградской области и других регионов России и ЕвразЭС, изучение их потенциала для использования в различных отраслях промышленности. Эффективность инновационной технологии подтверждена экономическими расчетами применительно к проекту протеиновой фабрики, перерабатывающей 20 000 тонн мясо-костных отходов в год по данной технологии.

***Ключевые слова*:** *протеины; пептиды; гидротермолиз; липидная фракция; минеральная фракция; протеиновые продукты.*

Abstract. Protein is a unique natural material used in a wide variety of industries - food, agrarian, microbiological, construction, etc. The source of protein is protein-containing organic raw materials of animal, plant, marine and microbial origin. The most preferential source of proteins from the economic and environmental point of view is by-products or some wastes of food and ag-

ricultural sector. An innovative way to produce protein from by-products (wastes from fish, seafood, poultry, pork or soybean and other protein containing plants processing) is a hydrothermal non-chemical technology based on the thermal destruction of protein under pressure in water, extraction of peptides into the aqueous medium, separation of the medium into fractions and its lyophilic drying (spray drying). Through changing process temperature and pressure it is possible to produce peptides of different molecular weight, up to dipeptides and amino acids. The molecular weight of the produced peptides ranges from 0.1 kDa up to 100 kDa and higher and are controlled by technology factors. The produced peptide mixtures can be used in the production of feeds, protein food components, specialized food, food processing additives, biopolymers-structurants, microbiological media, detergents, cosmetic preparations and other products. Ready-made peptide mixtures contain more than 95% protein in terms of dry matter and are concentrateы of natural peptides with high functional potential. Innovative technology of processing of protein-containing raw materials has important advantages over existing chemical processes. This is a complex waste-free technology for processing of raw materials (obtaining along with proteins, lipid and mineral organic fractions), high environmental friendliness (there are no dangerous factors for the environment), high economic potential (relatively low cost of finished products for processing secondary raw materials). Department of Food Biotechnology of the Kaliningrad State Technical University in cooperation with technology company Biotech Ltd. and German technology company ANiMOX with the support of the Federal German Environmental Fund (DBU, Germany) and the Innovation Promotion Foundation (FASIE, Russia) are creating Competence Center for Advanced Technologies of Protein Use to promote the technology. The Center will conduct research to extract peptides from prospective raw materials in the Kaliningrad region and other regions of Russia as well as Eurasian Economic Zone, and to research their potential for use in various industries. The effectiveness of innovative technology is confirmed by economic calculations with reference to a project of a protein factory processing 20,000 tons of meat-bone wastes per year using this technology.

Key words**:** *protein; peptides; hydrothermolysis; lipid fraction, mineral fraction, protein products.*

Применение натуральных протеинов животного и растительного происхождения в качестве базовых промышленных материалов в истории развития цивилизации сыграло важную роль. Еще в египетских гробницах, в строительных растворах стен средневековых укреплений находятся доказательства применения протеинов в форме компонентов крови, яичного белка, казеина и других. Протеины применяются, как компоненты строительных материалов, удобрений для почв, улучшителей качества красок и в других областях. Натуральные протеины используются при получении новых полимеров химического синтеза (например, казеин + формальдегид = галалит или молочный камень). С развитием технической базы появились новые возможности инновационного получения и применения протеинов, прежде всего, в различных сферах экологически безопасных промышленных производств. Из-за разнообразных функциональных особенностей протеинов, в зависимости от источника и технологии получения, в настоящее время возрастает их роль применения в различных сферах промышленности [1].

Традиционными источниками белоксодержащей растительной биомассы являются соя, горох, фасоль, кукуруза, сахарный тростник, картофель и др. Данное сырье направлено, прежде всего, на производство продуктов углеводной и липидной природы (моно- и дисахара, крахмал, растительные жиры), при этом остается недоиспользуемой белковая фракция биомассы. Схожая тенденция имеет место и при переработке сырья животного происхождения, так как при выработке из него пищевых продуктов (рыбных, мясных) по традиционным технологиям остаются отходы (вторичное сырье), богатые натуральным белком (головы, внутренности, чешуя, кости, перья и др. части тела) [2].

С экономической и экологической точек зрения наиболее предпочтительным источником протеинов является вторичное сырье, побочные продукты и отходы производства [2].

В табл. 1 представлен протеиновый потенциал белоксодержащего сырья мясного происхождения в странах ЕС [2].

Таблица 1 - Источники протеинов животного происхождения в странах ЕС

Категория сырья животного происхождения		Страны ЕС 27		ФРГ[1]	
	Содержание протеинов,% (сухое вещество)	Сырье, т	Протеины, т	Сырье, т	Протеины, т
К 1 (здоровые животные)	48	7.400.000	1.776.000	1.000.000	240.000
К 2 (подозреваемые в заболеваниях)	40	1.000.000	200.000	120.000	24.000
К 3 (больные животные)	40	10.800.000	2.160.000	1.600.000	320.000

Из-за действующего законодательства в ЕС[2] данный потенциал животного белка может использоваться в пищевой промышленности только наполовину, сырье категории К 3 исключается. Полученные протеины из этих источников сырья разрешается использовать в кормах для птицы, свиней и рыбы.

Потенциал использования белоксодержащих побочных продуктов растительного происхождения представлен в табл. 2 [4].

Таблица 2 - Источники протеинов растительного происхождения в мире и ФРГ

Категория сырья	Содержание протеинов, % (сухое вещество)	Мир в целом (2005/06)		ФРГ (2010)	
Растительное происхождение		Протеиновый шрот, т	Чистые протеины, т	Протеиновый шрот, т	Чистые протеины, т
Соя	48	160.000.000	77.000.000	Нет данных	Нет данных
Рапс	40	25.000.000	10.000.000	4.455.000	1.693.000
Подсолнечник	40	16.000.000	5.000.000	Нет данных	Нет данных

Не все белоксодержащее сырье в настоящее время перерабатывается даже в странах ЕС, несмотря на существующие эффективные химические и биотехнологические технологии получения протеинов. Получаемые протеиновые продукты зачастую дороги и специфичны по свойствам. Инновационным способом получения протеинов из побочных продуктов животного и растительного происхождения являются нехимические технологии, основанные на гидротермолизе.

Компания ANiMOX GmbH (Берлин, Германия) разработала и запатентовала в ЕС, КНР, США и в т.ч. и России[3] высокоэффективную гидротермальную технологию производства протеиновых гидролизатов [5]. С помощью этой технологии возможно получение протеинов высокого качества и высокой функциональности с низкой себестоимостью. В этом технологическом процессе под воздействием температуры и давления в водной среде протеины извлекаются из сырьевой матрицы, расщепляются на пептиды пониженной молеку-

[1] Источник: STN VTN, Bonn 2013
[2] Предписание 1069/2009 Еврокомиссии
[3] RU 2 374 893 C2

лярной массы, способные растворяться в воде, образуя смеси пептидов и аминокислот (рис. 1).

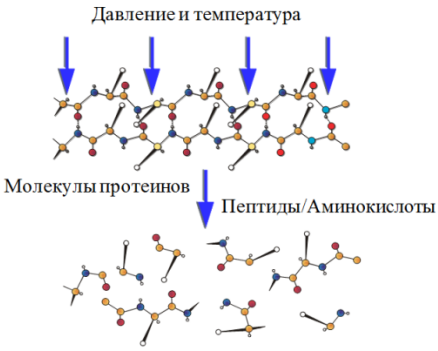


Рисунок 1 – Гидротермальное расщепление белков до пептидов и аминокислот

Параметры процесса обусловливают показатели эффективности извлечения и качества протеинов, а также механизм образования побочных продуктов[4] [6]. В большинстве случаев эффективность извлечения данной технологией имеющихся в сырье протеинов составляет около 80%. Молекулярная масса образующихся пептидов может регулироваться параметрами технологии в соответствии с требуемыми показателями для соответствующей области применения. Содержание белков в протеиновых гидролизатах, высушенных лиофильной сушкой, превышает 95%. В данной технологии протеиновая водная фракция технически легко отделяется от жировой и минеральной фракций декантированием и сепарированием. Обе эти фракции затем перерабатываются в отдельных процессах до рыночных продуктов. Жиры могут быть использованы в кормовой индустрии, производстве жировых продуктов (маргарины, мыла, биотопливо), косметических и фармацевтических изделиях, в качестве смазки и других областях. Минеральный осадок может быть использован как удобрение, кормовая добавка или наполнитель премикса, в полимерной химии.

Если для получаемых жиров имеются рынки сбыта, то для получаемого минерального осадка требуется более глубокая проработка экономически обоснованных областей применения. В связи с высоким содержанием фосфата минеральный осадок хорошо подходит в качестве кормовой фосфатной добавки и/или как удобрение. Из-за высокого содержания органических соединений (более 40%) у осадка очень высок топливный потенциал, он может быть использован в качестве дополнительного топливного источника в производственном гидротермальном процессе получения протеинов. Перспективны и другие области применения. В пептидной смеси возможно содержание водорастворимых витаминов и провитаминов, содержащихся в тканях животного происхождения, что повышает пищевую ценность протеиновых гидролизатов, предназначенных для кормовых целей.

Для протеиновых гидролизатов, получаемых по инновационной технологии, характерна высокая чистота (протеиновый компонент составляет около 95% массы сухого вещества), небольшое содержание жира (не более 1%) и не более 5 % минеральных веществ. Для большинства областей применения протеинов этими включениями можно пренебречь. Благодаря гидротермальному расщеплению при необходимости молекулярная масса большей части получаемых молекул пептидных осколков протеинов может быть ниже 10 KDa, что свидетельствует об их высокой усвояемости и биологической активности, возможности эффективного применения в специализированном и функциональном питании, в составе биологически активных композиций.

При гидротермолизе белковые соединения расщепляются на пептиды, содержащие функциональные реакционно способные группы в конце цепочки (амино-, карбокси-, гидрокси- и сульфитные группы), которые могут проявлять реакционную способность к осуществ-

[4] Так называемые продукты Майяра, изученные фр. ученым Майяром

лению новых химических реакций. Для предотвращения нежелательных превращений разработана торговая марка пептидного концентрата (ANiPept^{TM}) в форме сухих лиофилизированных гидролизатов, способных храниться без изменения химической природы более двух лет [7].

По разработанной гидротермальной технологии из вторичного сырья рыбоконсервного комплекса ООО «РосКон» (г. Пионерский Калининградской области) в технологической фирме ANiMOX были изготовлены пептидные смеси, представленные на рис. 2. В качестве сырья использовали головы, чешую, хребты сардины и сардинеллы, остающиеся на предприятии после изготовления консервов (объем отходов доходит до 2 т в сутки). Полученные пептидные смеси представляют собой легко сыпучие порошки светло-кремового (до светло-коричневого) цвета со специфическим запахом, напоминающим запах сушеной рыбы. Отрицательных и/или неприятных оттенков запаха нет [8].



Рисунок 1 – Рыбные протеиновые лиофилизированные гидролизаты

Данная технология получения пептидов перспективна для Калининградской области, где развита рыбоконсервная индустрия, а также в России в целом. При переработке рыбы на консервы и филе образуются значительные объемы отходов, достигающие 50% массы сырья. По данным Ассоциации рыбопереработчиков РФ «Рыбный союз» объем рыбных отходов в России достигает 1-1,2 млн. тонн в год. Данное сырье характеризуется высоким содержанием белков, жиров, кальция, фосфора. Белки в нем находятся в труднорастворимой форме (коллагенсодержащие ткани) и обычными способами не изолируются. Традиционный способ извлечения белков (ферментативный) способен перевести в растворимое состояние только 30-40% протеинов, при этом он относительно дорог и длителен [1].

Предлагаемый гидротермальный способ получения протеинов позволяет осуществить практически полную их экстракцию из сырьевого материала (чешуя, кожа, кости, хвостовые плавники, головы и др.), при этом за счет имеющегося оборудования технология реализуется промышленно, позволяя осуществлять глубокую переработку рыбных отходов. Возможно сырье перерабатывать комбинированно, сочетая биотехнологический (ферментативный) и физический (гидротермальный) процессы. Благодаря комбинированию биотехнологических и физических методов воздействия на сырье происходит повышенный уровень гидролиза белков до пептидов и аминокислот с последующей экстракцией в водную среду. Одновременно в связи с разрушением жировых клеток вытекает рыбий жир, а минеральные вещества, высвобождаясь из костной ткани, образуют в реакционной зоне осадок. Последующее декантирование полученной смеси позволяет получить не только высококачественные пептиды морского происхождения, но и ценные жиры с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, а также комплекс биологически ценных минеральных веществ с преобладанием кальция и фосфора в биодоступной форме [2].

Основными преимуществами предлагаемой технологии при переработке рыбного вторичного сырья являются: извлечение белковой и жировой фракции из сырья соответственно до 80 % и 90%, стабильность химического состава протеиновой фракции (не менее 90% протеина), низкая жирность (менее 1%), высокая усвояемость пептидов (более 90%), пролонгированное хранение продукции в сублимированной форме, экологичность производства, получение продукта высокой конкурентоспособности (содержание сухого вещества бо-

лее 97%), возможность регулирования качества готовой продукции по химическому и фракционному составам за счет факторов технологии [4].

Основным продуктом, получаемым по предлагаемой технологии переработки рыбных отходов, является белковый гидролизат. Протеины, входящие в его состав, имеют молекулярную массу от 0,1 до 100 кДа и представляют собой композиции фрагментарно расщепленных белков, состоящих из ди-, три- и олигопептидов, которые содержат все незаменимые аминокислоты. Порошок может быть рекомендован к использованию в пищевых целях (в составе колбасных и паштетных изделий, специализированного питания для спортсменов или пожилых людей), как компонент соусов и заливок, для энтерального питания, белковых смесей, в качестве обогащающей добавки (в хлебобулочных, кондитерских, кисломолочных изделиях). Цена на подобные пищевые высокобелковые продукты в виде порошка в Германии составляет в среднем 5000-8000 евро/тонна. В жидком виде протеиновый продукт представляет собой коричневатый вязкий концентрат с содержанием протеинов более 50% и рекомендуется в качестве компонента кормов животных (поросят, свиноматок, птицы), а также при выращивании рыбы и морепродуктов. Рекомендуется использование сухого протеинового концентрата в качестве кормовой добавки к различным продуктам (кормовой муки, силосов, заменителя молока для животных), в составе микробиологических сред. Продукт не уступает по качеству рыбной муке с протеином 64% и выше и может быть реализован по цене 80-100 руб/кг. Цена на подобные высокобелковые порошкообразные продукты в Германии составляет в среднем 1200 евро/тонна. Протеиновый концентрат представляет собой источник натурального органического азота, востребованного в самых разнообразных биотехнологиях: ферментация молочной кислоты для производства биополимеров (цена на подобные продукты в виде порошка в Германии в среднем 2000 евро/тонна). В технических отраслях промышленности натуральные пептиды, полученные из коллагеновых материалов, востребованы в производстве тензидов (1200 евро/тонна), клеящих веществ (650 евро/ тонна), экологичных и высокопрочных строительных конструкций. Преимущества протеиновых продуктов перед аналогами: выше содержание протеина (80-90%) и сухого вещества в гранулате (более 97%), выше усвояемость, чем у мясокостной и рыбной муки (100% in vitro, 80-90% in vivo), меньше жиров (менее 5%) и золы (менее 5%), повышенные сроки хранения (до 24 месяцев) [2] .

Другим продуктом, полученным из рыбных отходов по инновационной технологии, являются ветеринарный и технический рыбные жиры, содержащие жировой фракции до 100% массы. Рыночная цена таких жиров составляет от 400 до 1000 EUR/т в зависимости от качества и области применения (сырье для мыла, биодизеля, кормовой компонент, полуфабрикат для технических продуктов).

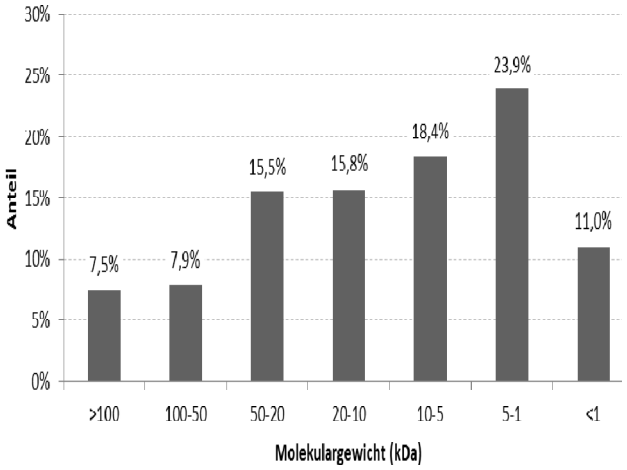
Еще одним востребованным продуктом технологии является минерально-белковая кормовая добавка, содержащая 25-60% минеральных веществ, в том числе 85% кальция и фосфора (к массе всей золы), протеина 20-55%, жиров 10-15%. Рыночная цена такой добавки составляет 300 - 500 евро/тонна в зависимости от качества и области применения (кормовые минеральные добавки, фосфатное удобрение, технические цели, топливо) [2].

В КГТУ на основе пептидов из рыбной чешуи разработана технология биопродуктов для спортивного питания («Апиколлтонус») типа гейнеров, в котором протеиновая составляющая включает активные пептиды с молекулярной массой менее 10 кДа. Именно данная фракция наиболее необходима спортсменам скоростно-силовых видов спорта в качестве пластического, энергетического и биологически активного материала. Для качественного укрепления опорно-двигательного аппарата спортсменов необходимо дополнительное поступление в их организм низкомолекулярных пептидов коллагенового происхождения [9-10]. Доказано, что активные пептиды из коллагена гидробионтов обладают многими дополнительными физиологическими эффектами (антиокислительный, антистрессовый, иммунный и др.) [11, 12].

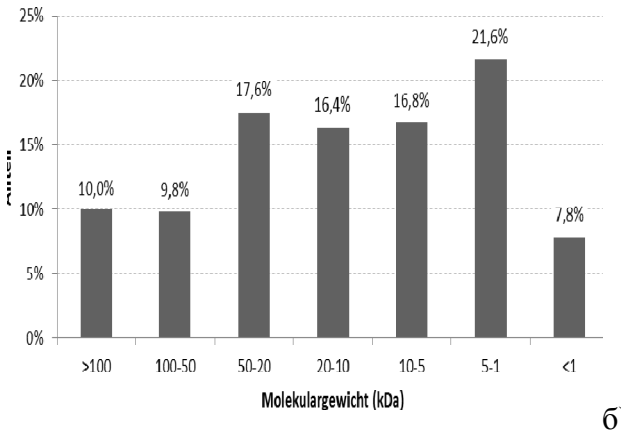
Результаты определения фракционного состава гидролизованных пептидов чешуи сардины и сардинеллы, полученных термическим, ферментативным и термоферментаивным способами, приведены на рисунке 3 [8].

Из рис. 3 в), г), д) и е) видно, что значительное количество протеиновых фракций имеют молекулярную массу пептидных осколков менее 10 kДа (80-90%). Именно низкомолекулярная фракция пептидов относится к активной и рекомендуется к использованию в спортивном питании, поскольку такие пептиды обеспечивают максимальную биодоступность и скорость диффузии в организме человека. Низкомолекулярные пептиды характеризуются высокой терапевтической эффективностью [13].

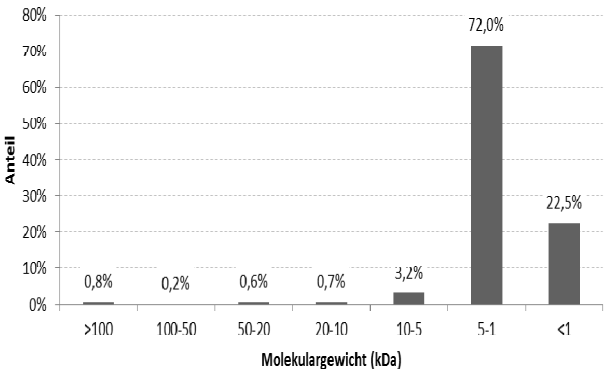
В настоящее время в Калининградском государственном техническом государственного университете на кафедре пищевой биотехнологии совместно с ООО «Биотех», биотехнологической фирмой ANiMOX при поддержке Немецкого экологического фонда (DBU) и Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям) создается Центр передовых технологий использования белка, в котором будет реализована инновационная технология получения протеиновых композиций гидротермальным и комбинированным способами из белоксодержащего сырья Калининградской области и других регионов. Центр призван иллюстрировать экологически безопасный способ утилизации побочных продуктов переработки рыбы, птицы, мяса, растительных биомасс по безотходной технологии с получением ценных продуктов с добавленной стоимостью.



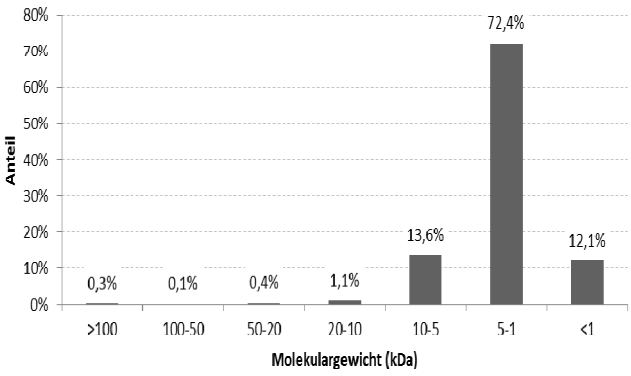
а)



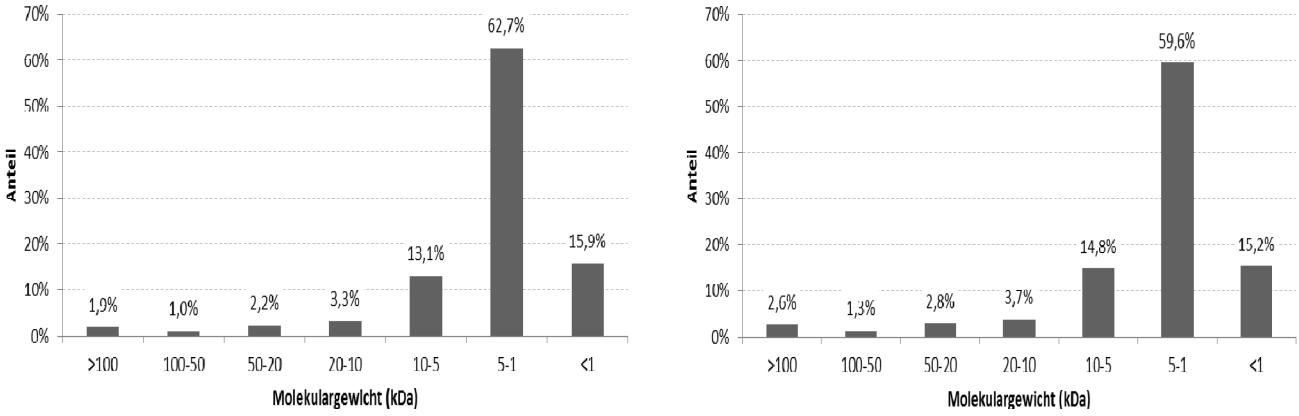
б)



в)



г)



д) е)

Рисунок 3 – Молекулярно-массовое распределение частиц протеиновой фракции чешуи, полученной при а – термическом гидролизе чешуи сардины, б - термическом гидролизе чешуи сардинеллы, г - ферментативном гидролизе чешуи сардины, д - ферментативном гидролизе чешуи сардинеллы, д - термоферментативном гидролизе чешуи сардины, е -термоферментативном гидролизе чешуи сардинеллы

На основании имеющихся результатов возможно проектирование в Калининградской области современной протеиновой фабрики (рис. 4), которая может быть экономически, экологически и политически интересна многим предприятиям и инвесторам.

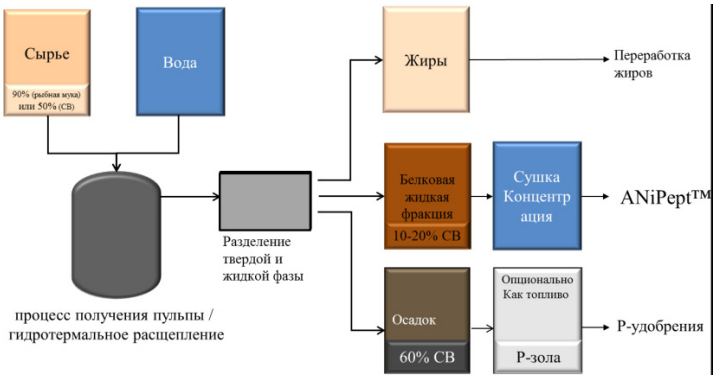


Рисунок 4 – Схема протеиновой фабрики по переработке белоксодержащего сырья с использованием гидротермальной технологии

Протеиновая фабрика с мощностью около 20 тонн сырья в сутки обеспечивает возврат инвестиций за менее чем за 2 года. При создании фабрики планируется максимально использоваться оборудование российского производства. На данном высокотехнологичном производстве будет создано 9 рабочих мест. С учетом мультипликативного эффекта выпускаемой продукции будут созданы 40-50 новых рабочих мест в Калининградской области, предназначенных для сфер птицеводства, аквакультуры, мясопереработки.

Имеющиеся в области объемы вторичного сырья, остающегося от переработки рыбы, птицы и свинины, значительны. Известно, например, что образующиеся отходы от переработки рыбы в Калининградской области составляют объемы более 10.000 тонн/год, при этом данное сырье либо утилизируется, либо используется для корма животных без переработки. С другой стороны, в области развивается птицеводство, свиноводство и аквакультура. Уже сегодня в регионе производится более 20 тыс. тонн куриного мяса и 30 тыс. тонн свинины. При этом образуются вторичные ресурсы, переработка которых предложенным инновационным способом позволит получить 1500 – 3000 тыс. тонн протеиновых гидролизатов. На ми-

ровом рынке цена подобных протеиновых гидролизатов составляет 1200 евро за тонну и больше (75.0 руб/тонна). Доходы от сбыта только протеиновых гидролизатов могут превысить 600 млн. руб (10 млн. евро в год). Дополнительные доходы могут быть получены от производства и реализации жиров и минеральных продуктов могут в количестве 150-200 млн. руб (2-3 млн. евро). Таким образом, общий объем доходов за год от переработки белоксодержащей вторичной биомассы в Калининградской области может составить 750-800 млн. руб (10-12 млн. евро) [2].

Результаты работы Центра передовых технологий использования белка ФГБОУ ВО «КГТУ» будут потенциально эффективны и для университета. Повысится уровень научных исследований, укрепится международное сотрудничество, вырастет качество учебного процесса, при этом студенты и аспиранты получат предпринимательские навыки. При положительных результатах работы Центра реально успешное получение новых грантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубке Х.Д., Ешкайт Х. Аминокислоты, пептиды, белки (перевод с немецкого Н. П. Запеваловой). М.: Мир, 1985. 347 с.
2. Хелинг А., Волков В.В. Протеины из вторичного сырья – инновационные компоненты в экологичном промышленном производстве // Известия КГТУ, 2015. № 38. С. 83-92.
3. Grimm T., Höhling A. Herstellung und Charakterisierung tierischer Proteinhydrolysate als N-Quelle für Fermentationsprozesse // Труды Международной научной конференции «Инновации в науке, образовании, и бизнесе – 2014». Калининград: Изд-во КГТУ. С. 306-309
4. Höhling, A., Winter, B., Venus, J. Tierische Proteinhydrolysate als N-Quelle für die Milchsäurefermentation, Biospektrum. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 2015. S. 228-229.
5. Lammens T.M. et al. Techno-economic assessment of the production of biobased chemicals // Biofuels, Bioproducts and Biorefinery, 2012, No. 6. P. 177-187.
6. Grimm, T. et al. Extraction process and application of proteins from animal residues and by-products // Труды Международной научной конференци «Инновации в науке, образовании, и бизнесе – 2014». Калининград: Изд-во КГТУ. С. 194-196
7. Хелинг А., Гримм Т., Волков В.В., Мезенова Н.Ю. Исследования различных способов гидролитического процесса вторичного рыбного сырья консервного производства // Известия Международной академии холода, 2016. № 1. С. 3-8.
8. Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С., Мезенова О.Я. и др. Активные пептиды рыбной чешуи в гейнерах для спортивного питания // Известия Международной академии холода, 2014. № 2. С. 48-52.
9. Мезенова О.Я., Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С. и др Биотехнология гейнеров для спортивного питания на основе активных пептидов рыбной чешуи // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии, 2014. № 1. С. 20- 24.
10. Волков Н.И., Олейников В.И. Эргогенные эффекты спортивного питания: научно-методические рекомендации для тренеров и спортивных врачей. Москва: Советский спорт, 2012. 99 с.
11. Пивненко Т.Н., Суховерхова Г.Ю. Биотехнологические способы переработки и практическое применение хрящевой ткани гидробионтов: монография. Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуза, 2010. 114 с.
12. Николаева Т.И., Шеховцев П.В. Гидролизаты коллагена в профилактике и лечении заболеваний суставов // Фундаментальные исследования, 2014. № 12. С. 524-528.

REFERENCES

1. Jakubke H.-D., Jeschkeit H. *Aminokisloty, peptidy I belki (perevod s nemetskogo yazyka Z.P. Zapevalovoy)* [Amino acids, peptides and proteins (Translation from the German language by Z.P. Zapevalova)], Moscow: Mir Publ., 1985. 347 p.

2. Hoehling A., Volkov V. *Proteiny iz vtorichnogo syr'ya – innovatsionnye komponenty v ekologichnom promyshlennom proizvodstve* [Proteins from by-products – innovative components in sustainable industrial production]. *Izvestiya KGTU,* 2010. No. 38, pp. 83-92.

3. Grimm T., Höhling A. *Hershtellung und kharakterizierung fon proteinhydrolysaten tirisher herkunft als N-quelle fuer fermentationsprotsesse* [Production and characterizing of protein hydrolysates of animal origin as N-source for fermentation processes], Papers of the XII International scientific conference «Innovation in science, education and business – 2013». Kaliningrad: KGTU Publ., pp. 306-309

4. Höhling A., Winter, B., Venus, J. Tierische Proteinhydrolysate als N-Quelle für die Milchsäurefermentation, Biospektrum. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 2015. S. 228-229.

5. Lammens T.M. et al. Techno-economic assessment of the production of biobased chemicals. Biofuels, Bioproducts and Biorefinery, 2012, No. 6, pp. 177-187.

6. Grimm T. et al. Extraction process and application of proteins from animal residues and by-products, Papers of the International scientific conference «Innovation in science, education and business – 2013». Kaliingrad: KGTU Publ., pp. 194-196

7. Hoehling A., Grimm T., Volkov V., Mezenova N. *Issledovaniya razlichnykh sposobov gidroliticheskogo protsessa vtorichnogo rybnogo syr'ya konservnogo proizvodstva* [Hydrolysis process of fish cannery by-products], *Izvestiya MAKH,* 2016. No. 1, pp. 3-8.

8. Mezenova N., Baydalinova L., Mezenova O. *Aktivnye peptidy rybnoy cheshui v geynerakh dlya sportivnogo pitaniya* [Active peptides of fish scales in gainers for sport nutrition]. *Izvestiya MAKH,* 2014, No. 2, pp. 48-52.

9. Mezenova O., Mezenova N., Baydalinova L. *Bioteknologiya dlya sportivnogo pitaniya na osnove aktivnykh peptidov rybnoy cheshui* [Biotechnology for sport nutrition based on active peptides of fish scales], *Vestnik biotekhnologii i fiziko-khimicheskoy biotekhnoloogii,* 2014, No. 1, pp. 20-24.

10. Volkov N., Oleynikov V. *Ergogennye effekty sportivnogo pitaniya: nauchno-metodicheskie rekomendatsii dlya trenerov i sportivnykh vrachey* [Ergogenic effects of sports nutrition: scientific and methodological recommendations for coaches and sports medics]. Moscow: Sovetskiy sport Publ., 2012. 99 p.

11. Pivnenko T., Sukhoverkhova G. *Biotekhnologicheskie sposoby pererabotki i prakticheskoe primenenie khryaschevoy tkani gidrobiontov: monografiya* [Biotechnological methods of processing and practical application of cartilaginous tissue of hydrobionts: monograph]. Vladivostok: Dal'rybvtuz Publ, 2010. 114 p.

12. Nikolaeva T., Shekhovtsev P. *Gidrolizaty kollagena v profilaktike I lechenii zabolevaniy sustavov* [Hydrolysates of collagen concerning prevention and healing joint diseases]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014. No. 12, pp. 524-528.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аксель Хелинг

Технологическая компания ANiMOX GmbH, Берлин, Германия; доктор экономических наук, генеральный директор,

Email: a.hoehling@animox.de

Dr. Axel Höhling
Technology Company ANiMOX GmbH, Berlin, Germany, Doctor of Economic Sciences, CEO,
Email: a.hoehling@animox.de

Томас Гримм
Технологическая компания ANiMOX GmbH, Берлин, Германия, директор, руководитель научных исследований и разработок
Email: t.grimm@animox.de

Thomas Grimm
Technology Company ANiMOX GmbH, Berlin, Germany, Director, Head of R&D,
Email: t.grimm@animox.de

Волков Владимир Владимирович
Малое инновационное предприятие ООО «Биотех», генеральный директор, Калининград, Россия,
Email: vladimir.volkov@klgtu.ru

Volkov Vladimir Vladimirovich
Small innovative company OOO «Biotech», CEO, Kaliningrad, Russia,
Email: vladimir.volkov@klgtu.ru

Мезенова Ольга Яковлевна
Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой пищевой биотехнологии,
Email: mezenova@klgtu.ru

Mezenova Olga Jakovlevna
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Head of the Food Biotechnology Department, Doctor of Technical Science, Professor,
Email: mezenova@klgtu.ru

Мезенова Наталья Юрьевна
Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, инженер кафедры пищевой биотехнологии,
Email: lost_13@inbox.ru

Mezenova Natalya Yuryevna
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Engineer of the Food Biotechnology Department
Email: lost_13@inbox.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
236022, Калининград, ул. проф. Баранова, 43, учебный корпус №1, каб. 107. Мезенова О.Я.
8(4012) 56-48-06