

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И.

Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

Ключевые слова: функциональный пищевой продукт, функциональный пищевой ингредиент, биологически активные пептиды

Аннотация

Современные технологии производства пищевых продуктов, часто приводящие к потере основных нутриентов перерабатываемого сырья, введение в рецептуры пищевых продуктов огромного количества ингредиентов, в некоторых случаях научно не обоснованных, приводит к необходимости изыскания нового пути повышения питательной ценности и оздоровления современных пищевых продуктов.

Функциональные пищевые продукты — один из путей решения данной проблемы, который давно интересуют ученые сообщества, как за рубежом, так и в России. В статье представлена информация по истории создания и тенденциям развития индустрии функциональных пищевых продуктов в России и за рубежом. Представлены материалы по современным направлениям создания функциональных продуктов на основе мясного сырья, инновационным способам их производства и проблемам, возникающим при их создании.

Review paper

MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONAL FOOD INDUSTRY IN RUSSIA AND ABROAD

Andrey B. Lisitsyn, Irina M. Chernukha, Olga I. Lunina

V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Key words: functional food product, functional food ingredient, biologically active peptides

Abstract

Modern technologies of food production that often lead to losses in the main nutrients of processed raw materials, incorporation into food recipes of large amounts of ingredients, which are sometimes not scientifically substantiated, lead to a necessity to find a new way for increasing the nutritional value of modern products and making them healthier.

Functional foods are one of the ways to solve this problem, which have long been of great interest to Russian and international scientific society. The paper presents the information about the history of creation and trends in the development of the functional food industry in Russia and abroad, as well as the materials about the modern directions of designing meat-based functional foods, innovative methods for their production and problems arising in the process of their designing.

Введение

Состав современных пищевых продуктов претерпел большие изменения за последние годы и включает огромное количество пищевых добавок, которые с одной стороны улучшают вкусовые, технологические, функциональные свойства готового продукта, с другой — при длительном их поступлении в организм человека, увеличивают риски возникновения различных заболеваний.

Высок уровень фальсифицированной продукции, в которой высокое по стоимости сырье заменяется более дешевыми аналогами с дополнительным введением пищевых добавок. Особенно это относится к наиболее востребованному потребителем сегменту на рынке продаж — пищевым продуктам, выработанным по ГОСТ.

Каждая пищевая добавка проходит обязательные испытания по показателям безопасности. Однако комплексных исследований по изучению соединений, образующихся в продукте в результате технологической обработки сырья и комплекса вводимых пищевых добавок, а также их влияния на физиологические функции организма зачастую не проводится.

По разным данным, в год среднестатистический человек съедает от 2 до 9 кг пищевых добавок. Большинство из них искусственного происхождения. Некоторые запрещены в России, по поводу многих из разрешенных в нашей стране среди медиков и диетологов идут споры о рисках их потребления (данные доклада д.м.н. Сергеева В.Н. (ФГБУ «Национальный медицинской исследовательский центр реабилитации

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И. Современные тенденции развития индустрии функциональных пищевых продуктов в России и за рубежом. Теория и практика переработки мяса. 2018;3(1):29-45. DOI 10.21323/2414-438X-2018-3-1-29-45

FOR CITATION: Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Lunina O.I. Modern trends in the development of the functional food industry in Russia and abroad. Theory and practice of meat processing. 2018;3(1):29-45. (In Russ.) DOI 10.21323/2414-438X-2018-3-1-29-45

и курортологии Минздрава России») на 1-й научно-практической конференции «Функциональные продукты питания: научные основы разработки, производства и потребления».

Другой причиной нутриентной недостаточности является употребление всеми категориями граждан большого количества лекарственных препаратов (хронические болезни, в том числе желудочно-кишечного тракта, периоды эпидемий ОРВИ и гриппа и др.), которые во многих случаях приводят к дефициту некоторых нутриентов, поступаемых с пищевыми продуктами, и возникновению хронических неинфекционных патологий и преждевременному старению.

Сформировалась ситуация, в которой необходимо искать новые направления и создавать современные технологии продуктов здорового питания, позволяющие сохранить питательные вещества исходного сырья, использовать минимально необходимый набор пищевых добавок и возвращать доверие потребителя, в том числе и в мясном сегменте отечественного рынка.

Функциональное питание может быть выходом из сложившейся ситуации. В последние годы этому направлению в пищевой индустрии уделяется большое внимание. Функциональные пищевые продукты (ФПП) предназначены для общего потребления всеми категориями граждан, но отличающиеся тем, что по сравнению с обычным продуктом, они имеют дополнительную пользу для здоровья, гарантированную жесткими требованиями со стороны государства, способствуют профилактике заболеваний, укреплению здоровья и увеличению продолжительности жизни.

В Японии такие продукты называются FOSHU (Foods for specific health use/пищевые продукты со специфическим терапевтическим действием). Молочные, кисломолочные и зерновые функциональные пищевые продукты давно изучены, признаны и пользуются популярностью у потребителя. Рынок мясных функциональных пищевых продуктов малоизвестен отечественному потребителю, который информационно не подготовлен, а мясо и мясная продукция не ассоциируется с функциональными продуктами, благодаря шумихе, поднятой в последнее время в СМИ.

Целью публикации является анализ рынка функциональных пищевых продуктов на мясной основе и систематизация мировых тенденций развития научных исследований в области создания мясных пищевых продуктов для функционального питания.

Основная часть

Согласно международному анализу тенденций рынка потребления функциональных продуктов, проведенному «Georg Morris Centre», по отдельным видам их производство ежегодно возрастает на 5–40 % (данные д.м.н. Сергеева В.Н./ФГБУ «Национальный

медицинской исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России»).

Темпы роста мировой индустрии здорового питания не уступают темпам развития пищевой промышленности. Японии принадлежит 39,2 % мирового уровня рынка функциональных продуктов, США — 31,1 %, пяти европейским странам (Испания, Италия, Германия, Франция и Великобритания) — 28,1%. На мировом рынке функциональных продуктов хлебобулочные и молочные изделия доминируют, составляя 72,9 % [1]. Однако сравнивать объемы выпускаемых ФПП в разных странах мира не вполне корректно из-за различных критериев, согласно которым продукт относят к функциональному. Например, в Японии в отличие от других стран мира, к ФПП относят пищевые продукты в виде капсул, таблеток и др.

В Японии, являющейся законодательницей функциональных пищевых продуктов, более 45 % от общего количества функциональных пищевых продуктов (Food for Specific Health Use, FOSHU) относятся к «поддерживающим нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта». Олигосахариды, молочнокислые и бифидобактерии, а также пищевые волокна являются основными активными ингредиентами в данной категории. Далее следуют продукты (21 %), «положительно влияющие на людей с высоким уровнем холестерина/триглицеридов в сыворотке крови». К ним относятся продукты в составе которых содержатся соевые протеины, пептиды, пищевые волокна, диацилглицерин и растительный стерол/станол [2].

Некоторые продукты, исторически используемые в национальных кухнях, являются функциональными. В японской — это продукты из сои: «мисо», «соевый соус» и «натто». «Натто» из сквашенных соевых бобов, содержит витамин К₂ (менахинон-7), который способствует поступлению кальция в кости, а соевый белок — активный ингредиент, способный контролировать уровень холестерина в сыворотке крови. «Катсубуши» или вяленый тунец — традиционное блюдо японской кухни, в состав которого входят пептиды, способные снижать кровяное давление. В результате исследований этот факт был подтвержден и к этому продукту разрешено применять заявление «положительно влияет на людей с относительно высоким кровяным давлением». Все вышеперечисленные продукты являются одобренными продуктами FOSHU.

Правительство Японии финансировало исследования физиологического влияния различных пищевых продуктов и их составляющих на предмет так называемых «третичных свойств пищи», которые напрямую вовлечены в регулирование деятельности физиологических систем человека, таких как иммунная, эндокринная, нервная, кровеносная и пищеварительная системы (первичные и вторичные свойства пищи связаны с питательной и вкусовой ценностью).

Результаты исследований позволили выявить критерии, согласно которым пищевые продукты причисляются к функциональным [2].

В США (по данным «Euromonitor International», 2013) ФПП в зависимости от их функциональных свойств классифицируют по следующим категориям (в порядке убывания продаж в 2012 году):

- общее самочувствие;
- управление весом;
- здоровье пищеварительной системы;
- повышение уровня энергии;
- выносливость;
- здоровье полости рта;
- здоровье костей и сосудов;
- пищевая непереносимость.

Среди европейских стран Германия обладает самым большим объёмом рынка функциональных продуктов. По данным Немецкого Союза мясной промышленности (Франкфурт-на-Майне) в Германии 500 мясоперерабатывающих предприятий выпускают исключительно био-продукты, за счет которой многие предприятия расширяют свой традиционный ассортимент колбас и мясопродуктов.

При производстве био-продуктов исключается применение синтетических красителей, усилителей вкуса, консервантов, искусственных и идентичных натуральным ароматизаторов и стабилизаторов. Согласно результатов опроса населения, касательно доверия потребителей, био-мясо и био-продукты занимают первое место.

Так немецкая фирма из Гёттингена «Börner-Eisenacher» сконцентрировала свои усилия на новом био-ассортименте под маркой Biofrisch, а также на расширенной палитре Wellness-продуктов (полезных для здоровья продуктов), которые сохраняют традиционные обычаи производства, но ориентированные на современного потребителя. Содержание жира в продукте снизили, с одной стороны, за счет нежирного сырья (лопатки), а с другой — заменителя жира инулина. Это — салями с 17 % жира, паштеты из окорока и мяса птицы (5 % жира), колбаса для жарки с пониженным содержанием

жира и изделия для гриля (по 9 % жира), а также колбасные изделия мажущейся консистенции, включающие тонкодисперсную ливерную колбасу, ливерные колбасы с яблоком и луком, грубозернистую ливерную колбасу с черемшой, колбасы «Чайную» и «Меттвурст» мажущейся консистенции (14 % жира) [3].

В России объем рынка продуктов здорового питания в 2016 году составил 874095 млн.руб., в 2017 году этот показатель составил 878690 млн руб. По прогнозам в 2021 году отечественной пищевой индустрией будет выпущено продуктов здорового питания на 912477 мл.руб. (Discovery Research Group, 2017 <http://www.sitebs.ru/blogs/34288.html>).

Российский потребитель готов покупать продукты с дополнительной пользой для своего здоровья (Рис. 1) и платить при этом более высокую цену. Это подтверждается результатами опросов населения в рамках проведения исследований рынка функциональных продуктов [4].

Среди критериев выбора продуктов питания 81 % из числа опрошенных указали состав продукта, 69 % — цена продукта, 33 % — страна-производитель и 22 % марка продукта [4].

В настоящее время качество продукта и его состав — основные критерии выбора отечественного покупателя, который вчитывается в этикетку и готов покупать более экологически чистые продукты при условии более высокой цены. При этом потребитель внимательнее стал относиться к тому, что он употребляет в пищу, и это отношение меняется в зависимости от уровня образования, социального положения, материальной обеспеченности, возраста и семейного положения.

Исследования и оценка факторов изменения питания в мире показали, что не существует прямой взаимосвязи между потреблением мяса и доходом потребителя, как считалось ранее [5].

К сожалению, производство отечественных функциональных продуктов не вышло на федеральный масштаб: их производят, в основном, на отдельных предприятиях, которые работают с научно-исследова-



Рис. 1. Характеристики продуктов, за которые потребители готовы платить больше, процент от числа опрошенных

тельскими центрами -разработчиками функциональной продукции.

Рынок функциональных продуктов в России не достигает 5 % от общего объема производства пищевых продуктов. Динамика объемов производства данной продукции в России увеличивается небольшими темпами.

На российском рынке функциональные продукты представлены в основном, четырьмя группами: продукты на основе зерновых культур (каши, хлопья), в том числе хлебобулочные и кондитерские; безалкогольные напитки; молочные продукты; продукты масложировой отрасли. Продукты остальных подотраслей пищевой промышленности представлены в незначительном количестве. Производство функциональных пищевых продуктов с 2007 по 2013 г. увеличилось на 160 % [1].

Продукты функциональной направленности на мясной основе на рынке продуктов питания представлены в меньшем количестве из-за сложности производства (длительной высокотемпературной обработки) и способов сохранности биологически активных компонентов в готовом продукте.

Мясное сырье является источником полноценного белка и может быть отнесено к натуральному функциональному пищевому продукту. Мясо имеет сбалансированный аминокислотный состав, все незаменимые аминокислоты, включая триптофан, лизин и метионин, высокие уровни минеральных элементов (железа, фосфора, цинка, меди, хрома, селена, фтора, калия, серы), в том числе эссенциальных, и витамины группы В, обладает высокой пищевой и биологической ценностью. Причем доступность некоторых нутриентов животного происхождения выше, чем растительного.

Говядина является природным источником конъюгированной линолевой кислоты, которая зарекомендовала себя как антиоксидант, антиканцероген и стимулятор иммунной системы.

Содержащиеся в мясе карнозин и ансерин представляют собой антиоксидативные гистидил-дипептиды, которые могут связывать переходные металлы и предупреждать заболевания и процессы старения, вызванные оксидативным стрессом. L-карнитин участвует в энергетических процессах, снижает уровень холестерина и способствует поступлению в организм кальция, необходимого для укрепления костей [6].

Мясо является низкоаллергенным продуктом, причем при обработке мясного сырья (замораживание, высушивание, варка, жарение) аллергическая активность в готовых продуктах снижается.

Все эти характеристики делают нежирные виды мяса основой функционального питания, которое положительно влияет на здоровье различных категорий граждан, в том числе и с хроническими заболеваниями.

Анализ зарубежной литературы показал, что в последние годы научные разработки в области создания функциональных продуктов на мясной основе ведутся по следующим направлениям:

- органическое мясное сырье, не вызывающее аллергии;
- снижение калорийности мясных продуктов за счет замены части жира в рецептуре (инулин; растительные волокна; эмульгированный свиной коллаген и пшеничными волокнами; нутовый белковый изолят или крахмал; овощи: отварной картофель, сладкий черный корень, сельдерей и топинамбур; зернобобовые; балластные вещества; продукты из морских водорослей; масляная эмульсия и порошок лесного ореха, порошок и экстракт зеленого чая, клетчатка апельсина, цитрусовый пектин);
- модификация жирнокислотного состава мясного сырья и мясной продукции (снижение доли НЖК и увеличение доли МНЖК и ПНЖК, природных транс-изомеров, оптимизация соотношения ω -6 и ω -3 ЖК) за счет замены части животного жира на растительное (сафлоровое, рапсовое, льняное, соевое, растительное, кукурузное масла), а также морских липидов (экстракты липидов рыб, рыбий жир.); искусственная жировая ткань (плазма крови с полисахаридными добавками);
- обогащение мясного сырья и мясной продукции жирорастворимыми витаминами и минералами (йод, селен, Cu, Mg, Mn, K и др.);
- доступность биологически активных веществ в составе мяса (гидролизаты субпродуктов; биологически активные пептиды, карнозин, ансерин, L-карнитин, глутатион, креатин или таурин);
- комбинированное использование функциональных пищевых ингредиентов в ФПП (свиной коллаген+волокна пшеницы; картофель+ каррагинан; инулин+пшеничные волокна+брокколи или растительное масло+побеги брокколи; кукурузное масло +волокна из водорослей; мука из льняного семени+мука из киви; лиофилизированные петрушка, пастернак, сельдерей)
- функциональные пищевые продукты с антиоксидантным действием (ликопин, экстракты лекарственных трав, чая, кожура цитрусовых, семена кунжута, маслины, виноград);
- обогащение продуктов пробиотиками (молочнокислые бактерии, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*; *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*), пребиотиками (ксилоолигосахариды; олигосахариды и диетическая клетчатка; пептиды), симбиотиками;
- ферментированные мясные продукты длительного срока хранения (до 6 месяцев);
- продукты «чистой упаковки», снижение уровня канцерогенов в мясной продукции (замена нитри-

та натрия на овощи с редуцирующими веществами (экстракт *Puerariae radix*; замена фосфатов рисовым крахмалом и/или фрукто-олигосахаридами);

В процессе создания функциональных продуктов возникают проблемы, которые требуют изыскания новых научных подходов для их решения.

Одной из тенденций разработки продуктов здорового питания является снижение калорийности (жирности) готового продукта за счет введения овощей, зерновых и зернобобовых культур, клетчатки цитрусовых и т.д. Замена части жира приводит к ухудшению вкусовых качеств и потере нежной консистенции продуктов и вызывает необходимость широкого использования пищевых добавок (обогащителей аромата и вкуса и др.). В ФГБНУ ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова проведен анализ ингредиентов, способных заменять жировую составляющую без существенного изменения органолептических характеристик мясных продуктов и выбран инулин, как наиболее оптимальная добавка. Использование инулина в предварительно гидратированном виде для замены жировой составляющей в количестве до 50 % от содержания жировой составляющей в рецептуре, позволит сократить содержание жира на 40 % и калорийность на 30 % без ухудшения функционально-технологических свойств мяса и органолептических характеристик готовых продуктов (данные ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова).

Немецкие ученые считают, что оптимальной частичной заменой жира в целях пользы для здоровья, является комбинация растворимых (инулин) и нерастворимых (пшеничные отруби) балластных веществ. В субпродуктовой колбасе было заменено до 20 % жира на растворимый в воде инулин. Пшеничные волокна добавляются в небольшом количестве (около 1 %), из-за их негативного влияния на сенсорные ощущения [7].

Снижение органолептических характеристик готовой мясной продукции происходит и при обогащении продуктов питания биологически активными липофильными ингредиентами (ПНЖК семейств ω -3 и ω -6). Кроме того липофильные ингредиенты характеризуются низкой растворимостью в воде, подверженностью химическому расщеплению и нестабильностью в условиях производства и хранения. Эта проблема была решена путем инкапсулирования биологически активных жирных кислот ω -3 в эмульсиях типа масло-в-воде. Для невелирования постороннего запаха и привкуса (от рыбьего жира) смешивали специи и антиоксиданты [8]. Результаты исследований показали, что инкапсулирование жирных кислот ω -3 в эмульсиях типа масло-в-воде обеспечивает физическую и окислительную стабильность, но их внесение в сложные мясные матрицы может оказать непредсказуемый эффект и повлечь за собой дестабилизацию структуры готового продукта.

Использование эмульсии вода-в масле-в воде, представляющую собой эмульсию вода-в масле, диспергированную как капли в водной фазе, которая позволяет маскировать посторонний вкус и контролировать высвобождение и защиту ингредиентов, а также снижать содержание жира, так как часть липидного материала заменяется водными частицами, диспергированными внутри неё [9]. Для производства пищевых эмульсий в качестве масляной фазы используются растительные масла (оливковое, рапсовое, соевое, кукурузное и т.д.). На стабильность двойных эмульсий оказывает влияние время хранения (минимальное отставание установлено в двойных эмульсиях, хранившихся в течение 10 дней при 4 °С). Экспериментальные двойные эмульсии показали стабильность к традиционной для колбас термообработке.

Успешные испытания на животных прошли капсулы с фосфолипидами *Undaria pinnatifida* /бурых морских водорослей/, которые в свою очередь содержали фукоксантин — пигмент с установленным эффектом против ожирения [10]. Однако, в обзоре по исследованию влияния диетарного жира и ожирения за 1993–2009 гг. не было установлено четкой взаимосвязи между потреблением мононенасыщенных жирных кислот или полиненасыщенных жирных кислот и потерей веса [11].

В последнее время наблюдается приверженность россиян к потреблению натуральных продуктов и продуктов с «чистой этикеткой».

Негативное отношение к мясной продукции сложилось, в том числе и, из-за использования при ее производстве нитритов, которые в процессе термообработки преобразовываются в N-нитрозамины, а также вторичные или третичные амины, обладающие канцерогенным, тератогенным и мутагенными свойствами. Поэтому, одним из направлений в функциональном питании является разработка заменителей нитритов, предназначенных в основном для сохранения характерного цвета мясopодуlктов. Известны как натуральные, так и синтетические заменители нитрита, однако, до недавнего времени в переработке мяса ни одна из этих альтернатив широко не использовалась. Другой подход заключается в микробном превращении метмиоглобина ($MbFe^3$) в нитрозилмиоглобин ($MbFe^2NO$). Штамм *S. xylosus* может использоваться в качестве заквасок для формирования характерного колбасного цвета в модельных системах с МРС-бульоном и сырым свиным фаршем без добавления нитрита или нитрата [12].

Создан препарат на основе штамма *Paracoccus spp.*, обладающий способностью снижать содержание остаточного нитрита в готовом продукте. При этом скорость денитрификации тем выше, чем больше концентрация нитрита натрия в среде. Применение препарата позволяет четко рассчитать продолжительность его действия [13].

Снижение содержания натрия (поваренная соль) в мясных изделиях является актуальной задачей, так как доказана взаимосвязь между избыточным потреблением натрия, и развитием сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонии и инсультов. Сокращение хлорида натрия в мясных продуктах является технически сложной задачей, поскольку требует сохранения желаемых функционально-технологических свойств: соленый вкус, увеличение растворимости мышечных белков и повышение влагосвязывающей способности, снижение роста микроорганизмов. Исследованы различные подходы к снижению натрия в пищевых продуктах, но наиболее успешным является использование заменителей поваренной соли. В качестве заменителей хлорида натрия в мясной продукции рассматриваются хлорид калия, хлорид кальция, лактат кальция и хлорид магния в различных комбинациях и дозировках [14].

Фосфаты широко используются в пищевой промышленности. Однако, из-за их способности оказывать отрицательное воздействие на здоровье людей, влияя на баланс кальция, железа и магния, повышая риск заболеваний костей и приводя к обострениям заболеваний (например, у потребителей с хроническим заболеванием почек) в последние годы специалисты пищевой отрасли нацелены на замену (частичную или полную) фосфатов. Частичная или полная замена фосфатов на рисовый крахмал и фрукто-олигосахариды приводит к снижению выхода готового продукта, обеспечивая при этом получение более полезного для здоровья продукта [15].

Функциональные пищевые ингредиенты, которые вводятся в состав продуктов, должны быть всесторонне изучены и выявлены все возможные побочные эффекты от их использования. Немецкие ученые [16] проводили исследования, в ходе которых изготавливалась вареная колбаса с функциональными свойствами, а в качестве функциональной добавки был выбран ресвератрол (3,5,4¹-тригидрокси-транс/цис-стильбен). Ресвератрол является фитоэстрогеном группы полифенолов, содержится в красных сортах винограда, малине и земляных орехах и обладает антиоксидантными, антиканцерогенными и противовоспалительными свойствами. Результаты исследований, ранее проведенных на животных, указывают на возможный эффект продления жизни. Данные, полученные немецкими учеными показали, что незначительное добавление ресвератрола отрицательно влияет на цвет продукта, происходит изменение вкуса: появление вкуса старого продукта. В период проведения исследований государственными учреждениями США были выпущены публикации с предупреждениями относительно применения ресвератрола и рекомендациями отказаться от его использования в качестве добавки при производстве функциональных пищевых продуктов из-за возможного стимулирующего действия

на некоторые виды злокачественных опухолей. Таким образом, рекомендовано отказаться от применения ресвератрола, вещества с потенциальным физиологическим воздействием, из-за возможных рисков воздействия на организм человека.

В Германии с целью подтверждения полезности для здоровья мясных продуктов с функциональными свойствами в первую очередь, необходимо проанализировать и проверить влияние рецептуры, технологического процесса и хранения на функциональные компоненты и сохранность их свойств в готовом продукте, а также на нежелательные вещества (например, продукты окисления жиров), для того чтобы убедиться, что содержание биологически активных веществ в готовом продукте соответствует необходимым питательно-физиологическим показателям. После этого функциональные мясопродукты с точно установленным содержанием желательных функциональных ингредиентов можно использовать в экспериментах по употреблению их в пищу человеком.

Возрастает количество патологий, обусловленных нарушением микроэкологии кишечника. В связи с чем, ученые большое внимание уделяют разработке ФПП с использованием пробиотиков. Польза от потребления пробиотика должна быть продемонстрирована только на основе результатов хорошо организованных, рандомизированных, двойных слепых исследований, контролируемых плацебо на людях, результаты которых опубликованы в международных рецензируемых научных журналах. Первое, что требуется в каждом процессе разработки пробиотических пищевых продуктов — точная идентификация и характеристика используемого пробиотического штамма на уровне рода, вида и разновидности, с использованием принятой в международном масштабе методологии. Далее следует этап исследований физиологических характеристик и технологических требований, а также раскрытие лежащих в основе механизмов действия и иллюстрация положительных эффектов на человеке [17]. Критерии отбора для пробиотиков следующие:

- выживание бактерий при прохождении через верхнюю часть желудочно-кишечного тракта;
- взаимодействие с имеющейся микрофлорой (способность временно прикрепляться к эпителию кишечника, отсутствие значительного влияния на доминирующую микрофлору; влияние на количество и разнообразие эндогенных видов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*);
- благотворное влияние на здоровье потребителя (предотвращение риска заболеваний);
- стойкость по отношению к проводимой технологической обработке и хранению;
- высокие характеристики безопасности (отсутствие групп риска видов П LAB, отсутствие D-молочной кислоты).

Пробиотики могут влиять на здоровье человека на трех уровнях, в зависимости от штамма: путем взаимодействия с другими микроорганизмами, находящимися на месте действия (конкуренция за питательные вещества, продуцирование ингибиторов микробов, исключение при конкуренции); путем укрепления барьеров слизистой и/или влияя на иммунную систему хозяина.

Пробиотики обычно используют при производстве ферментированных мясных продуктов, т.к. последние подвергаются слабой тепловой обработке. При подборе пробиотических штаммов необходимо учитывать негативный эффект мясной среды, которая содержит посолочные ингредиенты, низкий pH и активность воды и не ухудшать органолептические характеристики готового продукта [17]. Такие бактерии можно получить путем скрининга натуральных изолятов колбас или существующих коммерческих стартовых культур. В северных европейских странах, (потенциальные) пробиотические штаммы *L. rhamnosis* GG, *L. rhamnosis* LC-705, *L. rhamnosis* E-97800 и *L. plantarum* E-98098 обладают вышеперечисленными свойствами. При применении изолятов из кишечника *L. paracasei* L26 и *Bifidobacterium lactis* B94 вместе с традиционной стартовой культурой, не отмечалось негативного эффекта на сенсорные свойства продукта. Использование инкапсулированных в альгинате *L. reuteri* ATCC не приводило к снижению сенсорных характеристик [17].

Специалисты научного общества «Микробиота» провели исследования по оценке выживаемости пробиотических микроорганизмов в составе 23 отечественных и зарубежных препаратов и получили доказательства того, что выживаемость этих микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте составляет менее 0,0001% от исходной численности при пероральном поступлении [18]. Полученные результаты, как отмечают авторы, являются основанием для корректировки взглядов на существующий принцип заместительного действия пробиотикотерапии на основе живых микроорганизмов.

Пребиотики не имеют недостатков, свойственных пробиотикам, поскольку не являются жизнеспособными клетками и достигают толстого кишечника без изменений, являются эффективным средством профилактики и коррекции дисбиотических нарушений за счет стимуляции и метаболической активности нормальной кишечной микрофлоры. Пребиотики используют в целях улучшения технологических свойств: как наполнители, не содержащие калорий, улучшители стабильности эмульсий, для модификации текстуры и др. физиологических свойств: снижение риска диабета, благоприятное влияние на регулирование липидов крови, предотвращение сердечно-сосудистых заболеваний, рака толстой кишки, регулирования прохождения содержимого через кишечник. Хорошо известно применение олигосахаридов и диетической

клетчатки (инулин, зерновые: овес, рис, пшеница и др.; бобовые: горох, соя и др.; фрукты: яблоки, лимон, апельсин; корнеплоды: морковь, свекла и др.; морские водоросли) в качестве представителей пребиотических веществ, которые используются для увеличения роста пробиотических бактерий.

Японские ученые [19] получили новые пребиотические вещества из мясного белка. Из свежей сырой обрести (окорока) был приготовлен актомиозин, который ферментировался пятью видами протеаз (папаин, фичин, трипсин, протеиназа К, проназа Е). После фракционирования переваренного актомиозина (гидролизат папаином) была выделена фракция, с активностью стимулирования роста *Bifidobacterium*. Затем были синтезированы трипептид с последовательностью Glu-Leu-Met и два вида дипептидов (Glu-Leu и Leu-Met), из которых только трипептид Glu-Leu-Met показал активность стимулирования роста *Bifidobacterium bifidum*, ни дипептиды (Glu-Leu, Leu-Met), ни аминокислоты (Glu, Leu, Met), которые являются частью трипептидов, не обладали такой способностью. Последовательность трипептида является важным фактором для активности стимулирования роста кишечной микрофлоры. Авторы заключили, что ферментативные гидролизаты мясных белков и соответствующие стимулирующие рост *Bifidobacterium* пептиды (например, Glu-Leu-Met) могут использоваться как пребиотический материал для разработки функциональных пищевых продуктов, включая функциональные мясо-продукты.

В дополнение к пробиотикам и пребиотикам была предложена концепция синбиотиков, пищевые продукты, содержащие как пробиотические бактерии, рост которых усиливается благодаря пребиотическим веществам. Совместное применение пробиотиков и пребиотиков — это одна из основных тенденций для разработки функциональных пищевых продуктов, которая широко используется для молочной продукции, однако является относительно новой концепцией в мясной промышленности.

Для повышения полноты научных знаний в области изучения и применения пробиотиков и пребиотиков организована Международная научная ассоциация пробиотиков и пребиотиков (ISAPP), которая является некоммерческой организацией, состоящей из международных специалистов, чьим намерением является разработка подходов и продуктов, которые были бы оптимальны для улучшения здоровья (<http://www.isapp.net>).

Мясо является продуктом с полезными для здоровья свойствами, т.к. в результате его потребления возможно достичь благоприятный эффект регулирования процесса ожирения, снижения риска заболевания диабетом, а также обмена веществ в костях. Мясной белок, кроме питательной ценности, обладает биоактивными свойствами, проявляемыми высвободившимися под

действием протеолитических ферментов пептидами. Особенность биоактивных пептидов заключается в том, что в составе белков они находятся в латентном (спящем) состоянии и высвобождаются под воздействием протеолитических ферментов (мышечных, микробиальных, пищеварительных) и различных технологических приемов обработки.

Установлено, что биологически активные пептиды (БАП), выделенные из мясного сырья обладают: антигипертензивной, антиокислительной, иммуномодулирующей, антитромболитической, антимикробной, гипохолестеролимической и пребиотической активностью.

Например, ангиотензины (представленные октапептидами), оказывающие выраженное сосудосуживающее действие, образуются из присутствующего в сыворотке крови неактивного белка ангиотензиногена в результате последовательного действия ряда протеолитических ферментов. БАП, способствующие формированию или коррекции функциональных характеристик тканей, выделены из мясного сырья [20]. Преимущество мясного сырья как источника биоактивных пептидов состоит в том, что послеубойное созревание приводит к высвобождению тканевых ферментов, которые, в свою очередь, атакуют белки мяса с образованием пептидов. Автор сообщал о наблюдаемом увеличении антигипертензивной (АСЕ-ангиотензивный I-конвертирующий фермент) активности говядины, т.е., ингибитора АСЕ, в период послеубойного созревания под действием катепсинов и кальпаинов. Таким образом, ингибитор АСЕ способен подавлять рост кровяного давления, ингибируя каталитическую активность АСЕ.

Обработанные органы и ткани продуктивных животных, которые содержат тканеспецифические белки и пептиды являются функциональными ингредиентами для производства функциональных мясных продуктов с гиполипидемическим и антиатеросклеротическим действием. Изучали влияние аорт и сердечной ткани, полученных от крупного рогатого скота и свиней и введенных в рацион крыс на атеросклеротические расстройства. Результаты исследований на лабораторных животных продемонстрировали положительный эффект, основанный на изменении липидного обмена и снижения воспаления, связанные с атеросклерозом [21].

БАП образуются и в сырокопченых и сыровяленых мясных продуктах под действием мышечных протеаз, активность которых возрастает в процессе естественной ферментации в присутствии молочнокислых бактерий. Содержание БАП в результате ферментации может возрасти до 1%. При этом, по данным ряда исследователей, образующиеся в сырокопченых и сыровяленых мясных продуктах БАП обладают антигипертензивной активностью, при этом ингибиторная активность по отношению к АСЕ у ферментированных мясных продуктах выше, нежели у неферментирован-

ных [22]. Ферментативная тендеризация мясного сырья — это еще один способ обогащения продукта БАП.

Коллагеновые пептиды могут использоваться в качестве источника коллагена, увеличивая количество свободных фибробластов и улучшая эластичность сосудов. Двойное слепое плацебо-контролируемое исследование подтвердило увеличение содержания влаги в коже в результате применения коллагеновых пептидов [2].

Мясные субпродукты могут использоваться в качестве сырья для получения ингредиентов для рынка функциональных продуктов питания, являющегося одним из наиболее успешных направлений в пищевой промышленности [23,24].

Пептиды, полученные из мяса и мясных субпродуктов, обладают широким спектром полезных для здоровья свойств:

- Антикоагулянтные пептиды (казеин коровьего молока после ферментации с помощью *Lactobacillus casei*; из свинины гидролизованной папаином);
- Пептиды для психического здоровья (опиоидные пептиды из гидролизатов крови, из говяжьего гемоглобина посредством гидролиза пепсином; геморфины и геморфин-подобные пептиды из мозга овец; PEP-ингибирующие пептиды из мозга крупного рогатого скота).
- Антиоксидантные пептиды (карнозин и анзерин; обработанных протеазами свинных миофибриллярных белков; из говяжьей грудки путем ферментативного гидролиза с помощью папаина; 27 пептида, естественным образом присутствующих в испанской сухой ветчине; из водного экстракта рогов азиатского буйвола; из свиного гемоглобина при высоких температурах и низких давлениях в потоке азота).
- Антимикробные пептиды (из говяжьего гемоглобина путем гидролиза пепсином; гидролизат гемоглобина, полученном с помощью свиного пепсина; из центральной части говяжьего α -гемоглобина; из белков говяжьей саркоплазмы).

Интересное направление в создании ФПП предложили Л.Г. Энгсиг и его коллеги (2013). Они представили полезные мясные продукты (тонкоизмельченные) в виде мясных спредов и снеков, состоящих из 40% свинины, калифорнийского ореха, моркови и гороха. Разработанные продукты могут использоваться и как соус или как спред для сэндвичей. Продукты имеют низкое содержание жира 0,7–3,8%, низкий уровень соли (1,1%) и белка между 11,3–14,8% [25].

Функциональными продуктами являются продукты как полезные от природы (натуральные функциональные пищевые продукты), так и усовершенствованные (модифицированные) человеком.

Заключение

Функциональные продукты — новое поколение пищевых продуктов, широкий ассортимент которых позволит потребителю оптимизировать раци-

он питания за счет сбалансированных нутриентов и предоставит реальные возможности снизить риски нутриентной недостаточности организма, улучшить физическое здоровье и отодвинуть наступление хронических неинфекционных заболеваний и старение организма. Для дальнейшего развития отечественной индустрии функционального питания необходимо интенсифицировать исследования, направленные

на изучение механизмов и получение новых знаний о способах придания пищевым продуктам функциональных и специальных свойств, а также условиях сохранения этих свойств в течение срока годности и изучение терапевтического эффекта биологически активных добавок (витаминов, минеральных и др. веществ), а также других нутриентов и их совместимости.

Introduction

The composition of modern foods has undergone great changes over the last years and includes large amounts of food additives, which on one hand improve taste, technological, functional properties of the final product, and on the other hand increase the risks of developing different diseases upon the long-term intake by humans.

There is the high level of falsified products, in which high-cost raw materials are replaced by cheaper analogues with additional incorporation of food additives. This is especially relevant to the most demanded segment in the sales market — foods produced by GOST.

Each food additive undergoes a compulsory testing for safety. However, there is often a lack of complex investigations of compounds, which are formed in a product as a result of technological processing of raw materials and a complex of incorporated food additives, as well as their effect on the physiological functions of the body.

According to different data, the average person eats 2 to 9 kg of food additives annually. The majority of them are artificial. Some are banned in Russia. Many of food additives allowed in our country have been the subject of heated debate among health care professionals and dietitians in terms of the risk of their consumption (the data from the report of the doctor of medical sciences V.N. Sergeev/FGBU «National Medical Research Center for Rehabilitation and Health Resort Study of the Ministry of Health of the Russian Federation» at the 1st scientific practical conference «Functional foods: scientific principles of development, production and consumption»).

Another reason for nutrient deficiency is consumption of large amounts of medicines (chronic diseases, including gastrointestinal tract, periods of the ARVI and flu, and so on) by all categories of the citizens, which in many cases lead to a deficiency of several nutrients that are consumed with foods and to emergence of chronic non-communicable pathologies and premature ageing.

The situation has been formed, which requires a search for new directions and creation of modern technologies of healthy foods that allow preservation of nutrients of the initial raw materials, the use of the minimally necessary range of food additives and the return of the consumer trust including in the meat sector of the domestic market.

Functional nutrition can be a way out of the existing situation. Nowadays, the food industry pays much atten-

tion to this direction. Functional foods (FF) are intended for general consumption by all categories of citizens; however, they are different from ordinary products in terms of their additional health benefits, which are guaranteed by the strict requirements of the state, their facilitation of the disease prophylaxis, health strengthening and an increase in the life longevity.

In Japan, these products are called FOSHU (Foods for specific health use). Dairy, sour-milk and cereal functional foods have long been studied, acknowledged and are popular among consumers. The market of meat functional foods is little-known to the domestic consumers, who are not informationally prepared, and meat and meat products are not associated with functional products due to the recent media frenzy.

The aim of the research is an analysis of the functional meat-based food market and systematization of the world trends in the development of scientific research in the field of designing meat functional foods.

Main part

According to the international analysis of the trends in the market of functional food consumption carried out by Georg Morris Centre, production of their certain types increases by 5–40 % annually (the data of the doctor of medical sciences V.N. Sergeev/FGBU National Medical Research Center for Rehabilitation and Health Resort Study of the Ministry of Health of the Russian Federation»).

The growth rates of the world industry of healthy nutrition are not lower than the rates of the food industry development. Japan accounts for 39.2 % of the world share of the functional food market, USA for 31.1 %, five European countries (Spain, Italy, Germany, France and Great Britain) for up to 28.1 %. The world market of functional foods is dominated by bakery and dairy products making up 72.9 % [1]. However, it is not quite correct to compare the volumes of functional foods produced in different world countries because of the different criteria, according to which a product is classified as functional. For example, in Japan, in contrast to other world countries, food products in a form of capsules and tablets, as well as some in other forms are assigned to functional foods.

In Japan, which is a trend setter of functional foods, more than 45 % of the total amount of functional foods (Food for Specific Health Use, FOSHU) are placed into the category of supporting normal functioning of the gastro-

intestinal tract. Oligosaccharides, lactic acid bacteria and bifidobacteria as well as dietary fibers are the main active ingredients in this category. The gastrointestinal category is followed by the products (21%) that positively affect people with the high level of cholesterol/triglycerides in the blood serum. It consists of products, which composition includes soy proteins, peptides, dietary fibers, diacylglycerol and plant sterol/stanol [2].

Some products that are historically used in the national cuisines are functional. In Japan, they are products from soybeans: miso, soy sauce and natto. Natto from fermented soybeans contains vitamin K₂ (menaquinone-7), which facilitates the transport of calcium to the bones, and soy protein is an active ingredient, which is able to control the cholesterol level in the blood serum. Katsuobushi, or dried skipjack tuna, is a traditional Japanese dish, which composition includes peptides that are able to reduce blood pressure. This fact was confirmed by the research, and it was allowed to use a claim «positively affects humans with relatively high blood pressure» for this product. All above-mentioned products are approved FOSHU products.

The Japanese government financed the studies on the physiological effect of different foods and their components regarding the so-called 'tertiary' properties of foods, which are directly involved in regulation of the activity of the human physiological systems, such as immune, endocrine, nervous, circulatory, and digestive systems ('primary' and 'secondary' properties are related to nutritional and sensory values). The results of the studies allowed finding criteria, according to which foods are assigned to functional [2].

According to the data of Euromonitor International (2013), in the USA, functional foods are classified by the following categories depending on their functional properties (in descending order of sales in 2012):

- overall health;
- weight management;
- health of digestive system;
- increase in the energy level;
- stamina;
- health of oral cavity;

- health of bones and blood vessels;
- food intolerance.

Among the European countries, Germany has the largest volume of the functional food market. According to the data of the Union of German meat industry (Frankfurt am Main), 500 meat processing enterprises in Germany produce exclusively bio-products, due to which many enterprises extend their traditional assortment of sausages and meat products.

In production of bio-products, the use of the synthetic colorants, taste enhancers, preserving agents, artificial and nature-identical flavoring substances, and stabilizing agents is excluded. According to the population survey concerning consumer trust, bio-meat and bio-products occupy the first place.

For example, the German company Börner-Eisenacher from Göttingen concentrated its efforts on the new assortment under the brand «Biofrisch» as well as on the extended range of wellness products (products beneficial for health), which retain the traditional ways of production, but are oriented on the modern consumer. The fat content in a product was reduced due to low-fat raw materials (ham) on one hand, and the fat replacer, inulin, on the other hand. These are salami with 17% of fat, pates from ham and poultry meat (5% of fat), sausage for frying with reduced fat and products for grill (9% of fat in each), as well as spreadable sausage products including finely dispersed liver sausage, liver sausages with apples and onions, coarse liver sausage with broad-leaved garlic, spreadable sausages «Teewurst» and «Mettwurst» (14% of fat) [3].

In Russia, the volume of the healthy nutrition products accounted for 874,095 mln. rubles in 2016; in 2017, this indicator was equal to 878,690 rubles. According to the forecasts, the domestic food industry will produce healthy nutrition products amounting to 912,477 mln. rubles in 2021 (Discovery Research Group, 2017 <http://www.sitebs.ru/blogs/34288.html>).

The Russian consumers are ready to buy products with additional health benefits (Figure 1) and pay higher price. This is confirmed by the results of the population surveys within the framework of the analysis of the functional food market [4].

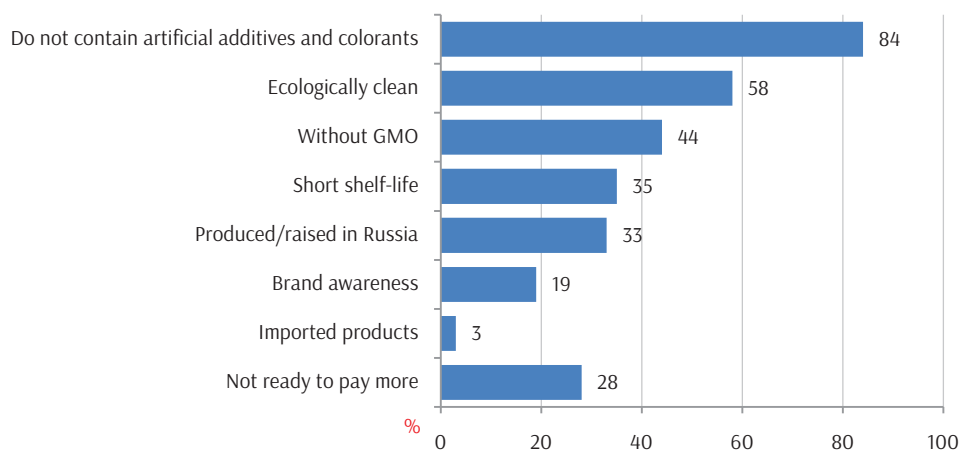


Fig. 1. Product characteristics, for which consumers are ready to pay more, percent of the respondent number

Among the criteria for choosing food products, 81% of the respondents indicated the product composition, 69% product price, 33% country of production and 22% product brand [4].

At present, product quality and its composition are the main criteria for a choice by a domestic consumer, who reads a label and is ready to buy more ecologically clean products with higher price. With that, consumers become more attentive to what they consume and this attitude changes depending on the level of education, social position, well-being, age and family status.

Analysis and assessment of the factors for changes in nutrition in the world showed that there is no direct relationship between meat consumption and a consumer income as was believed earlier [5].

Unfortunately, production of domestic functional foods have not entered the Federal scale: they are produced, mainly, in individual enterprises, which work with research centers — developers of functional foods.

The functional food market in Russia has not reached 5% of the total volume of food production. The dynamics of the production volumes of these products in Russia increases at low rates.

In the Russian market, functional foods are presented largely by four groups: cereal-based products (porridges, flakes), including bakery and confectionary products; non-alcoholic beverages; dairy products; products of the oil and fat industry. Products of the other sub-sectors of the food industry are presented in the insignificant amount. Functional food production increased from 2007 to 2013 by 160% [1].

Meat-based functional foods are presented in the food market in smaller amounts because of the complexity of production (long-term high temperature processing) and the methods of preservation of biologically active components in the final products.

Meat raw materials are a source of full-value protein and can be classified as a natural functional food product. Meat has the balanced amino acid composition, all essential amino acids including tryptophan, lysine and methionine, high levels of minerals (iron, phosphorus, zinc, copper, chromium, selenium, fluorine, potassium, sulfur), including essential, and B group vitamins, as well as the high nutritional and biological value. With that, availability of certain nutrients of animal origin is higher than that of plant origin.

Beef is a natural source of conjugated linoleic acid, which showed itself to be an antioxidant, anti-carcinogen and stimulator of the immune system.

Carnosine and anserine contained in meat are antioxidative histidyl dipeptides, which can bind transition metals and prevent diseases and ageing processes caused by the oxidative stress. L-carnitine takes part in energy processes, reduces the cholesterol level and facilitates calcium intake, which is necessary for bone strengthening [6].

Meat is a low allergic product and the allergic activity decreases in the final products upon meat raw material processing (freezing, drying, cooking, frying).

All these characteristics make lean meat types a basis for functional nutrition, which positively affects the health of different categories of citizens, including those with chronic diseases.

Analysis of foreign literature shows that recently the scientific developments in the field of designing meat-based functional foods have been carried out by the following directions:

- Organic meat raw materials that do not cause allergy;
- Reduction of meat product calorificity, due to partial fat replacement in a recipe (inulin; plant fibers; emulsified pork collagen and wheat fibers; chickpea protein isolate or starch; vegetables: boiled potato, Spanish salsify, celery and Jerusalem artichoke; leguminous; dietary fiber, products from seaweed; oil emulsion and powder of hazel; powder and extract of green tea; orange fiber; citrus pectin);
- Modification of the fatty acid composition of meat raw materials and meat products (a reduction in the proportion of saturated fatty acids and an increase in the proportion of the monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids, natural trans-isomers, optimization of the ratio of ω -6 and ω -3 fatty acids) due to partial replacement of animal fat with vegetable oils (safflower, rapeseed, linseed, soybean, sunflower and corn oils) as well as marine lipids (extracts of fish lipids, fish oil); artificial fat tissue (blood plasma with polysaccharide additives);
- Enrichment of meat raw materials and meat products with fat soluble vitamins and minerals (iodine, selenium, Cu, Mg, Mn, K and others);
- Availability of biologically active substances in the meat composition (by-product hydrolysates, biologically active peptides, carnosine, anserine, L-carnitine, glutathione, creatine or taurine);
- Combined use of functional food ingredients in functional foods (pork collagen + wheat fibers; potato + carageenan; inulin + wheat fibers+ broccoli or vegetable oil + broccoli sprouts; corn oil + seaweed fibers; linseed flour + kiwi flour; lyophilized parsley, parsnip, celery);
- Functional foods with the antioxidant activity (lycopene, extracts of medicinal herbs, tea, citrus peel, sesame seeds, olives, grapefruit);
- Enrichment of products with probiotics (lactic acid bacteria *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*; *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*), prebiotics (xylooligosaccharides, oligosaccharides and dietary fiber, peptides), symbiotics;
- fermented meat products with long shelf-life (up to 6 months);
- «clean label» products, reduction in the level of carcinogens in meat products (replacement of sodium nitrite

with vegetables having reducing substances/extract of *Puerariae radix*; replacement of phosphates with rice starch and/or fructo-oligosaccharides).

In the process of functional food development, several problems arise that require finding new scientific approaches for their solution.

One of the trends in the development of healthy nutrition products is a decrease in the calorie content (fat content) of the final product due to addition of vegetables, cereals and leguminous crops, citrus fiber and so on. Partial replacement of fat leads to deterioration of palatability and loss of product tender consistency, and cause a necessity of the wide use of food additives (flavor enhancers and so on). The V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences carried out analysis of ingredients that can replace the fat constituent without significant changes in the organoleptic characteristics of meat products and chose inulin as the most optimal additive. The use of inulin in the preliminarily hydrated form to replace the fat constituent in an amount of up to 50 % of the fat constituent content in the recipe will allow fat reduction by 40 % and calorificity by 30 % without deterioration of the functional and technological properties of meat and organoleptic characteristics of the final products (the data of the V.M. Gorbатов Research Center for Food Systems).

The German scientists suggest that the optimal partial fat replacement for health benefits is a combination of soluble (inulin) and insoluble (wheat brans) dietary fibers. In the sausage made from edible by-products, 20 % of fat was replaced with water soluble inulin. Wheat fibers are added in small quantities (about 1 %) because of their negative effect on sensory indicators [7].

Deterioration of the organoleptic characteristics also occurs in the final meat products upon their enrichment with biologically active lipophilic ingredients (PUFA of ω -3 and ω -6 families). In addition, lipophilic ingredients are characterized with low solubility in water, susceptibility to chemical disintegration and instability in the conditions of the production and storage. This problem was solved by encapsulation of biologically active ω -3 fatty acids in oil-in-water type emulsions. To level the off-flavor (from fish oil), spices and antioxidants were mixed [8]. The results of the investigation showed that encapsulation of ω -3 fatty acids in the oil-in-water type emulsions ensured physical and oxidative stability; however, their addition into the complex meat matrix can have an unpredictable effect and lead to destabilization of the final product structure.

The use of the water-in-oil-in-water emulsion, which is the water-in-oil emulsion dispersed as drops in the water phase, allows masking off-taste and control the release and protection of ingredients, as well as reducing the fat content since part of the lipid material is replaced by water particles dispersed inside it [9]. As an oil phase, vegetable oils (olive, rapeseed, soybean, corn and others) are used for production of food emulsions. The stability of double

emulsions is influenced by storage duration (minimal settling was found in double emulsions stored for 10 days at 4 °C). The experimental double emulsions showed stability to traditional thermal treatment of sausages.

Tests on animals were successfully passed by the capsules with phospholipids *Undaria pinnatifida* /brown seaweed/, which, in turn, contained fucoxanthin — a pigment with the established anti-obesity effect [10]. However, the clear relationship between consumption of monounsaturated or polyunsaturated fatty acids and weight loss was not established in the review on the study of the effect of dietary fat and obesity in 1993–2009 [11].

At present, the adherence of the Russian consumers to natural products and «clear label» products is observed.

The negative attitude to meat products has been also formed due to the use of nitrites in their production, which in the process of thermal processing are transformed to N-nitrosamines, as well as secondary and tertiary amines with carcinogenic, teratogenic and mutagenic properties. Therefore, one of the directions in the functional nutrition is the development of nitrite replacers that are mainly intended for preservation of the characteristic meat product color. Both natural and synthetic nitrite replacers are known; however, until recently, none of these alternatives was widely used in meat processing. Another approach consists in the microbial transformation of metmyoglobin ($MbFe^3$) into nitrosylmyoglobin ($MbFe^2NO$). *S. xylo-sus* strain can be used as a starter culture for formation of the characteristic sausage color in the model meat systems with MRS broth and raw minced pork without addition of nitrite or nitrate [12].

The preparation based on *Paracoccus spp.* strain with the ability to reduce the residual nitrite content in the final product was developed. With that, the rate of denitrification is higher when the concentration of sodium nitrite in the environment is higher. The use of the preparation allows precise calculation of the duration of its action [13].

A decrease in the sodium content (table salt) in meat products is a topical task, as the relationship between the excessive sodium content and the development of cardiovascular diseases, hypertension and strokes was proved. A reduction of sodium chloride in meat products is a technically difficult task, as it requires preservation of the desired functional and technological properties: salty taste, an increase in the muscle protein solubility and in moisture binding capacity, a reduction of the microbial growth. Different approaches to lowering sodium in foods were studied, but the most successful is the use of table salt replacers. Potassium chloride, calcium chloride, calcium lactate and magnesium chloride in different combinations and dosages are regarded as sodium chloride replacers in the meat industry [14].

Phosphates are widely used in the food industry. However, recently, the specialists of the food industry have set a task to replace phosphates partially or fully because of their ability to negatively affect human health influencing

calcium, iron and magnesium balance, increasing the risk of bone diseases and leading to ingravescence of diseases (for example, in consumers with chronic kidney diseases). Partial or full replacement of phosphates with rice starch and fructooligosaccharides leads to a reduction in the final product yield ensuring at the same time production of a healthier product [15].

Functional food ingredients that are incorporated into the product composition have to be thoroughly studied, and all possible side effects of their use have to be revealed. German scientists [16] carried out investigations, in which cooked sausage having functional properties was produced with resveratrol (3,5,4'-trihydroxy-trans-stilbene) as a functional additive. Resveratrol is a phytoestrogen from the group of polyphenols; it is contained in the red varieties of grapes, raspberry and peanuts, and has the antioxidant, anti-carcinogenic and anti-inflammatory properties. The results of the investigations carried out previously on animals, show a possible effect on increasing life expectancy. The data obtained by the German scientists show that an insignificant addition of resveratrol negatively affects the product color, the changes in taste occur: a taste of an old product appears. During the research of the US state institutions, the publications were issued that contained the warnings regarding the use of resveratrol and recommendations to stop using it as an additive in production of functional foods due to the possible stimulating action on several types of malignant tumors. Therefore, it is recommended not to use resveratrol, a substance with the potential physiological impact because of the possible risks for human health.

In Germany, to confirm the health effects of meat products with the functional properties, first of all, it is necessary to analyze and test an effect of a recipe, technological process and storage on functional components and preservation of their properties in the final product, as well as on undesirable substances (for example, products of fat oxidation) to assure that the content of the biologically active substances in the final product corresponds to the necessary nutritional and physiological indicators. After that, functional meat products with the precisely established content of desirable functional ingredients can be used in experiments on their use in human nutrition.

A number of pathologies that are conditioned by the disturbance of the gut microecology are increasing. In this connection, scientists pay much attention to the development of functional foods with the use of probiotics. The benefit of the consumption of probiotics has to be demonstrated only by the results of the properly organized, randomized, double blind, placebo controlled human studies, which results are published in international peer-reviewed scientific journals. The first thing that is required in each process of probiotic food development is precise identification and characterization of the used probiotic strain at the level of genus, species and strain with the use of the methodology accepted on the international scale. Then,

the stage of the investigations of the physiological characteristics and technological requirements follows, as well as revelation of the underlying mechanisms of action and illustration of the positive effects on humans [17]. Criteria for selection of probiotics are the following:

- Survival of bacteria during the transit through the upper gastrointestinal tract;
- Interaction with the resident microflora (ability to temporarily adhere to the intestinal epithelium and colonize the colon, an absence of the significant effect on the dominant microflora; an effect on the quantity and diversity of the endogenous species of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*);
- Beneficial effect on consumers (prevention of the risks of diseases);
- Resistance to technological processing and storage;
- High safety characteristics (absence of risk group II LAB species, absence of D-lactic acid).

Probiotics can affect human health on three levels depending on the strain: by interaction with other existing microorganisms (competition for nutrients, production of microbial inhibitors, competitive exclusion); by strengthening mucosal barriers and/or by affecting the immune system of the host.

Probiotics are usually applied in production of fermented meat products, as the latter undergone mild thermal processing. When selecting probiotic strains, it is necessary to take into consideration the negative impact of the meat environment, which contains curing ingredients, has low pH and water activity; in addition, organoleptic characteristics of the final product should not be deteriorated [17]. These bacteria can be obtained by screening of natural sausage isolates or available commercial starter cultures. Analysis of the northern European sausages, demonstrated that the (potential) probiotic strains *L. rhamnosis* GG, *L. rhamnosis* LC-705, *L. rhamnosis* E-97800 and *L. plantarum* E-98098 had the above-mentioned properties. When using the intestinal isolates *L. paracasei* L26 and *Bifidobacterium lactis* B94 in combination with the traditional starter culture, the negative effects on product sensory properties were not observed. The use of *L. reuteri* ATCC encapsulated in alginate did not lead to deterioration of the sensory characteristics [17].

Specialists of the scientific society «Microbiota» carried out a study on assessment of survival of probiotic microorganisms in the composition of 23 domestic and foreign preparations, and found the evidence of the fact that survival of these microorganisms in the gastrointestinal tract was less than 0.0001% of the initial number upon peroral administration [18]. As authors noted, the obtained results are a basis for correction of the views on the existing principle of the replacement effect of the probiotic therapy based on living microorganisms.

Prebiotics do not have disadvantages that are intrinsic for probiotics, as they are not viable cells and reach large intestine without changes; they are effective means of pro-

phylaxis and correction of the dysbiotic disturbance due to stimulation and metabolic activity of the normal gut microflora. Prebiotics are used to improve technological properties: as fillers that do not contain calories, enhancers of the emulsion stability, for texture modification and so on, as well as physiological properties: a decrease in the risk of diabetes, the beneficial effect on the regulation of blood lipids, prevention of cardiovascular diseases, colon cancer, regulation of colonic transit. It is well known that oligosaccharides and dietary fiber (inulin, grains: oat, rice, wheat and others; legumes: pea, soybeans and others; fruit: apples, lemon, orange; root vegetables: carrots, beets and others; seaweeds) are applied as representatives of the prebiotic substances, which are used to increase the growth of probiotic bacteria.

The Japanese scientists [19] obtained new prebiotic substances from meat protein. From fresh raw trimmings (ham), actomyosin was prepared, which was fermented with five types of proteases (papain, ficin, trypsin, proteinase K, pronase E). After fractionation of the digested actomyosin (the papain hydrolysate), a fraction was isolated with the activity of growth stimulation of *Bifidobacterium*. Then, tripeptide with the sequence Glu-Leu-Met and two types of dipeptides (Glu-Leu and Leu-Met) were synthesized, of which only tripeptide Glu-Leu-Met showed an activity of growth stimulation of *Bifidobacterium bifidum*; neither dipeptides (Glu-Leu, Leu-Met), nor amino acids (Glu, Leu, Met), which are the parts of tripeptides, did not have this ability. The tripeptide sequence is an important factor for the activity of the growth stimulation of the gut microflora. The authors concluded that fermentative hydrolysates of meat proteins and the corresponding peptides stimulating the growth of *Bifidobacterium* (Glu-Leu-Met) can be used as prebiotic material for the development of functional foods, including functional meat products.

In addition to probiotics and prebiotics, the concept of synbiotics was proposed. Synbiotics are food ingredients that contain probiotic bacteria, which growth is enhanced due to the prebiotic substances. The combined use of probiotics and prebiotics is one of the main trends in the development of functional foods, which is widely used for dairy products but is a relatively new concept in the meat industry.

To increase the scope of scientific knowledge in the field of the study and use of probiotics and prebiotics, the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) was organized, which is a non-commercial organization consisting of the international specialists, whose intention is to develop approaches and products that would be optimal for health improvement (<http://www.isapp.net>).

Meat is a product with healthy properties since its consumption allows achieving the beneficial effect in terms of the regulation of the obesity process, bone metabolism and a decrease in the risk of developing diabetes. Meat protein, in addition to its nutritional value, has the bioactive prop-

erties that are manifested by peptides released under the effect of proteolytic enzymes. The characteristic feature of bioactive peptides is that they are in the latent («sleeping») state and are released under the effect of proteolytic enzymes (muscular, microbial, digestive) and different technological means of processing.

It was established that biologically active peptides (BAPs) extracted from meat raw materials have the antihypertensive, antioxidative, immunomodulatory, antithrombotic, antimicrobial, hypocholesterolemic and prebiotic activities.

For example, angiotensins (presented by octapeptides) with the pronounced vasoconstrictive action are formed from inactive protein angiotensinogen, which exists in the blood serum, by the consecutive action of several proteolytic enzymes. BAPs that facilitate formation or correction of tissue functional characteristics are isolated from meat raw materials [20]. The advantage of meat raw materials as a source of bioactive peptides consists in the fact that post mortem ageing leads to the release of tissue enzymes, which, in turn, attack meat proteins with formation of peptides. The author reported about the observed increase in the antihypertensive (ACE- angiotensin I — converting enzyme) activity of beef, that is, ACE inhibitor, during post mortem ageing under the impact of cathepsins and calpains. Therefore, the ACE inhibitor can suppress an increase in blood pressure inhibiting the catalytic activity of ACE.

Treated organs and tissues of productive animals, which contain tissue-specific proteins and peptides are functional ingredients for production of functional meat products with the hypolipidemic and anti-atherosclerotic activities. The bovine and porcine aortic and cardiac tissues introduced into the diet of rats were studied in terms of their effect on the atherosclerotic disorders. The results of the investigations on the laboratory animals demonstrated the positive effect based on changes in the lipid metabolism and a decrease in inflammation associated with atherosclerosis [21].

BAPs are formed both in uncooked smoked and uncooked air-dried meat products under the effect of muscular proteases, which activity increases in the process of natural fermentation in the presence of lactic acid bacteria. The BAP content as a result of fermentation can increase up to 1%. According to several researchers, the BAPs formed in uncooked smoked and uncooked air-dried meat products have the antihypertensive activity; with that, the inhibitory activity regarding ACE is higher in fermented meat products compared to non-fermented [22]. The fermentative tenderization of meat raw materials is another method for product enrichment with BAPs.

The collagen peptides can be used as a collagen source increasing the quantity of free fibroblasts and improving elasticity of the blood vessels. The double-blind placebo-controlled study confirmed an increase in the moisture content in skin as a result of the use of the collagen peptides [2].

Meat by-products can be used as raw materials for producing ingredients for the functional food market, which is one of the most successful directions in the food industry [23,24].

Peptides obtained from meat and meat by-products have a wide spectrum of healthy properties:

- Anticoagulant peptides (of cow casein by fermentation with *Lactobacillus casei*; pork hydrolyzed with papain);
- Peptides for mental health (opioid peptides from blood hydrolysates, beef hemoglobin by hydrolysis with pepsin, hemorphin and hemorphin-like peptides from sheep brain; PEP-inhibiting peptides from cattle brain).
- Antioxidative peptides (carnosine and anserine, treated with proteases of pork myofibrillar proteins; from beef brisket by fermentative hydrolysis with papain; 27 peptides that naturally occur in the Spanish dry ham; from aqueous extract of horns of Asian buffalo; from pork hemoglobin at high temperatures and low pressure in the nitrogen flow).
- Antimicrobial peptides (from beef hemoglobin by hydrolysis with pepsin; hemoglobin hydrolysate obtained with pork pepsin; from the central part of beef α -hemoglobin; from proteins of beef sarcoplasm).

An interesting direction in the development of functional foods was proposed by L.G. Engsig et al. (2013). They presented healthy meat products (finely comminuted) in

the form of spreads and snacks, which consisted of 40% pork, California black nut, carrot and pea. The developed products can be used both as a sauce and spread for sandwiches. The products have low fat content (0.7–3.8%), low salt (1.1%) and protein (11.3–14.8%) level [25].

The functional foods are foods both healthy from the nature (natural functional foods) and improved (modified) by humans.

Conclusion

Functional foods are a new generation of foods, which wide assortment will allow consumers to optimize their diet due to balanced nutrients and provide real opportunities to reduce the risks of the nutrient deficiency of the organism, improve physical health and delay the onset of chronic non-communicable diseases and organism ageing. For the further development of the domestic industry of functional nutrition, it is necessary to intensify research aimed at the study of the mechanisms and acquisition of new knowledge about the means of imparting functional and special properties to foods, the conditions for preservation of these properties during the shelf-life and the study of the therapeutic effect of biologically active additives (vitamins, minerals and other substances), as well as other nutrients and their compatibility.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лыгина, Н.И., Рудакова, О.В., Соболева, Ю.П. (2014). Экономические факторы развития рынка функциональных пищевых продуктов. *Социально-экономические явления и процессы*, 9(11), 115–121.
2. Ohama, H., Ikeda, H., Moriyama, H. (2006). Health foods and foods with health claims in Japan. *Toxicology*, 221(1), 95–111.
3. Mit neuen Angeboten am Markt. Bärner-Eisenacher setzt auf Wellness- und Bio-Fleischprodukte (2006). *Fleischwirtschaft*, 86(11), 72–73.
4. Обзор российского рынка ингредиентов для здорового питания. [Электронный ресурс: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1888>. Дата обращения 01.03.2018]
5. Mathijs, E. (2015). Exploring future patterns of meat consumption. *Meat Science*, 109, 112–116.
6. Münch, S. (2006). Strategien zur Entwicklung neuer funktioneller Fleischezeugnisse. *Meat Science*, 74, 219–229.
7. Münch, S., Müller, W.-D., Nitsch, P., Kröcker, L., Troeger, K. (2007). Funktionelle Fleischezeugnisse. *Forschungsreport*, 1, 24–26.
8. Salminen, H., Herrmann, K., Weiss, J. (2010). Oil-in-water emulsions as a delivery system for ω -3 fatty acids in pork sausages. *Proceedings of the 56th International Congress of Meat Science and Technology Jeju, Korea, D019*.
9. Bou, R., Cofrades, S., Jiménez-Colmenero F. (2013). Properties of w1/o/w2 emulsions as potential fat replacers in meat products. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey, S11B-7*.
10. Trigueros, L., Peña, S., Ugidos, A.V., Sayas-Barberá, E., Pérez-Álvarez, J.A., Sendra, E. (2013). Food Ingredients as Anti-Obesity Agents: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(9), 929–942.
11. Melanson, E.L., Astrup, A., Donahoo, W.T. (2009). The relationship between dietary fat and fatty acid intake and body weight, diabetes, and the metabolic syndrome. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55(103), 229–243.
12. Kong, B., Li, P., Zheng, D., Chen, Q. (2012). Nitrosylmyoglobin formation in raw pork batters without nitrite addition: role of *Staphylococcus xylosum* fermentation. *Proceedings of the 58th International Congress of Meat Science and Technology, Canada, L-1*.
13. Костенко, Ю.Г., Минаев, М.Ю., Солодовникова, Г.И., Самойленко, В.А., Сафроненко, Л.В., Марченко, Н.М., Куделич, А.В. (2004). Использование денитрифицирующих микроорганизмов при производстве сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов. *Мясная индустрия*, 9, 33–35.
14. Туниева, Е.К. (2016). Изучение возможности использования солей калия, кальция и магния взамен хлорида натрия для мясной продукции. *Все о мясе*, 2, 34–36.
15. Resconi, V.C., Keenan, D.F., Gough, S., Doran, L., Allen, P., Kerry, J.P., Hamil R.M. (2013). Starch and fibre in whole-muscle cooked ham: yield, microstructure and sensory discrimination. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey, O37*.
16. Nitsch P. (2006). Funktionelle Fleischezeugnisse-Brüh- und Kochwürste *Strategien zur Entwicklung neuer funktioneller Fleischezeugnisse. Kulmbach* 173, 181–184.
17. Luc De Vuyst, Gwen Falony, Frédéric Leroy. (2008). Probiotics in fermented sausages. *Meat Science*, 80(1), 75–78.
18. Чичерин И.Ю., Погорельский И.П., Лундовских И.А., Дамов И.В., Шабалина М.Р., Подволоцкий А.С. (2016). Сравнительная экспериментальная оценка эффективности современных пробиотиков, пребиотиков, симбиотиков и метабиотиков при коррекции нарушений микробиоценоза кишечника у животных с антибиотико-ассоциированным дисбиозом. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*, 7(131), 106–120.
19. Arihara, K., Aoyagi, H., Ohata, M. (2013). Bifidobacterium growth-promoting peptide isolated from papain-digested meat proteins. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey, O38*.
20. Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74(1), 219–229.
21. Chernukha, I.M., Fedulova, L.V., Kotenkova, E.A., Takeda, S., Sakata R. (2018). Hypolipidemic and anti-inflammatory effects of aorta and heart tissues of cattle and pigs in the atherosclerosis rat model. *Animal Science Journal*, 1, 1–10.
22. Timón, M.L., Andrés, A.I., Galea, E.J., Parra, V., Petró, M.J. (2011). Study of low molecular weight peptides (3<kDa) by RP-HPLC in Iberian chorizo, their antioxidative power and effect in oxidative stability of the products. *Proceedings of the 57th International Congress of Meat Science and Technology, Ghent, Belgium, P177*.

23. Lafarga, T., Hayes, M. (2014). Bioactive peptides from meat muscle and by-products: Generation, functionality and application as functional ingredients. *Meat Science*, 98(2), 227–239.

24. Meinert, M., Tøstesen, M., Bejerholm, C., Jensen, K., Støier S. (2013). Meat products containing hydrolysed by-products – a

health perspective. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey*, S11B-4.

25. Engsig, L.G., Bejerholm, C., Nersting L. (2013). New healthy meat products containing vegetables. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey*, 024.

REFERENCES

1. Lygina, N. I., Rudakova, O. V., Soboleva, Yu. P. (2014). Economic factors of development of the market of functional foodstuff. *Social and Economic Phenomena and Processes*, 9(11), 115–120. (In Russian)

2. Ohama, H., Ikeda, H., Moriyama, H. (2006). Health foods and foods with health claims in Japan. *Toxicology*, 221(1), 95–111.

3. Mit neuen Angeboten am Markt. Börner-Eisenacher setzt auf Wellness- und Bio-Fleischprodukte (2006). *Fleischwirtschaft*, 86(11), 72–73.

4. An overview of the Russian market of ingredients for healthy nutrition. [Electronic resource: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1888>. Access date 01.03.2018]. (In Russian)

5. Mathijs, E. (2015). Exploring future patterns of meat consumption. *Meat Science*, 109, 112–116.

6. Münch, S. (2006). Strategien zur Entwicklung neuer funktioneller Fleischezeugnisse. *Meat Science*, 74, 219–229.

7. Münch, S., Müller, W-D., Nitsch, P., Kröcker, L., Troeger, K. (2007). Funktionelle Fleischezeugnisse. *Forschungsreport*, 1, 24–26.

8. Salminen, H., Herrmann, K., Weiss, J. (2010). Oil-in-water emulsions as a delivery system for ω -3 fatty acids in pork sausages. *Proceedings of the 56th International Congress of Meat Science and Technology Jeju, Korea*, D019.

9. Bou, R., Cofrades, S., Jiménez-Colmenero F. (2013). Properties of w1/o/w2 emulsions as potential fat replacers in meat products. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey*, S11B-7.

10. Trigueros, L., Peña, S., Ugidos, A.V., Sayas-Barberá, E., Pérez-Álvarez, J.A., Sendra, E. (2013). Food Ingredients as Anti-Obesity Agents: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(9), 929–942.

11. Melanson, E.L., Astrup, A., Donahoo, W.T. (2009). The relationship between dietary fat and fatty acid intake and body weight, diabetes, and the metabolic syndrome. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55(103), 229–243.

12. Kong, B., Li, P., Zheng, D., Chen, Q. (2012). Nitrosylmyoglobin formation in raw pork batters without nitrite addition: role of *Staphylococcus xylosum* fermentation. *Proceedings of the 58th International Congress of Meat Science and Technology, Canada*, L-1.

13. Kostenko, Yu.G., Minaev, M.Yu., Solodovnikova, G.I., Samoilenko, V.A., Safronenko, L.V., Marchenko, N.M., Kudelich, A.V. (2004). The use of denitrifying microorganisms in production of uncooked smoked and uncooked air-dried meat products. *Meat Industry*, 9, 33–35. (In Russian)

14. Tunieva, E.K. (2016). Study on the possibility to use salts of potassium, calcium and magnesium instead of sodium chloride for meat products. *Vsyo o myase*, 2, 34–36. (In Russian)

15. Resconi, V.C., Keenan, D.F., Gough, S., Doran, L., Allen, P., Kerry, J.P., Hamil R.M. (2013). Starch and fibre in whole-muscle cooked ham: yield, microstructure and sensory discrimination. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey*, 037.

16. Nitsch P. (2006). Funktionelle Fleischezeugnisse-Brüh- und Kochwürste *Strategien zur Entwicklung neuer funktioneller Fleischezeugnisse. Kulmbach* 173, 181–184.

17. Luc De Vuyst, Gwen Falony, Frédéric Leroy. (2008). Probiotics in fermented sausages. *Meat Science*, 80(1), 75–78.

18. Chicherin, I.Yu., Pogorelsky, I.P., Lundovskikh, I.A., Darmov, I.V., Shabalina, M.R., Podvolotsky, A.N. (2016). Comparative experimental evaluation of the effectiveness of modern probiotics, prebiotics, synbiotics and metabiotics for correction of intestinal microbiocenosis in animals with antibiotic-associated dysbiosis. *Experimental and Clinical Gastroenterology*, 7(131), 106–120. (In Russian)

19. Arihara, K., Aoyagi, H., Ohata, M. (2013). Bifidobacterium growth-promoting peptide isolated from papain-digested meat proteins. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey*, 038.

20. Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74(1), 219–229.

21. Chernukha, I.M., Fedulova, L.V., Kotenkova, E.A., Takeda, S., Sakata R. (2018). Hypolipidemic and anti-inflammatory effects of aorta and heart tissues of cattle and pigs in the atherosclerosis rat model. *Animal Science Journal*, 1, 1–10.

22. Timón, M.L., Andrés, A.I., Galea, E.J., Parra, V., Petrón, M.J. (2011). Study of low molecular weight peptides (3<kDa) by RP-HPLC in Iberian chorizo, their antioxidative power and effect in oxidative stability of the products. *Proceedings of the 57th International Congress of Meat Science and Technology, Ghent, Belgium*, P177.

23. Lafarga, T., Hayes, M. (2014). Bioactive peptides from meat muscle and by-products: Generation, functionality and application as functional ingredients. *Meat Science*, 98(2), 227–239.

24. Meinert, M., Tøstesen, M., Bejerholm, C., Jensen, K., Støier S. (2013). Meat products containing hydrolysed by-products – a health perspective. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey*, S11B-4.

25. Engsig, L.G., Bejerholm, C., Nersting L. (2013). New healthy meat products containing vegetables. *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology, Turkey*, 024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Лисицын Андрей Борисович — доктор технических наук, профессор, академик РАН, научный руководитель, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН
109316, Москва, ул. Талалихина, 26
Тел.: +7-495-676-95-11
E-mail: info @fncps.ru

Чернуха Ирина Михайловна — доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, ведущий научный сотрудник Экспериментальной клиники-лаборатории биологически активных веществ животного происхождения, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН
109316, Москва, ул. Талалихина, 26
Тел.: +7-495-676-63-21
E-mail: imcher@inbox.ru

Лунина Ольга Ивановна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела международных отношений, Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26
Тел.: +7-495-676-63-21
E-mail: o.lunina@fncps.ru

Критерии авторства

Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Поступила 15.03.2018

AUTHOR INFORMATION

Affiliation

Andrey B. Lisitsyn — doctor of technical sciences, professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director, V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences
109316, Moscow, Talalikhina str., 26
Tel: +7-495-676-95-11
E-mail: info@fncps.ru

Irina M. Chernukha — doctor of technical sciences, professor, corresponding member to the Russian Academy of Sciences, leading research scientist of Experimental clinic — laboratory «Biologically active substances of an animal origin», V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences
109316, Moscow, Talalikhina str., 26
Tel: +7-495-676-63-21
E-mail: imcher@inbox.ru

Olga I. Lunina — candidate of technical sciences, senior research scientist, Department of international scientific and technical cooperation, V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences
109316, Moscow, Talalikhina str., 26
Tel: +7-495-676-63-21
E-mail: o.lunina@fncps.ru

Contribution

Authors are equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Received 15.03.2018