



**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ  
И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ**

**QUALITY CONTROL AND SAFETY  
OF AGRICULTURAL RAW MATERIALS  
AND PROCESSED PRODUCTS**

УДК 637.03

DOI:10.31677/2311-0651-2025-47-1-6-22

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ  
ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНОКИСЛЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВ**

**С. А. Алексашина**, кандидат технических наук, доцент

**В. А. Белозёрова**, студент

*Самарский государственный технический университет*

E-mail: vsasofi@rambler.ru

**Ключевые слова:** соя, растительный белок, молочные продукты, функциональные продукты.

**Реферат.** Проведён анализ исследований, посвящённых использованию альтернативного растительного сырья при производстве продуктов питания функциональной направленности, с акцентом на применение соевых бобов. Рассматривается актуальность и целесообразность выращивания сои в России, затронуты глобальные проблемы человечества в данный момент – экология и здоровье человека. В контексте специализированного использования сои рассматриваются категории функциональных продуктов, а также анализируются преимущества и недостатки сои как сырья для пищевой промышленности. На основе литературных источников проведён обзор влияния соевых продуктов на здоровье человека. Дано представление о возможностях использования соевого сырья для создания функциональных продуктов питания и акцентировано внимание на необходимости дальнейших исследований в этой области. Анализ глобальных и национальных рынков здорового питания показал высокий интерес потребителей к молочным изделиям, особенно к йогуртам. Эти результаты свидетельствуют о наличии перспективной ниши для создания функциональных продуктов, использующих альтернативные источники белка, в частности – сою. Исследования в области влияния сои на организм человека подтверждают ее профилактические свойства в борьбе с дефицитом белка. Также соя представляет собой ценный источник не только белка, но и липидов, фитоэстрогенов, витаминов, минералов и пищевых волокон. Переработка сои открывает возможности для получения ценных побочных продуктов, которые могут быть применены в создании функциональных продуктов питания. В частности, из соевых бобов выделяются изофлавоны – группа биологически активных веществ, оказывающих положительное влияние на здоровье женщин. Исследования указывают на то, что уровень белка и текстурные характеристики оказывают влияние на вкусовые ощущения при органолептической оценке продуктов питания. Констатируется вывод, что в современных исследованиях не уделено достаточного внимания йогуртам на основе овса, что подчёркивает важность дальнейшего изучения данного сегмента.

**USAGE OF ALTERNATIVE PLANT RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF  
LACTIC ACID FOOD PRODUCTS BASED ON PLANT PROTEINS**

**S.A. Aleksashina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**V.A. Belozeroва**, student

*Samara State Technical University*

**Keywords:** soy, plant protein, dairy products, functional products.

**Abstract.** *The review article is dedicated to the analysis of research on the use of alternative plant raw materials in the production of functional food products, with a focus on soybean products. The article discusses the relevance and feasibility of soybean cultivation in Russia, addressing the global issues facing humanity today –namely, ecology and human health. In the context of specialized soybean use, the article examines categories of functional products and analyzes the advantages and disadvantages of soy as a raw material for the food industry. Additionally, the article presents an overview of existing research on the impact of soy products on human health. This scientific work aims to provide readers with insights into the potential use of soybean raw materials for creating functional food products and emphasizes the need for further research in this area. The analysis of global and national healthy food markets shows a high consumer interest in dairy products, especially yogurts. These results indicate a promising niche for creating functional products that utilize alternative protein sources, such as soy. Research on the effects of soy on the human body confirms its preventive properties in combating protein deficiency. Furthermore, soy is a valuable source not only of protein but also of lipids, phytoestrogens, vitamins, minerals, and dietary fibers. Soy processing opens up opportunities for obtaining valuable by-products that can be used in the creation of functional food products. In particular, isoflavones are extracted from soybeans – a group of biologically active substances that positively influence women's health. Studies indicate that protein levels and textural characteristics affect taste sensations during organoleptic evaluations of food products. However, previous studies have not focused on oat-based yogurts, highlighting the importance of further research in this segment.*

Пищевой контекст создают продукты питания, имеющиеся в наличии и доступные для человека в конкретных условиях, а также ряд других составляющих: биологически активные соединения, безопасность, стоимость, удобство употребления, маркировка и т. д. Основная цель формирования данной среды заключается в обеспечении равного и справедливого доступа людей к достаточному количеству экономически доступной, безопасной и питательной пищи, что позволяет удовлетворять их пищевые потребности и предпочтения для ведения активного и здорового образа жизни. Однако для многих доступ к здоровым рационам питания может представлять собой значительные трудности, обусловленные отсутствием таких продуктов, а также их физической или экономической недоступностью по ряду причин [1].

В течение последних пятидесяти лет наблюдается значительное увеличение воздействия антропогенной деятельности на глобальную экосистему, что приводит к росту выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [3]. Ученые считают, что к 2040 г. в результате изменения климата очень сильно замедлится экономическое развитие государств, снизится продовольственная безопасность, обострится социальное и экономическое неравенство, приводящие к росту экономических потерь [6]. Для контроля над этой проблемой был разработан такой формат международного документа, как климатическое соглашение. Одним из наиболее известных является Парижское соглашение, принятое в 2015 г. на 21-й Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата [7, 8].

В настоящее время на грани исчезновения оказался почти миллион видов растений и животных; от 60 до 70 % мировых экосистем деградируют быстрее, чем могут восстановиться. В связи с этим многие страны находятся в поиске сельскохозяйственных культур, альтернативных традиционным культурам, требующим для своего выращивания определённых климатических условий [3]. Это подразумевает выявление и производство климатически устойчивых сортов сельскохозяйственных культур. Посредством селекции и генетической модификации исследователи стремятся создать культуры, способные противостоять тепловому стрессу, нехватке воды и заражению вредителями и другим факторам, связанным с изменением климатических условий. Кроме того, достижения в технологиях точного земледелия позволяют фермерам оптимизировать управление ресурсами, минимизировать потери ресурсов и повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Такие геоинформационные технологии, как спутниковые снимки, беспилотные летательные аппараты и системы мониторинга на основе

датчиков, предоставляют данные в режиме реального времени об уровне влажности почвы, содержании питательных веществ и здоровье сельскохозяйственных культур, давая фермерам возможность принимать обоснованные решения и соответствующим образом адаптировать свою практику [9].

Хозяйственная деятельность человека, как уже было упомянуто выше, вызвала ухудшение качества почвы, воды и атмосферы на всех континентах мира. В результате разрушились естественные условия, необходимые для произрастания многих растений. Некоторые виды, наиболее чувствительные к природным условиям, стали исчезать. Согласно результатам исследований, осуществленных международной группой ботаников, в течение следующих 250 лет в результате антропогенной деятельности будет утрачен 571 вид растений [10].

Кроме того, в современном мире дефицит растительного белка является глобальной проблемой, определяющей здоровье населения планеты. В её решении бобовым культурам, в том числе и сое, отводится особое место. Соя – важная белково-масличная культура, семена которой имеют богатый и ценный состав. Содержание белка в семенах варьирует в зависимости от сорта и условий выращивания в диапазоне от 35 до 45 %. Также семена сои содержат 17–27 % жира, представленного главным образом ненасыщенными жирными кислотами, благоприятно влияющими на здоровье человека. Помимо этого, в сое присутствуют значительные количества углеводов, витаминов и незаменимых аминокислот [2].

Соя является одной из наиболее востребованных бобовых культур как в мировом сельском хозяйстве, так и в долгосрочной стратегии развития агропромышленного производства России, поскольку представляет собой источник полноценного растительного белка и известна как культура, улучшающая азотный режим питания почвы. Однако соя является особо требовательной к элементам технологии возделывания. Ученые работают над модернизацией технологии выращивания и использованием специальных удобрений, чтобы в перспективе разводить эту культуру повсеместно [4].

Соя отличается высоким содержанием белка по сравнению с другими бобовыми культурами. В 100 г соевых бобов содержится 34,9 г белка, что соответствует 50 % от средней суточной нормы потребления белка для человека. Кроме того, энергетическая ценность 100 г сои составляет 381 ккал. При этом получаемые белки отличаются высокой усвояемостью – 75–90 %, что сопоставимо с показателем усвояемости говядины, равному 92 % [5].

Сложный химический состав сои обуславливает её профилактическое и терапевтическое действие. Функциональные свойства производных сои позволяют применять их при различных патологиях. Поэтому еще в 1990 г. соя была отнесена к функциональным продуктам [10].

В исследовательской работе авторами поставлен ряд целей:

- анализ мирового рынка функциональных продуктов;
  - анализ функциональных свойств сои как перспективного ингредиента в рационе человека;
  - выявление потенциала использования побочных продуктов переработки сои для получения ценных биологически активных веществ;
  - сравнительный анализ соевого молока и других растительных аналогов, изучение путей их обогащения и пищевой ценности;
  - рассмотрение современных технологий по производству йогурта из альтернативного сырья.
- Работа опирается на комплексный анализ научной литературы и информационных ресурсов по направлениям:
- концепция функциональных продуктов питания и их значение в контексте рационального питания;
  - современное состояние и тенденции развития мирового и отечественного рынка соевых продуктов;
  - соя как функциональный ингредиент: химический состав, биологическая ценность, влияние на организм человека;

– особенности выращивания сои на территории России;  
– последние исследования в области технологии получения йогуртов на основе растительного сырья.

Многочисленные исследования, проведенные как в нашей стране, так и за рубежом, свидетельствуют о том, что пищевая промышленность активно ориентируется на производство функциональных продуктов питания [19].

Однако до сих пор отсутствует единая унифицированная классификация функциональных пищевых продуктов. Наиболее удачную попытку классифицировать данные продукты предпринял доктор медицинских наук профессор Е. Б. Шустов [22]. Евгений Борисович выделяет следующие основные категории.

1. Заменители материнского молока и детского питания при непереносимости отдельных пищевых компонентов.

2. Жидкие концентраты для приготовления напитков с общеукрепляющим и специальным действием.

3. Сухие витаминизированные напитки на основе плодово-ягодных и овощных соков, дополнительно содержащие экстракты лекарственных растений или лекарственные вещества в сниженных дозировках по сравнению с терапевтическими.

4. Лечебно-оздоровительные кисели.

5. Каши, крупы и другие продукты для оздоровительного питания, содержащие дополнительные источники витаминов, микроэлементов, ферментов, пищевых волокон или исключая отдельные пищевые компоненты при их непереносимости.

6. Низкокалорийные пищевые коктейли для снижения веса, заменяющие прием пищи.

7. Белковые, углеводно-белковые, витаминизированные коктейли для спортивного питания и функционального питания ослабленных (истощенных) лиц.

8. Смеси энтерального питания для больных.

9. Диетические фитокомплексы (сухие фитосупы для больных, фитосоусы и приправы на основе измельченных лекарственных растений, гидробионтов или их экстрактов).

10. Лечебные вина, настоянные на лекарственных травах.

11. Джем, конфитюры на основе лекарственных растений и витаминных компонентов.

12. Специализированные чайные напитки и заменители кофе для больных хроническими заболеваниями.

13. Салатные оздоровительные масла, дополнительно насыщенные антиоксидантами, ликопином, фитостеринами, другими концентрированными жирорастворимыми активными компонентами.

Данная классификация основана на технологических свойствах и формах выпуска функциональных пищевых продуктов с некоторой расшифровкой конкретной области применения. Однако существует необходимость как можно теснее сблизить классификации биологически активных и функциональных продуктов, так как они весьма близки с точки зрения их применения [22]. В этой области ведут работы отечественные и зарубежные ученые.

Функциональные пищевые продукты – это продукты нового поколения, обогащенные физиологически функциональными пищевыми ингредиентами для сохранения и улучшения здоровья человека. Наиболее популярные функциональные ингредиенты в современной пищевой промышленности – это пищевые волокна, как нерастворимые (овсяные, пшеничные, ячменные отруби, лигнин, целлюлоза) так и растворимые (пектин, гуаровая камедь, ксановая камедь). Кроме пищевых волокон часто встречаются добавки в виде минеральных веществ (кальций, магний, железо, цинк, йод, селен), витаминов (А, С, D, Е, К, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>12</sub>, фолиевая кислота), полиненасыщенных жиров (омега-3, омега-6), пробиотиков и пребиотиков [19].

В РФ разработан нормативный документ (ГОСТ Р 55577-2013), на который ориентируются изготовители и исследователи пищевых функциональных продуктов питания. Настоящий

стандарт распространяется на параметры сведений (информации об отличительных признаках) о пищевой ценности и эффективности специализированных и функциональных пищевых продуктов и функциональных пищевых ингредиентов, для которых изготовитель декларирует данные сведения в маркировке и/или в рекламе данной пищевой продукции [23].

Увеличение осведомленности населения о преимуществах здорового питания и возрастающая забота о собственном здоровье способствуют росту потребительского спроса на продукты, относящиеся к категории здорового питания.

При анализе мирового рынка функциональных продуктов питания (рис. 1) был сделан вывод о том, что идет стремительный рост предложений от производителей. Вероятно, он мог быть вызван соответствующим ростом спроса в связи с популяризацией здорового образа жизни и его активной пропагандой в средствах массовой информации и сети Интернет. Рынок функциональных пищевых ингредиентов в 2018 г. оценивался в 68,60 млрд долл., а к 2023 г. прирост составил в среднем на 6,6 % ежегодно.

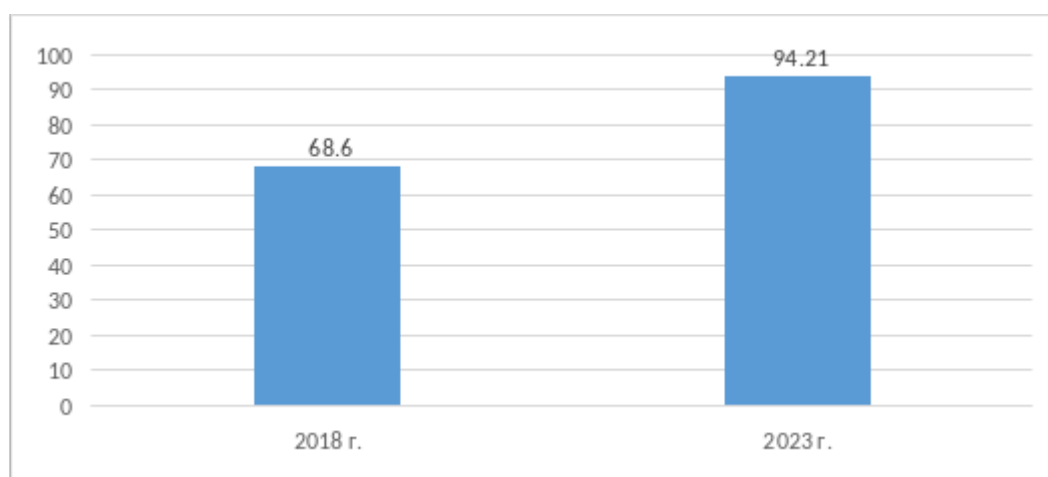


Рис. 1. Диаграмма анализа рынка функциональных продуктов питания

Fig. 1. Diagram of the functional food market analysis

Основным фактором, влияющими на рост спроса является, конечно же, повышение осведомленности потребителей о прямой связи между здоровым образом жизни и её качеством. Также мотивирующим фактором выступает растущее число случаев хронических заболеваний неинфекционной природы – сахарный диабет, злокачественные и доброкачественные новообразования, аллергические реакции и т. д.

Наиболее популярными продуктами, ассоциирующимися у потребителей со здоровым образом жизни, на мировом рынке являются молочные продукты (в частности йогурты), протеиновые коктейли для снижения чувства голода, чай с добавлением лекарственных трав, зерновые батончики и изделия, включающие в свой состав сахарозаменители.

Был осуществлен мониторинг наиболее часто встречающихся предложений в рамках тренда «здоровое питание», результаты которого сведены в таблицу 1. Молочные продукты представляют собой значимый компонент рациона, способствующего поддержанию здоровья.

Таблица 1

Популярные продукты для здорового питания, представленные на мировом и отечественном рынке  
Popular healthy eating products available in the global and domestic markets

| Отрасль | Предложение производителей | Производитель |
|---------|----------------------------|---------------|
|---------|----------------------------|---------------|

|                             |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производство напитков       | Энергетики на натуральной основе (энергетический чай, энергетический сок / сокосодержащий напиток); спортивные напитки.                                 | FitnessSHOK, Fitness food factory WK UP, Bombbar, Fitness Formula (натуральные энергетические напитки); Perfect organics (чай, фиточай); Bloom sparkling, MIO, MATI, Toro matcha (энергетические напитки и концентраты на основе натуральных ингредиентов иностранного производства); GAT sport, Hubei Huangshi, Maxler, Myprotein, Real Pharm (спортивные напитки иностранного производства).                                 |
| Молочная промышленность     | «Жидкий завтрак»; биоккоктейли, бионапитки с добавлением злаков, пищевых волокон                                                                        | FUEL, Quaker, Ambrosia (иностранные производители «жидких завтраков»); «Бифидум», Савушкин: «Активил», бионапиток «Бифитэль» (бионапитки).                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Кондитерская промышленность | Обогащенные продукты; Лидер – жевательный мармелад с биологически активными добавками; энергетические продукты (батончики); «сбалансированный завтрак». | Perfect organics, (макробиотические каши, натуральные органические масла ручного отжима); Biotics Research, Ritual Omega 3, Nordic Naturals (иностранное производство: в основном масложировые продукты представлены в виде капсул); R.A.W Life protein granola, Bionova, Настин Сластин (готовые смеси для оладьев, вафель, продукция из проросшей гречки); Timios, Organic Tattva (готовые смеси иностранного производства). |
| Масложировая промышленность | Продукты со сбалансированными жирокислотным составом; продукты, обогащенные ненасыщенными жирными кислотами, витаминами, пищевыми волокнами и др.       | Рационика, «Будь здоров!», Biopharm (мармелад); Polaner (мармелад иностранного производства) Nattys, Bombar, Snaq fabriq, Power pro, FitnessSHOK, REX (Батончики и другая кондитерская продукция направленная на обогащения рациона питания) Authentic Bar, Tahoe Trail Bar, Nature Valley (батончики и кондитерская продукция иностранного производства)                                                                      |

Таблица представляет собой обзор наиболее востребованных на рынке продуктов, ориентированных на здоровый образ жизни, выпускаемых в различных категориях. На всех рынках наблюдается высокая конкуренция между отечественными и иностранными производителями. Вместе с тем производители стремятся внедрять новые технологии и ингредиенты для создания функциональных продуктов, что может быть ответом на изменяющиеся предпочтения потребителей. Таким образом, анализ показывает, что рынок пищевых продуктов в России активно развивается, ориентируясь на запросы потребителей в области здоровья и благополучия.

Однако у некоторых групп населения наблюдается непереносимость лактозы, что приводит к возникновению симптомов, таких как абдоминальное вздутие, диарея и болезненные спазмы. Процентная доля граждан России, страдающих непереносимостью лактозы, может варьировать в зависимости от источника информации. По данным различных исследований, уровень непереносимости лактозы в России составляет примерно 15–20 % населения [24]. Люди с непереносимостью лактозы вынуждены существенно ограничивать свой выбор кисломолочных продуктов или отказаться от них полностью, что непосредственно влияет на их здоровье и качество жизни [25]. В связи с этим всё более актуальным становится использование растительного белка в качестве альтернативы белку животного происхождения.

Соя (*Glycine max.*) – это однолетнее травянистое растение из семейства бобовых. Соевые бобы имеют овальную форму и состоят из семенной оболочки, эндосперма и зародыша. Семенная оболочка защищает внутренние структуры и участвует в обмене веществ, а эн-

досперм служит питательной средой для зародыша. Зародыш, содержащий зародышевый корешок и семядоли, отвечает за прорастание и развитие нового растения [26].

На территории России соя выращивалась на протяжении многих лет как техническая культура. В настоящее время популярность сои постоянно растет, в связи с чем с каждым годом увеличиваются площади, занятые этой зерновой культурой. В России сою в основном выращивают на Дальнем Востоке: прежде всего, это Амурская область, дающая около 60 % всей отечественной сои, Хабаровский край, Приморский край. Кроме того, сою выращивают в Черноземье: Краснодарский край, Ставропольский край, Северный Кавказ.

В Самарской области также занимаются возделыванием сои. Последние данные свидетельствуют об увеличении площадей, занятых под выращивание сои в Самарской области. Например, в 2020 г. площадь посевов сои составляла около 30 тыс. га, а в 2022 г. этот показатель вырос примерно до 50 тыс. га. Это увеличение связано с ростом интереса к данной культуре, как в силу ее высокой урожайности, так и из-за растущего спроса на растительные белки [27]. Также стоит отметить, что средняя урожайность сои в регионе составляет около 1,5–2,5 т/га, что делает её экономически выгодной культурой для местных аграриев. Прогнозируется, что в будущем площади под соей могут продолжать расти, учитывая поддержку со стороны государства и развитие технологий агрономии.

В современной России селекцией новых сортов сои занимаются несколько научных центров – Омский аграрный научный центр, Аграрный научный центр «Донской», Самарский НИИСХ, Федеральный Ростовский аграрный научный центр и т. д. Благодаря усилиям ученых были созданы российские сорта, способные обеспечить урожайность на уровне 30–40 ц/га.

Различия между сортами сои обусловлены не только их требованиями к природным и агроклиматическим условиям, но и их функциональным назначением. Например, существуют предназначенные для маслично-кормового и пищевого применения сорта, основная цель использования которых заключается в производстве соевых белков. Соя выступает, как ценный источник не только белка, но и жиров, фитоэстрогенов, витаминов, минералов и пищевых волокон, является комплексной пищевой добавкой. Важно также учитывать такие параметры, как химический состав, закупочная стоимость, урожайность конкретного сорта и соотношение основных компонентов зерна. Варианты использования бобов сои представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Применение плодов сои**  
**Application of soybean fruits**

| Область применения                                    | Продукты                                                                |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Общественное питание                                  | Сыры, белковые продукты для вегетарианцев, сосиски, котлеты, супы и пр. |
| Производство кормов для сельскохозяйственных животных | Белковые концентраты, зеленая масса, силос, сено                        |
| Мукомольное производство                              | Соевое мясо                                                             |
| Обработка семян сои                                   | Соевое масло, соевое молоко (из белых семян)                            |
| Производство ферментированной сои                     | Соевый жидкий соус                                                      |
| Производство прессованных бобов                       | Соевый жмых                                                             |

На данный момент разработан широкий ассортимент полуфабрикатов из соевых бобов:

- соевое молоко, которое является популярной альтернативой коровьему молоку;
- тофу (соевый сыр) используют в качестве замены мяса, сыра и других продуктов;
- соевый фарш, который используют для изготовления котлет, пельменей, тефтелей и т. д.;

- соевый соус, выступающий альтернативой популярного усилителя вкуса – соли;
- соевое масло;
- обезжиренная соевая мука, используемая для приготовления хлебобулочных, крупяных и кондитерских изделий;
- соевый лецитин, используемый в качестве эмульгатора;
- белковые изоляты, выступающие в качестве пищевой добавки.

Соя (и продукты её переработки) является универсальным продуктом, находящим применение в различных отраслях, от общественного питания до сельского хозяйства.

Соя выступает одной из наиболее распространенных белково-масличных культур на планете. Для России соя – стратегически важная культура, необходимая для экономики страны. Белок сои характеризуется высокой усвояемостью и хорошей растворимостью в воде; содержание в нем незаменимых кислот значительно выше, чем в белке других зернобобовых [28]. В таблице 3 представлена энергетическая ценность соевых бобов.

Таблица 3

Пищевая и энергетическая ценность соевых бобов (на 100 г)  
Nutritional and Energy Value of Soybeans

|     | Белки, г | Жиры, г | Углеводы, г | Калории, ккал |
|-----|----------|---------|-------------|---------------|
| Соя | 34,9     | 17,3    | 17,3        | 381           |

Пищевая ценность белка включает несколько основных аспектов: аминокислотный состав, биологическую ценность, уровень усвоения, калорийность, профиль жирных кислот.

В белках растительного происхождения (злаковые, бобовые, орехи, грибы, овощи, фрукты, нетрадиционные источники – микроводоросли и др.) имеется дефицит одной или нескольких незаменимых аминокислот. В бобовых содержание белка составляет в среднем 5–24 %, однако в них присутствуют ингибиторы протеиназ, что снижает его усвоение. При этом аминокислотный состав и усвоение изолятов и концентратов белков из бобовых близки к белкам животного происхождения. Белок из продукции растительного происхождения усваивается организмом на 62–80 %. Белок из высших грибов усваивается на уровне 20–40 % [29].

Растительные белки обладают высокой биологической ценностью, обусловленной содержанием витаминов группы В, жирных кислот (омега-3 и омега-6), калия и магния. Тем самым они могут успешно заменить животные источники белка. В целом, использование альтернативных источников белка представляет собой важный шаг к созданию более устойчивой и здоровой пищевой системы, способствующей улучшению качества жизни людей и сохранению окружающей среды для будущих поколений [30].

Также употребление растительного белка снижает риск хронических заболеваний:

- сердечно-сосудистых (растительные белки, как правило, содержат меньше насыщенных жиров и холестерина, чем животные белки, что снижает риск данного заболевания);
- диабета 2-го типа (диеты с высоким содержанием растительных белков могут помочь регулировать уровень сахара в крови).

Одной из ключевых характеристик растительных белков является высокое содержание в них клетчатки, что способствует улучшению процессов пищеварения, поддержанию нормальной функции кишечника.

Таким образом, пищевая ценность растительных белков обусловлена их аминокислотным составом, биологической ценностью и уровнем усвоения, что делает растительные белки важной частью рациона. Несмотря на дефицит незаменимых аминокислот в некоторых растительных источниках, их белки могут эффективно заменять животные, способствуя устойчивому питанию. Употребление растительного белка снижает риск ряда хронических заболеваний, высокое содержание в нём клетчатки улучшает пищеварение и поддерживает здоровье кишечника.

Однако соя способна оказывать и негативное воздействие на организм человека. В настоящее время наиболее обсуждаемой в этом контексте темой является наличие в сое веществ, способных оказывать серьезное воздействие на выработку гормонов и эндокринную систему человека в целом. В первую очередь это связано с присутствием в сое фитоэстрогенов – растительных аналогов женского полового гормона эстрогена. Исследования показывают, что фитоэстрогены способны оказывать влияние на самочувствие и эффективность тренировок у спортсменов. Зависимость особенно хорошо просматривается у спортсменов-мужчин, так как мужской организм содержит эстроген в значительно меньших количествах, чем женский, и более чувствителен к его недостатку или переизбытку. Данные вещества способны привести к увеличению веса, риску возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, а также гормональному сбою. У женщин-спортсменов фитоэстрогены могут стать причиной появления раковых образований [11].

Кроме того, соя относится к числу наиболее мощных аллергенов. Симптоматика аллергической реакции на сою может варьировать от легких проявлений, таких как кожная сыпь и зуд, до тяжелых состояний, включая анафилактический шок. Последний в отсутствие своевременной медицинской помощи может привести к летальному исходу.

Также стоит упомянуть, что соя содержит антинутриенты: фитаты, ингибиторы трипсина и лектины. Эти элементы могут препятствовать усвоению питательных веществ, вызывать вздутие живота, диарею и другие проблемы с желудочно-кишечным трактом. Но при обработке сои (например, кипячении или ферментации) большинство подобных соединений разрушается.

Несмотря на наличие некоторых негативных проявлений, полезные свойства сои несомненны. Соя является самой распространенной и часто выращиваемой среди зернобобовых и масличных культур. Из сои изготавливают множество самостоятельных продуктов функциональной направленности. В связи с этим образуется большое количество отходов, среди которых интерес представляют соевая меласса, шрот и сыворотка.

Большая часть отходов используется для изготовления корма для животных или утилизируется. В других случаях отходы от соевых бобов используются для экстракции биологически активных соединений, например, изофлавонов, обладающих антиоксидантной, эстрогенной, антидиабетической, антиканцерогенной активностями. Также экстрагируют углеводы.

Изофлавоны – это природные соединения, относящиеся к группе фитоэстрогенов, которые имеют структурное сходство с эстрогеном – гормоном, вырабатываемым в организме человека. Основные изофлавоны сои: генистеин, даидзеин и глицитеин. Они обладают ярко выраженными антиоксидантными, антиканцерогенными свойствами и проявляют физиологическую активность, такую как ингибирование пролиферации раковых клеток, сдерживание развития сердечно-сосудистых заболеваний, предотвращение остеопороза, регулирование сахара в крови при диабете 2-го типа, облегчение приливов жара у женщин в период менопаузы, и, таким образом, могут использоваться для профилактики этих заболеваний. Соя содержит большое количество растворимых углеводов. Также было обнаружено, что соя является хорошим источником ряда минералов, необходимых для поддержания оптимального состояния здоровья, включая калий, натрий, кальций, магний, серу и фосфор [31].

При анализе литературных источников, описывающих получение и состав соевой мелассы, шрота и сыворотки, было обнаружено, что в соевой мелассе содержится наибольшее количество изофлавонов в двух вариациях: в гликозидной форме и в меньшей степени – в агликоновой.

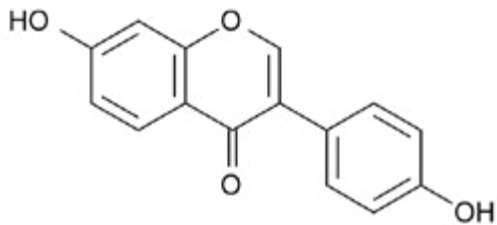
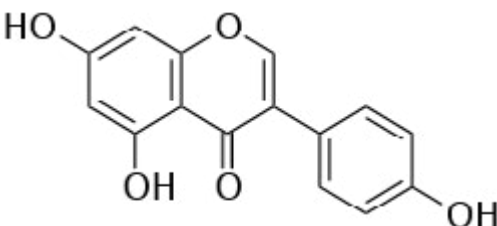
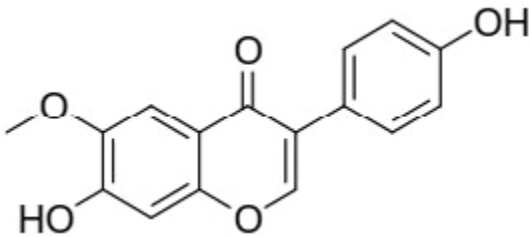
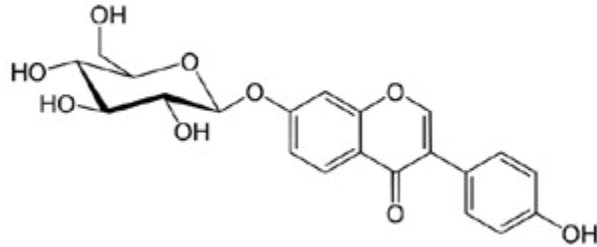
Если сравнивать эти два вида изофлавонов, то исследования показали, что изофлавоновые агликоны превосходят изофлавоновые гликозиды в отношении различной биологической активности благодаря их эффективному всасыванию в организм человека. Поэтому можно сделать вывод, что изофлавоновые агликоны представляют больший интерес для ученых.

Для гидролиза соевой мелассы с целью повышения выхода агликоновых изофлавонов используется  $\beta$ -глюкозидаза, которая гидролизует гликозидные связи, высвобождая остаток саха-

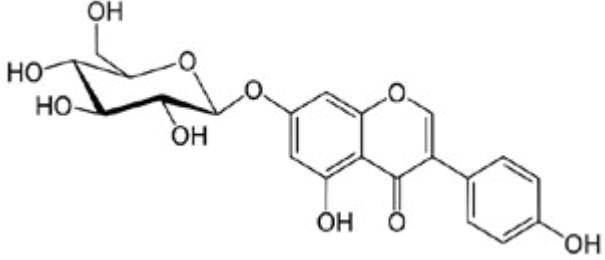
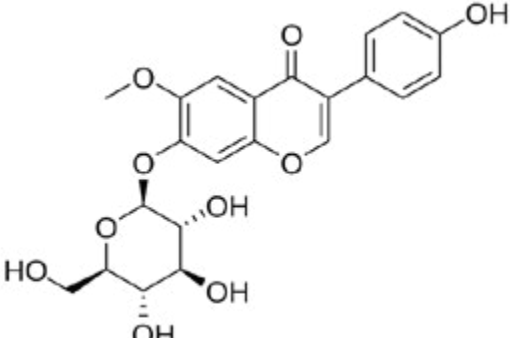
ра, тем самым повышая выход изофлавоновых агликонов. Также существует способ экстракции на основе ферментации соевой мелассы штаммом спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. При сравнении вышеупомянутого спиртового (этилацетатного) способа с обычной ферментацией исследования показали, что выход изофлавонов, полученных методом этилацетатной экстракции ферментированной мелассы, был выше, чем классический способ экстракции. В таблице 4 представлены формы изофлавонов, которые могут содержаться в побочных продуктах переработки соевых бобов.

Таблица 4

Изофлавоны, которые могут содержаться в побочных продуктах переработки соевых бобов  
Isoflavones that may be present in by-products of soybean processing

| Форма             | Структурная формула                                                                  | Химическая формула | Название соединения |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| 1                 | 2                                                                                    | 3                  | 4                   |
| Агликоновые формы |     | $C_{15}H_{10}O_4$  | Даидзеин            |
|                   |   | $C_{15}H_{10}O_5$  | Генистеин           |
|                   |   | $C_{16}H_{12}O_5$  | Глицитеин           |
| Гликозидные формы |  | $C_{21}H_{20}O_9$  | Дайдзин             |
| 1                 | 2                                                                                    | 3                  | 4                   |

Окончание табл. 4

|  |                                                                                    |                      |          |
|--|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|
|  |  | $C_{21}H_{20}O_{10}$ | Генистин |
|  |   | $C_{22}H_{22}O_{10}$ | Глицитин |

Население Земли к 2050 г. вырастет, по оценкам, примерно до 10 млрд человек. Это значительно увеличивает спрос на продовольствие, особенно на продукты с высоким содержанием белка [32]. Основной стратегией пищевой промышленности по повышению устойчивости поставок сельскохозяйственных продуктов питания является разработка современных альтернативных продуктов растительного происхождения. Информация, предоставляемая потребителю с помощью маркетинга и упаковки продукта, дает представление о том, что продукты, произведённые с использованием альтернативного растительного сырья, напоминают обычные продукты на коровьем молоке, однако не ясно, сопоставимы ли они на самом деле [33]. Для того чтобы помочь в разработке улучшенных продуктов на растительной основе, постоянно проводится сравнение качества и физико-химических характеристик, в частности, имеющихся в продаже йогуртов на растительной (альтернативной) и молочной (традиционной) основах.

Недавние исследования показали, что йогурты из сои, кокоса и кешью по своим вкусовым качествам схожи с молочными йогуртами. Также образцы были направлены на изучение сенсорной приемлемости и текстурных свойств австралийских коммерческих молочных продуктов и продуктов растительного происхождения. Анализ выбранных соевых, кокосовых и молочных йогуртов показал, что содержание в них белка, плотность самих йогуртов и соответствующий коэффициент консистенции оказывают положительное влияние на общий вкус [34]. Примечательно, что эти исследования не включали в свои эксперименты йогурты на основе овса [34, 35]. Это объясняется тем, что во многих продуктах на растительном сырье применяется молоко, изготовленное из овса, но в этом исследовании анализ проходили только «чистые» альтернативные продукты, без добавления такого общепринятого сырья, как овсяное молоко.

Альтернативные йогурты на растительной основе приобретают всё большую популярность в связи с увеличением случаев непереносимости молока и аллергических реакций на него в обществе, а также с растущей среди потребителей тенденцией к отказу от продуктов животного происхождения. Так, например, ученые факультета питания и пищевых наук (Университет штата Луизиана, США) разработали продукт из рисовой муки, который имеет значительный потенциал, поскольку рисовая мука гипоаллергена, более экономична по сравнению с растительным молоком. Был выведен новый сорт риса с высоким содержанием белка Frontière[36].

Растительные альтернативы продуктам из животного молока демонстрируют сложную структурную организацию, охватывающую диапазон от атомарного до макроскопического уровня. Методы рассеяния нейтронов и рентгеновских лучей предоставляют уникальные возможности для исследования взаимодействий и сетей, формируемых такими компонентами, как белки и липиды. Комбинация данных методов с ESEM (сканирующей электронной микроскопией окружающей среды) позволяет получить более полное представление о структуре эмульсионных и гелевых систем в этих продуктах. Разнообразные молочные продукты (молоко, сыр, йогурт) и их растительные аналоги характеризуются структурными особенностями в нано- и микрометровом масштабе. В молочных продуктах идентифицированы глобулы молочного жира, мицеллы казеина, нанокластеры коллоидного фосфата кальция (CCP) и кристаллы молочного жира. Повышение содержания сухого вещества коррелирует с появлением кристаллов молочного жира, в то время как мицеллы казеина не детектируются в сырах из-за формирования белковой гелевой сетки. В растительных альтернативах наблюдаются кристаллы жира, крахмальные структуры и, потенциально, белковые образования [37].

Полученные данные углубляют понимание структурной организации молочных и растительных продуктов, что может способствовать разработке более совершенных растительных альтернатив с улучшенными текстурными и вкусовыми характеристиками.

Аналоги растительного молока в настоящее время составляют 15 % от общего объема производства молочной промышленности [38]. Хотя растительные продукты привлекают внимание низким содержанием насыщенных жиров и высоким содержанием пищевых волокон, в большинстве из них по сравнению с животным молоком недостаточно питательных веществ, таких как некоторые незаменимые аминокислоты (метионин, цистеин и лизин), кальций, а также витамины B12 и D [39]. Поэтому необходимы добавки с этими питательными веществами, хотя это, к сожалению, не соответствует ожиданиям потребителей, поскольку они нацелены на более натуральный состав.

Кроме того, усвояемость растительного белка намного ниже, чем у белка животного происхождения. Это связано с глобулярной структурой и наличием антипитательных факторов, таких как ингибиторы трипсина и химотрипсина, лектины, фитаты, волокна и полифенолы, которые могут препятствовать перевариванию [40].

Также имеет место низкая концентрация минералов из-за присутствия оксалатов и фитатов, которые могут образовывать между собой комплексы. И немаловажным фактом является то, что продукты на растительной основе имеют специфический аромат бобовых, который в итоге оказывает влияние на вкус готового продукта.

В этом отношении ферментация считается хорошим вариантом, который может улучшить не только питательную ценность, структуру и вкусовые качества, но и микробиологическую безопасность этих продуктов.

Недавние исследования показали, что ферментация с использованием кисломолочных бактерий повышает питательную ценность растительного сырья [41]. Кроме того, ферментация может уменьшить ингибирующее действие антипитательных веществ с помощью метаболических ферментов, таких как протеазы и фитазы, продлить срок хранения продукта за счет снижения pH, устранить нежелательные привкусы и улучшить вкусовые качества [42]. Ферментация также может снизить аллергенность растительных белков, которая является основным фактором, ограничивающим потребление.

В настоящее время йогуртовые продукты на растительной основе изготавливаются традиционным способом путем ферментации растительного сырья. Данный вид изготовления йогуртов сопровождается ароматом и вкусом пробиотиков. Также подкисление растительных белков часто приводит к слабому гелеобразованию и разделению фаз [34]. Поэтому производители используют гидроколлоиды для стабилизации и улучшения текстуры. Однако очевидна необходимость переосмысления процесса приготовления йогурта, чтобы он лучше соответствовал растительному составу.

Обработка высоким давлением (ОВД) – это нетермический метод обработки путем воздействия на объект высоким гидростатическим давлением в диапазоне 200–800 МПа, используемый, в первую очередь, для продления срока годности пищевых продуктов [43]. ОВД также может способствовать формированию гомогенных гелей из растительных белков с минимальным количеством ингредиентов непосредственно в упаковке и гораздо быстрее, чем ферментация, что делает этот метод подходящей альтернативой для структурирования растительных йогуртов [44].

Овсяное молоко – популярная основа для производства йогуртов, но содержание белка в нем меньше, чем в соевом или в молоке из киноа. Кроме того, овсяные белки гелеобразуются при нагревании в высоких концентрациях, но не в кислых условиях, характерных для йогурта, что обуславливает необходимость использования при изготовлении йогуртов на овсяном молоке желирующих агентов.

Обогащение белком – эффективный метод улучшения текстуры овсяных йогуртов и не только. Для соответствия принципам веганской диеты предпочтительны растительные белки, обладающие необходимыми технологическими, функциональными и питательными свойствами, стабильностью при хранении и экономической эффективностью [45].

Арахис, являясь одной из основных масличных культур, представляет собой перспективный источник белка с высокой биологической ценностью, приятным ароматом и цветом, а также низкой стоимостью [46]. Гороховый белок хорошо используется в коммерческом производстве молока. Оба белка, арахисовый и гороховый, содержат биоактивные пептиды [47].

В последнее время изоляты белка картофеля, киноа и чечевицы успешно применяются в производстве безмолочных йогуртов и других пищевых продуктов [48, 49].

По результатам проведенного исследования сформулирован ряд выводов.

1. Исследование глобальных и национальных рынков продуктов для здорового питания продемонстрировало значительный потребительский интерес к молочным продуктам, в частности к йогуртам. Данные результаты указывают на наличие потенциальной ниши для разработки функциональных продуктов, основанных на альтернативных источниках белка, например, таких как соя.

2. Анализ воздействия сои на человеческий организм подтверждает ее профилактический потенциал в контексте устранения дефицита белка. Кроме того, соя является ценным источником не только белка, но и липидов, фитоэстрогенов, витаминов, минералов и пищевых волокон.

3. Переработка сои предоставляет возможности для получения высокоценных побочных продуктов, которые могут быть использованы в производстве функциональных продуктов питания. В частности, из соевых бобов изолируются изофлавоны – группа биологически активных соединений, обладающих благоприятным воздействием на здоровье женщин.

4. Проведено детальное сравнение комбинаций растительного молока, в ходе которого были проанализированы питательные вещества. Этот анализ позволяет оценить конкурентоспособность и перспективы использования соевого молока в различных сегментах рынка.

5. Исследования показывают, что содержание белка и текстурные свойства влияют на восприятие вкуса. Однако в предыдущих исследованиях не рассматривались йогурты на основе овса, что подчеркивает необходимость дальнейшего изучения этого сегмента.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Новый взгляд на продовольственную безопасность и питание. Сессия № 51 // Комитет по всемирной продовольственной безопасности [сайт].* – Рим, 2021. – URL: <https://www.fao.org/cfs/cfs-governance/cfs51/en/> (дата обращения: 24.06.2024).
2. *Жилина И. Ю.* Влияние изменения климата на глобальную продовольственную безопасность // *Экономические и социальные проблемы России.* – 2023. – № 1. – С. 166–189.
3. *Приемы повышения урожайности и качества семян сои / Н. А. Воронкова, Н. Ф. Балабанова, В. А. Волкова, Е. В. Тукмачева // Земледелие.* – 2024. – № 3. – С. 29–33.

4. *Повышение* продовольственного статуса и экологической безопасности сои на фоне применения современных биопрепаратов как факторы обеспечения продовольственной безопасности региона / Ю. В. Корягин, Е. Г. Куликова, Н. В. Корягина, Л. Н. Крапчина // *Продовольственная политика и безопасность*. – 2021. – № 4. – С. 411–428.
5. *Соя в России – действительность и возможность* / В. М. Лукомец, А. В. Кочегура, В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин. – Краснодар: ВНИИМК, 2013. – 100 с.
6. *Чэнь Жуй Линь* Проблема глобального изменения климата и пути ее решения на международном уровне // *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*. Серия: История. Культурология. Политические науки. – 2024. – № 1. – С. 133–136.
7. *Кадошцева М. Е.* Влияние глобального изменения климата на устойчивое развитие социально-экономических систем // *Известия Саратовского университета. Новая серия*. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2024. – № 3. – С. 250–261.
8. *Юн Л. В.* Климатические условия как фактор воздействия на окружающую среду // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература*. Серия 4: Государство и право. – 2024. – № 1. – С. 89–103.
9. *Влияние* изменения климата на устойчивость сельскохозяйственных систем: анализ адаптивных стратегий и технологических инноваций / Ч. Рахимова, О. Довлетова, А. Гелдимырадова, А. Джумаева // *Всемирный ученый*. – 2024. – Т. 1, № 26. – С. 405–411.
10. *Омонов Б. Н.* Глобализация экологических проблем и ее влияние на судьбы человечества // *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*. – 2023. – № 3 (4). – С. 755–763.
11. *Козленко М. А.* Влияние соевых продуктов на организм спортсменов // *Мировая наука*. – 2021. – С. 117–120.
12. *Скрипко О. В.* Технологические подходы к приготовлению функциональных белково-витаминных продуктов на основе сои // *Промышленные биотехнологии*. – 2017. – № 6. – С. 84–88.
13. *Федорова М. А.* Состояние рынка альтернативных молочных продуктов в России // *Экономика и бизнес*. – 2022. – № 3. – С. 42–55.
14. *Соевый* молочный продукт, обогащенный легкорастворимыми изофлавоноами / Дань Ли, Ли Сяолэй, Т. К. Каленик [и др.] // *Известия Дальневосточного федерального университета*. Экономика и управление. – 2021. – № 1. – С. 93–100.
15. *Синеговский М. О.* Соя как инструмент компенсации дефицита белка (Исторический аспект) // *Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство*. – 2024. – № 2. – С. 16–22.
16. *Структура*, продуктивность и кормовая ценность надземной биомассы сои северного экотипа в условиях центрального Нечерноземья / Бельшикина М. Е., Кобозева Т. П., Заренкова Н. В. [и др.] // *Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство*. – 2024. – № 1. – С. 5–15.
17. *Ибрагимов А. Д.* Соя – культура больших возможностей // *УЭПС: управление, экономика, политика, социология*. – 2015. – № 4. – С. 59–62.
18. *В. П. Павлов, С. М. Доценко, О. В. Скрипко.* Технология и рецептуры молочно-растительных продуктов функционального питания и биотехнология их получения // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2009. – № 10. – С. 141–144.
19. *В. П. Павлов, С. М. Доценко, О. В. Скрипко* / Функциональные продукты питания // *Наука и инновации*. – 2019. – № 12. – С. 13–17.
20. *Слесарев Г. П., Ковалева Е. Г.* Побочные продукты переработки соевых бобов как перспективное сырье для получения ценных веществ // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 19–24.
21. *Феофилактова О. В., Заворохина Н. В.* Моделирование аналога молока на растительной основе с повышенной пищевой ценностью // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. – 2022. – № 4. – С. 31–38.
22. *Перспективы* применения функциональных пищевых продуктов при повышенных физических нагрузках / А. И. Андриянов, Е. В. Кравченко, Г. А. Смирнова, А. А. Михайлов // *Ульяновский медико-биологический журнал*. – 2024. – № 2. – С. 128–142.
23. *ГОСТ Р 55577-2013* Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. – М.: Стандартинформ, 2014. – 24 с.

24. Лактазная недостаточность у детей раннего возраста и особенности питания при патологии. Разбор клинических случаев / М. Г. Ипатова, М. И. Дубровская, Т. И. Корнева [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2012. – No. 1. – С. 119–123.
25. Гашева М. А., Арсеньева Т. П., Факина С. Ю. Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока // Новые технологии. – 2024. – No. 20. – С. 28–37.
26. Травянистые растения, богатые биологически усваиваемым селеном / А. В. Докучаева, Н. М. Карташова, А. А. Чепрасова, Н. В. Парфенова // Метод Z. – 2022. – No. 3 (5). – С. 6–8.
27. Атакова Е. А., Казарина А. В. Изучение исходного материала сои в неорошаемых условиях самарского заволжья // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – No. 3. – С. 28–33.
28. Влияние применения магниевых удобрений на биохимический состав семян сои / И. В. Куркова, С. А. Фокин, П. В. Тихончук, О. В. Щегорец // Агрофорум. – 2024. – No. 1. – С. 52–54.
29. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации № 2.3.1.0253–21: утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г. // Гарант: информационно-правовой портал. – 2021. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/?ysclid=m84devsi52155981941> (дата обращения: 18.06.2024).
30. Кобилова Г. И., Шингисов А. У. Анализ потенциала использования альтернативных источников белка в пищевой промышленности, таких как растительные и микробные белки, для уменьшения зависимости от животного сырья // Universum: технические науки. – 2024. – No. 4. – С. 26–27.
31. Study of physico-chemical properties of soybean milk / G. Rahimova, A. Ruzibayev, S. Salijonova, S. Gaipova // Universum. – 2023. – No. 9. – P. 39–41.
32. Budryn G., Grzelczyk J. Assessment of the Nutritional Value and Antioxidant Properties of Plant-Based Yogurt from Chickpeas // MDPI. – 2024. – No. 14. – P. 1–13.
33. Physicochemical Properties and Mouthfeel in Commercial Plant-Based Yogurts / M. Greis, T. Sainio, K. Katina [et al.] // MDPI. – 2022. – No. 11. – P. 1–15.
34. Grasso N., Alonso-Miravalles L., O'Mahony J. A. Composition, Physicochemical and Sensorial Properties of Commercial Plant-Based Yogurts Foods. – 2020. – No. 9. – P. 252.
35. Plant and Dairy-Based Yogurts: A Comparison of Consumer Sensory Acceptability Linked to Textural Analysis / M. K. Gupta, D. D. Torrico, L. Ong [et al.] // Foods. – 2022. – No. 11. – P. 463.
36. Use of rice flour to produce plant-based yogurt alternatives / A. Morris, C. Boeneke, W. Prinyawiwatkul, J. M. King [et al.] // Journal of Food Scienc. – 2024. – No. 89 (11). – P. 7095–7114.
37. Multiscale Structural Insight into Dairy Products and Plant-Based Alternatives by Scattering and Imaging Techniques / T. Heiden-Hecht, B. Wu, M.-S. Appavou [et al.] // Foods. – 2023. – No. 12. – P. 3–11.
38. Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria. / Harper A. R., Dobson R. C. J., Morris V. K., Moggré G.-J. // Microbial Biotechnology. – 2022. – No. 15. – P. 1404–1421.
39. A comparative assessment of the nutritional composition of dairy and plant-based dairy alternatives available for sale in the UK and the implications for consumers' dietary intakes / M. E. Clegg, A. T. Ribes, R. Reynolds [et al.] // Food Research International. – 2021. – No. 148. – P. 110–586.
40. Sá A. G. A., Moreno Y. M. F., Carciofi B. A. M. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2020. – No. 60. – P. 3367–3386.
41. Effect of fermentation using different lactic acid bacteria strains on the nutrient components and mineral bioavailability of soybean yogurt alternative / J. Gan, X. Kong, K. Wang [et al.] // Frontiers in Nutrition. – 2023. – No. 10. – art. 1198456.
42. Enhancing micronutrients bioavailability through fermentation of plant-based foods: A concise review. / M. Samtiya, R. E. Aluko, A. K. Puniya, T. Dhewa // Fermentation. – 2021. – No. 7. – P. 63.
43. Balasubramaniam V. M., Barbosa-Cánovas G. V., Lelieveld H. L. M. High Pressure Processing of Food: Principles. Technology and Applications. – NY: Springer New York, 2016. – P. 4–16.
44. Queirós R. P., Saraiva J. A., da Silva J. A. L. Tailoring structure and technological properties of plant proteins using high hydrostatic pressure // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2018. – No. 58. – P. 1538–1556.
45. Pontonio E., Rizzello C. G. Milk alternatives and non-dairy fermented products: Trends and challenges // Foods. – 2021. – No. 10. – P. 10–11.

46. Boukid F. Peanut protein-An underutilised by-product with great potential: A review // International Journal of Food Science & Technology. – 2022. – No. 57. – P. 5585–5591.
47. Recent advances in the health benefits of pea protein (*Pisum sativum*): Bioactive peptides and the interaction with the gut microbiome / J. Wang, S. Kadyan, V. Ukhanov [et al.] // Current Opinion in Food Science. – 2022. – No. 48. – P. 100–944.
48. Levy R., Okun Z., Shpigelman A. Utilizing high-pressure homogenization for the production of fermented plant-protein yogurt alternatives with low and high oil content using potato protein isolate as a model // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2022. – No. 75. – P. 102–909.
49. Nutritional and rheological features of lentil protein isolate for yogurt-like application / T. Boeck, E. Zannini, A. Sahin // Foods. – 2021. – No. 10. – P. 1692.

## REFERENCES

1. *Komitet po vseмирnoj prodovol'stvennoj bezopasnosti*, available at: <https://www.fao.org/cfs/cfs-governance/cfs51/en/> (June 24, 2024).
2. Zhilina I. Yu. *Ekonomicheskie i social'nye problemy Rossii*, 2023, No. 1, pp. 166–189. (In Russ.)
3. Voronkova N. A., Balabanova N. F., Volkova V. A., Tukmacheva E. V., *Zemledelie*, 2024, No. 3, pp. 29–33. (In Russ.)
4. Koryagin Yu. V., Kulikova E. G., Koryagina N. V., Krapchina L. N., *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'*, 2021, No. 4, pp. 411–428. (In Russ.)
5. Lukomec V. M., Kochegura A. V., Baranov V. F., Mahonin V. L. *Soya v Rossii – dejstvitel'nost' i vozmozhnost'* (Soy in Russia - reality and opportunity), Krasnodar: VNIIMK, 2013, 100 p.
6. Chen' Zhuj Lin' *Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki. Seriya: Istoriya. Kul'turologiya. Politicheskie nauki*, 2024, No. 1, pp. 133–136. (In Russ.)
7. Kadomceva M. E. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo*, 2024, No. 3, pp. 250–261. (In Russ.)
8. Yun L. V. *Social'nye i humanitarnye nauki. Otechestvennaya i zarubezhnaya literatura. Seriya 4: Gosudarstvo i parvo*, 2024, No. 1, pp. 89–103. (In Russ.)
9. Rahymova Ch., Dovletova O., Geldimyradova A., Dzhumaeva A., *Vseмирnyj uchenyj*, 2024, Vol. 1, No. 26, pp. 405–411. (In Russ.)
10. Omonov B. N. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2023, No. 3 (4), pp. 755–763. (In Russ.)
11. Kozlenko M. A. *Mirovaya nauka*, 2021, pp. 117–120. (In Russ.)
12. Skripko O. V. *Promyshlennye biotekhnologii*, 2017, No. 6, pp. 84–88. (In Russ.)
13. Fedorova M. A. *Ekonomika i biznes*, 2022, No. 3, pp. 42–55. (In Russ.)
14. Dan' Li, Li Syaolej, T. K. Kalenik [i dr.], *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*, 2021, No. 1, pp. 93–100. (In Russ.)
15. Sinegovskij M. O. *Sel'skoe hozyajstvo, lesnoe hozyajstvo, rybnoe hozyajstvo*, 2024, No. 2, pp. 16–22. (In Russ.)
16. Belyshkina M. E., Kobozeva T. P., Zarenkova N. V. [i dr.], *Sel'skoe hozyajstvo, lesnoe hozyajstvo, rybnoe hozyajstvo*, 2024, No. 1, pp. 5–15. (In Russ.)
17. Ibragimov A. D. *UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sociologiya*, 2015, No. 4, pp. 59–62. (In Russ.)
18. Pavlov V. P., Docenko S. M., Skripko O. V., *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2009, No. 10, pp. 141–144. (In Russ.)
19. Pavlov V. P., Docenko S. M., Skripko O. V., *Nauka i innovacii*, 2019, No. 12, pp. 13–17. (In Russ.)
20. Slesarev G. P., Kovaleva E. G., *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii*, 2023, Vol. 11, No. 1, pp. 19–24. (In Russ.)
21. Feofilaktova O. V., Zavorohina N. V., *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2022, No. 4, pp. 31–38. (In Russ.)
22. Andriyanov A. I., Kravchenko E. V., Smirnova G. A., Mihajlov A. A., *Ul'yanovskij mediko-biologicheskij zhurnal*, 2024, No. 2, pp. 128–142. (In Russ.)
23. *GOST R 55577-2013 Produkty pishchevye funkcional'nye. Informaciya ob otlichitel'nyh priznakah i effektivnosti* (GOST R 55577-2013 Functional food products. Information on distinctive features and effectiveness), Moscow: Standartinform, 2014, 24 p.

24. Ipatova M. G., Dubrovskaya M. I., Korneva T. I. [i dr.], *Voprosy sovremennoj pediatrii*, 2012, No. 1, pp. 119–123. (In Russ.)
25. Gasheva M. A., Arsen'eva T. P., Fadina S. Yu., *Novye tekhnologii*, 2024, No. 20, pp. 28–37. (In Russ.)
26. Dokuchaeva A. V., Kartashova N. M., Cheprasova A. A., Parfenova N. V., *Metod Z*, 2022, No. 3 (5), pp. 6–8. (In Russ.)
27. Atakova E. A., Kazarina A. V., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, No. 3, pp. 28–33. (In Russ.)
28. Kurkova I. V., Fokin S. A., Tihonchuk P. V., Shchegorec O. V., *Agroforum*, 2024, No. 1, pp. 52–54. (In Russ.)
29. *Garant: informacionno-pravovoj portal*, 2021, available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/?ysclid=m84devsi52155981941> (June 18, 2024). (In Russ.)
30. Kobilova G. I., Shingisov A. U., *Universum: tekhnicheskie nauki*, 2024, No. 4, pp. 26–27. (In Russ.)
31. Rahimova G., Ruzibiyev A., Salijonova S., Gaipova S. Study of physico-chemical properties of soybean milk, *Universum*, 2023, No. 9, P. 39–41.
32. Budryn G., Grzelczyk J. Assessment of the Nutritional Value and Antioxidant Properties of Plant-Based Yogurt from Chickpeas, *MDPI*, 2024, No. 14, P. 1–13.
33. Greis M., Sainio T., Katina K., Nolden A. A., Kinchla Amanda J, Seppä Laila, Partanen Riitta Physicochemical Properties and Mouthfeel in Commercial Plant-Based Yogurts, *MDPI*, 2022, No. 11, P. 1–15.
34. Grasso N., Alonso-Miravalles L., O'Mahony J. A. Composition, Physicochemical and Sensorial Properties of Commercial Plant-Based Yogurts Foods, 2020, No. 9, P. 252.
35. Gupta M. K., Torrico D. D., Ong L. [et al.] Plant and Dairy-Based Yogurts: A Comparison of Consumer Sensory Acceptability Linked to Textural Analysis, *Foods*, 2022, No. 11, P. 463.
36. Morris A., Boeneke C., Prinyawiwatkul W., King J. M. [et al.], *Journal of Food Scienc*, Use of rice flour to produce plant-based yogurt alternatives 2024, No. 89 (11), P. 7095–7114.
37. Heiden T., Hecht B. Wu, Appavou M.-S. [et al.] Multiscale Structural Insight into Dairy Products and Plant-Based Alternatives by Scattering and Imaging Techniques, *Foods*, 2023, No. 12, P. 3–11.
38. Harper A. R., Dobson R. C. J., Morris V. K., Moggré G.-J. Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria, *Microbial Biotechnology*, 2022, No. 15, P. 1404–1421.
39. Clegg M. E., Ribes A. T., Reynolds R. [et al.], A comparative assessment of the nutritional composition of dairy and plant-based dairy alternatives available for sale in the UK and the implications for consumers' dietary intakes, *Food Research International*, 2021, No. 148, P. 110–586.
40. Sá A. G. A., Moreno Y. M. F., Carciofi B. A. M. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, No. 60, P. 3367–3386.
41. Gan J., Kong X., Wang K. [et al.] Effect of fermentation using different lactic acid bacteria strains on the nutrient components and mineral bioavailability of soybean yogurt alternative, *Frontiers in Nutrition*, 2023, 10, art. 1198456.
42. Samtiya M., Aluko R. E., Puniya A. K., Dhewa T. Enhancing micronutrients bioavailability through fermentation of plant-based foods: A concise review, *Fermentation*, 2021, No. 7, P. 63.
43. Balasubramaniam V. M., Barbosa-Cánovas G. V., Lelieveld H. L. M. High Pressure Processing of Food: Principles. Technology and Applications, NY: Springer New York, 2016, P. 4–16.
44. Queirós R. P., Saraiva J. A., da Silva J. A. L. Tailoring structure and technological properties of plant proteins using high hydrostatic pressure, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2018, No. 58, P. 1538–1556.
45. Pontonio E., Rizzello C. G. Milk alternatives and non-dairy fermented products: Trends and challenges, *Foods*, 2021, No. 10, P. 10–11.
46. Boukid F. Peanut protein-An underutilised by-product with great potential: A review, *International Journal of Food Science & Technology*, 2022, No. 57, P. 5585–5591.
47. Wang J., Kadyan S., Ukhanov V. [et al.] Recent advances in the health benefits of pea protein (*Pisum sativum*): Bioactive peptides and the interaction with the gut microbiome, *Current Opinion in Food Science*, 2022, No. 48, P. 100–944.
48. Levy R., Okun Z., Shpigelman A. Utilizing high-pressure homogenization for the production of fermented plant-protein yogurt alternatives with low and high oil content using potato protein isolate as a model, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2022, No. 75, P. 102–909.
49. Boeck T., Zannini E., Sahin A. Nutritional and rheological features of lentil protein isolate for yogurt-like application, *Foods*, 2021, No. 10, P. 1692.