

Научная статья

УДК 637.12:635.8

EDN XJLFSJ

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-107-115>

**Разработка технологии функционального творожного продукта, обогащенного экстрактами грибов *Hericium erinaceus* и *Ganoderma lucidum* и ягодным компонентом**

**Денис Александрович Карпич**

Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

Дальневосточное высшее общевойсковое командное Ордена Жукова училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского

Амурская область, Благовещенск, Россия, [denis.karpich@mail.ru](mailto:denis.karpich@mail.ru)

**Аннотация.** Автором рассматривается получение функциональных творожных продуктов, обогащенных экстрактами грибов *Hericium erinaceus* (ежовик гребенчатый) и *Ganoderma lucidum* (трутовик лакированный), а также ягодным компонентом (порошком винограда амурского). Оба гриба содержат биологически активные полисахариды, обладающие выраженной антиоксидантной и противоопухолевой активностью. В ходе исследований были изучены методы получения водных грибных экстрактов, исследован их химический состав и антиоксидантная активность. Если сравнить полученные экстракты по содержанию флавоноидов, то в ежовике гребенчатом они составляют  $390,0 \pm 0,3$  мкг/г, а в трутовике лакированном –  $360,5 \pm 0,2$  мкг/г, и это более чем в два раза превышает их содержание в чаге. Разработана технология производства соответствующего творожного продукта, подробно описаны технологические этапы, параметры коагуляции, заквашивания и пастеризации. В состав готового продукта дополнительно введен порошок винограда амурского, обогащающий продукт антоцианами и природными антиоксидантами. Проведен анализ органолептических, микробиологических и антиоксидантных свойств полученных образцов. Результаты проведенных исследований подтверждают возможность промышленного внедрения технологии производства функционального творожного продукта, обладающего выраженной биологической активностью.

**Ключевые слова:** функциональный творожный продукт, экстракты грибов, виноград амурский, флавоноиды, антоцианы, антиоксидантная активность

**Для цитирования:** Карпич Д. А. Разработка технологии функционального творожного продукта, обогащенного экстрактами грибов *Hericium erinaceus* и *Ganoderma lucidum* и ягодным компонентом // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 4. С. 107–115. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-107-115>.

Original article

**Development of a technology for a functional curd product enriched with extracts of *Hericium erinaceus* and *Ganoderma lucidum* mushrooms and a berry component**

**Denis A. Karpich**

Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

Far Eastern Higher Combined Arms Command Order of Zhukov School named after Marshal of the Soviet Union K. K. Rokossovsky, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

[denis.karpich@mail.ru](mailto:denis.karpich@mail.ru)

**Abstract.** The article shows the production of functional curd products enriched with extracts of *Hericium erinaceus* and *Ganoderma lucidum* mushrooms, as well as a berry component (Amur

grape powder). These mushrooms contain biologically active polysaccharides with pronounced antioxidant and antitumor activity. The author investigated the methods of obtaining aquatic mushroom extracts, their chemical composition and antioxidant activity. A technology for the production of a functional curd product has been developed, the technological stages are described, including the parameters of coagulation, fermentation and pasteurization. The product also contains Amur grape powder, which enriches it with anthocyanins and natural antioxidants. The analysis of organoleptic, microbiological and antioxidant properties of the obtained samples was carried out. The research presented by the author confirms the possibility of industrial implementation of the technology for the production of a functional curd product with pronounced biological activity.

**Keywords:** functional curd product, mushroom extracts, Amur grapes, flavonoids, anthocyanins, antioxidant activity

**For citation:** Karpich D. A. Development of a technology for a functional curd product enriched with extracts of *Hericium erinaceus* and *Ganoderma lucidum* mushrooms and a berry component. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19;4:107–115. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-19-4-107-115>.

**Введение.** Развитие рынка функциональных пищевых продуктов является одним из приоритетных направлений современной пищевой биотехнологии. Особую актуальность приобретают продукты, обогащенные природными биологически активными веществами с доказанной антиоксидантной и иммуномодулирующей активностью, способные оказывать позитивное влияние на здоровье человека в условиях повышенных оксидативных нагрузок. В этом связи значительный интерес представляют полисахариды высших базидиальных грибов, в том числе ежевика гребенчатого (*Hericium erinaceus*) и трутовика лакированного (*Ganoderma lucidum*), которые, как показали многочисленные исследования, обладают широким спектром фармакологических свойств [1, 2].

Для повышения нутриентной плотности и органолептической привлекательности перспективным является сочетание грибных полисахаридов с полифенольными источниками, включая порошок винограда амурского (*Vitis amurensis*), богатый антоцианами и ресвератролом. Антиоксиданты способны подавлять свободные радикалы. В молодом возрасте они могут образовываться самим организмом; однако в дальнейшем количество антиоксидантов в организме уменьшается, в результате чего жизненно необходимым становятся дополнительные средства защиты [3].

Перспективным направлением является использование ягодного дикорастущего сырья в свежем и переработанном виде в пищевых технологиях. Исследованиями М. Ю. Акимова, Н. А. Лесникова, В. М. Позняковского и других авторов на-

учно обоснована пищевая ценность дикорастущего ягодного сырья по сравнению с культурными сортами. Ягоды сушеные, порошки, экстракты и выжимки являются доступным природным сырьем и содержат большое количество минеральных веществ, витаминов, аминокислот, пектиновых веществ, клетчатки.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью решения двух взаимосвязанных задач:

1. Расширение ассортимента отечественных функциональных продуктов за счет использования уникального дикорастущего сырья Дальневосточного региона (грибов *H. erinaceus*, *G. lucidum* и ягод винограда амурского (*V. amurensis*)).

2. Научное и технологическое обоснование синергетического эффекта от комбинированного введения грибных полисахаридов и растительных полифенолов в одну пищевую матрицу для создания продукта с повышенной антиоксидантной активностью.

В качестве оптимальной пищевой матрицы был выбран творог, обладающий высокой пищевой ценностью, нейтральными органолептическими свойствами и хорошей совместимостью с различными обогащающими добавками.

**Целью исследований** являлась разработка и комплексная оценка (технологическая, органолептическая, функциональная и микробиологическая) нового творожного продукта, обогащенного водными экстрактами грибов *Hericium erinaceus* и *Ganoderma lucidum*, а также порошком из ягод винограда амурского.

В соответствии с поставленной целью поставлены и решены следующие задачи: разработать технологию производства творожного продукта с внесением функциональных ингредиентов на холодной стадии; определить органолептические, физико-химические показатели продукта; оценить антиоксидантную активность по способности к ингибированию DPPH-радикала; математически описать модель процесса; провести исследование готового продукта по микробиологическим показателям и на содержание тяжелых металлов.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследований выступают опытные образцы творожного продукта (контрольный и четыре обогащенных варианта), где обогатителями являлись водные экстракты древесных грибов и ягодный порошок *Vitis amurensis*.

Экспериментальные исследования проводились на базе лаборатории кафедры технологии переработки сельскохозяйственной продукции Дальневосточного государственного аграрного университета. Определение показателей безопасности выполнено в лаборатории ООО «Центр химических исследований» (Москва) и в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Амурской области» в период 2023–2025 гг.

В ходе проведения экспериментальных исследований использовалось следующее сырье: молоко коровье сырое; заквасочные культуры (мезофильные и термофильные); сычужный фермент; водные экстракты *Hericium erinaceus* и *Ganoderma lucidum*, стандартизованные по сумме полисахаридов; порошок *Vitis amurensis* (измельченный и высушенный «изюм/кожура/выжимка») тонкого помола (менее 50 мкм) и др.

Основой служила классическая технология производства кисломолочного творога по нормам ГОСТ 31453–2013 «Творог. Технические условия», адаптированная под холодное введение термолабильных добавок.

Органолептический анализ творожного продукта проводили по балльной шкале. Разработку описательной балльной шкалы оценки осуществляли в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов. При этом

номенклатуру показателей качества принимали согласно ГОСТ 31453–2013.

Содержание флавоноидов в пересчете на рутин определяли, используя нормы Р 4.1.1672–03 «Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище», фотометрическим методом. Колориметрический метод с алюминий хлоридом применялся для установления суммарного количества флавонолов. Определение свободных аминокислот выполняли согласно ГОСТ 34230–2017 «Продукция соковая. Определение свободных аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».

Для определения содержания токсичных элементов, тяжелых металлов, бактерий группы кишечной палочки, мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов использовались положения действующей нормативно-технической документации (требования государственных стандартов).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Творожный продукт изготавливали по традиционной технологии с внесением функциональных компонентов (экстрактов грибов и порошка винограда) на завершающих стадиях процесса. Все этапы были направлены на обеспечение безопасности, стабильности структуры, а также сохранность биологически активных веществ.

Для производства использовали коровье молоко, которое принимали при температуре не выше 10 °С, оценивали его органолептические показатели (запах, вкус, цвет, консистенцию), массовую долю жира, плотность, кислотность и бактериальную обсемененность. После подтверждения соответствия проводили очистку молока на фильтрах, удаляя механические примеси и соматические клетки.

На нормализаторе проводили корректировку массовой доли жира в соответствии с рецептурой (в пределах 0–9 %). При производстве обезжиренного варианта продукта можно использовать смесь обезжиренного молока и сливок в расчетном соотношении.

Температуру нормализованного молока снижали до 4–6 °С и временно хранили до пастеризации.

Пастеризацию осуществляли на пластинчатых пастеризационно-охладительных установках при температуре в пределах 72–76 °С с выдержкой 15–20 с. Данный режим обеспечивает уничтожение мезофильной микрофлоры при сохранении питательных свойств белков и минимальном изменении казеинового комплекса. Сразу после пастеризации молоко охлаждали до температуры заквашивания: 28–32 °С для мезофильных культур (*Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*); 40–45 °С для термофильных культур (*Streptococcus thermophilus*). Охлаждение можно проводить в контуре охладителя или с помощью пластинчатого теплообменника.

В молоко при температуре заквашивания вносили мезофильную закваску в количестве 0,5–2 % массы молока. Закваска должна содержать активные молочно-кислые культуры с титром, составляющим не ниже  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл. При необходимости применяется комбинированный метод коагуляции, состоящий в добавлении 0,002–0,006 % сычужного фермента для ускорения отделения сыворотки и уплотнения сгустка. Процесс сквашивания продолжается до достижения уровня pH – 4,6–4,7 (кислотность приблизительно равна 75–80 °Т). Продолжительность коагуляции составляет 6–12 час в зависимости от активности закваски и температуры среды. Готовый сгусток должен обладать плотной, но эластичной консистенцией, без выделившейся сыворотки.

После формирования сгустка проводили его резку ножевой рамкой на кубики размером 10–15 мм, обеспечивая равномерный выход влаги. Затем сгусток самопрессуется при температуре 20–24 °С в течение 30–40 мин. После этого выполняли прессование до достижения влажности 73–75 %. Отделенную сыворотку удаляли. При необходимости ее также фильтруют и используют для подготовки растворов функциональных добавок.

Полученный творог охлаждали до температуры 6–8 °С и выдерживали в течение 4–6 час для стабилизации структуры и выравнивания влагораспределения. На этой стадии завершается формирование белковой сетки и устанавливается оптимальная консистенция массы.

Затем осуществляли подготовку функциональных ингредиентов. Для соб-

ственных исследований была использована экстракция грибов методом циркуляции на приборе Сокслета. Опытное экстрагирование проводилось в течение 60 минут. В качестве одного экстрагента выступала дистиллированная вода; другим являлся этиловый спирт концентрацией 70 %. Несмотря на больший выход биологически активных веществ образца, где в качестве экстрагента выступал спирт, он является недопустимым в производстве некоторых пищевых продуктов, таких как творожные, в связи с тем, что по разработанной технологии экстракт вводится в рецептурную смесь без предварительной обработки [1, 4]. Водный экстракт хранится при температуре 4 °С не более 24 часов. Он не обладает вкусовыми особенностями, поэтому при внесении его в состав пищевых продуктов не изменяет органолептических показателей последних [4].

Порошок винограда амурского изготавливали из кожуры и выжимок винограда *Vitis amurensis*. Сырье сушили при температуре до 45 °С в сушильном шкафу и измельчали до получения частиц размером до 50 мкм. Порошок содержит антоцианы, ресвератрол и катехины, является источником полифенолов. Его можно использовать как в чистом виде, так и в смеси с экстрактом грибов.

Внесение функциональных добавок (холодная стадия) проводили после охлаждения творожной массы до 6–8 °С, чтобы избежать разрушения термолабильных соединений. Смесь экстрактов *H. erinaceus* и *G. lucidum* вносили в количестве 17–21 % от массы продукта (в пересчете на сухие вещества). Порошок *V. amurensis* добавляли в дозе 5–15 % в зависимости от желаемой интенсивности окраски и антиоксидантного эффекта.

Порошок винограда амурского диспергировали в 5-кратном объеме экстракта, затем добавляли в творожную массу и перемешивали в планетарном смесителе в течение 3–5 мин до полной однородности. Внесение выполняли в закрытом смесителе под слабым вакуумом (0,03 МПа) для предотвращения пенообразования и окисления полифенолов.

Готовую массу фасовали в пластиковые стаканы или ламинированные стаканчики вместимостью 100–400 г, герметизировали пленкой и охлаждали до 2–6 °С.

Срок годности при температуре хранения (4±2) °С составляет до 7 суток при соблюдении санитарных норм.

Для готового продукта проводили контроль органолептических, физико-химических и микробиологических показателей. В результате контроля установлено:

- 1) внешний вид и консистенция – однородная, кремообразная;
- 2) цвет – от белого до фиолетового (при добавлении виноградного порошка);
- 3) вкус и запах – чистый, с выраженными сливочно-ягодными нотами, без посторонних привкусов;
- 4) массовая доля влаги – 73–75 %;
- 5) активность воды – до 0,98;
- 6) КМАФАнМ – до 2×10<sup>4</sup> КОЕ/г;
- 7) наличие БГКП, патогенов, дрожжей и плесеней – отсутствуют.

Антиоксидантную активность оценивали по способности к ингибированию DPPH-радикала – стабильного органического радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилы. В растворе (обычно метанол/этанол) он имеет интенсивную фиолетово-пурпурную окраску с максимумом оптического поглощения примерно при 517 нм. Когда к нему добавляют антиоксиданты (доноры электрона и (или) атома водорода), радикал восстанавливается до гидразина DPPH-H и окраска обесцвечивается (падает оптическая плотность). Именно скорость и величина снижения абсорбции и отражают способность образца нейтрализовать свободный радикал. В нашем случае увеличение показателя при

обогащении экстрактами свидетельствует о технологическом эффекте. Если сравнить полученные данные по содержанию флавоноидов, то в *Hericium erinaceus* они составляют 390,0±0,3 мкг/г, а в *Ganoderma lucidum* – 360,5±0,2 мкг/г, что более чем в два раза превышает показатели древесного гриба чаги, обладающего высокой антиоксидантной активностью.

Для демонстрации технологической применимости предложены пять вариантов экспериментальных образцов (контрольный и четыре обогащенных варианта) (табл. 1).

Органолептическую оценку готовой массы проводили с использованием метода оценки качества по контрольному образцу и балльного метода, при котором результат оценки выражается в баллах. Результаты оценки представлены на рисунке 1. Образцы 1 и 2 получили одинаковые баллы, в связи с чем было принято решение объединить вводимые экстракты.

В результате обработки априорной информации были выделены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качественные показатели готового продукта. К ним относятся:

$X_1$  – температура экстрактов, при которой происходит наилучшее растворение ягодного порошка, °С;

$X_2$  – дозировка экстрактов древесных грибов, % от массы творога;

$X_3$  – дозировка порошка винограда амурского, % от массы творога.

После реализации эксперимента по матрице плана и получения критериев

Таблица 1 – Варианты экспериментальных образцов

Table 1 – Variants of experimental samples

| Варианты образцов  | HEP,<br>мг/100 г | GLP,<br>мг/100 г | Порошок<br><i>V. amurensis</i> , % | DPPH,<br>% ингибирования |
|--|------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Контроль   | 0                | 0                | 0,0                                | 22                       |
| HEP  | 50               | 0                | 0,0                                | 38                       |
| GLP  | 0                | 50               | 0,0                                | 36                       |
| HEP + GLP (1:1)  | 25               | 25               | 0,0                                | 50                       |
| HEP + GLP (1:1) + <i>V. amurensis</i>  | 25               | 25               | 0,5                                | 68                       |
| Примечания: HEP – <i>Hericium erinaceus</i> Polysaccharides (полисахариды ежевика гребенчатого); GLP – <i>Ganoderma lucidum</i> Polysaccharides (полисахариды трутовика лакированного); DPPH – 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (метод оценки антиоксидантной активности). |                  |                  |                                    |                          |

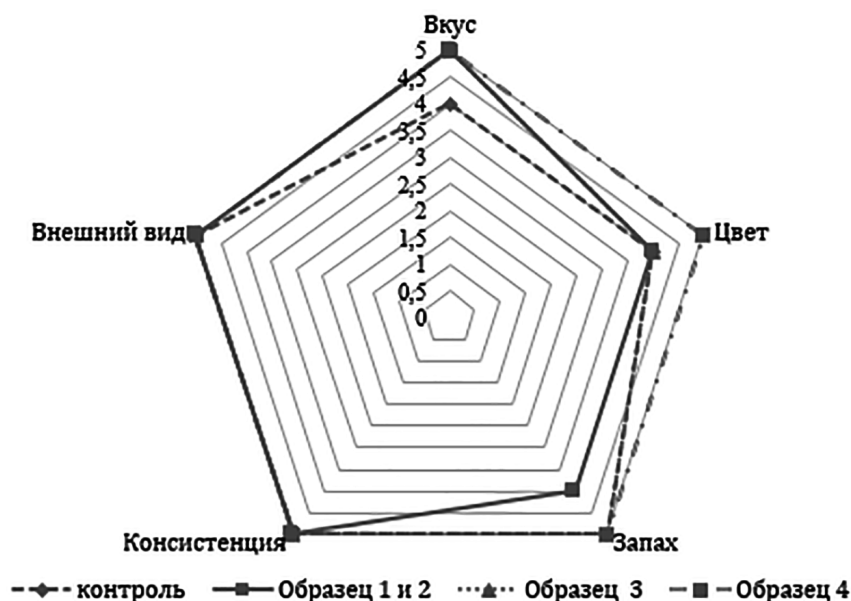


Рисунок 1 – Результаты органолептической оценки  
Figure 1 – Results of organoleptic evaluation

оптимизации были проведены обработка результатов и построение математической модели, которая в кодированном виде имеет вид выражения (1):

$$Y = 27,227 + 0,1143X_1 - 0,1953X_3 + 0,1X_1X_2 - 0,1667X_1X_3 - 0,3667X_2X_3 + 0,1667X_1X_2X_3 - 0,2084X_1^2 - 0,4052X_2^2 - 0,3068X_3^2 \rightarrow \max \quad (1)$$

Проведенные исследования показали оптимальные значения определяемых факторов: температура раствора не должна превышать 32 °С; количество вводимого растворителя (экстракта древесных грибов) составит максимум 19 %; а количество вносимого порошка из ягод винограда амурского 11 % на 100 % основы.

Полученные (демонстрационные) тенденции согласуются с результатами других исследований. Установлено, что полисахариды *H. erinaceus* и *G. lucidum* сопровождаются антиоксидантной активностью и иммуномодуляцией, тогда как полифенолы *V. amurensis* (в том числе ресвератрол) дополнительно увеличивают суммарную антиоксидантную активность пищевой матрицы [5–8].

Производство обогащенного творожного продукта, начиная с внесения добавок, проводили в условиях минимального доступа кислорода и при пониженной температуре. Внесение экстрактов при

температуре выше 15 °С нежелательно, поскольку возможно разрушение β-глюканов. Продукт должен храниться при температуре 2–6 °С в герметичной упаковке не более 7 суток; его повторная заморозка запрещена. Для увеличения срока годности допустимо использование сорбиновой кислоты или натуральных антиоксидантов растительного происхождения [9].

Готовый функциональный творожный продукт представляет собой однородную пластичную массу от светло-розового до фиолетового оттенка с характерным сливочно-ягодным вкусом.

Продукт был исследован по микробиологическим показателям (табл. 2). Данные таблицы позволяют сделать вывод, что выработанный продукт соответствует установленным требованиям и является безопасным при его употреблении [10].

Также было проведено исследование на показатели содержания тяжелых металлов в продукте, которые могут быть обнаружены в грибах или дикорастущей ягоде вследствие накопления [11]. Данные приведены в таблице 3. По показателям безопасности исследованный образец соответствует санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям.

**Заключение.** В результате проведенного исследования была достигнута поставленная цель – разработан и ком-

**Таблица 2 – Микробиологические показатели готового продукта**

**Table 2 – Microbiological indicators of the finished product**

| Наименование показателя  | Норма,<br>не более КОЕ/г | Содержится<br>в продукте, КОЕ/г |
|--|--------------------------|---------------------------------|
| Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) | $5 \times 10^4$          | $2 \times 10^4$                 |
| Содержание бактерий группы кишечной палочки (БГКП, колиформы) в 0,1 г продукта       | не допускается           | не обнаружены                   |
| Содержание патогенных микроорганизмов, включая сальмонеллы, в 10 г продукта          | не допускается           | не обнаружены                   |

**Таблица 3 – Предельно допустимый уровень содержания тяжелых металлов**

**Table 3 – Maximum permissible level of heavy metals**

В мг/кг (in mg/kg)

| Вид тяжелого металла | Норма          | Содержится в продукте |
|----------------------|----------------|-----------------------|
| Ртуть                | не более 0,005 | менее 0,002           |
| Кадмий               | не более 0,03  | менее 0,01            |
| Мышьяк               | не более 0,05  | менее 0,04            |
| Свинец               | не более 0,1   | менее 0,01            |

плексно оценен новый функциональный творожный продукт.

Рецептура и технология предусматривают холодное внесение стандартизованных водных экстрактов *H. erinaceus* и *G. lucidum* (в соотношении 1:1) с суммарным содержанием полисахаридов в объеме 50 мг/100 г и порошка *V. amurensis* (11 %) в творожную массу на завершающей стадии производства. Принятый подход обеспечивает сохранность термолабильных биологически активных веществ.

Проведена комплексная оценка продукта. Установлено, что готовый продукт обладает высокими органолептическими характеристиками, соответствует требованиям безопасности по микробиологическим показателям и содержанию тяжелых металлов. Ключевым результатом оценки функциональных свойств является доказанное синергетическое действие вносимых компонентов: комбинированное использование грибных экстрактов и ягодного порошка позволило достичь

уровня антиоксидантной активности (по методу DPPH), составившего 68 %, что существенно превышает показатели контрольного образца (22 %) и образцов с отдельными компонентами.

При этом технологический процесс был оптимизирован для обеспечения стабильности структуры продукта, сохранности биологически активных компонентов и соблюдения санитарных норм. Продукт показал хорошие результаты при контроле микробиологических и физико-химических показателей, что свидетельствует о его безопасности для потребителей.

Научно обоснована и технологически реализована рецептура творожного продукта-функционала, сочетающая в себе традиционные питательные свойства и повышенную антиоксидантную активность за счет комбинации дальневосточного грибного и ягодного сырья. Полученные результаты подтверждают перспективность промышленного внедрения разработанной технологии.



## Список источников

1. Гартованная Е. А., Шустов В. С., Карпич Д. А. Аспект получения экстрактов древесных грибов и возможность их применения в пищевой индустрии // Молочнохозяйственный вестник. 2024. № 1 (53). С. 156–172. doi: 10.52231/2225-4269\_2024\_1\_156. EDN FIGHWU.
2. Ge F., Chen Y., Wang B., Zhou W., Du B., Hou L. Bioactive polysaccharides from *Hericium erinaceus*: extraction, structure, biological activity, and applications // *Molecules*. 2025. Vol. 30. No. 8. P. 1850. doi: 10.3390/molecules30081850.
3. Chakraborty N., Banerjee A., Sarkar A., Ghosh S., Acharya K. Mushroom polysaccharides: A potent immune-modulator // *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021. No. 11. P. 8915–8930. doi: 10.33263/BRIAC112.89158930. EDN PROAWD.
4. Носов А. И., Сысоева М. А., Зиятдинова Г. К., Будников Г. К. Выбор способа экстракции трутовых грибов // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : материалы V всерос. конф. с междунар. участием. Барнаул : Алтайский государственный университет, 2012. С. 474–475. EDN RUEFLR.
5. Диханбаева Ф. Т., Узаков Я. М., Даулетбаков Б. Д. Математическое моделирование параметров качества кисломолочной продукции // Вестник Алматинского технологического университета. 2024. № 4. С. 20–27. doi: 10.48184/2304-568X-2024-4-20-27. EDN EXMXVP.
6. Меренкова С. П., Ликсунова А. Д., Меренков А. В., Якимов С. И. Математические методы анализа свойств комбинированных пищевых систем // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2020. Т. 8. № 4. С. 46–52. doi: 10.14529/food200406. EDN NYXXVO.
7. Першакова Т. В., Иванова Е. А. Методики и модели проектирования продуктов питания с заданным составом // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023. № 80 (2). С. 1–22. doi: 10.30679/2219-5335-2023-2-80-1-22. EDN BUBFTD.
8. Reis F. S., Barros L., Martins A., Ferreira I. C. F. R. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study // *Food and Chemical Toxicology*. 2012. Vol. 50. No. 2. P. 191–197. doi: 10.1016/j.fct.2011.10.056.
9. Кондратенко В. В., Агаркова Е. Ю., Пряничникова Н. С., Фильчакова С. А. Концепция формирования специализированной модели создания многокомпонентного продукта энтерального питания // Пищевая промышленность. 2024. № 11. С. 14–18. doi: 10.52653/PPI.2024.11.11.002. EDN JNMYTO.
10. Гартованная Е. А., Кострыкина С. А., Шустов В. С. Мониторинг вторичного молочного сырья и аспекты его использования // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 418–421. doi: 10.34925/EIP.2023.161.12.084. EDN XFQRXG.
11. Юрова Е. А. Контроль качества и безопасности продуктов функциональной направленности на молочной основе // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 12–15. doi: 10.31515/1019-8946-2020-06-12-15. EDN RRQJFM.

## References

1. Gartovannaya E. A., Shustov V. S., Karpich D. A. The aspect of obtaining extracts of wood mushrooms and the possibility of their use in the food industry. *Molochnokhozyaistvennyi vestnik*, 2024;1(53):156–172. doi: 10.52231/2225-4269\_2024\_1\_156. EDN FIGHWU (in Russ.).
2. Ge F., Chen Y., Wang B., Zhou W., Du B., Hou L. Bioactive polysaccharides from *Hericium erinaceus*: extraction, structure, biological activity, and applications. *Molecules*, 2025; 30;8:1850. doi: 10.3390/molecules30081850.
3. Chakraborty N., Banerjee A., Sarkar A., Ghosh S., Acharya K. Mushroom polysaccharides: A potent immune-modulator. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 2021;11:8915–8930. doi: 10.33263/BRIAC112.89158930. EDN PROAWD.
4. Nosov A. I., Sysoeva M. A., Ziyatdinova G. K., Budnikov G. K. The choice of the extraction method of tinder mushrooms. *Proceedings from New achievements in chemistry and chemical technology of plant raw materials: V Vserossiiskaya konferentsiya s mezhdunarodnym*



uchastiem. (PP. 474–475), Barnaul, Altaiskii gosudarstvennyi universitet, 2012. EDN RUEFLR (in Russ.).

5. Dikhanbayeva F. T., Uzakov Ya. M., Dauletbakov B. D. Mathematical modeling of quality parameters of fermented milk products. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2024;4:20–27. doi: 10.48184/2304-568X-2024-4-20-27. EDN EXMXVP (in Russ.).

6. Merenkova S. P., Likunova A. D., Merenkov A. V., Yakimov S. I. Mathematical methods for analyzing the properties of combined food systems. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii*, 2020;8;4:46–52. doi: 10.14529/food200406. EDN NYXXBO (in Russ.).

7. Pershakova T. V., Ivanova E. A. Methods and models for designing food products with a given composition. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*, 2023;80(2):1–22. doi: 10.30679/2219-5335-2023-2-80-1-22. EDN BUBFTD (in Russ.).

8. Reis F. S., Barros L., Martins A., Ferreira I. C. F. R. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 2012;50;2:191–197. doi: 10.1016/j.fct.2011.10.056.

9. Kondratenko V. V., Agarkova E. Yu., Pryanichnikova N. S., Filchakova S. A. The concept of forming a specialized model for creating a multicomponent enteral nutrition product. *Pishchevaya promyshlennost'*, 2024;11:14–18. doi: 10.52653/PPI.2024.11.11.002. EDN JNMYTO (in Russ.).

10. Gartovannaya E. A., Kostyrykina S. A., Shustov V. S. Monitoring of secondary dairy raw materials and aspects of its use. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2023;12(161):418–421. doi: 10.34925/EIP.2023.161.12.084. EDN XFQRXG (in Russ.).

11. Yurova E. A. Quality and safety control of functional dairy products. *Molochnaya promyshlennost'*, 2020;6:12–15. doi: 10.31515/1019-8946-2020-06-12-15. EDN RRQJFM (in Russ.).

© Карпич Д. А., 2025

Статья поступила в редакцию 18.11.2025; одобрена после рецензирования 10.12.2025; принята к публикации 12.12.2025.

The article was submitted 18.11.2025; approved after reviewing 10.12.2025; accepted for publication 12.12.2025.

#### **Информация об авторе**

**Карпич Денис Александрович**, соискатель, Дальневосточный государственный аграрный университет; старший преподаватель, Дальневосточное высшее общевойсковое командное Ордена Жукова училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского, [denis.karpich@mail.ru](mailto:denis.karpich@mail.ru)

#### **Information about the author**

**Denis A. Karpich**, Degree Seeker, Far Eastern State Agrarian University; Senior Lecturer, Far Eastern Higher Combined Arms Command Order of Zhukov School named after Marshal of the Soviet Union K. K. Rokossovsky, [denis.karpich@mail.ru](mailto:denis.karpich@mail.ru)