

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЗБИТЫХ МОЛОЧНЫХ ДЕСЕРТОВ

К. Н. Нициевская, кандидат технических наук, доцент

С. В. Станкевич, кандидат сельскохозяйственных наук

Е. В. Бородай, старший научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

E-mail: borodayev@sfsca.ru

Ключевые слова: молочные, молокосодержащие десерты, суфле, пищевые волокна, растительные компоненты, стабилизаторы, пенообразователи.

Реферат. *Молочные десерты набирают популярность ввиду своей ориентированности на широкий целевой сегмент потребителей, что позволяет сделать их востребованными не только как прекрасные десертные продукты, но и как продукты, обладающие функциональными свойствами. Представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных научных информационных источников. Авторами предлагаются технологии и оценка качества разного вида взбитых молочных продуктов, а также рассматривается роль взбитых молочных десертов типа суфле в сбалансированном питании. Анализ показывает, что среди производителей продуктов питания и потребителей большой интерес вызывают взбитые продукты с пенообразной структурой. Именно на поиск рецептурных ингредиентов для создания пористой и устойчивой структуры направлены исследования авторов приведенных работ. На промышленных предприятиях по переработке молока для расширения ассортимента и повышения пищевой и биологической ценности продуктов используется не только вторичное сырье животного происхождения, но и растительное. В частности, в технологии приготовления взбитых продуктов применяются различные растительные компоненты (каррагинаны, агар-агар, аквафаба, плодое сырье), которые выполняют роль пенообразователей и стабилизаторов за счет содержания в них белковых и пектиновых веществ. По результатам проведенного анализа источников, основные тенденции, описанные в работах зарубежных авторов, сводятся к применению нетрадиционного сырья (фенольные соединения, пищевые волокна и т. д.), отечественные разработки направлены на использование стабилизаторов и вторичных продуктов переработки молока.*

ANALYSIS OF THE TREND OF PRODUCTION OF WHIPPED MILK DESSERTS

K. N. Nitsievskaia, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

S. V. Stankevich, PhD in Agricultural Sciences

E. V. Boroday, Senior Research Fellow

Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies Russian Academy of Sciences

Keywords: dairy, milk-containing desserts, soufflé, dietary fiber, vegetable components, stabilizers, foaming agents.

Abstract. *Dairy desserts are gaining popularity due to their focus on a wide target segment of consumers, which makes them not only an excellent dessert product, but also with functional properties. The article presents an analytical review of scientific information sources of domestic and foreign works. The authors propose technologies and quality assessment of various types of whipped dairy products, as well as the role of whipped dairy desserts (such as soufflé) in a balanced diet. The analysis shows that whipped products with a foam structure are of great interest among food producers and consumers. The authors propose technologies and quality assessment of various types of whipped dairy products, as well as the role of whipped dairy desserts (such as soufflé) in a balanced diet. The analysis shows that whipped products with a foam structure are of great interest among food producers and consumers. In industrial milk processing plants, not only secondary raw materials of animal origin are used to expand the range and increase the nutritional and biological value of products, but also vegetable. It is possible to expand the range of whipped dairy desserts at dairy enterprises thanks to the use of a wide selection of raw materials, both animal (skimmed milk, whey, egg whites) and*

plant origin, food and technological additives with high nutritional and biological value. In the technology of preparing whipped products, various plant raw materials are used (carrageenans, agar-agar, aquafaba, fruit raw materials), which acts as foaming agents and stabilizers due to the content of protein and pectin substances in them. According to the results of the analysis of sources, the main trends in the works of foreign authors are reduced to the use of non-traditional sources in technology (phenolic compounds, dietary fiber, etc.), domestic developments are aimed at using stabilizers and secondary milk processing products.

Издавна является традиционным употребление в пищу большого количества молочных продуктов, в связи с этим на предприятиях по переработке молока проводят исследования по разработке новых молочкосодержащих продуктов с пониженным содержанием жира, а также по расширению ассортимента изделий, обогащенных растительными ингредиентами, вкусовыми наполнителями и витаминами.

Считается, что молочные десерты являются одними из наиболее популярных продуктов питания. Проведенные маркетинговые исследования показывают, что приблизительно 80 % населения, вне зависимости от пола и возраста, покупают десерты из молока. В отличие от некоторых других продуктов, эти изделия употребляются населением в течение всего года, значит данная группа продуктов не подвержена сезонным циклам, что является положительным экономическим фактором в производстве [1, 2].

Цель исследований заключалась в проведении поиска и анализа научно-технической информации по базам eLIBRARY (<https://elibrary.ru/>), Sci-Hub (<https://www.sci-hub.ru/>), КиберЛенинка (<https://cyberleninka.ru/>), Google Scholar (<https://scholar.google.com/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), OpenAlex (<https://openalex.org/>) за период с 2005 по 2024 гг. для определения мировых тенденций развития технологии производства взбитых молочных десертов.

Анализ литературных источников проведен по тексту запроса «milk desserts» из базы данных OpenAlex (поиск совпадений в Abstract). Всего найдено 397 документов, визуализация представлена на рисунке 1.

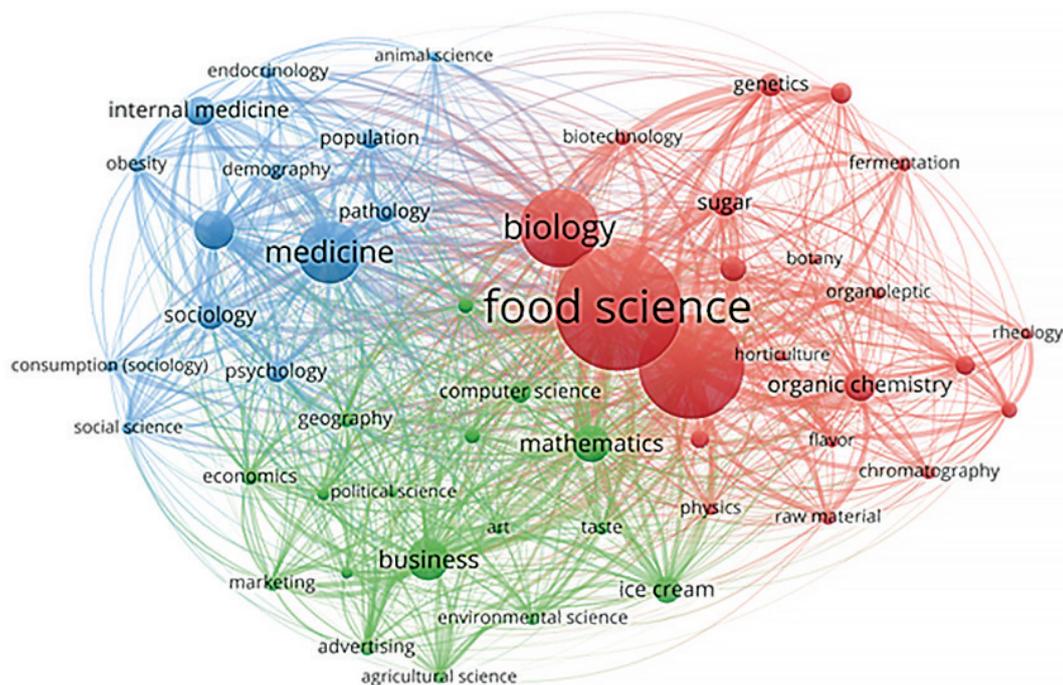


Рис. 1. VOS-картирование по ключевым словам «milk desserts»
при помощи СПО VOSViewer (<https://www.vosviewer.com/publications>)

Fig. 1. VOS mapping by Milk dessert keywords using the SPO VOSViewer (<https://www.vosviewer.com/publications>)

Публикации статей по теме производства молочных десертов выявлены в группе ключевых слов по направлениям: пищевая промышленность – «food science» (органолептические, микробиологические и реологические исследования и т. д.), медицинские исследования – «medicine» (как обогащенный продукт, продукт для разных групп питания населения и т. д.), а также продвижение продукции на рынке («business») с позиции маркетинга и экономики рынка.

Анализ тенденций развития технологии производства молочных десертов в научной литературе представлен на рисунке 2.

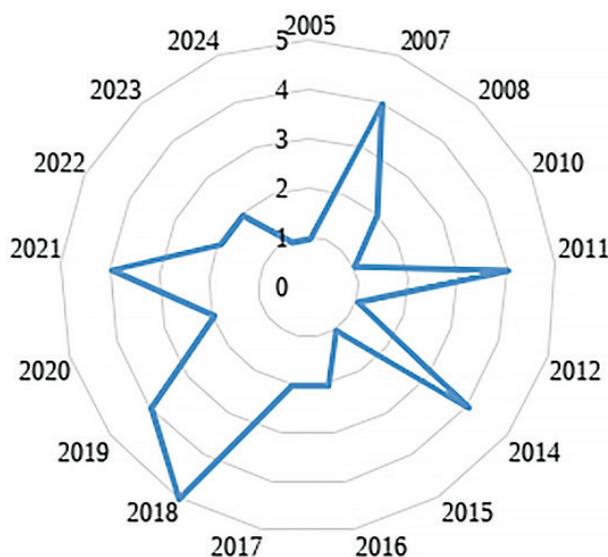


Рис. 2. Опубликование статей по годам

Fig. 2. Publication of articles by year

Пик активности опубликования статей пришёлся на 2018 г., в настоящее время происходит спад публикационной активности.

Зарубежные и отечественные исследователи совместно с производителями молочных продуктов ведут активную поисковую научно-исследовательскую работу, связанную с разработкой новых технологий и рецептур молочных десертов, осуществляют поиск дополнительных источников нетрадиционного сырья, пищевых добавок, биологически активных веществ, полученных в результате ферментативной биоконверсии сырья растительного и животного происхождения [3–7].

С целью формирования и регулирования консистенции молочных продуктов на производстве в рецептуры десертов часто добавляют вещества, изменяющие физико-химические свойства и структуру этих продуктов [8]. По мнению исследователей, молочные белки широко используются для стабилизации различных пищевых продуктов, включая продукты с пенной структурой [9–11].

Данные, полученные в результате научных исследований С.А. Ивановой, позволяют утверждать, что восстановленное обезжиренное молоко и концентраты молочных белков обеспечивают хорошую вспениваемость и стабильность структуры, поэтому отлично подходят для производства аэрированных молочных продуктов [12].

Изучение свойств и характеристик белковой пены не ослабевает, из чего можно сделать вывод, что для исследователей вопрос сохранения структуры продукта актуален и сегодня. Для получения продукта с более плотной, упругой структурой в его состав вводятся стабилизирующие системы, что дает возможность получить стабильную текстуру, высокую вязкость и блестящую поверхность в различных производственных условиях [13].

В научной литературе много информации по комплексному использованию молочного сырья, в работах проводятся исследования пенообразующих свойств продуктов вторичной переработки молока (обезжиренного молока, сыворотки, пахты) [14–17].

На предприятиях молочной промышленности для получения взбитых изделий используют концентраты сывороточных белков с высокими технологическими, функциональными и лечебно-профилактическими свойствами, повышенной пищевой и биологической ценности. Белковый раствор по сравнению с яичным белком обладает наилучшими пенообразующими свойствами по ряду показателей: пенообразующей способности, стойкости пены, периоду полураспада пены. По мнению некоторых авторов, использование концентратов в производстве взбитых изделий пенообразной структуры позволит полностью или частично заменить в рецептуре яичный белок и расширить ассортимент продукции специального назначения с повышенным содержанием белка для детского, диетического, лечебного, спортивного и геронтологического питания [18–21].

В группе структурированных молокообразующих десертов, обогащённых растительными ингредиентами, решающими критериями для потребителей при выборе товара являются: полезные свойства, привлекательный внешний вид и текстура, вкус, разнообразие добавок.

Для всех видов суфле является обязательным внесение взбитых яичных белков для придания блюду и изделию пышной и нежной консистенции [22].

На протяжении многих лет яичный белок широко использовался для приготовления различных пищевых продуктов благодаря своим уникальным функциональным и структурным свойствам. По мнению многих зарубежных авторов, яичный белок в порошкообразной форме не только обладает более выраженными по сравнению со свежими яйцами функциональными свойствами, такими как лучшая эмульгирующая способность, пенообразование и желирующие свойства, но и продлевает срок хранения, упрощает обработку и транспортировку. А дополнительная ультразвуковая обработка сокращает время взбивания яично-сахарной смеси почти в два раза, что позволяет одновременно взбивать все компоненты, тем самым снижая трудозатраты [23–25].

Формируют реологические свойства готовой продукции и улучшают ее органолептические показатели при производстве взбитых изделий и другие пенообразователи. Данные, полученные при проведении поиска научно-технической литературы, показали, что некоторые исследователи в качестве замены яичного белка предлагают использовать аквафабу – жидкость, получаемую в результате варки бобовых (нут), которая благодаря своим свойствам используется как растительный заменитель яичного белка при производстве крепкой взбитой пены. Аквафаба может быть использована в качестве замены яичных белков в некоторых кулинарных рецептах, потому что имеет такие же функциональные свойства, как яичный белок [26–28].

На сегодняшний день при производстве взбитых десертов производители не могут обойтись без стабилизационных систем: загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы, пенообразователи, поверхностно-активные вещества [29]. Из литературных источников известно, что большинство веществ этого класса относятся к полисахаридам. В качестве пищевых волокон используют полисахариды водорослевого, растительного и микробного происхождения. Среди пищевых волокон применяют модифицированные крахмалы, целлюлозу и её производные, пектины, полисахариды морских водорослей – альгиновая кислота и её соли, агар-агар, каррагинаны, хитозан [8].

Одним из важнейших ингредиентов, используемых для обогащения продуктов питания, в том числе молочных, являются пищевые волокна. Их источниками служат различные злаковые культуры, фрукты, овощи и другие растительные объекты [30].

По данным, полученным в результате научно-технического поиска информации, отечественными и зарубежными авторами разработаны рецептуры функциональных молочных де-

сертов на основе комбинирования сырья животного и растительного происхождения. В большинстве технологий производства молочных десертов используется местное растительное сырье. Природное сырье является ценным источником белков, полисахаридов, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных, органических кислот, Р-активных веществ, эфирных масел, дубильных веществ, что широко используется в технологии молочных продуктов функциональной направленности. В составе десертных продуктов используют растительное сырье в натуральном, консервированном, быстрозамороженном и замороженном виде. Добавляют в виде растительных экстрактов, настоев, бальзамов, сиропов, выжимок, жидких и сухих концентратов (плодово-ягодных, травяных, солодовых и др.), натуральных и концентрированных соков (фруктово-ягодных, фруктово-овощных и др.), повидла, пюре, варенья, джема, конфитюра, цукатов, плодово-ягодных вытяжек, сушеных плодов и ягод, овощных и плодово-ягодных порошков и др. [8, 31].

Применение растительного сырья не только позволяет обогатить ассортимент продуктов данной категории, но и улучшает их реологические и органолептические показатели. Существует мнение, что структурированные продукты содержат больше вкусовых компонентов по сравнению с другими молочными продуктами. В качестве наполнителей для десертов обычно применяют фрукты, ягоды, иногда овощи; целиком, в виде пюре, сиропов и т. д. Наилучшими свойствами для стабилизации структуры продукта обладают пищевые системы, включающие пектиновые вещества [32–39].

Считается, что добавление функциональных ингредиентов не только повышает пищевую ценность любого продукта, но и увеличивает биологическую ценность, так, например, дополнительным источником глюкозы и фруктозы, витаминов, минеральных веществ, фенольных соединений, пищевых волокон является плодово-ягодное сырье; овощные наполнители богаты витаминами, белками, минеральными веществами, азотистыми соединениями и пищевыми волокнами [40].

Структурированные продукты легко усваиваются и за счет возможности включения в их состав ингредиентов, богатых пищевыми волокнами, которыми являются пектины, агар-агар, инулин и т. д., приобретают дополнительные функциональные свойства. Этот аспект, несомненно, позволяет расширить ассортимент пищевой продукции повышенной биологической ценности [41].

По результатам аналитического обзора научных литературных источников можно сделать вывод о том, что за рубежом разрабатывают технологии и расширяют ассортимент молочных десертов с вовлечением в рецептуру нетрадиционных компонентов. В Российской Федерации же ведутся исследования по применению различных стабилизаторов, а также по использованию вторичных продуктов переработки молока.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0533-2024-0005 «Разработка технологий и комплексной переработки сельскохозяйственной продукции. Развитие направлений функционального питания и методов контроля качества продуктов переработки».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Габдукаева Л. З., Нигъмезьянова Г. Г.* Разработка технологии и рецептур молочных десертов с ягодными наполнителями и исследование их органолептических показателей качества // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 3 (39). – С. 141–147.
2. *Архипов А. Н.* Применение структурообразователей в производстве молочных продуктов // Пищевая промышленность. – 2014. – № 3. – С. 57–60.
3. *Patino J. M. R., Sanchez C. C., Nino M. R. R.* Implications of interfacial characteristics of food foaming agents in foam formulations // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2008. – Vol. 140, No. 2. – P. 95–113. – DOI: 10.1016/j.cis.2007.12.007.

4. *Foaming* properties of skim milk powder fortified with milk proteins / L. P. Martínez-Padilla, V. García-Mena, N. B. Casas-Alencáster [et al.] // *International Dairy Journal*. – 2014. – Vol. 36, No. 1. – P. 21–28. – DOI: 10.1016/j.idairyj.2013.11.011.
5. *Murray B. S.* Stabilization of bubbles and foams // *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. – 2007. – Vol. 12, No. 4–5. – P. 232–241. – DOI: 10.1016/j.cocis.2007.07.009.
6. *Differences* between protein and surfactant foams: microscopic properties, stability and coarsening / A. Saint-Jalmes, M.-L. Peugeot, H. Ferraz [et al.] // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2005. – Vol. 263, No. 1–3. – P. 219–225. – DOI: 10.1016/j.colsurfa.2005.02.002.
7. *Ivanova S. A., Pavskii V. A.* Stochastic modeling of protein solution foaming process // *Theoretical foundations of chemical engineering*. – 2014. – Vol. 48, No. 6. – P. 848–854. – DOI: 10.1134/S0040579514040198.
8. *Коновалов С. А., Погорелова Н. А., Евина М. В.* Характеристика ассортимента молочных и молокосодержащих десертов функциональной направленности и мировые тенденции их производства // *Состояние и перспективы развития наилучших доступных технологий специализированных продуктов питания: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с международ. участием, посвящ. 60-летию со дня окончания Омского сельскохозяйственного института (ОмСХИ), акад. РАН, д-ром техн. наук, проф., заслуженным деятелем науки РФ, лауреатом Премии Правительства РФ Храпцовым Андреем Георгиевичем. Омск, 30 мая 2019 г. – Омск: Омский ГАУ, 2019. – С. 401–406.*
9. *Dickinson E.* Food emulsions and foams: Stabilization by particles // *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. – 2010. – Vol. 15, No. 1–2. – P. 40–49. – DOI: 10.1016/j.cocis.2009.11.001.
10. *Möbius D., Miller R.* Proteins at liquid interfaces. – Amsterdam: Elsevier, 1998. – Vol. 7. – 497 p.
11. *Иванова С. А., Просеков А. Ю.* Интенсификация технологий аэрированных молочных продуктов. – Кемерово: КемТИПП. – 2011. – 240 с.
12. *Иванова С. А.* Пенообразующие свойства концентрата белков обезжиренного молока // *Техника и технология пищевых производств*. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 12–21. – DOI: 10.21603/2074-9414-2018-4-12-21.
13. *Факторы, формирующие структуру и консистенцию молочных десертов / И. А. Евдокимов, И. К. Куликова, В. А. Мисюра [и др.] // Молочная промышленность. – 2019. – № 1. – С. 44–46. – DOI: 10.31515/1019-8946-2019-1-44-46.*
14. *Хайдукова Е. В., Новокишанова А. Л.* Исследование пенообразующих свойств молочного сырья с арабиногалактаном // *Молочнохозяйственный вестник*. – 2024. – № 2 (54). – С. 223–233. – DOI: 10.52231/2225-4269_2024_2_223
15. *Масленникова С. М.* Исследование и разработка технологии взбитых молочных десертов на основе гидролизата казеина: дисс. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2015. – 145 с.
16. *Просеков А. Ю., Разумникова И. С., Менх Г. В.* Гелеобразные продукты с использованием сыворотки и растительного сырья // *Молочная промышленность*. – 2011. – № 7. – С. 78.
17. *Просеков А. Ю., Иванова С. А., Сметанин В. С.* Молочно-белковые концентраты в продуктах с пенообразной структурой // *Молочная промышленность*. – 2011. – № 5. – С. 64–65.
18. *Комплексная оценка пенообразующих свойств концентрата сывороточных белков для получения продукции специального назначения / В. Н. Попов, И. В. Плотникова, Г. О. Магомедов [и др.] // Пищевая промышленность. – 2020. – № 8. – С. 42–47. – DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10084.*
19. *Перспективы использования концентратов сывороточных белков в технологиях пищевых продуктов / Л. А. Гордиенко, И. Ф. Евдокимов, М. С. Золоторева, А. Г. Скороходов // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2008. – № 2. – С. 95–97.*
20. *Васькина В. А., Головачёва А. В.* Молочная сыворотка в производстве кондитерских начинок пенной структуры // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2011. – № 9. – С. 50–54.
21. *Томашевич С. Е., Шевчук А. А., Бабодей В. Н.* Новый вид сбивного кондитерского изделия на основе сывороточного белка молока // *Пищевая промышленность. Наука и технологии*. – 2016. – № 1 (31). – С. 65–70.
22. *Вайтанис М. А., Ходырева З. Р.* Исследование реологических свойств пищевой системы для суфле на основе тыквы // *Ползуновский вестник*. – 2023. – № 4. – С. 154–126. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.04.020.

23. *Kavimughil M., Moses J. A., Dutta S.* Sonication of egg and its effect on foaming behavior // *Sustainable Food Technol.* – 2023. – Vol. 1 (7). – P. 511–527. – DOI: 10.1039/D3FB00054K.
24. *A potential flavor seasoning from aquaculture by-products: An example of Takifugu obscurus / N. Zhang, Y. Yang, W. Wang [et al.]* // *LWT – Food Science and Technology.* – 2021. – Vol. 151, No. 2. – P. 112094. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112160>.
25. *Dunkel A., Koester J., Hofmann T.* Molecular and sensory characterization of gamma-glutamyl peptides as key contributors to the kokumi taste of edible beans (*Phaseolus vulgaris L.*) // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* – 2007. – Vol. 55, No. 16. – P. 6712–6719. – DOI: 10.1021/jf071276u.
26. *Хабибуллина З. Р.* Разработка технологии производства суфле с использованием аквафаба // *Будущее науки.* – 2020. – С. 43–45.
27. *Применение нетрадиционного сырья в технологии зефира / М. А. Заикина, Г. В. Плющев, Е. Т. Грешилов [и др.]* // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания.* – 2022. – № 3. – С. 84–92. – DOI: 10.24412/2311-6447-2022-3-84-92.
28. *Царева Н. И., Артемова Е. Н.* Бобовые в технологии продуктов питания со взбивной структурой: монография. – Орел: Госуниверситет – УМПК, 2014. – 133 с.
29. *Семьёшкина Н. О.* Пищевые стабилизаторы различного происхождения применительно к технологии взбитых творожных десертов // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов.* – 2012. – № 5 (16). – С. 75–79.
30. *Белозерова М. С., Евстигнеева Т. Н., Григорьева А. А.* Разработка состава и технологии молочного десерта с морковной клетчаткой // *Вестник ВГУИТ.* – 2016. – № 2. – С. 140–147. – DOI: 10.20914/2310-1202-2016-2-140-147.
31. *Долматова О. И.* Изучение реологических свойств структурированного молокосодержащего продукта // *Вестник ВГУИТ.* – 2021. – Т. 83, № 3. – С. 168–173. – DOI: 10.20914/2310-1202-2021-3-168-173.
32. *Ходырева З. Р., Вайтанис М. А.* Разработка технологии молочного крема на основе ягодного сырья // *Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука: материалы науч. конф. с международ. участием.* Москва, 11–12 апреля 2017 г. Ч. 2. – М.: МГУПП, 2017. – С. 86–90.
33. *Ходырева З. Р., Вайтанис М. А., Щетинина Е. М.* Обоснование и способ производства молочного десерта с использованием ягодного сырья // *Научные инновации – аграрному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию юбилею Омского ГАУ.* Омск, 21 февраля 2018 г. – Омск: Омский ГАУ, 2018. – С. 1471–1475.
34. *Магдеева А. И., Петрова О. Н.* Разработка молочных десертов с растительными добавками (крем ванильный с амарантовой мукой) // *Пищевые технологии и биотехнологии: XVI Всерос. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов с международ. участием, посвящ. 150-летию Периодической таблицы химических элементов.* Казань, 16–19 апреля 2019 г. – Казань: КНИТУ, 2019. – С. 305–308.
35. *Нигъмәтзянова Г. Г., Габдукаева Л. З.* Использование натуральных фруктово-ягодных наполнителей в технологии молочных продуктов // *Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. ст. XIII Международ. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч 1.* Пенза, 27 апреля 2018 г. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 34–37.
36. *Мусина О. Н.* Плодово-ягодные ингредиенты в технологии молочных продуктов // *Молочная промышленность.* – 2021. – № 2. – С. 53–54.
37. *Производство кисломолочных напитков с растительными компонентами Л. В. Голубева, О. И. Долматова, А. В. Гребенщиков [и др.]* // *Пищевая промышленность.* – 2017. – № 2. – С. 47–49.
38. *Prospects of use of vegetable raw materials in the technology of sour-milk dessert / U. Kuzmyk, A. Marynin, R. Svyatnenko, Y. Zheludenko [et al.]* // *EUREKA: Life Sciences.* – 2021. – Vol. 3. – P. 29–35. – DOI: 10.21303/2504-5695.2021.001848.
39. *Grynchenko N.* Development of technology of semi-finished dessert products based on dairy and fruit-berry raw materials using the principles of colloid stabilization of milk // *EUREKA: Life Sciences.* – 2018. – Vol. 1. – P. 39–45. – DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00539.
40. *Давидович В. В., Засимук В. А.* Использование структурообразующих компонентов из сырья водного происхождения в производстве кисломолочных продуктов // *Технология и управление качеством пищевых производств. Научные труды Дальрыбвтуза.* – 2019. – Т. 47, № 1. – С. 31–36.

41. Гранатова В. П., Запорожский А. А., Касьянов Г. И. Теория и практика получения и применения натуральных структурообразователей // Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 5–8.

REFERENCES

1. Gabdukaeva L. Z., Nig'metzyanova G. G., *Vestnik RGATU*, 2018, No. 3 (39), pp. 141–147. (In Russ.)
2. Arhipov A. N. *Pishchevaya promyshlennost'*, 2014, No. 3, pp. 57–60. (In Russ.)
3. Patino J. M. R., Sanchez C. C., Nino M. R. R., Implications of interfacial characteristics of food foaming agents in foam formulations, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2008, Vol. 140, No. 2, P. 95–113, DOI: 10.1016/j.cis.2007.12.007.
4. Martínez-Padilla L. P., García-Mena V., Casas-Alencáster N. B., Sosa-Herrera M. G., Foaming properties of skim milk powder fortified with milk proteins, *International Dairy Journal*, 2014, Vol. 36, No. 1, P. 21–28, DOI: 10.1016/j.idairyj.2013.11.011.
5. Murray B. S. Stabilization of bubbles and foams, *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 2007, Vol. 12, No. 4–5, P. 232–241, DOI: 10.1016/j.xocis.2007.07.009.
6. Saint-Jalmes A., Peugeot M.-L., Ferraz H., Langevin D., Differences between protein and surfactant foams: microscopic properties, stability and coarsening, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2005, Vol. 263, No. 1–3, P. 219–225, DOI: 10.1016/j.colsurfa.2005.02.002.
7. Ivanova S. A., Pavskii V. A., Stochastic modeling of protein solution foaming process, *Theoretical foundations of chemical engineering*, 2014, Vol. 48, No. 6, P. 848–854, DOI: 10.1134/S0040579514040198.
8. Konovalov S. A., Pogorelova N. A., Evina M. V., *Sostoyanie i perspektivy razvitiya nailuchshih dostupnykh tekhnologiy specializirovannykh produktov pitaniya* (Status and prospects of development of the best available technologies for specialized food products), Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 60th anniversary of the graduation of Omsk Agricultural Institute (Omsk Agricultural Institute), Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, laureate of the Prize of the Government of the Russian Federation Khramtsov Andrey Georgievich. Omsk, May 30, 2019, Omsk: Omskij GAU, 2019, pp. 401–406. (In Russ.)
9. Dickinson E. Food emulsions and foams: Stabilization by particles, *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 2010, Vol. 15, No. 1–2, P. 40–49, DOI: 10.1016/j.cocis.2009.11.001.
10. Möbius D., Miller R. Proteins at liquid interfaces, Amsterdam: Elsevier, 1998, Vol. 7, 497 p.
11. Ivanova S. A., Prosekov A. Yu. *Intensifikaciya tekhnologij aerirovannykh molochnykh produktov* (Intensification of aerated dairy product technologies), Kemerovo: KemTIPP, 2011, 240 p.
12. Ivanova S. A. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2018, Vol. 48, No. 4, pp. 12–21, DOI: 10.21603/2074-9414-2018-4-12-21. (In Russ.)
13. Evdokimov I. A., Kulikova I. K., Misyura V. A., Volodin D.N., Semenova I.A., Pilipenko D.N., *Molochnaya promyshlennost'*, 2019, No. 1, pp. 44–46, DOI: 10.31515/1019-8946-2019-1-44-46. (In Russ.)
14. Hajdukova E. V., Novokshanova A. L., *Molochnohozyajstvennyj vestnik*, 2024, No. 2 (54), pp. 223–233, DOI: 10.52231/2225-4269_2024_2_223 (In Russ.)
15. Maslennikova S. M. *Issledovanie i razrabotka tekhnologii vzbitykh molochnykh desertov na osnove gidrolizata kazeina* (Research and development of technology of whipped milk desserts on the basis of casein hydrolysate), dissertation of candidate of technical sciences, Kemerovo, 2015, 145 p. (In Russ.)
16. Prosekov A. Yu., Razumnikova I. S., Menh G. V., *Molochnaya promyshlennost'*, 2011, No. 7, P. 78. (In Russ.)
17. Prosekov A. Yu., Ivanova S. A., Smetanin V. S., *Molochnaya promyshlennost'*, 2011, No. 5, pp. 64–65. (In Russ.)
18. Popov V. N., Plotnikova I. V., Magomedov G. O., Magomedov M. G., Polyakova L. E., Plotnikov V. E., Polyanskij K. K., *Pishchevaya promyshlennost'*, 2020, No. 8, pp. 42–47, DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10084. (In Russ.)
19. Gordienko L. A., Evdokimov I. F., Zolotoreva M. S., Skorohodov A. G., *Vestnik Severo-Kavkazskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2008, No. 2, pp. 95–97. (In Russ.)
20. Vas'kina V. A., Golovachyova A. V., *Hranenie i pererabotka sel'hozsyra*, 2011, No. 9, pp. 50–54. (In Russ.)
21. Tomashevich S. E., Shevchuk A. A., Babodej V. N., *Pishchevaya promyshlennost'. Nauka i tekhnologii*, 2016, No. 1 (31), pp. 65–70. (In Russ.)

22. Vajtanis M. A., Hodyreva Z. R., *Polzunovskij vestnik*, 2023, No. 4, pp. 154–126, DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.04.020. (In Russ.)
23. Kavimughil M., Moses J. A., Dutta S., Sonication of egg and its effect on foaming behavior, *Sustainable Food Technol*, 2023, Vol. 1 (7), P. 511–527. – DOI: 10.1039/D3FB00054K.
24. A potential flavor seasoning from aquaculture by-products: An example of *Takifugu obscurus* / N. Zhang, Y. Yang, W. Wang [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2021. – Vol. 151, No. 2. – P. 112094, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112160>.
25. Dunkel A., Koester J., Hofmann T. Molecular and sensory characterization of gamma-glutamyl peptides as key contributors to the kokumi taste of edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, Vol. 55, No. 16, P. 6712–6719, DOI: 10.1021/jf071276u.
26. Habibullina Z. R. *Budushchee nauki*, 2020, pp. 43–45. (In Russ.)
27. Zaikina M. A., Plyushchev G. V., Greshilov E. T., Polyakova T. A., Krivdina O. A., *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitaniya*, 2022, No. 3, pp. 84–92, DOI: 10.24412/2311-6447-2022-3-84-92. (In Russ.)
28. Careva N. I., Artemova E. H. *Bobovye v tekhnologii produktov pitaniya so vzbivnoj strukturoj* (Legumes in the technology of food products with whipping structure), a monograph, Orel, 2014, 133 p.
29. Sem'yoshkina N. O. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh produktov*, 2012, No. 5 (16), pp. 75–79. (In Russ.)
30. Belozeroва M. S., Evstigneeva T. N., Grigor'eva A. A., *Vestnik VGUIT*, 2016, No. 2, pp. 140–147, DOI: 10.20914/2310-1202-2016-2-140-147. (In Russ.)
31. Dolmatova O. I. *Vestnik VGUIT*, 2021, Vol. 83, No. 3, pp. 168–173, DOI: 10.20914/2310-1202-2021-3-168-173. (In Russ.)
32. Hodyreva Z. R., Vajtanis M. A., *Razvitie pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti Rossii: kadry i nauka* (Development of food and processing industry of Russia: personnel and science), Proceedings of the Scientific Conference with international participation, Moscow, April 11-12, 2017, Part 2, Moscow: MGUPP, 2017, pp. 86–90. (In Russ.)
33. Hodyreva Z. R., Vajtanis M. A., Shchetinina E. M., *Nauchnye innovacii – agrarnomu proizvodstvu* (Scientific innovations - agrarian production), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of Omsk GAU, Omsk, February 21, 2018, Omsk: Omskij GAU, 2018, pp. 1471–1475. (In Russ.)
34. Magdeeva A. I., Petrova O. N., *Pishchevye tekhnologii i biotekhnologii* (Food Technologies and Biotechnology), XVI All-Russian Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students with International Participation, dedicated to the 150th Anniversary of the Periodic Table of Chemical Elements, Kazan, April 16-19, 2019, Kazan': KNITU, 2019, pp. 305–308. (In Russ.)
35. Nig'metzyanova G. G., Gabdukaeva L. Z., *Sovremennye tekhnologii: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii* (Modern technologies: topical issues, achievements and innovations), Collection of Articles of the XIII International Scientific and Practical Conference, In 2 parts, Part 1, Penza, April 27, 2018, Penza: MCNS "Nauka i Prosveshchenie", 2018, pp. 34–37. (In Russ.)
36. Musina O. N. *Molochnaya promyshlennost'*, 2021, No. 2, pp. 53–54. (In Russ.)
37. Golubeva L. V., Dolmatova O. I., Grebenshchikov A. V. i dr., *Pishchevaya promyshlennost'*, 2017, No. 2, pp. 47–49. (In Russ.)
38. Kuzmyk U., Marynin A., Svyatnenko R., Zheludenko Y., Kurmach, M., Shvaiko R., Prospects of use of vegetable raw materials in the technology of sour-milk dessert, *EUREKA: Life Sciences*, 2021, Vol. 3, P. 29–35, DOI: 10.21303/2504-5695.2021.001848.
39. Grynchenko N. Development of technology of semi-finished dessert products based on dairy and fruit-berry raw materials using the principles of colloid stabilization of milk, *EUREKA: Life Sciences*, 2018, Vol. 1, P. 39–45, DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00539.
40. Davidovich V. V., Zasimuk V. A., *Tekhnologiya i upravlenie kachestvom pishchevyh proizvodstv. Nauchnye trudy Dal'rybvтуza*, 2019, Vol. 47, No. 1, pp. 31–36. (In Russ.)
41. Granatova V. P., Zaporozhskij A. A., Kas'yanov G. I., *Pishchevaya tekhnologiya*, 2007, No. 2, pp. 5–8. (In Russ.)