

Анализ пищевой и биологической ценности культивируемых грибов

Юрий А. Петрушов	¹	ypetrushov.02@mail.ru	 0009-0008-2777-1944
Сергей Л. Калачев	¹	kalatchev.sl@rea.ru	 0009-0003-5926-4350
Станислав В. Колобов	¹	kolobov.sv@rea.ru	 0000-0002-5536-6910
Елена В. Жиркова	¹	zhirkova.ev@rea.ru	 0000-0002-8934-4162

¹ Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия

Аннотация. Целью исследования является комплексный анализ пищевой и биологической ценности культивируемых грибов (шампиньонов *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus*) как перспективных ингредиентов в пищевой промышленности и питании. В качестве методов исследования авторами использовался сравнительный анализ химического состава грибов, включая определение содержания белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов и аминокислот, а также статистическая обработка данных, полученных различными методами анализа. В ходе исследования установлены количественные показатели пищевой ценности исследуемых грибов, при этом выявлено, что вешенка и шампиньоны характеризуются низким содержанием жиров и умеренным содержанием белка. Определено высокое содержание витаминов группы В, а также наличие важных минеральных веществ. Проведенный сравнительный анализ аминокислотного состава показал существенные различия в содержании некоторых аминокислот между видами грибов. Важно отметить, что шампиньоны *Agaricus bisporus* и вешенка *Pleurotus ostreatus* являются наиболее востребованными видами грибов в РФ с годовым производством около 180 тыс. тонн. Вешенка отличается повышенным содержанием углеводов (3,9 г/100 г) и конкурентоспособным содержанием пищевых волокон по сравнению с традиционными овощами. Несмотря на неоптимальное соотношение аминокислот в белках грибов, при регулярном употреблении они способны обеспечивать организм необходимыми нутриентами. Липидный профиль грибов характеризуется преобладанием ненасыщенных жирных кислот (пальмитолеиновая, олеиновая, линолевая). Результаты исследования могут быть использованы при разработке новых продуктов питания с улучшенными питательными свойствами. Полученные данные способствуют расширению знаний о биологической ценности культивируемых грибов и их потенциале в создании функциональных продуктов питания. Исследование также имеет значение для формирования рекомендаций по рациональному использованию грибов в различных отраслях пищевой промышленности. Исследуемые виды грибов перспективны для создания новых продуктов питания и использования в пищевой промышленности, что подтверждается их высокой востребованностью на рынке и хорошими показателями пищевой ценности.

Ключевые слова: грибы, шампиньоны вида *Agaricus bisporus*, вешенка вида *Pleurotus ostreatus*, пищевая ценность, биологическая ценность, биологическая эффективность.

Analysis of the nutritional and biological value of cultivated mushrooms

Yurii A. Petrushov	¹	ypetrushov.02@mail.ru	 0009-0008-2777-1944
Sergey L. Kalatchev	¹	Kalatchev.SL@rea.ru	 0009-0003-5926-4350
Stanislav V. Kolobov	¹	Kolobov.SV@rea.ru	 0000-0002-5536-6910
Elena V. Zhirkova	¹	Zhirkova.EV@rea.ru	 0000-0002-8934-4162

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia

Abstract. The aim of the study is to conduct a comprehensive analysis of the nutritional and biological value of cultivated mushrooms (button mushrooms *Agaricus bisporus* and oyster mushrooms *Pleurotus ostreatus*) as promising ingredients in the food industry and nutrition. The research methods included a comparative analysis of the chemical composition of the mushrooms, including the determination of protein, fat, carbohydrate, dietary fiber, vitamin, and amino acid content, as well as statistical processing of data obtained using various analytical methods. The study established quantitative indicators of the nutritional value of the studied mushrooms. It was found that oyster mushrooms and button mushrooms are characterized by low fat content and moderate protein content. A high content of B vitamins and essential minerals was determined. Comparative analysis of the amino acid composition revealed significant differences in the content of certain amino acids between the types of mushrooms. It is important to note that *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* are the most demanded types of mushrooms in the Russian Federation with an annual production of about 180 thousand tons. Oyster mushrooms are distinguished by their increased carbohydrate content (3.9 g/100 g) and competitive dietary fiber content compared to traditional vegetables. Despite the non-optimal amino acid ratio in mushroom proteins, regular consumption can provide the body with essential nutrients. The lipid profile of the mushrooms is characterized by a predominance of unsaturated fatty acids (palmitoleic, oleic, linoleic). The research results can be used in the development of new food products with improved nutritional properties. The obtained data contribute to expanding knowledge about the biological value of cultivated mushrooms and their potential in creating functional foods. The study is also significant for developing recommendations for the rational use of mushrooms in various sectors of the food industry. The studied types of mushrooms are promising for the creation of new food products and their use in the food industry, which is confirmed by their high market demand and good nutritional value indicators.

Keywords: mushrooms, button mushrooms of the species *Agaricus bisporus*, oyster mushrooms of the species *Pleurotus ostreatus*, nutritional value, biological value, biological efficacy.

Для цитирования

Петрушов Ю.А., Калачев С.Л., Колобов С.В., Жиркова Е.В. Анализ пищевой и биологической ценности культивируемых грибов // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 1. С. 190–196. doi:10.20914/2310-1202-2025-1-190-196

For citation

Petrushov Yu.A., Kalatchev S.L., Kolobov S.V., Zhirkova E.V. Analysis of the nutritional and biological value of cultivated mushrooms. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 1. pp. 190–196. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-1-190-196

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Грибоводство в настоящее время является одним из динамично развивающихся направлений работы российских сельхозпроизводителей [12]. Крупные производители выращивают культивируемые грибы (шампиньоны, вешенка, опята, шиитаке и др.) и реализуют в магазинах розничной торговли в категории «Fresh» (свежие грибы), бакалея (сушеные резанные), замороженные продукты (замороженные целые и резанные грибы, в смесях с овощами) в торговых сетях «Азбука вкуса», «Ашан», «Дикси», «Лента», «Магнит», «X5 Group» и др. Наиболее доступными потребителям являются культивируемые грибы – шампиньон вида *Agaricus bisporus* и вешенка *Pleurotus ostreatus*. Эти виды грибов потребители покупают для приготовления продуктов питания в домашних условиях. Спрос населения на шампиньоны (*Agaricus bisporus*) и вешенка (*Pleurotus ostreatus*) в розничной торговле обусловлен в первую очередь желанием покупателей использовать их для приготовления домашних кулинарных блюд, которые благодаря грибам приобретают характерные органолептические характеристики и консистенцию [1]. Грибы входят в состав рецептов кулинарных (жульенов, пельменей, рубленых мясных изделий и т. д.), а также хлебобулочных изделий, например, пицц и пирогов. Наиболее активно грибы включают в рацион питания вегетарианцев, а также в дни Православного Поста [2].

Наряду с потреблением целых и резанных сырых, замороженных, сушеных и консервированных грибов спросом населения стали пользоваться порошкообразные сушеные грибы и соусы на их основе. В научной литературе известно промышленное применение порошка из вешенки в качестве компонента йогурта для снижения концентрации молочной кислоты и оптимизации жизнедеятельности молочнокислых бактерий [3].

По данным за 2023 год, мировое производство грибов сосредоточено в Китае, объем производства с 2010 по 2021 год увеличился с 22 до 41 млн. тонн [12]. К странами-лидерами по объемам производства грибов также относят Японию (469 тыс. тонн.), Польшу (379 тыс. тонн.), США (344 тыс. тонн.), Нидерланды (260 тыс. тонн.), Индию (243 тыс. тонн.) Наибольшие мировые объемы производства культивируемых грибов приходятся на шампиньоны и шиитаке, в Европейских странах и РФ преобладает производство шампиньонов. В России ежегодно потребляется порядка 180 тыс. тонн культивируемых грибов,

и значительная часть из этого объема приходится на шампиньоны. В РФ в 2023 году производство шампиньонов составило 146225 тонн, что на 9% больше по сравнению с 2022 годом, и составило около 1 кг на человека [12]. По данным «ШГ», производство вешенки в РФ в 2023 году составило 6099 тонн, что на 7% больше, чем в 2022 году. Положительная динамика наблюдается впервые с рекордного 2019 года, когда объемы производства составили 6380 тонн [12]. Кроме указанных видов грибов в незначительных количествах (около 50 тонн в год) культивируют эринги, шиитаке, шимеджи и разных виды опят. При этом специалисты отмечают окончание этапа бурного роста объемов производства культивируемых грибов в РФ, что связано с обеспечением внутреннего спроса [12]. Потенциал роста внутреннего рынка связан с популяризацией и увеличением потребления культивируемых грибов за счет разработки новых оригинальных рецептов кулинарных изделий с различными вкусовыми характеристиками, в том числе с учетом национальных традиций в питании.

Материалы и методы

В ходе анализа пищевой и биологической ценности культивируемых грибов: шампиньона вида *Agaricus bisporus* и вешенки вида *Pleurotus ostreatus* применялся комплексный подход, включающий количественный анализ содержания компонентов, сравнительный анализ с такими продуктами питания как овощи и зернобобовые, а также оценка биологической ценности культивируемых грибов.

Для получения достоверных результатов использовались научные работы по изучению пищевой ценности грибов, база данных USDA National Nutrient Database for Standard Reference, экспериментальные данные по исследованию химического состава, а также статистические данные по производству грибов в РФ и в мире.

Дополнительно исследовалось влияние методов выращивания на качество продукции и ее химический состав, что позволило получить более полное представление о характеристиках изучаемых видов грибов.

Комплексный подход к исследованию позволил всесторонне оценить пищевую и биологическую ценность культивируемых грибов, выявить их особенности и определить потенциал для использования в пищевой промышленности и общественном питании.

Результаты и обсуждение

Изучение химического состава культивируемых грибов позволят оценить целесообразность, значимость и актуальность использования этих ингредиентов предприятиями пищевой промышленности и общественного питания. Анализ пищевой и биологической ценности шампиньонов вида *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus* является важным аспектом в развитии маркетинговой стратегии и эффективного продвижения грибной продукции на рынке.

В последние десятилетия были выполнены научные работы, в которых отражены показатели пищевой ценности вешенки свежей и высушенной [9, 10]. Кроме того, информация о биологической ценности грибов приведена в базе данных USDA National Nutrient Database

for Standard Reference [11]. Точная оценка и полноценный сравнительный анализ пищевой и биологической ценности культивируемых грибов затрудняется сопоставлением данных, полученных разными методами, а также недостаточностью исследований по всем штаммам и разновидностям шампиньонов и вешенок. В сведениях указанных источников [1, 4, 5, 11] есть незначительные различия, которые вероятно обусловлены отличиями в условиях выращивания, в том числе применяемых составах субстратов, а также методиках выполнения измерений показателей. При этом данные изученных источников [1, 4, 5, 7, 11] не противоречат друг другу, а взаимно дополняют. Сравнительный анализ пищевой ценности шампиньонов вида *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus* представлен на рисунке 1.

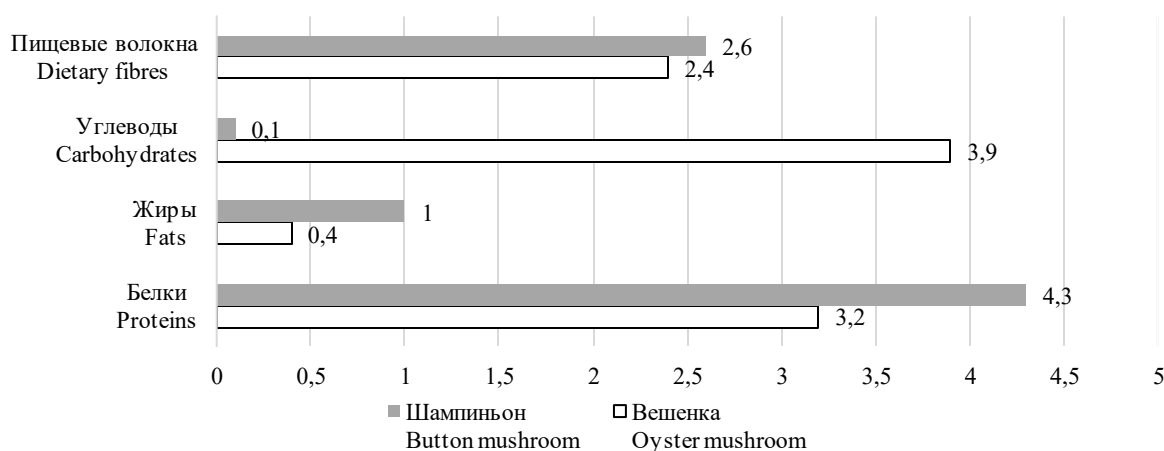


Рисунок 1. Пищевая ценность шампиньонов вида *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus*, г/100 г

Figure 1. Nutritional value of mushrooms *Agaricus bisporus* and oyster mushrooms *Pleurotus ostreatus*, g/100 g

Согласно последним данным, полученным в работе [1] вешенка *Pleurotus ostreatus* отличается низкой массовой долей белков (3,2 г/100 г), жиров (0,4 г/100 г) и пищевых волокон (2,4 г/100 г) [1]. При этом сравнительный анализ пищевой ценности вешенки с традиционными овощами позволил сделать вывод, что по содержанию пищевых волокон, *Pleurotus ostreatus* не уступает красной моркови (1,2 г/100г) капусте кольраби (1,7 г/100г) [5] и превосходит большинство овощей по содержанию белка, за исключением зернобобовых культур. Шампиньоны вида *Agaricus bisporus* относятся к низкокалорийным продуктам питания, содержание жиров составляет 1 г/100 г. продукта, белка – 4,3 г/100г, пищевых волокон – 2,6 г/100г. В состав пищевых волокон грибов *Agaricus bisporus* и *Pleurotus ostreatus*, входят β-глюканы, которые могут поддерживать врожденную иммунную функцию организма, запуская реакции иммунной памяти с помощью тренированного иммунитета [9].

Шампиньоны *Agaricus bisporus* как и вешенка *Pleurotus ostreatus* содержат усвояемые углеводы – моно- и дисахариды (сахара) [4, 5, 11].

Сравнительный анализ пищевой ценности культивируемых грибов выявил значительное превышение содержание углеводов в вешенке (3,9 г/100 г) относительно массовой доли углеводов в шампиньонах вида *Agaricus bisporus* (0,1 г/100 г).

В вешенке *Pleurotus ostreatus* содержатся витамины в следующем количестве: холин (B4) – 45,5–50,5 мг/100г., ниацин (PP) – 4,65–5,15 мг/100г; ретинол (A) – 1,8–2,3 мг/100 г.; пантотеновая кислота (B5) – 1,1–1,3 мг/100 г.; кальциферол (D) – 0,6–0,85 мг/100 г., рибофлавин (B2) – 0,32–0,37 мг/100г.; тиамин (B1) – 0,09–0,15 мг/100г [9], что подчеркивает физиологическую ценность культивируемых грибов. Следует отметить отсутствие в вешенке витамина С [6]. Шампиньоны содержат витамины среди которых преобладают ниацин (PP) 4,8 мг/100г, аскорбиновая кислота (C) 7 мг/100г, также тиамин (B1) 0,1 мг/100г, рибофлавин (B2) 0,45 мг/100г [4, 5]. В работах [1, 8, 11] отмечено отсутствие витамина С в шампиньонах *Agaricus bisporus* (brown, Italian, or crimini, raw) и содержание в количестве 2,1 мг в *Agaricus bisporus* (white, raw).

Отечественные авторы в работах [1, 7] отмечают наличие следующих незаменимых аминокислот (валин, изолейцин, лейцин, лизин, треонин, триптофан, серосодержащие (метионин и цистин), ароматические (фенилаланин и тирозин), что обеспечивает высокие потребительские

свойства исследуемых пищевых ингредиентов. Сравнительный анализ содержания незаменимых аминокислот в шампиньонах вида *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus* представлен на рисунке 2.

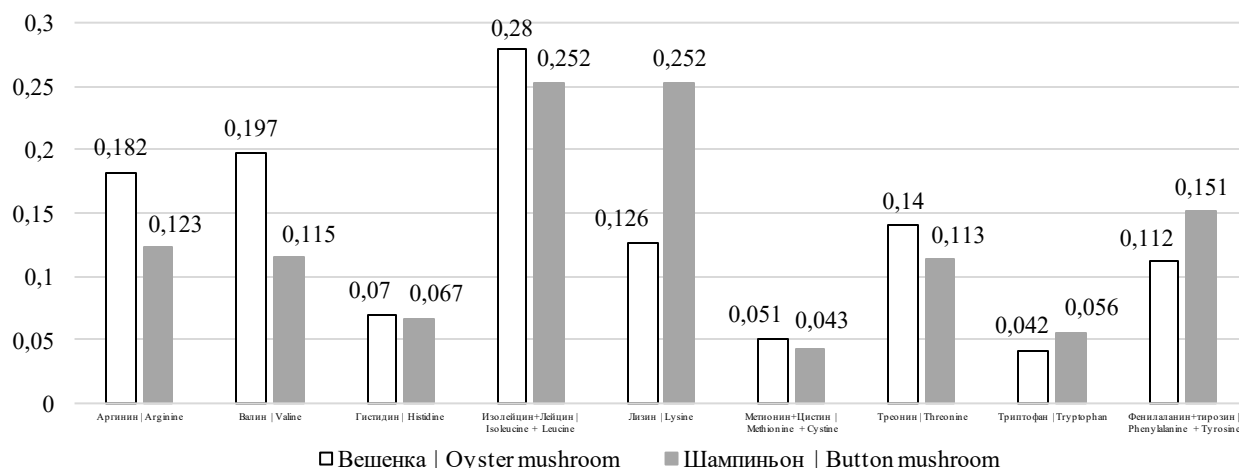


Рисунок 2. Содержание незаменимых аминокислот в шампиньонах вида *Agaricus bisporus* и вешенке *Pleurotus ostreatus*, г/100 г

Figure 2. Content of essential amino acids in mushrooms of *Agaricus bisporus* species and oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*, g/100 g

Сравнивая качественный и количественный состав незаменимых аминокислот *Pleurotus ostreatus* и *Agaricus bisporus* (*brown, Italian, or crimini, raw*) на основе данных источника [8, 11] отметим, что их содержание в некоторых случаях отличается не существенно. Так, содержание аргинина отличается всего на 0,06 г/100 г. и составляет в шампиньонах 0,123 г/100 г [11], валина примерно на 0,082 г/100 г. меньше и составляет в *Agaricus bisporus* 0,115 г/100 г., мало отличается

содержание гистидина [11], изолейцина и лейцина, метионина и цистина. Значительные различия зафиксированы в содержании лизина, почти в 2 раза выше в шампиньонах (0,252 г/100 г) по сравнению с вешенкой (0,126 г/100 г).

Оценка соотношения незаменимых аминокислот белка грибов шампиньонов вида *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus* по сравнению с эталоном ФАО приведена на рисунке 3.

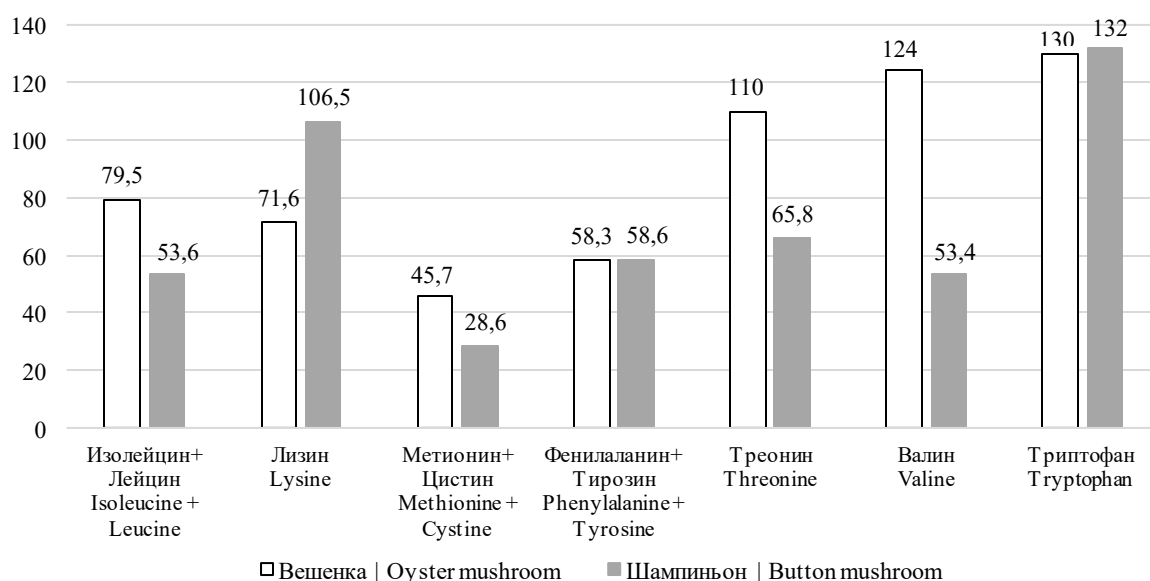


Рисунок 3. Аминокислотный скор шампиньонов вида *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus*

Figure 3. Amino acid scoring of mushrooms of *Agaricus bisporus* species and oyster mushrooms of *Pleurotus ostreatus* species

Биологическая ценность белков вешенки обусловлена высоким содержанием треонина, валина и триптофана, но значительное количество незаменимых аминокислот (изолейцин + лейцин, лизин, метионин + цистин, фенилаланин + тирозин) являются лимитирующими. При этом белок шампиньонов характеризуется значительным содержанием лизина и триптофана, что необходимо учитывать при включении в рацион питания.

Таким образом, соотношение незаменимых аминокислот в белках грибов не является оптимальным и белковые вещества грибов не относятся к биологически полноценным. Однако при регулярном включении в рацион питания грибы способны в определенной степени обеспечивать организм человека незаменимыми аминокислотами.

Биологическая эффективность шампиньонов *Agaricus bisporus* обусловлена более широким липидным составом – кроме пальмитиновой кислоты, содержится лауриновая, миристиновая, стеариновая, а также пеларгоновая. Наиболее значимые для биологической эффективности шампиньонов *Agaricus bisporus* ненасыщенные жирные кислоты (пальмитолеиновая, олеиновая) и полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая), при этом количественное содержание липидов в грибах незначительно. В вешенке *Pleurotus ostreatus* наиболее значимые из ненасыщенных жирных кислот – олеиновая, а из полиненасыщенных жирных кислот – линолевая. В целом качественное и количественное содержание липидов в вешенке, также незначительно.

Анализ справочных данных [4, 5, 11] и экспериментальных данных [1, 7] позволяет отметить ряд сходств и отличий в химическом составе и пищевой ценности шампиньонов вида *Agaricus bisporus* и вешенки *Pleurotus ostreatus*.

Заключение

1. Самыми востребованными в РФ являются шампиньоны вида *Agaricus bisporus* и вешенка *Pleurotus ostreatus*, которые используются для производства мясных и рыбных полуфабрикатов, хлебобулочных изделий, а также приготовления закусок, супов и вторых блюд. В магазинах розничной торговли они реализуются в категории «Fresh». Средний годовой объем производства грибов в РФ составил 180,0 тыс. тонн, значительная часть из этого объема приходится на шампиньоны.

2. Сравнительный анализ пищевой ценности культивируемых грибов выявил значительное превышение содержания углеводов в вешенке (3,9 г/100 г) относительно массовой доли углеводов в шампиньонах вида *Agaricus bisporus* (0,1 г/100 г). Вешенка *Pleurotus ostreatus* отличается низкой массовой долей белков и жиров. При этом сравнительный анализ пищевой ценности вешенки с традиционными овощами позволил сделать вывод, что по содержанию пищевых волокон, *Pleurotus ostreatus* не уступает красной моркови, капусте кольраби и превосходит большинство овощей по содержанию белка, за исключением зернобобовых культур. Шампиньоны вида *Agaricus bisporus* относятся к низкокалорийным продуктам питания, с низким содержанием жиров и белковых веществ.

3. Физиологическая ценность исследуемых видов грибов отличается незначительно и обусловлена содержанием холина (B4), ниацина (PP), ретинола (A), пантотеновой кислоты (B5), кальциферола (D), рибофлавина (B2) и тиамина (B1).

4. Сравнительный анализ содержания незаменимых аминокислот в белке грибов показал незначительные отличия по их количественному содержанию (кроме, лизина). Биологическая ценность вешенки обусловлена высоким содержанием треонина, валина и триптофана, но значительное количество незаменимых аминокислот (изолейцин + лейцин, лизин, метионин + цистин, фенилаланин + тирозин) являются лимитирующими. При этом белок шампиньонов характеризуется значительным содержанием лизина и триптофана, что необходимо учитывать при включении в рацион питания.

5. Наиболее значимые для биологической эффективности шампиньонов *Agaricus bisporus* ненасыщенные жирные кислоты (пальмитолеиновая, олеиновая) и полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая), при этом количественное содержание липидов в грибах незначительно. В вешенке *Pleurotus ostreatus* наиболее значимые из ненасыщенных жирных кислот – олеиновая, а из полиненасыщенных жирных кислот – линолевая.

7. Шампиньоны вида *Agaricus bisporus* и вешенка *Pleurotus ostreatus* представляют интерес для разработки новых видов грибной продукции, различных полуфабрикатов и использования в качестве ингредиента предприятиями пищевой промышленности и общественного питания.

Литература

- 1 Мухутдинова С.М. Критерии оценки качества свежих и переработанных белых грибов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова, 2009. 172 с.
- 2 Алексеева И.А., Герасимов Н.П. Вегетарианство как система питания и его влияние на здоровье // Наука и образование: новое время. 2019. № 2. С. 5–11.
- 3 Тупаху И.П.С. Влияние порошка вешенки (*Pleurotus ostreatus*) как пребиотика на качество йогурта // 7-я Международная конференция по сохранению глобальных ресурсов: материалы конференции AIP. 2017. Т. 1844. С. 030006-1–030006-8.
- 4 Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. Москва: Институт питания РАМН, 1987. 224 с.
- 5 Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав Российских пищевых продуктов. Москва: Институт питания РАМН, 2002. 235 с.
- 6 Дриль А.А. Формирование потребительских свойств продукции общественного питания на основе полуфабриката из культивируемых грибов вешенки обыкновенной: диссертация. Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2020. 283 с.
- 7 Макарова Е.В. Товароведение пищевых продуктов и технология продуктов общественного питания: автореферат диссертации. Новосибирск, 2006. 25 с.
- 8 Пешук Л.В., Гащук О.И., Москалюк О.Е., Гагач И.И. Разработка мясных геродиетических продуктов – приоритетное научное направление // Вестник Сумского национального аграрного университета. Сер.: Животноводство. 2014. Т. 25. №2/2. С. 187–190.
- 9 Кейс С., О’Брайен Т., Ледвит А.Е., Чен С., Джонстон К.Дж.Х. и др. β -глюканы из продуктов гриба *Agaricus bisporus* стимулируют обученный иммунитет // Границы в области питания. 2024. Т. 11. С. 15.
- 10 Бан З., Хорев Б., Рутенберг Р., Данай О., Бильбао К., МакХью Т., Родов В., Поверенов Э. Эффективное производство грибкового хитозана с использованием усовершенствованного метода замораживания-оттаивания; исследование качества и активности // Пищевые гидроколлоиды. 2018. Т. 81. С. 380–388.
- 11 Министерство сельского хозяйства США. National Nutrient Database for Standard Reference: База данных питательных веществ для стандартных исследований // United States Department of Agriculture. Washington, 2015–2025. URL: <https://www.fdc.nal.usda.gov> (дата обращения 12.02.2025)
- 12 Законодательное обеспечение развития отрасли грибоводства: материалы круглого стола / Комитет Государственной думы по аграрным вопросам. Москва, 2024.
- 13 Dimopoulou M., Kolonas A., Mourtakos S., Androutsos O., Gortzi O. Nutritional Composition and Biological Properties of Sixteen Edible Mushroom Species // Applied Sciences. 2022. Vol. 12. № 16. P. 8074. doi: 10.3390/app12168074.
- 14 Catani F., Gargano M.L., Procida G. et al. Mycochemicals in Wild and Cultivated Mushrooms: Nutrition and Health // Phytochemistry Reviews. 2022. Vol. 21. P. 339–383. doi: 10.1007/s11101-021-09748-2.
- 15 Jacinto-Azevedo B., Valderrama N., Henríquez K., Aranda M., Aqueveque P. Nutritional Value and Biological Properties of Chilean Wild and Commercial Edible Mushrooms // Food Chemistry. 2021. Vol. 356. P. 129651. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.129651.
- 16 Raman J., Jang K.Y., Oh Y.L., Oh M., Im J.H., Lakshmanan H., Sabaratnam V. Cultivation and Nutritional Value of Prominent *Pleurotus* spp.: An Overview // Mycobiology. 2020. Vol. 49. № 1. P. 1–14. doi: 10.1080/12298093.2020.1835142.
- 17 El-Ramady H., Abdalla N., Badgar K., Llanaj X., Törös G., Hajdú P., Eid Y., Prokisch J. Edible Mushrooms for Sustainable and Healthy Human Food: Nutritional and Medicinal Attributes // Sustainability. 2022. Vol. 14. № 9. P. 4941. doi: 10.3390/su14094941.
- 18 Mleczek M., Budka A., Siwulski M. et al. A Comparison of Toxic and Essential Elements in Edible Wild and Cultivated Mushroom Species // European Food Research and Technology. 2021. Vol. 247. P. 1249–1262. doi: 10.1007/s00217-021-03706-0.
- 19 Li Y., Chen H., Zhang X. Cultivation, Nutritional Value, Bioactive Compounds of Morels, and Their Health Benefits: A Systematic Review // Frontiers in Nutrition. 2023. Vol. 10. P. 1159029. doi: 10.3389/fnut.2023.1159029.
- 20 Łysakowska P., Sobota A., Wirkijowska A. Medicinal Mushrooms: Their Bioactive Components, Nutritional Value and Application in Functional Food Production – A Review // Molecules. 2023. Vol. 28. № 14. P. 5393. doi: 10.3390/molecules28145393.

References

- 1 Mukhtudinova S.M. Quality Assessment Criteria for Fresh and Processed White Mushrooms. PhD Thesis in Technical Sciences. Moscow: Plekhanov Russian Academy of Economics, 2009. 172 p. (in Russian)
- 2 Alekseeva I.A., Gerasimov N.P. Vegetarianism as a Nutrition System and Its Impact on Health. Science and Education: New Time. 2019. no. 2. pp. 5–11. (in Russian)
- 3 Tupamahu I.P.S. The Effect of Oyster Mushroom Powder (*Pleurotus ostreatus*) as a Prebiotic on Yogurt Quality. 7th International Conference on Global Resources Conservation: AIP Conference Proceedings. 2017. vol. 1844. pp. 030006-1–030006-8.
- 4 Skurikhin I.M. Chemical Composition of Food Products. Moscow: Institute of Nutrition RAMS, 1987. 224 p. (in Russian)
- 5 Skurikhin I.M., Tutelian V.A. Chemical Composition of Russian Food Products. Moscow: Institute of Nutrition RAMS, 2002. 235 p. (in Russian)
- 6 Dril A.A. Formation of Consumer Properties of Public Catering Products Based on a Semi-Finished Product Made from Cultivated Oyster Mushrooms. PhD Thesis. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2020. 283 p. (in Russian)
- 7 Makarova E.V. Commodity Science of Food Products and Technology of Public Catering Products. Dissertation Abstract. Novosibirsk, 2006. 25 p. (in Russian)

- 8 Peshuk L.V., Gashchuk O.I., Moskalyuk O.E., Gagach I.I. The Development of Meat Herodietic Products as a Priority Scientific Area. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Ser.: Animal Husbandry*. 2014. no. 2/2 (25). pp. 187–190. (in Russian)
- 9 Case S., O'Brien T., Ledwith A.E., Chen S., Johnston C.J.H. et al. β -glucans from *Agaricus bisporus* Mushroom Products Drive Trained Immunity. *Frontiers in Nutrition*. 2024. vol. 11. 15 p.
- 10 Ban Z., Khorev B., Rutenberg R., Danai O., Bilbao K., McHugh T., Rodov V., Poverenov E. Efficient Production of Fungal Chitosan Using an Advanced Freeze-Thaw Method; Quality and Activity Studies. *Food Hydrocolloids*. 2018. vol. 81. pp. 380–388.
- 11 United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference. Washington, 2015-2025. Available at: <https://www.fdc.nal.usda.gov> (accessed: 12.02.2025).
- 12 Legislative support for the development of the mushroom industry: round table materials. Committee on Agrarian Issues of the State Duma. Moscow, 2024. (in Russian).
- 13 Dimopoulou M., Kolonas A., Mourtakos S., Androutsos O., Gortzi O. Nutritional Composition and Biological Properties of Sixteen Edible Mushroom Species. *Applied Sciences*. 2022. vol. 12. no. 16. 8074. doi: 10.3390/app12168074.
- 14 Cateni F., Gargano M.L., Procida G. et al. Mycochemicals in wild and cultivated mushrooms: nutrition and health. *Phytochemistry Reviews*. 2022. vol. 21. pp. 339-383. doi: 10.1007/s11101-021-09748-2.
- 15 Jacinto-Azevedo B., Valderama N., Henríquez K., Aranda M., Aqueveque P. Nutritional value and biological properties of Chilean wild and commercial edible mushrooms. *Food Chemistry*. 2021. vol. 356. 129651. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.129651.
- 16 Raman J., Jang K.Y., Oh Y.L., Oh M., Im J.H., Lakshmanan H., Sabaratnam V. Cultivation and Nutritional Value of Prominent *Pleurotus* spp.: An Overview. *Mycobiology*. 2020. vol. 49. no. 1. pp. 1-14. doi: 10.1080/12298093.2020.1835142.
- 17 El-Ramady H., Abdalla N., Badgar K., Llanaj X., Törös G., Hajdú P., Eid Y., Prokisch J. Edible Mushrooms for Sustainable and Healthy Human Food: Nutritional and Medicinal Attributes. *Sustainability*. 2022. vol. 14. no. 9. 4941. doi: 10.3390/su14094941.
- 18 Mleczeek M., Budka A., Siwulski M. et al. A comparison of toxic and essential elements in edible wild and cultivated mushroom species. *European Food Research and Technology*. 2021. vol. 247. pp. 1249-1262. doi: 10.1007/s00217-021-03706-0.
- 19 Li Y., Chen H., Zhang X. Cultivation, nutritional value, bioactive compounds of morels, and their health benefits: A systematic review. *Frontiers in Nutrition*. 2023. vol. 10. 1159029. doi: 10.3389/fnut.2023.1159029.
- 20 Łysakowska P., Sobota A., Wirkijowska A. Medicinal Mushrooms: Their Bioactive Components, Nutritional Value and Application in Functional Food Production - A Review. *Molecules*. 2023. vol. 28. no. 14. 5393. doi: 10.3390/molecules28145393.

Сведения об авторах

Юрий А. Петрушов аспирант, кафедра товарной экспертизы и таможенного дела, Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, ypetrushov.02@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0008-2777-1944>

Сергей Л. Калачев к.т.н., доцент, кафедра товарной экспертизы и таможенного дела, Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, kalatchev.sl@rea.ru

 <https://orcid.org/0009-0003-5926-4350>

Станислав В. Колобов к.т.н., доцент, кафедра товарной экспертизы и таможенного дела, Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, kolobov.sv@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5536-6910>

Елена В. Жиркова к.т.н., доцент, кафедра товарной экспертизы и таможенного дела, Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, zhirkova.ev@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8934-4162>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Yurii A. Petrushov graduate student, Department of Commodity Expertise and Customs Affairs, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia, ypetrushov.02@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0008-2777-1944>

Sergey L. Kalatchev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Commodity Expertise and Customs Affairs, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia, kalatchev.sl@rea.ru

 <https://orcid.org/0009-0003-5926-4350>

Stanislav V. Kolobov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Commodity Expertise and Customs Affairs, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia, kolobov.sv@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5536-6910>

Elena V. Zhirkova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Commodity Expertise and Customs Affairs, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny Lane, 36, Moscow, 117997, Russia, zhirkova.ev@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8934-4162>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 05/01/2025	После редакции 18/01/2025	Принята в печать 10/02/2025
Received 05/01/2025	Accepted in revised 18/01/2025	Accepted 10/02/2025