

УДК 664.3

Евдокимов Иван Алексеевич, Банникова Анна Владимировна

## РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА<sup>1</sup>

*В статье рассмотрены основные положения молочного рынка России. Показано, что молочные продукты надежно занимают место в потребительской корзине покупателя; в диете современного человека отмечен дефицит полноценного белка, ведущего к развитию некоторых алиментарных заболеваний. В рамках решения проблемы обеспечения населения высококачественным белком разработаны концепция и методологические принципы создания функциональных ингредиентов и молочных продуктов с повышенным содержанием белка; сформулированы научные принципы создания функциональных ингредиентов и продуктов на основе белка, включающих анализ состояния проблемы обеспечения населения белком и оценка актуальности создания функциональных молочных продуктов и ингредиентов, выбор источника белка, обработки в целях получения функциональных ингредиентов и продуктов для дальнейшего включения дополнительного источника белка. Предложена концепция использования и взаимодействия составляющих функциональных молочных продуктов с градацией содержания белка и ингредиентов, включающая, помимо белка, пищевые волокна, эмульгаторы и пробиотики, потребление которых также является приоритетным направлением современной науки о питании.*

**Ключевые слова:** сывороточные белки, казеинаты, структурированные продукты, функциональные ингредиенты.

Ivan Evdokimov, Anna Bannikova

### CONCEPTS AND METHODOLOGICAL PRINCIPLES FOR THE DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL INGREDIENTS AND DAIRY PRODUCTS WITH INCREASED PROTEIN CONTENT

*There was a discussion on the dairy market in Russia. It is shown that dairy products successfully have taken place in consumer preferences. A deficit of valuable protein in the diet of modern human was remarkable leading to the development of certain nutritional diseases. As part of a solution of the problem in providing the high-quality protein to the population the concept and methodological principles of the development of functional ingredients and dairy products with a high protein content were created. Scientific principles of the development of functional ingredients and products based on protein were formulated, which includes analysis of the problem on lack of protein and assessment the relevance of creating the functional dairy products and ingredients, choosing a protein source, processing in order to obtain functional ingredients and products to further incorporate an additional source of protein. The concept of the gradation of protein content was proposed in utilising the components and their interactions in functional dairy products, which also includes in addition of dietary fiber, emulsifiers and probiotics, the consumption of which is also very important in the modern food science.*

**Key words:** whey protein, caseinates, structural products, functional ingredients.

Молоко и молочные продукты традиционно являются жизненно важным звеном в рационе россиян. В стоимости потребительской корзины их доля составляет 16 %. При этом Россия существенно отстает от развитых стран в потреблении молока и молочных продуктов. На сегодняшний день на среднестатистического жителя нашей страны приходится примерно 230 кг этой продукции ежегодно, что почти в два раза ниже норм, рекомендованных специалистами по питанию. В 2014 году, по данным Росстата, производство молока увеличилось на 0,1 %, или 0,3 млн т к уровню 2013 года и составило 30,8 млн т, а по сравнению с 2011 годом производство молока, наоборот, сократилось на 3 % [1].

<sup>1</sup> Работа выполнялась при поддержке Гранта Президента РФ МК-5740.2015.4 «Инновационный подход к созданию технологических решений полноценных продуктов питания с улучшенным аминокислотным составом».

Представленные данные положительно характеризуют потребление молочной продукции, в том числе и кисломолочных продуктов. При этом отмечена продолжающаяся тенденция изменения пищевых привычек россиян в сторону предпочтения пищи, насыщенной углеводами. Дефицит основных видов продукции приводит к недостатку витаминов, макро- и микроэлементов и других биологически активных веществ. По оценкам ученых, воплощение в жизнь принципов здорового питания позволило бы снизить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний на 25 %, рака – 20–30 %, диабета – 50 %, а также значительно уменьшить заболеваемость анемией, пищевой аллергией, поражение зубов, костей, суставов.

Нормирование белка является одним из важнейших вопросов современной науки о питании. Организм постоянно обновляет свои белковые структуры. В разных тканях эти процессы идут с различной скоростью. За одни сутки в организме человека распаду и синтезу подвергается около 400 г белка. Примерно 2/3 образовавшихся аминокислот используется на новый синтез, 1/3 окисляется и должна пополняться аминокислотами пищевых белков. Следовательно, в сутки в организм должно поступать 80–100 г белка. Согласно рекомендациям ВОЗ, физиологическая норма белка для взрослого человека составляет 1,01 г на 1 кг массы тела. При этом 50 % (60 %) общего количества должны составлять белки животного происхождения. Безопасной нормой потребления принято считать 0,75 г на 1 кг массы тела. Снижение поступления белка с пищей ниже рекомендуемых ВОЗ приводит к развитию белковой недостаточности. Белковая недостаточность возникает также в тех случаях, когда пища содержит недостаточное количество отдельных аминокислот, что приводит к нарушению синтеза белка. Это проявляется ослаблением иммунной системы, а также нарушением функции печени, поджелудочной железы, системы крови (анемии) и в крайних вариантах развитием голодных отеков.

Молочные белки и соевый белок являются основными источниками белка, используемыми в продуктах питания. Сывороточный протеин и казеин имеют различные скорости их переваривания, что может повлиять на синтез белка [2]. Сывороточный белок быстро усваивается и приводит к временному повышению уровня аминокислот. Казеин характеризуется как белок с медленной усвояемостью, ведущей к более скромному, постепенному и длительному росту концентрации а

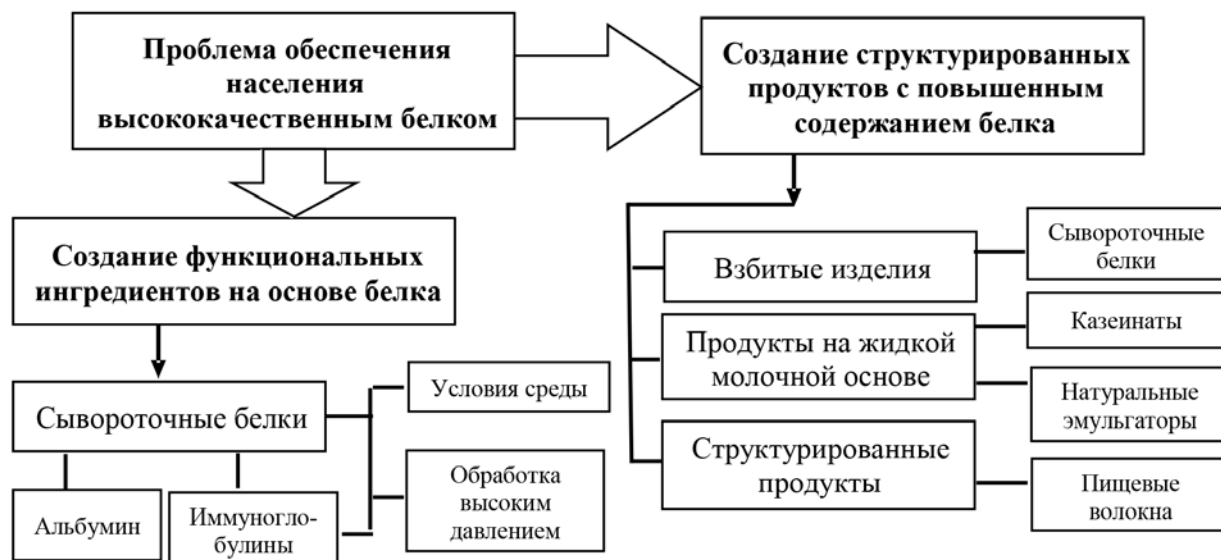


Рис. 1. Схема рассматриваемой проблемы и ее решения

В то же время известно, что работа по включению дополнительного белка в обогащённые продукты может привести к сложностям, поскольку данный белок легко претерпевает изменения под действием факторов среды (температура, изменение pH, интенсивное перемешивание и др.), позво-

для получить различные текстуры пищевых продуктов. Теоретический анализ показал, что разумное сочетание сывороточного белка и казеина может привести к максимальному уровню синтеза белка, а также получению продуктов с желаемыми текстурными и сенсорными характеристиками [4].

В предоставленном материале была замечена проблема нехватки полноценного белка у населения. Данная работа предлагает решить эту проблему двумя способами: создание функциональных ингредиентов и функциональных продуктов питания с повышенным содержанием белка [5]. Создание функциональных ингредиентов основано на изменении параметров среды и обработке сывороточного белка и его компонентов высоким давлением. Создание функциональных продуктов было обусловлено выбором молочных систем с различной консистенцией, т. е. взбитые изделия, структурированные продукты и продукты на жидкой молочной основе. В качестве источников белка выступали сывороточные белки и казеинаты (рис. 1).

В рамках решения проблемы обеспечения населения белком была разработана научная концепция создания функциональных продуктов и ингредиентов на основе белка (рис. 2). На первом этапе был проведен анализ состояния проблемы обеспечения населения белком и оценка актуальности создания функциональных молочных продуктов и ингредиентов. Концепция использования и взаимодействия составляющих функциональных молочных продуктов и ингредиентов предусматривает выбор источника белка (казеинат, сывороточный белок, фракции сывороточного белка), выбор обработки в целях получения функциональных ингредиентов (высокое давление или комбинация режимов температуры) и выбор молочной системы для дальнейшего включения дополнительного источника белка.



Рис. 2. Научная концепция создания функциональных продуктов и ингредиентов на основе белка

Был выбран принцип градации белка, основой которого является создание обогащённых молочных продуктов, включающих порядка 4 % (взбитые изделия), 6 % (молочные напитки) и 12 % (молочные десерты) белка [6]. Выбор обоснован на анализе структурных характеристика различных систем, включающих увеличенное количество белка, а также оценке на формирование текстуры структурированных молочных продуктов в зависимости от содержания белка. Также методологические принципы создания функциональных продуктов и ингредиентов на основе белка предусматривали установление начальных и конечных параметров и характеристик разработанных на основе белка продуктов и ингредиентов. Наконец, конечная стадия разработки включала подбор параметров производства молочных продуктов и их промышленная апробация.

Рис. 3 наглядно раскрывает первый этап научного обоснования и создания функциональных продуктов и ингредиентов на основе белка – концепция использования и взаимодействия составляющих функциональных молочных продуктов с градацией содержания белка и ингредиентов. Видно, что все элементы системы логично вписываются в общую структуры создания функциональных продуктов, взаимодействуя и коррелируя. Также в концепцию использования ингредиентов включены пищевые волокна, эмульгаторы и пробиотики, потребление которых также поставлено в приоритетное направление современной науки о питании.

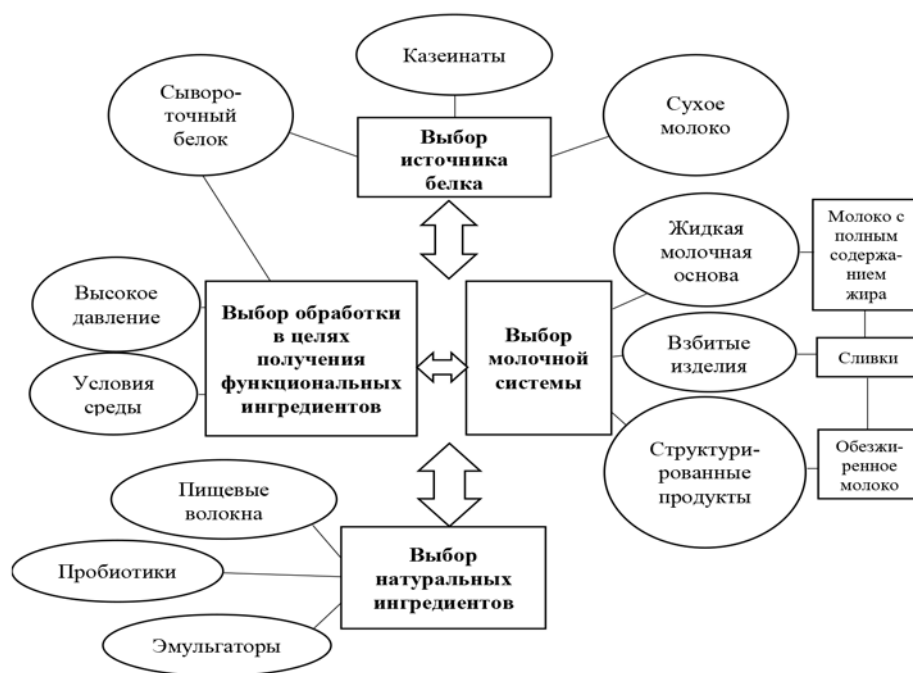


Рис. 3. Концепция использования и взаимодействия составляющих функциональных молочных продуктов и ингредиентов

Научное обоснование применения белков в технологии функциональных пищевых продуктов строится на изучении реологических и структурно-механических свойств белков, а также оценке их пищевой ценности с точки зрения физиологического эффекта; оценке влияния на свойства белков различных режимов обработки; подборе параметров введения некоторых белков в различные пищевые продукты; оценке синергетических комбинаций белков с другими компонентами продукта, позволяющих получить пищевые системы с улучшенными свойствами; оптимизации режимов обработки для получения пищевых систем с функциональными свойствами, включающими белки.

Методологические принципы создания функциональных ингредиентов и продуктов на основе белка раскрывают содержание ранее приведенной информации и включают в себя формирование целей (создание функциональных ингредиентов и продуктов, подбор способа производства и промышленная апробация); пути достижения этих целей через грамотный подбор ингредиентов, молочной основы, способов производства и корреляции текстурных и сенсорных свойств при оценке потребительских характеристик разработанных продуктов. Результаты включают широкий спектр конечных продуктов с высокими потребительскими характеристиками и адекватными сроками хранения, что позволило впоследствии оформить нормативно-техническую документацию и осуществить внедрение (рис. 4).

Таким образом, из всего вышеизложенного следует, что использование разных видов сырья в качестве молочной основы и различных видов обработки предполагает получение сбалансированного по составу, свойствам и взаимному обогащению ингредиентов и продуктов с высокими потребительскими характеристиками.



Рис. 4. Методологические принципы создания функциональных ингредиентов и продуктов на основе белка

Необходимо отметить, что успешное включение белков в технологию пищевых продуктов на практике вызывает осложнения, связанные с изменением их структурных и функциональных характеристик под действием термической и других видов обработки, как описано выше, и обеспечивая таким образом различные текстуры конечного продукта. Кроме этого, структурно-функциональные взаимодействия белков являются основополагающими в разработке новых продуктов питания, впоследствии позволяющих осуществить корреляцию диетологии и пищевой функциональности.

### Литература

1. Производство молока в России [Электронный ресурс]: URL: <http://www.dairyunion.ru>
2. Dangin M. The digestion rate of protein is an independent regulating factor of postprandial protein retention / M. Dangin, Y. Boirie, C. Garcia-Rodenas, P. Gachon, J. Fauquant, P. Callier, O. Balle`vre, B. Beaufre`re // American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism. 2001. P. 340–348.
3. Boirie Y. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion / Y. Boirie, M. Dangin, P. Gachon, M. P. Vasson, J. L. Maubois, B. Beaufre`re // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1997. P. 14930–14935.
4. Банникова А. В., Евдокимов И. А. Молочные продукты, обогащенные сывороточными белками. Технологические аспекты создания // Молочная промышленность. 2015. № 1. С. 46–48.
5. Банникова А. В., Евдокимов И. А. Инновационный подход к созданию обогащенных молочных продуктов с повышенным содержанием белка. М.: ДеЛи Плюс, 2015. 136 с.
6. Банникова А. В., Евдокимов И. А. Функционально-технологические свойства сывороточных белковых продуктов: влияние изменений условий среды и вида обработки // Молочная промышленность. 2014. № 11. С. 100–102.

УДК 535.373

**Жданова Наталья Владимировна, Тищенко Андрей Борисович,  
Авдеев Андрей Валерьевич, Шацкий Владимир Петрович**

## О ЗАВИСИМОСТИ КВАНТОВОГО ВЫХОДА ФОСФОРЕСЦЕНЦИИ ДОНОРА ИЗОЛИРОВАННЫХ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ ПАР ОТ МОЩНОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ

*В статье проведено теоретическое исследование зависимости квантового выхода фосфоресценции донора изолированных донорно-акцепторных пар от мощности возбуждения. Обнаружен рост квантового выхода фосфоресценции с увеличением мощности возбуждения. Обсуждаются причины данного эффекта.*

**Ключевые слова:** квантовый выход, фосфоресценция, донор, триплетные возбуждения, интенсивность возбуждения.

**Natalya Zhdanova, Andrey Tishchenko, Andrey Avdeev, Vladimir Shatsky  
ON DEPENDENCE BETWEEN QUANTUM YIELD OF PHOSPHORESCENCE DONOR  
ISOLATED DONOR-ACCEPTOR PAIRS ON EXCITATION POWER**

*This article focuses on a theoretical study into the dependence of the quantum yield of the donor phosphorescence isolated donor-acceptor pairs on the excitation power. An increase in the quantum yield of phosphorescence was detected as accompanied with an increase in the excitation power. The authors dwell on the reasons behind such an effect.*

**Key words:** quantum yield of phosphorescence, donor, triplet excitation, excitation intensity

Перенос энергии триплетных возбуждений, происходящий по обменно-резонансному механизму, широко распространен в природе и находит большое практическое применение [1]. В связи с этим для прогнозирования динамики и повышения эффективности фотопроцессов, обусловленных