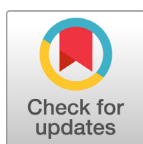




БИОТЕХНОЛОГИЯ BIOTECHNOLOGY



<https://doi.org/10.15507/3034-6231.001.202502.102-118>

EDN: <https://elibrary.ru/wceqwq>

УДК 637.146:637.131.8

Оригинальная статья / Original article

Получение функциональных молочных продуктов с использованием добавок на основе водорослей

В. В. Шутова ✉, В. В. Ревин

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет,
Саранск, Российская Федерация

✉ vshutova@yandex.ru

Аннотация

Введение. Молочные продукты играют важную роль в питании человека благодаря своим диетическим и лечебным свойствам, хорошей усвояемости и приятному вкусу. Морские водоросли обладают высокой питательной ценностью за счет большого содержания волокон, минералов и полиненасыщенных жирных кислот. Целесообразной представляется задача повышения пищевой ценности, а также обогащения молочных продуктов легкоусвояемыми микроэлементами и витаминами, в частности дефицитным для нашего региона йодом. *Цель исследования* – изучение перспектив и проблем получения функциональных молочных продуктов с использованием добавок на основе водорослей.

Материалы и методы. Проведен тематический поиск научных работ по ключевым словам «функциональные молочные продукты», «молочные продукты», «водоросли», «порошок из ламинарии японской», «ламинария» в когорте полнотекстовых публикаций, представленных в научно-информационной социальной сети ResearchGate, а также в научных электронных библиотеках eLibrary, PubMed, Google Scholar в 2001–2024 гг. При отборе учитывали рейтинг журналов и количество цитирований статей.

Результаты исследования. Выявлено, что содержащиеся в молоке и молочных продуктах белки, пептиды, жиры, олигосахариды, витамины и минералы способны оказывать физиологическое воздействие на организм и могут использоваться в качестве функциональных и нутрицевтических ингредиентов для укрепления здоровья и снижения риска заболеваний. Кроме того, молочные продукты являются идеальной матрицей для внесения немолочных функциональных компонентов благодаря их отличной

© Шутова В. В., Ревин В. В., 2025



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



совместимости с другими ингредиентами, превосходным вкусовым и питательным свойствам. Определено, что бурые морские водоросли являются ценными источниками структурно разнообразных биологически активных соединений, используемых в качестве пищевых, функциональных продуктов питания и лекарственных веществ. Доказано, что молочные продукты употребляются всеми возрастными категориями населения, поэтому применение добавок на основе водорослей при их производстве вполне целесообразно. Водорослевую добавку использовали в рецептурах творожной массы, творожного крема, сыров, йогуртов и других продуктов. Обнаружено, что высокие дозы водорослей приводят к изменению вкуса и цвета продукта, а иногда и консистенции, что ухудшает органолептические свойства. Наиболее удачным вариантом рецептуры оказалась творожная масса с добавлением порошка из ламинарии японской в количестве 2 %. Применение добавки не оказало сильного влияния на органолептические свойства кисломолочного продукта, а по содержанию йода его можно отнести к функциональным продуктам, поскольку в одной порции содержалась суточная норма йода для человека.

Обсуждение и заключение. Использование водорослей в качестве компонента функциональных молочных продуктов откроет новые горизонты для пищевой промышленности, предлагая питательные и лечебно-профилактические преимущества. Разработки в этой области позволят получить новые функциональные продукты, которые будут соответствовать ожиданиям потребителей. Обогащение продуктов питания и напитков водорослями может быть хорошим способом их популяризации, однако это будет зависеть от вида продукта, поскольку могут существовать ограничения, связанные с органолептическими характеристиками (внешний вид, вкус, текстура и т. д.).

Ключевые слова: водоросли, порошок из ламинарии японской, казеин, функциональные продукты питания, йодная недостаточность, кисломолочные продукты, пищевые добавки, плавленые сыры

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование выполнено без задействования грантов и финансовой поддержки от общественных, некоммерческих и коммерческих организаций.

Для цитирования: Шутова В.В., Ревин В.В. Получение функциональных молочных продуктов с использованием добавок на основе водорослей. *Медицина и биотехнологии*. 2025;1(2):102–118. <https://doi.org/10.15507/3034-6231.001.202502.102-118>



Production of Functional Dairy Products using Algae-based Additives

V. V. Shutova ✉, V. V. Revin

National Research Mordovia State University, Saransk, Russian Federation

✉ vshutova@yandex.ru

Abstract

Introduction. Dairy products play an important role in human nutrition due to their dietary and medicinal properties, good digestibility and pleasant taste. Algae possess high nutritional value due to their abundant content of fibers, minerals, and polyunsaturated fatty acids. It is expedient to enhance the nutritional value and enrich dairy products with easily digestible micronutrients and vitamins, particularly iodine, which is deficient in our region. *The aim of this study* is to explore the prospects and challenges associated with producing functional dairy products using algae-based additives.

Materials and methods. A thematic search for scientific works employing keywords such as “functional dairy products,” “dairy products,” “algae,” “powder from *Laminaria japonica*,” and “*Laminaria*” was conducted within the cohort of full-text publications available on the research-oriented social network ResearchGate, as well as in the scientific electronic libraries eLibrary, PubMed, and Google Scholar during the period from 2001 to 2024. During selection, journal ratings and article citation counts were taken into account.

Results. This work revealed that proteins, peptides, fats, oligosaccharides, vitamins, and minerals present in milk and dairy products can exert physiological effects on the body and be utilized as functional and nutraceutical ingredients to promote health and reduce disease risk. Furthermore, dairy products serve as an ideal matrix for incorporating non-dairy functional components owing to their excellent compatibility with other ingredients and superior taste and nutritional qualities. Brown algae have been identified as valuable sources of structurally diverse bioactive compounds, which are utilized in food, functional foods, and medicinal substances. It has been proven that dairy products are consumed by all age groups, making it highly reasonable to employ algae-based additives in their production. Algae from *Laminaria japonica* was incorporated into recipes for cottage cheese spread, cottage cheese cream, cheeses, yogurts, and other products. It was observed that higher doses of seaweeds resulted in changes in product flavor, color, and sometimes consistency, thereby impairing organoleptic properties. The most successful formulation proved to be cottage cheese with the addition of 2% algae powder. The use of the additive had minimal impact on the organoleptic characteristics of the fermented milk product, while its iodine content qualified it as a functional product since one serving contained the daily iodine requirement for humans.

Discussion and conclusion. Utilizing seaweeds as a component in functional dairy products will open new horizons for the food industry, offering both nutritional and therapeutic-prophylactic advantages. Developments in this field will enable the creation of novel functional products that meet consumer expectations. Enrichment of food and beverage products with seaweeds could be an effective means of popularization; however, success may depend on the type of product, as there may be limitations related to organoleptic characteristics (appearance, taste, texture, etc.).



Keywords: algae, powder from *Laminaria japonica*, casein, functional foods, iodine deficiency, fermented dairy products, food additives, processed cheeses

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Funding: the study was conducted without the involvement of grants or financial support from public, non-profit, or commercial organizations.

For citation: Shutova V.V., Revin V.V. Production of Functional Dairy Products using Algae-based Additives. *Meditsina i Biotekhnologii = Medicine and Biotechnology*. 2025;1(2):102–118. <https://doi.org/10.15507/3034-6231.001.202502.102-118>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит рост интереса к некоторым продуктам питания (функциональным продуктам), которые, помимо пищевой ценности, способствуют укреплению здоровья или уменьшают количество заболеваний. Получение таких продуктов связано с введением в их состав функциональных компонентов – физиологически активных, ценных и безопасных для здоровья ингредиентов с известными физико-химическими характеристиками, для которых выявлены и научно обоснованы полезные для сохранения и улучшения здоровья свойства, а также установлена суточная физиологическая потребность.

Во всем многообразии продуктов растительного и животного происхождения можно выделить молоко и молочные продукты, которые представляют ценность как в пищевом, так и в биологическом отношении. Для них характерны богатый и сбалансированный состав компонентов и высокая усвояемость всех питательных веществ. Кисломолочные продукты по функциональным свойствам в диетическом и лечебном питании превосходят молоко, поскольку питательные вещества содержатся в них в более усвояемом виде [1].

В питании человека кисломолочные продукты играют важную роль благодаря своим диетическим и лечебным свойствам, хорошей усвояемости и приятному вкусу¹.

Технология производства отдельных кисломолочных продуктов предусматривает использование пищевых, вкусовых и ароматических веществ, за счет чего можно повысить их пищевую и диетическую ценность [2].

Популярным кисломолочным продуктом является йогурт, употребление которого благотворным образом сказывается на общем состоянии организма и, в частности на работе пищеварительной системы. Творог – кисломолочный продукт с высокой массовой долей полноценного белка, обогащенный кальцием, что придает ему лечебные и диетические свойства. Творожный сыр получают на основе творога с добавлением пищевых вкусовых продуктов и немолочных компонентов. Он отличается прекрасными вкусовыми свойствами и может служить матрицей для внесения функциональных компонентов.

Сыры, в том числе плавленые, – это концентрированные белковые продукты, их получают из различных видов сыров, творога, масла и других молочных продуктов, вкусовых и ароматических веществ путем тепловой обработки в присутствии специальных солей-плавителей. Благодаря своей калорийности, содержанию полноценных белков животного происхождения, минеральных веществ, в частности кальциевых и фосфорных солей, сыры являются важными продуктами питания.

В связи с этим представляется целесообразной задача повышения пищевой ценности, а также обогащения данных продуктов легкоусвояемыми микроэлементами и витаминами, особенно дефицитным для нашего региона йодом. Морские водоросли обладают значительной питательной

¹ Удалова В. М., Шутова В. В. Выделение и изучение свойств сывороточных белков молока и получение функциональных молочных продуктов на их основе с добавлением Модифилана // Материалы XXVI научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов МГУ им. Н. П. Огарёва. В 3-х частях. Саранск, 2023. С. 99–102. <https://elibrary.ru/rumdan>



ценностью за счет высокого содержания волокон, минералов и полиненасыщенных жирных кислот². Они также содержат различные биологически активные соединения, например, флоротаннины и полисахариды, которые не встречаются в наземных растениях [3].

Йод – важнейший микроэлемент, необходимый организму человека для нормального роста и развития. Попадая в организм, он селективно аккумулируется в щитовидной железе, которая, в свою очередь, синтезирует тиреоидные гормоны: тироксин и трийодтиронин. Йод попадает в организм с пищей, затем всасывается в тонком кишечнике, проникает в кровь и через воротную вену переходит в щитовидную железу. Данный микроэлемент в продуктах питания содержится в органически связанной или неорганической форме.

Одним из функциональных ингредиентов может служить биологически активная добавка на основе бурых морских водорослей в виде порошка. Технология получения препарата базируется на методе низкотемпературного гидролиза *Laminaria japonica*, который обеспечивает сохранность водорастворимых полисахаридов и биологически активных веществ (БАВ) водоросли, а также увеличивает их концентрацию в готовом продукте в несколько раз по сравнению с исходным материалом. Химический состав добавки может колебаться, поскольку ее получают из 100%-ного натурального растительного сырья: альгинат натрия – свыше 20 %, органический йод – 2,2 мкг/г, ламинарин – свыше 15 %, фукоидан – до 7 %, также в составе присутствуют бета-каротин, витамин Е, аминокислоты: аспарагиновая, глутаминовая кислоты, глицин, треонин, аланин; макро- и микроэлементы: магний,

кальций, калий, натрий, железо, цинк, селен, медь, хром и др. Использование препарата при производстве кисломолочных продуктов позволит дополнительно обогатить их йодом в органической форме. Входящий в состав порошка водорослевый полисахарид альгинат будет действовать в качестве сорбента тяжелых металлов и радиоактивных веществ, а фукоидан придаст продукту антираковые, антитромбические и противовирусные свойства³. Цель исследования – изучение состава и российского и зарубежного опыта использования морских водорослей и препаратов на их основе для выработки функциональных молочных продуктов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск научных работ осуществляли по ключевым словам «функциональные продукты», «молочные продукты», «водоросли», «порошок из ламинарии японской» среди полнотекстовых публикаций, представленных в научных электронных библиотеках eLibrary, PubMed, Scopus, а также в научно-информационной социальной сети ResearchGate, ограничивая даты выпуска публикаций 2001–2024 гг. Рейтинг журналов и количество цитирований статей учитывали при отборе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Молочные продукты как функциональные продукты питания

Среди функциональных продуктов питания важную роль играют молочные продукты, поскольку они содержат несколько биологически активных соединений – кальций, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, лактозу и пептиды [4]. Биологически активные

² Шутова В. В., Андрияшина Е. А. Исследование процесса производства кисломолочных продуктов функционального питания // XLIX Огарёвские чтения : Материалы научной конференции : в 3 частях. Саранск, 07–13 декабря 2020 года. Часть 2. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, 2021. С. 482–486. <https://elibrary.ru/guehmo>

³ Андрияшина Е. А., Шутова В. В. Оценка влияния биологически активной добавки «Модифилан» на микробиологические показатели йогурта // Биосистемы: организация, поведение, управление : Тезисы докладов 74-й Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых ученых, посвященной памяти проф. А. П. Веселова, Нижний Новгород, 20–23 апреля 2021 г. Нижний Новгород : Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, 2021. С. 13. <https://elibrary.ru/ebhljt>



пептиды молока состоят из 2–20 остатков α-аминокислот, обладающих специфическими биологическими свойствами – антиоксидантными, антитромбическими, антимикробными и антигипертензивными [5].

Молоко и молочные напитки содержат белки, пептиды, жиры, олигосахариды, витамины и минералы, способные оказывать физиологическое воздействие на организм. Для укрепления здоровья и снижения риска заболеваний вышеперечисленные биологические соединения могут использоваться в качестве функциональных и нутрицевтических ингредиентов. Молочные продукты являются идеальной матрицей для внесения немолочных функциональных компонентов благодаря их замечательной совместимости с другими ингредиентами, превосходным вкусовым и питательным свойствам⁴ [6].

В молоке присутствует большое количество биологически активных компонентов как в обезжиренной части, так и в липидной. Функциональные компоненты (лактоферрин и белковые гидролизаты из молочных продуктов) нашли применение в детских смесях, иммунных и антибактериальных усилителях и продуктах спортивного питания. Доказано, что молоко и кисломолочные продукты, включая кумыс, кефир и айран, регулируют насыщение при контроле потребления пищи и связанных с ожирением метаболических заболеваниях [7; 8].

В последнее время польза для здоровья многих ферментированных молочных продуктов стала предметом интенсивных исследований [9; 10; 11]. В исследовании турецких ученых под руководством Gul O. выявлено влияние потребления кефира на минеральную плотность костной ткани и костный метаболизм, доказано снижение риска развития диабета второго типа, связанного с потреблением йогурта. Проводились исследования, доказывающие, что кисломолочный продукт, содержащий

различные микроорганизмы, влияет на активность областей мозга, контролирующих эмоции и ощущения [12]. Эти и другие полезные для здоровья свойства в сочетании с представлением о ферментированных продуктах как о «натуральных», еще больше увеличили популярность йогуртов, кефира, ацидофильного молока, кумыса, творога, пахты, сыров. Наиболее часто исследуемыми биоактивными соединениями были экзополисахариды, включая кефиран, биоактивные пептиды и органические кислоты, особенно молочная кислота. Биоактивные соединения кефира продемонстрировали антимикробную, противораковую и иммуномодулирующую активность. В последние годы наблюдается рост научных исследований, посвященных кефиру, поскольку проявляется четкая связь потребления напитка с терапевтическими эффектами [12]. Регулярное потребление кефира уменьшает тяжесть воспалительных заболеваний кишечника, оказывает антигипертензивный и антиканцерогенный эффект [13–15]. Также отмечается повышение чувствительности к инсулину и улучшение липидного профиля [16; 17]. Выраженный терапевтический эффект выявлен при остеопорозе и нейродегенеративных заболеваниях [18; 19]. Положительные эффекты для здоровья исследователи связывают прежде всего с антиоксидантной способностью и оптимизацией микробиоценоза кишечника при употреблении кисломолочных продуктов [20; 21]. Биоактивные соединения, присутствующие в кефире и оказывающие благотворное влияние на организм человека, вырабатываются симбиозом микроорганизмов во время ферментации и хранения напитка. Это прежде всего кефиран, экзополисахариды, пептиды и органические кислоты [22; 23]. Однако все еще существует необходимость в более глубоком изучении биологически активных соединений, присутствующих в кефирном напитке, чтобы дифференцировать их в соответствии с терапевтическим потенциалом таких веществ при каждом заболевании [24].

⁴ Удалова В. М., Шутова В. В. Выделение и изучение свойств сывороточных белков молока и получение функциональных молочных продуктов на их основе с добавлением Модифилана.



Производители сталкиваются с некоторыми проблемами при включении в состав молочных продуктов биологически активных ингредиентов, большая часть которых связана с органолептическими свойствами или физической стабильностью конечного продукта, что может сделать его непривлекательным для потребителей [25].

Современные тенденции в производстве кисломолочных продуктов включают в себя использование функциональных ингредиентов: пробиотиков, пребиотических волокон, омега-3-жирных кислот, фитостеролов, антиоксидантов, пищевых волокон, а также изменение калорийности продукта, снижение содержания в них жиров, натрия, углеводов и т. д. Функциональные свойства пребиотиков в йогуртах и десертах не только обеспечивают питание микрофлоры кишечника, но и способствуют улучшению текстуры и вкуса, позволяют заменить сахар [26].

В настоящее время разработка ферментированных продуктов, содержащих специфические пробиотические бактерии – одно из основных перспективных направлений пищевой промышленности.

Доказано, что некоторые молочнокислые бактерии могут снизить уровень общего холестерина и липопротеинов низкой плотности. Подобные свойства присущи *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactococcus lactis* и *Enterococcus faecium* [27].

Опубликовано много научных и обзорных статей, посвященных молочным напиткам, обогащенным молочными или немолочными функциональными и биологически активными компонентами – нутрицевтиками. Несмотря на то, что такие продукты имеют большую себестоимость, фармацевтические и пищевые компании осознают меняющиеся тенденции, которые приводят к увеличению их популярности. Достоинства нутрицевтиков заключаются в их безопасности и выраженных питательных и лечебных эффектах. Примерами распространенных нутрицевтиков являются глюкозамин, омега-3-жирные кислоты, эхинацея, лютеин, рыбий

жир, фолиевая кислота, женьшень, апельсиновый сок с добавлением кальция, зеленый чай, корица, куркума. Утверждается, что нутрицевтики дают защиту от следующих заболеваний: рак, диабет, ожирение, хронические воспалительные заболевания, болезнь Паркинсона, болезнь Альцгеймера [9; 28; 29]. Некоторые бренды разработали молочные напитки для детей и взрослых:

- Activia – пробиотический молочный напиток со штаммом *B.Bifidus*;
- Actimel – натуральный питьевой йогурт с культурами *Lactobacillus casei*;
- Yakult – пробиотический молочный напиток с *L. casei Shirota*;
- Nestle-Bliss – питьевой йогурт с *L. acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* и *Streptococcus thermophilus*.

Также производится напиток на основе йогурта Früzinga с высоким содержанием клетчатки и витамина D.

Йогурт – это кисломолочный продукт, который может доставить в организм значительное количество пробиотических бактерий. Благодаря этим полезным эффектам он стал самой популярной категорией молочных продуктов и теперь доступен во многих вариантах – с различным содержанием жира, вкусом и текстурой. Также производятся и разновидности биойогурта (с использованием пробиотических штаммов бифидобактерий и *L. acidophilus*), способствующие пищеварению и эффективной работе иммунной системы [30; 31].

Разработка и внесение биологически активных добавок в рецептуры пищевых продуктов – одно из выдающихся достижений нашего времени. Среди потенциальных добавок важную роль играют диетические пищевые волокна, введение которых в рацион рекомендуют многие специалисты по здоровому питанию.

Добавление в молочные напитки функциональных ингредиентов (сыrovотка, фруктовый сок, пробиотические бактерии и пребиотики) стало существенным фактором увеличения спроса на разработку функциональных молочных напитков [32].



Достаточно перспективным представляется использование творога в сочетании с растительными компонентами и различными обогатителями. В твороге содержатся незаменимые аминокислоты, поэтому употребление его в пищу положительным образом сказывается на иммуномодулирующей функции организма, усвоении жирорастворимых витаминов и транспорте железа в организме человека. Комбинация в продукте белков растительного и животного происхождения по аминокислотному составу будет приближена к так называемому «идеальному белку», что способствует максимальному поглощению полезных веществ.

В настоящее время разрабатывается много творожных продуктов, включающих функциональные компоненты: например, предложены варианты с подсластителями, лактулозой, поливитаминными премиксами, природными антиоксидантами, β -каротином, йодказеином, кальцием, зерновыми компонентами, а также безлактозные [33].

Препараты морских водорослей как функциональные ингредиенты продуктов питания

Бурые морские водоросли являются ценными источниками структурно разнообразных биологически активных соединений, используемых в качестве пищевых, функциональных продуктов питания и лекарственных веществ [34].

Водоросли – это универсальное сырье, из которого производятся пищевые продукты, биологически активные вещества и добавки, отдельные полисахариды, лекарства, корма для животных, удобрения (рис. 1). По экономическим и экологическим причинам предпочтительна комплексная переработка водорослей.

Бурые водоросли способны накапливать в себе отдельные химические вещества и их соединения. Они являются практически единственным источником такого биосорбента, как альгинат натрия.

Альгинат, неперевариваемый полисахарид, сорбирует тяжелые металлы, ра-

диоактивные вещества и другие токсины в организме человека, причем поглощает их селективно, не присоединяя полезные организму вещества. Такая уникальная молекулярная структура отличает его от других. Альгинат также предохраняет от вредных последствий продолжительного воздействия на организм электромагнитных полей, излучаемых экранами компьютеров, телевизоров, сотовыми телефонами и т. д. Все эти токсичные вещества и воздействия приводят к избыточному образованию свободных радикалов, повреждению клеточных структур, включая гены, и возможному раковому перерождению. Альгинат сорбирует вредные вещества и эффективно выводит их из организма [3].

Фукоидан – важнейший полисахарид, входящий в состав бурых водорослей. Фукоиданы представляют собой богатые фукозой сульфатированные полисахариды, содержащие различное количество галактозы, ксилозы и глюкуроновой кислоты. В научной среде Японии данное вещество стало предметом самого пристального изучения, так как под его воздействием раковые клетки подвергаются процессу самоуничтожения (апоптозу) [3; 36]. Фукоидан обладает определенными пребиотическими потенциалами, стимулируя рост *B. longum* и *B. bifidum*. Несмотря на благоприятные изменения в микробиоте кишечника после приема фукоидана, специфический состав и общая численность микробных сообществ остаются плохо изученными [37].

Каротиноидные пигменты бурых водорослей, а именно фукоксантин, известны своей антиоксидантной активностью, положительным воздействием на здоровье при ожирении и диабете 2-го типа и могут присутствовать в пищевых добавках и нутрицевтиках [38].

Препарат на основе порошка из бурых водорослей содержит незаменимые аминокислоты, витамины А, В₁, В₂, В₃, В₁₂, С, Е, кальций, хром, медь, железо, селен, цинк и другие, причем все в органически усвояемых соединениях.



Р и с. 1. Направления использования бурых водорослей

Fig. 1. Directions for the utilization of brown algae

Источник: по материалам [35]

Source: based on the materials [35]

Высокое содержание полисахаридов в препаратах водорослей, включая внутриклеточные и экзополисахариды, обеспечивает клетки энергией и строительными блоками. Это предполагает использование порошка для купирования действия иммунодепрессантов. Кроме того, такие препараты содержат органическую форму йода, которую возможно получить только из морских водорослей. Основным источником неорганического йода является йодированная или морская соль, в которой содержатся йодиды и йодаты калия или натрия. Эта форма более усвояема для человека, но при постоянном употреблении такой соли данный микроэлемент может накапливаться в организме, что приводит к избыточному выработанию тиреоидных гормонов. Органически связанный йод, напротив, усваивается организмом медленнее, но при этом избыток йодсодержащих веществ выводится из организма вместе с мочой. Эта форма йода предотвращает развитие заболеваний щитовидной железы в эндемичных по йоду

территориях, а также в случаях радионуклидного заражения⁵ [39].

При производстве продуктов с добавлением водорослей потребителю следует предоставить информацию о виде используемых водорослей, указав по возможности процентное содержание йода, поскольку в некоторых видах водорослей количество данного микроэлемента достаточно большое, и важно не превысить рекомендуемые суточные нормы потребления [40].

Функциональные молочные продукты с использованием добавок на основе водорослей

Водоросли являются отличным источником биологически активных соединений и могут быть использованы для разработки функциональных продуктов питания. Они выступают богатым источником природных антиоксидантов и антимикробных веществ. Добавление их

⁵ Андрияшина Е. А., Шутова В. В. Оценка влияния биологически активной добавки «Модифилан» на микробиологические показатели йогурта.



натуральных экстрактов не только улучшает качество пищевых продуктов, но и ограничивает использование химических консервантов, тем самым обеспечивая многочисленные преимущества для здоровья.

Водоросли богаты йодом, а также являются естественным источником других необходимых минералов и микроэлементов, витаминов, сахаров и аминокислот. Они традиционно потреблялись на протяжении веков во многих азиатских общинах – в Китае, Японии, Корее и на Филиппинах.

Европейцы все чаще стали употреблять в пищу морские водоросли. Отмечается рост интереса к сбору и культивированию различных видов морских водорослей для получения пищи и корма для животных как альтернативного источника белка и минералов [41].

В Норвегии съедобные морские водоросли (*Saccharina latissima*, *Palmaria palmata*, *Undaria pinnatifida*, *Himanthalia elongata*) продаются в свежем или сушеном виде как «морские овощи» или приправы, включаются в различные виды продуктов (спреды, заправки, супы) [42].

Во Франции чаще всего встречаются соленые, свежие и консервированные водоросли (30 %), также их добавляют в состав спредов, соусов (21 %), приправ (17 %) и чаев (9 %). Реже водоросли можно встретить в составе таких продуктов, как макароны, печенье, напитки и сладости.

Появляются новые продукты, например, вегетарианские гамбургеры с водорослями, включающие хлореллу и вакаме, сэндвич Yuso (США), сделанный из риса и листьев нори с японскими онигири, макароны (I see pasta), супы (Atlantic Kitchen) и напитки (Springwave, Charlies).

Благодаря своим органолептическим качествам и питательным свойствам водоросли все больше вписываются в наш рацион. В дополнение к потреблению клетчатки, минералов, антиоксидантных соединений они делают пищу разнообразной, придавая новые цвета, вкусы и текстуру привычным блюдам.

Исследования биологической активности водорослей показали, что они обладают

антиоксидантными, антибактериальными, противовирусными, противогрибковыми свойствами, а также демонстрируют пребиотический, нейропротекторный, противовоспалительный, иммуномодулирующий эффекты.

Полисахариды водорослей – это природные полимеры, которые легко доступны в природе, нетоксичны, дешевы, безопасны, биоразлагаемы и биосовместимы. Обсуждается возможность использования полисахаридов из морских макро- и микроводорослей в качестве пребиотиков. Так, альгинаты, фукоиданы, каррагинаны и некоторые другие экзополисахариды не полностью ферментируются кишечной микробиотой.

Помимо использования в пищевой промышленности в качестве загустителя или эмульгатора, альгинаты рассматриваются как источники пищевых волокон, благотворно влияющих на здоровье толстой кишки и сердечно-сосудистой системы.

Ламинараны (или ламинарины), особенно содержащиеся в ламинарии, признаны пищевыми волокнами с пребиотическими свойствами, применяемыми в качестве субстрата для пробиотических бактерий [43]. Ламинара – глюкан, один из распространенных полисахаридов, часто встречающихся в большом разнообразии бурых водорослей, таких как *Fucus vesiculosus*, *Saccharina longicuris* и *Ascophyllum nodosum*. Ламинаран образуется при фотосинтезе и проявляет большую противовирусную активность и низкую токсичность *in vivo* [44].

По сравнению с включением изолированных соединений использование целых водорослей (обезвоженных и порошкообразных) имеет преимущества в производстве продуктов питания и напитков, поскольку способствует одновременному обогащению продукта-матрицы различными компонентами (пищевыми волокнами, белками, минералами, витаминами, каротиноидами, полифенолами и т. д.).

Кроме того, использование водорослей (например, в виде обезвоженного порошка) устраняет необходимость в трудоемких, дорогостоящих и экологически



неблагоприятных процессах экстракции и очистки, которые требуются при использовании отдельных водорослевых компонентов.

Интеграция морских водорослей в состав пищевых продуктов и напитков может стать перспективным подходом к повышению их популярности, хотя успех данной стратегии обусловлен спецификой конкретного продукта, учитывая возможные ограничения, связанные с органолептическими свойствами (внешний вид, вкусовые качества, консистенция и т. д.).

Примеры использования водорослей и выделяемых из них веществ в качестве пищевых добавок для улучшения свойств молочных продуктов представлены в таблице.

Спектр выполняемых данными добавками функций очень широк. Например, альгинаты используются для создания наночастиц с низином, пленок для упаковки сыров или добавляются напрямую при производстве обезжиренных сыров для улучшения их реологических

свойств [46–48]. Проблема иммобилизации кальция в казеине является актуальной, так как у людей с недостаточным перевариванием казеина данный элемент из этих продуктов не усваивается. Таким образом, добавление богатых кальцием водорослей может повысить его уровень в молочных продуктах и помочь в лечении гипокальциемии [49].

Laminaria spp была включена в состав плавленого копченого сыра и сметаны для повышения содержания йода без отрицательного воздействия на их органолептические свойства при хранении в охлажденном виде [45]. Коллектив ученых под руководством Коваль П. В. разработал обогащенный йодом пробиотический продукт типа йогурта, содержащий 0,2 или 0,5 % водорослей из *Laminaria spp*. Он имел в своем составе в среднем 570 мкг йода на 100 г и концентрацию кальция, калия, натрия, магния и железа, а также питательную ценность значительно выше, чем контрольный йогурт [50].

Таблица. Водоросли, используемые в качестве добавок в молочные продукты

Table. Algae, which are frequently employed as functional additives of milk-based products

Водоросль / Algae	Тип продукта / Product type	Массовая доля, % / Mass fraction, %	Параметры, используемые для оценки эффекта добавки / Parameters utilized for assessing the additive effect
<i>Laminaria</i>	Копченый плавленый сыр / Smoked processed cheese	0,2	Содержание йода / Iodine content
<i>Laminaria</i>	Сметана / Sour cream	0,2	Содержание йода / Iodine content
<i>Laminaria</i>	Йогурт / Yogurt	0,2–0,5	Пищевая ценность, содержание минеральных веществ / Nutritional value, inorganics content
<i>Kombu (L. saccharina)</i>	Творог / Cottage cheese	Данные не доступны / Data not available	Пищевая ценность, органолептические свойства / Nutritional value, organoleptic properties
<i>Kombu (L. japonica)</i>	Творог / Cottage cheese	3–15	Пищевая ценность, физико-химические свойства / Nutritional value, physico-chemical properties
<i>Wakame (U. pinnatifida)</i>	Творог / Cottage cheese	3–15	Пищевая ценность, физико-химические свойства / Nutritional value, physico-chemical properties
<i>Chlorella</i>	Плавленый сыр / Processed cheese	0,5–1	Физико-химические и органолептические свойства / Physico-chemical and organoleptic properties
<i>Chlorella</i>	Сыр Аппенцеллер / Appenzeller cheese	0,5–2	Физико-химические и органолептические свойства / Physico-chemical and organoleptic properties

Источник: составлено по материалам [45]

Source: based on the materials [45]



Разработана рецептура творога с содержанием *U. pinnatifida* и *L. japonica* по массовой доле 3, 9 и 15 % [43]. Сыры с добавлением 15 % водорослей показали более высокое содержание микроэлементов (Ca, Fe, Mg), в то время как качество текстуры (консистенция и твердость) было лучше при добавлении 9 % водорослей. Чтобы сделать сыр источником йода, оценена возможность оптимизации процедур сушки и измельчения *L. saccharina* из Северного моря и добавления её в творог и сыр [45].

При анализе эффекта добавления одноклеточной водоросли *Chlorella* (0,5–1 %) на физико-химические, реологические и органолептические свойства плавленого сыра выяснилось, что, хотя содержание влаги, белков и жиров, а также степень смазывания были одинаковыми для сыров с хлореллой и контрольных сыров, некоторые различия наблюдались в текстуре и цвете, например, плавкость сыров с добавлением водорослей оказалась почти в 2 раза меньше, а твердость в 1,5 раза выше. Сыр с 0,5%-ным содержанием хлореллы был предпочтительнее из-за оптимальных реологических параметров в сравнении с остальными группами [51]. На рис. 2 представлена сравнительная оценка органолептических свойств сыров с содержанием порошка хлореллы 0,5 и 1 %, а также контрольного, по системе качественного анализа данных (QDA-системе).

Также изучено влияние добавления порошка хлореллы (0–2,0 %) на рост молочнокислых бактерий, скорость созревания и органолептические свойства сыра Аппенцеллер. Концентрация молочнокислых бактерий была выше в сыре с добавлением водорослей. Оптимальная массовая доля добавления порошка хлореллы, которая позволила произвести сыр приемлемого качества, составляла 0,5 %.

Поскольку молочные продукты употребляются всеми возрастными категориями населения, применение водорослевого порошка для улучшения свойств таких продуктов вполне целесообразно. В ходе исследования, где добавку вносили в рецептуру творожной массы, наиболее удачным вариантом оказался продукт с ее

2%-ным содержанием. Внесение данного компонента в творожный крем позволило улучшить его минеральный состав, а по содержанию йода этот продукт можно отнести к функциональным, поскольку в одной порции содержалась суточная норма микроэлемента для человека^{6,7}.

В эксперименте показано, что применение порошка не оказало сильного влияния на органолептические свойства кисломолочного продукта. Однако при добавлении в творожную массу более 2 % водорослевого порошка наблюдалось чуть заметное изменение вкуса и цвета продукта, появлялся болотистый привкус. Таким образом, исследователи рекомендуют использовать рецептуру с добавлением препарата в количестве 2 % от массы творожного крема.

Проведено исследование влияния бурых водорослей, а именно *Ascophyllum nodosum* (100 % водный и 80 % этанольный экстракты) и *Fucus vesiculosus* (60 % этанольный экстракт), на антиоксидантный потенциал йогурта в концентрациях 0,25 и 0,5 %. Добавление экстрактов морских водорослей в йогурт не повлияло на pH или срок годности, однако придавало ему желто-зеленый оттенок. Все образцы обогащенного йогурта имели значительно более высокую активность поглощения радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила по сравнению с обычным йогуртом, что указывало на стабильность экстрактов водорослей в продукте-матрице [52].

Включение порошка *Spirulina platensis* (0,5 и 1,0 %) в сыр Фета позволило увеличить в продукте содержание белка и железа. Образцы сыра с добавлением водорослевого порошка имели более плотную консистенцию. Кроме того, добавление *S. platensis* придавало сыру приятный желтый оттенок.

Разработан сыр типа камамбер с добавлением водорослей *Palmaria palmata*

⁶ Шутова В. В., Андрияшина Е. А. Исследование процесса производства кисломолочных продуктов функционального питания.

⁷ Андрияшина Е. А., Шутова В. В. Оценка влияния биологически активной добавки «Модифилан» на микробиологические показатели йогурта.



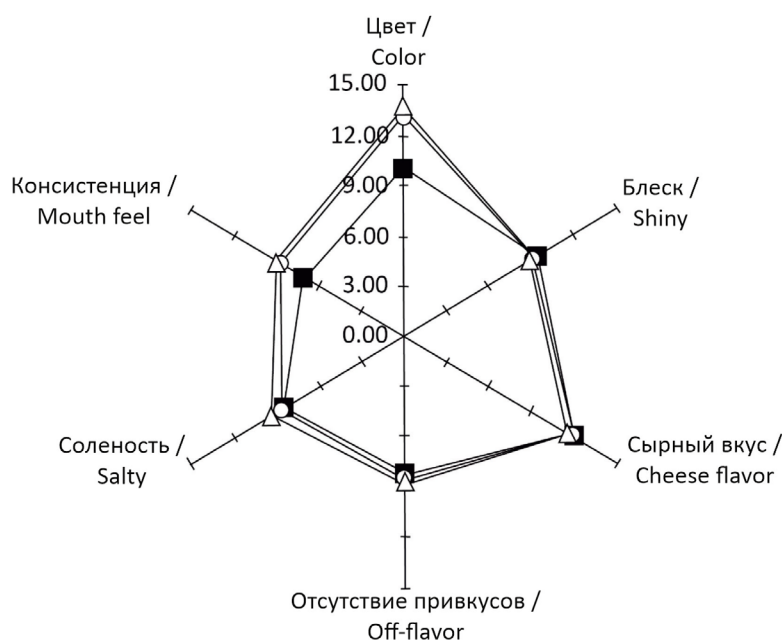
и *Saccharina longicuris*. Сыр с добавлением *P. palmata* имел более высокое содержание белка и углеводов, тогда как образцы, разработанные с *Saccharina longicuris*, показали большее содержание клетчатки и минералов по сравнению с контрольным сыром. При этом обе водорослевые добавки не повлияли на уровень pH и антиоксидантную активность сыра [37].

Порошкообразные добавки водоросли ламинарии вносили в муку в различных концентрациях (2,5–7,5 %) для приготовления хлеба. Хлеб, содержащий 2,5 % порошка ламинарии, получил высокую органолептическую оценку, в то время как у хлеба с более высокой концентрацией водорослей мякиш оказался жестким. Таким образом, хлеб, содержащий 2,5 % порошка ламинарии, можно отнести к функциональным продуктам с хорошими качественными характеристиками.

Добавление бурой водоросли *Undaria pinnatifida* в количестве до 20 % к пасте позволило повысить питательную ценность

и улучшило органолептические характеристики макаронных изделий. Добавление к пасте водорослей привело к изменению аминокислотного и жирнокислотного профиля продукта и повысило содержание фукоксантина и фукостерола.

Преимущества для здоровья, связанные с потреблением водорослей, были впервые выявлены в ходе эпидемиологических исследований, которые показали низкую распространенность некоторых заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца и некоторые виды рака (молочной железы, толстой кишки и предстательной железы) в районах с высоким потреблением водорослей [53]. Таким образом, морские водоросли имеют значительный потенциал применения в качестве эффективного средства профилактики ряда серьезных патологий благодаря их уникальному биохимическому составу, способному оказывать благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему и снижать риск развития онкологических заболеваний.



Р и с. 2. Качественный анализ данных (QDA-профиль) органолептических характеристик сыров без добавления порошка хлореллы (—●—), с 0,5 % (---○---) и с 1 % (····△····)

Fig. 2. QDA-organoleptic profile of cheeses without added chlorella powder (—●—), with 0.5% (---○---), with 1% (····△····)

Источник: по материалам [51]

Source: based on the materials [51]



ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые возможности, предоставляемые добавлением водорослей в различные продукты, должны сопровождаться дальнейшими исследованиями взаимодействия пищевых ингредиентов с биомолекулами водорослей. Существует также необходимость в изучении и определении механизмов, посредством которых водоросли (целые или в виде конкретных ингредиентов) приносят пользу для здоровья в различных матрицах.

Как ферментированная пища, так и водоросли обладают высокой питательной ценностью. Сочетание этих двух видов позволит создать продукт, богатый всеми питательными веществами, необходимыми для правильного и здорового функционирования организма.

Учитывая необходимость постоянных инноваций и удовлетворения меняющихся вкусов потребителей, использование водорослей предлагает некоторые интересные возможности для создания новых продуктов питания.

Исследование возможностей использования водорослей в молочных продуктах открывает перед пищевой промышленностью широкие перспективы, предоставляя научно обоснованные подходы к созданию питательных и функциональных продуктов на основе этого ценного, но недостаточно используемого природного сырья. Инновационные разработки в данном направлении обеспечат создание новых категорий продуктов, отвечающих современным требованиям рынка и оказывающих положительное влияние на здоровье человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Chandrapala J., Zisu B. Novel Trends in Engineered Milk Products. *The Journal of Dairy Research*. 2016;83(3):268–280. <https://doi.org/10.1017/S0022029916000479>
2. Bengoa A.A., Iraporda C., Acurcio L.B., de Cicco Sandes S.H., Costa K., Guimarães G.M. et al. Physicochemical, Immunomodulatory and Safety Aspects of Milks Fermented with *Lactobacillus Paracasei* Isolated from Kefir. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*. 2019;123:48–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.041>
3. Wang Y., Xing M., Cao Q., Ji A., Liang H., Song Sh. Biological Activities of Fucoidan and the Factors Mediating Its Therapeutic Effects: A Review of Recent Studies. *Marine Drugs*. 2019;17(3):183. <https://doi.org/10.3390/md17030183>
4. Gul O., Mortas M., Atalar I., Dervisoglu M., Kahyaoglu T. Manufacture and Characterization of Kefir Made from Cow and Buffalo Milk, Using Kefir Grain and Starter Culture. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(3):1517–1525. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8755>
5. Aryana K.J., Olson D.W. A 100-Year Review: Yogurt and Other Cultured Dairy Products. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12):9987–10013. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12981>
6. Makwana M., Hati S. Fermented Beverages and Their Health Benefits. *Fermented Beverages*. 2019;5:1–29. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00001-4>
7. Magan J.B., O'Callaghan T.F., Kelly A.L., McCarthy N.A. Compositional and Functional Properties of Milk and Dairy Products Derived from Cows Fed Pasture or Concentrate-Based Diets. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021;20(3):2769–2800. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12751>
8. Hadjimbei E., Botsaris G., Chrysostomou S. Beneficial Effects of Yoghurts and Probiotic Fermented Milks and Their Functional Food Potential. *Foods*. 2022;11(17):2691. <https://doi.org/10.3390/foods11172691>
9. Khalaf A.T., Wei Y., Alneamah S.J.A., Al-Shawi S.G., Kadir S.Y.A., Zainol J. et al. What is New in the Preventive and Therapeutic Role of Dairy Products as Nutraceuticals and Functional Foods? *BioMed Research International*. 2021;2021:8823222. <https://doi.org/10.1155/2021/8823222>
10. Abdi-Moghadam Z., Darroudi M., Mahmoudzadeh M., Mohtashami M., Jamal A.M., Shamloo E. et al. Functional Yogurt, Enriched and Probiotic: A Focus on Human Health. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2023;57:575–586. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.08.005>
11. Канарейкин В.И., Ребезов М.Б., Бикбова Р.А. Новый функциональный молочно-растительный йогурт. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2016;19(2):255–260. <https://elibrary.ru/wctpxd>
 Kanareikin V.I., Rebezov M.B., Bikbova R.A. [New Functional Milk-Plant Yogurt]. *Aktualnye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva = Actual Problems of Intensive Development of Animal Husbandry*. 2016;19(2):255–260. (In Russ., abstract in Eng.). <https://elibrary.ru/wctpxd>



12. Gul O., Atalar I., Mortas M., Dervisoglu M. Rheological, Textural, Colour and Sensorial Properties of Kefir Produced with Buffalo Milk Using Kefir Grains and Starter Culture: a Comparison with Cows' Milk Kefir. *International Journal of Dairy Technology*. 2018;71(5):73–80. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12503>
13. Yilmaz İ., Dolar M.E., Özpınar H. Effect of Administering Kefir on the Changes in Fecal Microbiota and Symptoms of Inflammatory Bowel Disease: a Randomized Controlled Trial. *The Turkish Journal of Gastroenterology*. 2019;30(3):242–253. <https://doi.org/10.5152/tjg.2018.18227>
14. O'Brien K.V., Stewart L.K., Forney L.A., Aryana K.J., Prinyawiwatkul W., Boeneke C.A. The Effects of Postexercise Consumption of a Kefir Beverage on Performance and Recovery during Intensive Endurance Training. *Journal of Dairy Science*. 2015;98(11):7446–7449. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9392>
15. Sharifi M., Moridnia A., Mortazavi D., Salehi M., Bagheri M., Sheikhi A. Kefir: a Powerful Probiotics with Anticancer Properties. *Medical Oncology*. 2017;34(11):183. <https://doi.org/10.1007/s12032-017-1044-9>
16. Alihosseini N., Moahboob S.A., Farrin N., Mobasseri M., Taghizadeh A., Ostadrahimi A.R. Effect of Probiotic Fermented Milk (Kefir) on Serum Level of Insulin and Homocysteine in Type 2 Diabetes Patients. *Acta Endocrinologica (Bucharest)*. 2017;13(4):431–436. <https://doi.org/10.4183/aeb.2017.431>
17. Fathi Y., Ghodrati N., Zibaenezhad M.-J., Faghih Sh. Kefir Drink Causes a Significant Yet Similar Improvement in Serum Lipid Profile, Compared with Low-Fat Milk, in a Dairy-Rich Diet in Overweight or Obese Premenopausal Women: a Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Lipidology*. 2017;11(1):136–146. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2016.10.016>
18. Tu M.-Y., Chen H.-L., Tung Y.-T., Kao Ch.-Ch., Hu F.-Ch., Chen Ch.-M. Short-Term Effects of Kefir-Fermented Milk Consumption on Bone Mineral Density and Bone Metabolism in a Randomized Clinical Trial of Osteoporotic Patients. *Public Library of Science ONE*. 2015;10(12):e0144231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144231>
19. Ton A.M.M., Campagnaro B.P., Alves G.A., Aires R., Zambom Côco L., Arpini C.M. et al. Oxidative Stress and Dementia in Alzheimer's Patients: Effects of Synbiotic Supplementation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2020;14:2638703. <https://doi.org/10.1155/2020/2638703>
20. Mert H., Yilmaz H., Irak K., Yıldırım S., Mert N. Investigation of the Protective Effect of Kefir Against Isoproterenol Induced Myocardial Infarction in Rats. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2018;38(2):259–272. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.2.259>
21. Hsu Y.-J., Huang W.-C., Lin J.-S., Chen Y.-M., Ho Sh.-T., Huang Ch.-Ch. et al. Kefir Supplementation Modifies Gut Microbiota Composition, Reduces Physical Fatigue, and Improves Exercise Performance in Mice. *Nutrients*. 2018;10(7):862. <https://doi.org/10.3390/nu10070862>
22. Bengoa A.A., Llamas M.G., Iraporda C., Dueñas M.T., Abraham A.G., Garrote G.L. Impact of Growth Temperature on Exopolysaccharide Production and Probiotic Properties of *Lactobacillus Paracasei* Strains Isolated from Kefir Grains. *Food Microbiology*. 2018;69:212–218. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.08.012>
23. Gamba R.R., Yamamoto S., Abdel-Hamid M., Sasaki T., Michihata T., Koyanagi T. et al. Chemical, Microbiological, and Functional Characterization of Kefir Produced from Cow's Milk and Soy Milk. *International Journal of Microbiology*. 2020;(1):7019286. <https://doi.org/10.1155/2020/7019286>
24. Vieira C.P., Rosario A.I.L.S., Lelis C.A., Rekowski B.S.S., Carvalho A.P.A., Rosário D.K.A. et al. Bioactive Compounds from Kefir and Their Potential Benefits on Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021(1):9081738. <https://doi.org/10.1155/2021/9081738>
25. Коршунова А.Ф., Федотова Н.А., Левченко М.Н. Обоснование технологии функциональных изделий на основе творога. *Евразийский союз ученых*. 2015;11–3(20):69–72. <https://elibrary.ru/vkupxf>
Korshunova A.F., Fedotova N.A., Levchenko M.N. [Justification of the Technology of Functional Products Based on Cottage Cheese]. *Eurasian Union of Scientists*. 2015;11–3(20):69–72. (In Russ., abstract in Eng.). <https://elibrary.ru/vkupxf>
26. Shiby V.K., Mishra H.N. Fermented Milks and Milk Products as Functional Foods – A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013;53(5):482–496. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.547398>
27. Başçam Z., Özcan T. Functional Properties of Fermented Milk Produced with Plant Proteins. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;86:25–30. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.025>
28. Kumar H., Dhalari R., Guleria S., Sharma R., Cimler R., Dhanjal D.S. et al. Advances in the Concept of Functional Foods and Feeds: Applications of Cinnamon and Turmeric as Functional Enrichment Ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2025;65(6):1144–1162. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2289645>
29. Savatinova M., Ivanova M. Functional Dairy Products Enriched with Omega-3 Fatty Acids. *Food Science and Applied Biotechnology*. 2024;7(1):1–13. <https://doi.org/10.30721/fsab2024.v7.i1.301>



30. Boor K.J., Wiedmann M., Murphy S., Alcaine S. A 100-Year Review: Microbiology and Safety of Milk Handling. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(12):9933–9951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>
31. Colombo M., Castilho N.P., Todorov S.D., Nero L.A. Beneficial Properties of Lactic Acid Bacteria Naturally Present in Dairy Production. *BMC Microbiology*. 2018;18(1):219. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1356-8>
32. Das G., Paramithiotis S., Sivamaruthi B.S., Wijaya Ch.H., Suharta S., Sanlier N. et al. Traditional Fermented Foods with Anti-Aging Effect: A Concentric Review. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*. 2020;134:109269. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109269>
33. Ключникова Д.В., Кузнецова А.А., Крикунов А.В. Компоненты-обогащители как механизм расширения ассортимента творожных продуктов. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2017;5(4):5–11. <https://doi.org/10.14529/food170401>
Klyuchnikova D.V., Kuznetsova A.A., Krikunov A.V. Components-Dressers as a Mechanism to Expand the Range of Quark Products. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2017;5(4):5–11. (In Russ., abstract in Eng.). <https://doi.org/10.14529/food170401>
34. Gunesser O., Isleten Hosoglu M., Aydeniz B., Yuceer Y. Engineering of Milk-Based Beverages: Current Status, Developments, and Consumer Trends. *Milk-based Beverages*. 2019:1–37. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815504-2.00001-3>
35. Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Евсеева Н.В., Усов А.И., Головин Г.Ю., Попов А.М. Бурые водоросли порядков *Laminariales* и *Fucales* Сахалино-Курильского региона: запасы, добыча, использование. *Труды ВНИРО*. 2020;181:235–256. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-235-256>
Podkorytova A.V., Roshchina A.N., Evseeva N.V., Usov A.I., Golovin G.Yu., Popov A.M. Brown Algae of the Orders *Laminariales* and *Fucales* of the Sakhalin-Kuril Region: Stocks, Extraction, Use. *Trudy VNIRO*. 2020;181:235–256. (In Russ., abstract in Eng.). <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-235-256>
36. Wan-Loy C., Siew-Moi P. Marine Algae as a Potential Source for Anti-Obesity Agents. *Marine Drugs*. 2016;14(12):222. <https://doi.org/10.3390/md14120222>
37. Ścieszka S., Klewicka E. Algae in Food: A General Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019;59(21):3538–3547. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1496319>
38. Maeda H. Nutraceutical Effects of Fucoxanthin for Obesity and Diabetes Therapy: a Review. *Journal of Oleo Science*. 2015;64(2):125–132. <https://doi.org/10.5650/jos.ess14226>
39. Shirosaki M., Koyama T. *Laminaria Japonica* as a Food for the Prevention of Obesity and Diabetes. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2011;64:199–212. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00015-6>
40. Redway M.L., Combet E. Seaweed as Food: Survey of the UK Market and Appraisal of Opportunities and Risks in the Context of Iodine Nutrition. *British Food Journal*. 2023;125(10):3601–3622. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2023-0024>
41. Roleda M.Y., Skjermo J., Marfaing H., Jónsdóttir R., Rebours C., Gietl A. et al. Iodine Content in Bulk Biomass of Wild-Harvested and Cultivated Edible Seaweeds: Inherent Variations Determine Species-Specific Daily Allowable Consumption. *Food Chemistry*. 2018;254:333–339. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.024>
42. Stévant P., Rebours C., Chapman A. Seaweed Aquaculture in Norway: Recent Industrial Developments and Future Perspectives. *Aquaculture International*. 2017;25(12):1373–1390. <https://doi.org/10.1007/s10499-017-0120-7>
43. Kim S.K., Bhatnagar I. Physical, Chemical, and Biological Properties of Wonder Kelp – *Laminaria*. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2011;64:85–96. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00007-7>
44. Ahmadi A., Moghadamtousi Z.S., Abubakar S., Zandi K. Antiviral Potential of Algae Polysaccharides Isolated from Marine Sources: A Review. *BioMed Research International*. 2015;1:825203. <https://doi.org/10.1155/2015/825203>
45. Cofrades S., Serdaroğlu M., Jiménez-Colmenero F. Design of Healthier Foods and Beverages Containing Whole Algae. In: *Functional Ingredients from Algae for Foods and Nutraceuticals*. Dominguez H., ed. Cambridge : Woodhead Publishing Limited. 2013;9:609–633. <https://doi.org/10.1533/9780857098689.4.609>
46. Li Y. L., Zhu Y. Z., Zheng P. H., Qu Zh.Y. Potentially Harmful Maillard Reaction Products in Food and Herb Medicines. *Journal of Food Quality*. 2021;8:1–11. <https://doi.org/10.1155/2021/1798936>
47. De B.G., Medeiros S., Souza M.P., Pinheiro A.C., Bourbon A.I., Cerqueira M. et al. Physical Characterization of an Alginate / Lysozyme Nano-Laminate Coating and Its Evaluation on “Coalho” Cheese Shelf Life. *Food and Bioprocess Technology*. 2014;7(4):1088–1098. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1097-5>
48. Sharma Khanal B.K., Bhandari B., Prakash S., Liu D., Zhou P., Bansal N. Modifying Textural and Microstructural Properties of Low Fat Cheddar Cheese Using Sodium Alginate. *Food Hydrocolloids*. 2018;83:97–108. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.015>



49. Anderson J.J., Sjöberg H.E. Dietary Calcium and Bone Health in the Elderly: Uncertainties about Recommendations. *Nutrition Research*. 2001;21(1):263–268. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(00\)00291-8](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(00)00291-8)
50. Коваль П.В., Шульгин Ю.П., Лаженцева Л.Ю., Загородная Г.И. Пробиотические йодсодержащие напитки. *Молочная промышленность*. 2005;(6):38–39. <https://elibrary.ru/pveqsp>
Koval P.V., Shulgin Yu.P., Lazhentseva L.Yu., Zagorodnaya G.I. Probiotic Drinks Containing Iodine. *Dairy Industry*. 2005;(6):38–39. (In Russ). <https://elibrary.ru/pveqsp>
51. Jeon J.K. Effect of *Chlorella* Addition on the Quality of Processed Cheese. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 2006;35(3):373–377. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.3.373>
52. Iji P.A., Kadam M.M. Prebiotic Properties of Algae and Algae-Supplemented Products. In: *Functional Ingredients from Algae for Foods and Nutraceuticals*. Dominguez H., ed. Cambridge : Woodhead Publishing Limited. 2013;658–670. <https://doi.org/10.1533/9780857098689.4.658>
53. Rosa D.D., Dias M.M., Grześkowiak Ł.M., Reis S.A., Conceição L.L., Peluzio M.C.G. Milk Kefir: Nutritional, Microbiological and Health Benefits. *Nutrition Research Reviews*. 2017;30(1):82–96. <https://doi.org/10.1017/S0954422416000275>

Поступила 04.03.2025 г.; одобрена после рецензирования 20.04.2025 г.; принята к публикации 30.04.2025 г.

Об авторах:

Шутова Виталина Викторовна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии и биохимии факультета биотехнологии и биологии Национального исследовательского Мордовского государственного университета (430005, Российская Федерация, г. Саранск, ул. Большевицкая, д. 68), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6437-3621>, Scopus ID: 6603368347, Researcher ID: D-2680-2015, SPIN-код: 3339-5067, vshutova@yandex.ru

Ревин Виктор Васильевич, доктор биологических наук, профессор, декан факультета биотехнологии и биологии Национального исследовательского Мордовского государственного университета (430005, Российская Федерация, г. Саранск, ул. Большевицкая, 68), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6542-2667>, Scopus ID: 7003790280, Researcher ID: E-4556-2014, SPIN-код: 8427-2359, revinvv2010@yandex.ru

Вклад авторов:

В. В. Шутова – идея для написания исследования; критический анализ литературы; написание и редактирование рукописи.

В. В. Ревин – критический анализ литературы; написание и редактирование рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Submitted 04.03.2025; revised 20.04.2025; accepted 30.04.2025.

About the authors:

Vitalina V. Shutova, Cand.Sci. (Biol.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Biochemistry, Faculty of Biotechnology and Biology, National Research Mordovia State University (68 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6437-3621>, Scopus ID: 6603368347, Researcher ID: D-2680-2015, SPIN-code: 3339-5067, vshutova@yandex.ru

Viktor V. Revin, Dr.Sci. (Biol.), Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and Biology, National Research Mordovia State University (68 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6542-2667>, Scopus ID: 7003790280, Researcher ID: E-4556-2014, SPIN-code: 8427-2359, revinvv2010@yandex.ru

Authors' contribution:

V. V. Shutova – idea for writing a study; critical analysis of literature; writing and editing the manuscript.

V. V. Revin – critical analysis of literature; writing and editing the manuscript.

All authors have read and approved the final manuscript.