

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ
ЕЖОВИКА ГРЕБЕНЧАТОГО (*HERICIUM ERINACEUS*)В.С. ВИНОГАДОВА¹, С.С. МАКАРОВ², Е.С. КРАСИНСКАЯ³,
Е.А. ВЕТОЧКИНА¹, Ф.С. ДАВЫДОВА³¹Костромская ГСХА;²Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;³ООО «Витарас»)

Представлены результаты исследований по изучению влияния состава субстрата для культивирования ежовика гребенчатого (*Hericium erinaceus*). Поиск альтернативного сырья для приготовления субстратов связан с возможностью использования сбалансированного по основным элементам питания лигнино-аммиачного компоста, который значительно дешевле по сравнению с дубовыми опилками и доступнее в регионе. Замена в составе субстрата бурого риса на зерно пшеницы способствовала обогащению массы витаминами, протеинами и незаменимыми аминокислотами. Произведена оценка возможности использования в составе субстрата лигнинового компонента в виде лигнино-аммиачного компоста (50%) и зерна пшеницы (20%), что частично заменяет дорогостоящее и дефицитное сырье (дубовые опилки, бурый рис). Использование нового состава субстрата способствует активной колонизации субстратной массы мицелием лекарственных грибов ежовика гребенчатого, штамм Борода и штамм Бельгия 97–99%, дополнительному (на 0,39% от массы субстрата) сбору плодовых тел, штамм Борода, и большему (на 1,6%) выходу сухой массы продукции штаммов Борода и Бельгия. Экономический эффект выращивания *H. erinaceus* с использованием разработанного субстрата выражен в получении прибыли (для штамма Борода – 20 540 руб., для штамма Бельгия – 5 860 руб.), тогда как на классическом субстрате получен убыток. Рентабельность производства грибов изучаемых штаммов на опытном субстрате составила 16,4% (штамм Борода) и 4,68% (штамм Бельгия), на классическом субстрате – 12,1 и –21,0% соответственно. Снижение себестоимости грибной продукции может положительно отразиться на покупательной способности потребителей. Добавление в субстрат лигнинового компонента способствует утилизации многотоннажных гидролизных лигнинов и, следовательно, улучшению экологической ситуации в местах их складирования.

Ключевые слова: грибы, ежовик гребенчатый, *Hericium erinaceus*, лигнин, субстрат, штамм, бурый рис, опилки, плодовое тело, экономическая эффективность

Введение

Среди всего разнообразия базидиомицетов следует выделить древоразрушающие, или ксилотрофные грибы, – сравнительно небольшую в таксономическом разнообразии экологическую группу грибов, способную к полной деструкции лигноцеллюлоз [8, 10]. Многие виды ксилотрофных грибов известны также как продуценты пищевого белка и биологически активных веществ. Одним из интересных

представителей агарикоидных ксилотрофных грибов является ежовик гребенчатый (*Hericium erinaceus* Pers.) – трутовик, относящийся к порядку *Russulaceae*. Данный гриб имеет высокую лекарственную и пищевую ценность, является источником полисахаридов и других биологически активных соединений, что обуславливает его антиоксидантные, противоопухолевые и другие фармакологические свойства и делает его перспективным для использования в медицине [1–3, 7, 14–19, 21–23].

В природе *H. erinaceus* растет на древесине лиственных пород, а при искусственном культивировании его обычно выращивают на смеси опилок, соломы, фуражного зерна. При этом основным компонентом субстрата (около 70%) являются питательные целлюлозосодержащие отходы [5, 12, 13, 20, 24].

Цель исследований: определение эффективности сбалансированного состава компостов на основе лигнина при выращивании лекарственных грибов на примере *H. erinaceus*.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в лабораториях Костромской ГСХА и на базе ООО «Витарас», в условиях специализированной лаборатории в 2021–2023 гг., в соответствии с общепринятыми методиками [6, 9]. Объект исследований – гриб ежовик гребенчатый (*Hericium erinaceus*), штаммы Борода и Бельгия (рис. 1). Предмет исследований – субстрат на основе лигнино-аммиачного компоста.

Для выращивания обоих штаммов были заложены опыты по использованию двух вариантов субстрата:

1. Контрольный: дубовый опилок – 75%; рис бурый – 20%; гипс – 0,6%; мел – 1,2%; тыква – 3,2%.

2. Опытный: дубовый опилок – 25%; лигнино-аммиачный компост – 50%; пшеница – 20%; гипс – 0,6%; мел – 1,2%; тыква – 3,2%.

При выращивании грибов использовали пакеты, в которые набивали по 1,5 кг массы соответствующих субстратов. Инокуляцию производили жидким мицелием по 2,5 мл/кг субстрата. Для учета использовали по 3 пакета в каждом варианте. В опыте проводили визуальные наблюдения, рассчитывали динамику колонизации субстрата мицелием (% от площади), выход плодовых тел (г/пакет, % от массы субстрата). Для расчетов и статистической обработки экспериментальных данных использовали программное обеспечение Microsoft Office Excel 2016.

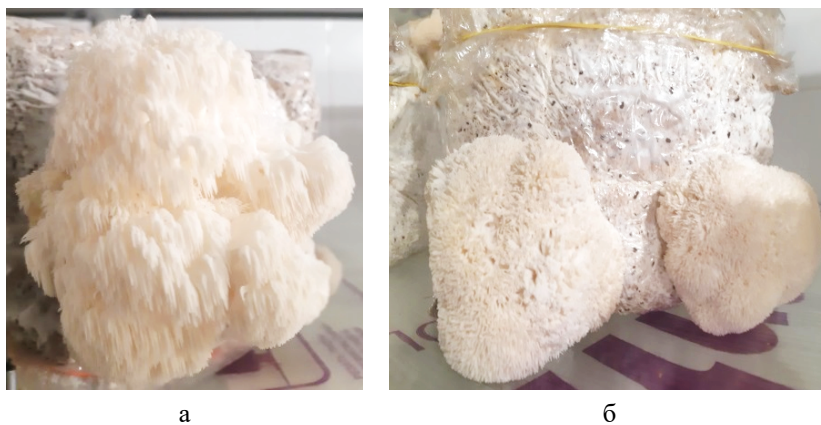


Рис. 1. Внешний вид плодовых тел *H. erinaceus*:
а – штамм Борода; б – штамм Бельгия

Результаты и их обсуждение

Для выращивания гриба *H. erinaceus* обычно используют бурый рис, однако замена его в субстрате на зерно пшеницы для условий нашего региона будет более целесообразной с точки зрения стабильности его наличия и цены, так как стоимость бурого риса в 2–3 раза выше. Кроме того, в составе классического субстрата используют дубовые опилки, но их количество в нашей области весьма ограничено, поэтому нам представилась возможность ввести в субстрат 50% лигнинового компонента в виде лигнино-аммиачного компоста [4, 6, 9].

В процессе исследований было установлено, что субстраты с добавлением пшеницы и лигнинового компонента зарастали медленнее, чем с субстраты дубовыми опилками. В первые 2 недели активный рост мицелия был отмечен в варианте с рисом и опилками у обоих штаммов, динамика колонизации составляла 49–50% субстрата. На 19-е сутки большую площадь колонизации имели варианты 2 и 3 с новым видом субстрата (рис. 2).

К концу 3-й недели активизировался рост мицелия в пакетах с зерновым компонентом из пшеницы и лигнина, площадь обрастания составила 84–85%, а на 28-е сутки все субстраты достигли площади зарастания 97–99%, при этом на буром рисе с дубовыми опилками зарастание было выше на 1–3%. Сбор проводили в 3 волны у штамма Борода и в 2 волны – у штамма Бельгия. В связи с этим продуктивность у последнего на контрольном субстрате была ниже на 0,05%, с введением лигнинового компонента – на 0,44%. (табл. 1, рис. 3).

Средний выход сухой массы плодовых тел *H. erinaceus* штамма Борода был существенно выше на субстрате с пшеницей и лигниновым компонентом и составил 12,6%, тогда как штамм Бельгия на аналогичном субстрате был менее продуктивным (на 0,9%). При этом плодовые тела обоих штаммов развивались интенсивнее на лигнино-пшеничном субстрате.

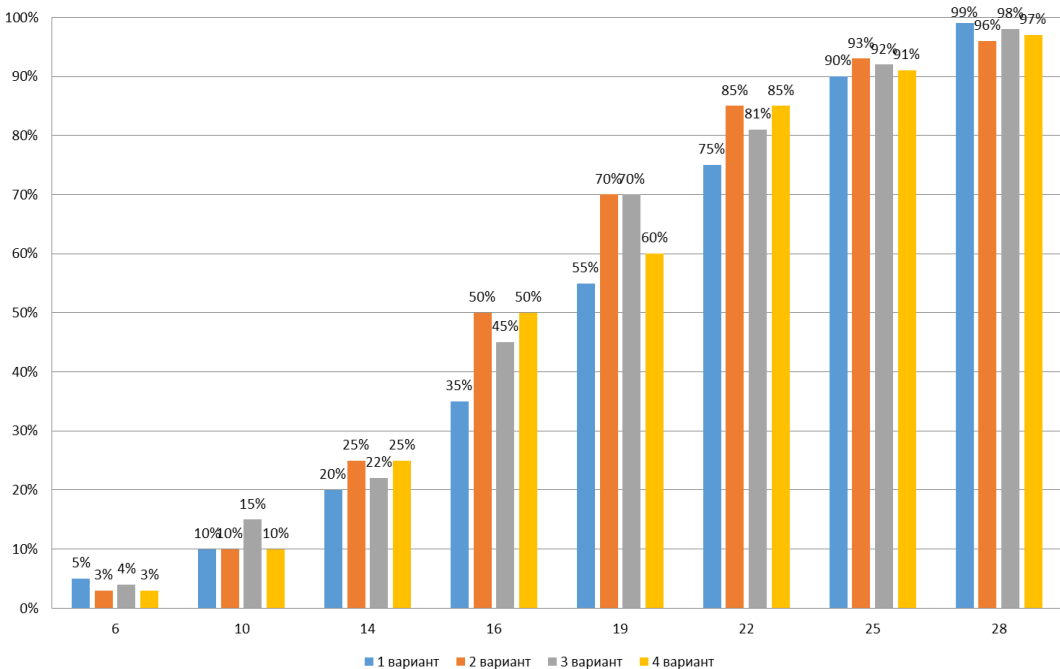


Рис. 2. Динамика процесса колонизации субстратов мицелием *H. erinaceus*, %

Сравнительная характеристика выхода плодовых тел *H. erinaceus*

Вариант субстрата	Масса пакетов, г	Средняя масса плодовых тел, г	Средний процент плодовых тел от массы субстратов	Сухая масса плодовых тел, г	Процент к сырой массе
Штамм Борода					
Контрольный	4448	630,02	14,06	69,3	11,0
Опытный	4517	652,26	14,44	82,2	12,6
НСР ₀₅	–	20,04	–	6,8	–
Штамм Бельгия					
Контрольный	3716	514,04	14,01	51,92	9,9
Опытный	3785	521,18	14,00	60,97	11,7
НСР ₀₅	–	7,3	–	3,8	–



а



б

Рис. 3. Плодоношение *H. Erinaceus* на контрольном (слева) и опытном (справа) субстратах: а – штамм Борода; б – штамм Бельгия

Был проанализирован также рынок добавок с использованием компонентов *H. erinaceus*, выявлена перспектива его выращивания. Данный продукт пользуется высоким спросом, его разнообразие представлено в интернет-магазинах и на маркет-плейсах. Однако чем популярнее становится продукт, тем больше подделок и больше некачественного товара появляется на рынке. Разработанный состав субстрата с включением пшеницы и лигнинового компонента позволяет получать качественный продукт без посторонних примесей.

В любом производстве важно внедрять такие элементы технологии, которые обеспечивают стабильность источников сырья, их безопасность и более низкую стоимость [11].

Расчет экономической эффективности показал, что затраты на производство плодовых тел (при закладке 1 т субстрата) при выращивании *H. erinaceus*, штамм Борода, на пшенице с лигниновым компонентом составляют 124 980 руб., на рисе с дубовыми опилками – 140 112 руб., у штамма Бельгия – на 200 руб. больше. С учетом выхода сухой массы по вариантам и цены реализации сухих грибов 8 000 руб/кг при использовании субстрата на пшенице с лигнином чистая прибыль до налогообложения составила: у штамма Борода – 20 540 руб.; у штамма Бельгия – 5 860 руб. (табл. 2).

Эффективность производства плодовых тел *H. Erinaceus* с 1 т субстрата

Показатель	Штамм Борода		Штамм Бельгия	
	контрольный субстрат	опытный субстрат	контрольный субстрат	опытный субстрат
Выход сухой продукции, кг/мес.	15,49	18,19	13,87	16,38
Себестоимость, руб.	140112	124980	140312	125180
Реализации, руб.	123920	145520	110960	131040
Прибыль (убыток), руб.	-16192	+20540	-29352	5860
Рентабельность, %	-12,10	16,43	-21,01	+4,68

При использовании субстратов на рисе с дубовыми опилками получили убыток в размере 16 192 руб. (штамм Борода) и 29 352 руб. (штамм Бельгия). Применение субстратов на пшенице с лигниновым компонентом позволило установить, что производство плодовых тел *H. erinaceus* является рентабельным, при использовании субстратов на рисе с дубовыми опилками – пока сильно убыточным. При этом следует отметить высокие затраты на производство, связанные с приобретением нового оборудования. В перспективе за 2,5 оборота можно покрыть часть затрат и выйти на более существенную прибыль.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что введение в состав субстрата для культивирования *H. erinaceus* лигнинового компонента в виде лигнино-аммиачного компоста (50%) и зерна пшеницы (20%) способствовало дополнительному (на 0,39% от массы субстрата) сбору плодовых тел штамма Борода, а также выходу сухой массы продукции на 1,6% – штаммов Борода и Бельгия. При этом произошла замена частично дорогостоящего и дефицитного сырья (дубовые опилки и бурый рис). Экономический эффект выразился в получении прибыли 20 540 руб. (штамм Борода) и 5 860 руб. (штамм Бельгия), при этом в варианте с использованием классического субстрата был получен убыток.

Таким образом, добавляя в субстрат лигниновый компонент, можно утилизировать многотоннажные гидролизные лигнины, что позволит улучшить экологическую ситуацию в местах их складирования.

Библиографический список

1. Автономова А.В., Баканов А.В., Леонтьева М.И., Винокуров В.А., Усов А.И., Краснополянская Л.М. и др. Погруженное культивирование и химический состав мицелия *Hericium erinaceus* // Антибиотики и химиотерапия. – 2012. – Т. 57, № 7–8. – С. 7–11.
2. Айкешев Б.М., Арыстанбай А. Лекарственные свойства *Hericium erinaceus* // Chronos. Мультидисциплинарные науки. – 2021. – Т. 6, № 10 (60). – С. 3–8.
3. Белицкий И.В., Автономова А.В., Исакова Е.Б., Леонтьева М.И., Баканов А.В., Усов А.И., Бухман В.М., Краснополянская Л.М. и др. *Hericium erinaceus*:

- биотехнология культивирования и противоопухолевые свойства // Успехи медицинской микологии. – М.: Национальная академия микологии, 2006. – Т. VII. – С. 225–227.
4. *Виноградова В.С.* Аспекты биологической конверсии целлюлозно-лигнинных отходов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1993. – 22 с.
5. *Гольшикин А.В., Альмяшева Н.Р., Зиангирова М.Ю., Краснопольская Л.М.* Ростовые и биохимические характеристики некоторых видов съедобных и лекарственных грибов в зависимости от способов предобработки лигноцеллюлозных субстратов // *Сельскохозяйственная биология.* – 2019. – Т. 54, № 3. – С. 607–615.
6. *Дудка И.А., Вассер С.П., Бухало А.С.* Промышленное культивирование съедобных грибов. – Киев: Наукова Думка, 1978. – 264 с.
7. *Коваленко С.А., Почицкая И.М., Бордок И.В.* *Hericium erinaceus* – ценный источник биологически активных веществ // *Сотрудничество – катализатор инновационного роста: Сборник материалов IV Белорусско-Прибалтийского форума (г. Минск, 31 мая – 1 июня 2018 г.).* – Минск: БНТУ, 2018. – С. 100–101.
8. *Куликова Н.А., Кляйн О.И., Степанова Е.В., Королева О.В.* Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты (обзор) // *Прикладная биохимия и микробиология.* – 2011. – Т. 47, № 6. – С. 619–634.
9. *Морозов А.И.* Лекарственные грибы. – Донецк: Сталкер, 2003. – 207 с.
10. *Набоких А.А.* Интеграционные риски кластерной технологии управления развитием рынка культивируемых грибов // *Вестник ФГОУ ВО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина».* – 2011. – № 6 (51). – С. 64–67.
11. *Савицкая Г.В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятий: Учебное пособие. – Изд. 7-е, испр. – Минск: Новое знание, 2002. – 704 с.
12. *Трухоневец В.В., Бисько Н.А., Поединок Н.Л., Михайлова О.Б., Митропольская Н.Ю., Колодий Т.А., Булавкина И.А., Плащинская Д.В. и др.* Рост и плодоношение базидиального гриба *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) на растительных субстратах // *Труды БГТУ.* – 2012. – № 1. – С. 277–281.
13. *Широких А.А., Злобина Ю.А.* Биодegradация растительных отходов и получение плодовых тел // *Теоретическая и прикладная экология.* – 2018. – № 3. – С. 86–91.
14. *Chiu C. – H. Erinacine A-Enriched Hericium erinaceus Mycelium Produces Antidepressant-Like Effects through Modulating BDNF/PI3K/Akt/GSK-3 β Signaling in Mice / C. – H. Chiu, C. – C. Chyau, C. – C. Chen, L. – Y. Lee, W. – P. Chen, J. – L. Liu, W. – H. Lin, M. – C. Mong // Int. J. Mol. Sci. – 2018. – Vol. 19, № 2. – Article 341. DOI: 10.3390/ijms19020341. – URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms>.*
15. *Chong P.S.* Therapeutic Potential of *Hericium erinaceus* for Depressive Disorder / P.S. Chong, M. – L. Fung, K.H. Wong, L.W. Lim // *Int J Mol Sci.* – 2019. – Vol. 21, № 1. – Article 163. – URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms>. – DOI: 10.3390/ijms21010163.
16. *Friedman M.* Chemistry, Nutrition, and Health-promoting Properties of *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia and Their Bioactive Compounds // *Journal of Agricultural & Food Chemistry.* – 2015. – Vol. 63, № 32. – Pp. 7108–7123.
17. *He X.* Structures, Biological Activities, and Industrial Applications of the Polysaccharides from *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom: A Review / X. He, X. Wang, J. Fang, Y. Chang, N. Ning, H. Guo, Z. Zhao // *International Journal of Biological Macromolecules.* – 2017. – Vol. 97. – Pp. 228–237. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.01.040.
18. *Jiang S.* Medicinal Properties of *Hericium erinaceus* and Its Potential to Formulate Novel Mushroom-based Pharmaceuticals / S. Jiang, S. Wang, Y. Sun, Q. Zhang // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2014. – Vol. 98, № 18. – Pp. 7661–7670. – DOI: 10.1007/s00253-014-5955-5.

19. Kim S.P. Hericium erinaceus Mushroom Extracts Protect Infected Mice against Salmonella typhimurium – Induced Liver Damage and Mortality by Stimulation of Innate Immune Cells / S.P. Kim, E. Moon, S.H. Nam, M. Friedman // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2012. – Vol. 60, № 22. – Pp. 5590–5596. DOI: 10.1021/jf300897w.
20. Krzyczkowski W. Erinacine A Biosynthesis in Submerged Cultivation of Hericium erinaceum: Quantification and Improved Cultivation / W. Krzyczkowski, E. Malinowska, F. Herold // Engineering in Life Sciences. – 2010. Vol. 10, № 5. – Pp. 446–457.
21. Li G. Anticancer potential of Hericium erinaceus extracts against human gastrointestinal cancers / G. Li, K. Yu, F. Li, K. Xu, J. Li, S. He, S. Cao, G. Tan // Journal of Ethnopharmacology. – 2014. – Vol. 153, № 2. Pp. 521–530. – DOI: 10.1016/j.jep.2014.03.003.
22. Shimbo M. Erinacine A Increases Catecholamine and Nerve Growth Factor Content in the Central Nervous System of Rats / M. Shimbo, H. Kawagishi, H. Yokogoshi // Nutrition Research. – 2005. – Vol. 25, № 6. – Pp. 617–623.
23. Spelman K. Neurological Activity of Lion’s Mane (Hericium erinaceus) / K. Spelman, E. Sutherland, A. Bagade // Journal of Restorative Medicine. – 2017. – Vol. 6, № 1. – Pp. 19–26.
24. Zhang Z. Antioxidant and Hepatoprotective Potential of Endo-polysaccharides from Hericium erinaceus Grown on Tofu Whey / Z. Zhang, G. Lva, H. Pana, A. Pandeyb, W. Hec // Journal Biological Macromolecules. – 2012. – Vol. 51, № 5. – Pp. 1140–1146. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2012.09.002.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE CULTIVATION OF THE MEDICINAL LION’S MANE MUSHROOM (*HERICIUM ERINACEUS*)

V.S. VINOGRADOVA¹, S.S. MAKAROV², E.S. KRASINSKAYA³, E.A. VETOCKINA¹

(¹Kostroma State Agricultural Academy,

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ³LLC “Vitaras”)

The results of studies on the effect of the substrate composition for the cultivation of Lion’s mane mushroom (Hericium erinaceus) are presented. The search for alternative raw materials for the preparation of substrates is associated with the possibility of using lignin-ammonium compost, balanced in terms of basic nutrients, which is much cheaper than oak sawdust and is more accessible in the region. Replacing brown rice by wheat grain in the substrate contributed to the enrichment of the mass with vitamins, proteins and essential amino acids. The possibility of using a lignin component in the substrate composition in the form of lignin-ammonia compost (50%) and wheat grain (20%), partially replacing expensive and scarce raw materials (oak sawdust, brown rice), was evaluated. The use of a new substrate composition promotes the active colonization of the substrate mass by the mycelium of medicinal Lion’s mane mushroom of the Beard and Belgium strains (97–99%), additional (by 0.39% of the substrate mass) collection of fruiting bodies of the Beard strain and increased (by 1.6%) yield of dry mass of products of the Beard and Belgium strains. The economic effect of growing H. erinaceus on the developed substrate is expressed in profit (for the Beard strain – 20,540 rubles, for the Belgium strain – 5,860 rubles), while on the classical substrate a loss is obtained. The profitability of the mushroom production of the studied strains on the experimental substrate is 16.4% for the Beard strain and 4.68% for the Belgium strain, on the classical substrate – 12.1% and 21.0%, respectively. Reducing the cost of mushroom products may have a positive effect on the purchasing power of consumers. The addition of a lignin component to the substrate promotes the utilization of hydrolytic lignins in large quantities, thus improving the environmental situation in the places where they are stored.

Ke ywords: mushrooms, lion's mane mushroom, Hericium erinaceus, lignin, substrate, strain, brown rice, sawdust, fruiting body, economic efficiency.

References

1. Avtonomova A.V., Bakanov A.V., Shuktueva M.I., Vinokurov V.A., Popova O.V., Usov A.I., Krasnopolskaya L.M. submerged cultivation and chemical composition of *Hericium erinaceus* Mycelium. *Antibiotics and Chemotherapy*. 2012;57(7–8):7–11. (In Russ.)
2. Aikeshev B.M., Arystanbay A. Medicinal properties of *Hericium erinaceus*. *Chronos. Mul'tidisciplinarnye nauki*. 2021;6(10):3–8. (In Russ.)
3. Belitsky I.V., Avtonomova A.V., Isakova E.B., Leontieva M.I., Bakanov A.V., Usov A.I., Bukhman V.M., Krasnopolskaya L.M. *Hericium erinaceus*: Biotechnology of cultivation and antitumor properties. *Uspekhi meditsinskoy mikologii*. M.: Natsional'naya akademiya mikologi, 2006; VII:225–227. (In Russ.)
4. Vinogradova V.S. Aspects of biological conversion of cellulignin waste. CSc (Bio) thesis abstract. Moscow, 1993:22. (In Russ.)
5. Golyshkin A.V., Almyasheva N.R., Ziangirova M.Yu., Krasnopolskaya L.M. Effect of pretreatment of lignocellulosic substrates on physiological and biochemical characteristics of some types of edible and medicinal mushrooms. *Agricultural Biology*. 2019;54(3):607–615. (In Russ.)
6. Dudka I.A., Vasser S.P., Bukhalo A.S. Industrial cultivation of edible mushrooms. Kyiv: Naukova Dumka, 1987:70. (In Russ.)
7. Kovalenko S.A., Pochitskaya I.M., Bordok I.V. *Hericium erinaceus* is a valuable source of biologically active substances. Cooperation is a catalyst for innovative growth: collection of articles. Proceedings of the IV Belarusian-Baltic Forum (Minsk, May 31 – June 1, 2018). Minsk: BNTU, 2018;100–101. (In Russ.)
8. Kulikova N.A., Klein O.I., Stepanova E.V., Korolyova O.V. Use of basidiomycetes in industrial waste processing and utilization technologies: fundamental and applied aspects (review). *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2011;47(6):619–634. (In Russ.)
9. Morozov A.I. Medicinal mushrooms. Donetsk: Stalker, 2003:207. (In Russ.)
10. Nabokikh A.A. Integration risks of cluster technology for managing the development of the market of cultivated mushrooms. *Vestnik of Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University Named after V.P. Goryachkin"*. 2011;6:64–67. (In Russ.)
11. Savitskaya G.V. Analysis of economic activities of enterprises: textbook. Minsk: Novoe Znanie, 2002:704. (In Russ.)
12. Trukhonovets V.V., Bisko N.A., Poedinok N.L., Mikhailova O.B., Mitropolskaya N.Yu., Kolodiy T.A., Bulavkina I.A., Plashchinskaya D.V. Growth and fruiting of the basidiomycete fungus *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) on Plant Substrates. *Trudy BGTU*. 2012;1:277–281. (In Russ.)
13. Shirokikh A.A., Zlobina Yu.A. Biodegradation of vegetable waste and obtaining fruit bodies. *Theoretical and Applied Ecology*. 2018;3:86–91. (In Russ.)
14. Chiu C. – H., Chyau C. – C., Chen C. – C., Lee L. – Y., Chen W. – P., Liu J. – L., Lin W. – H., Mong M. – C. Erinacine A-Enriched *Hericium erinaceus* Mycelium Produces Antidepressant-Like Effects through Modulating BDNF/PI3K/Akt/GSK-3 β Signaling in Mice. *Int. J. Mol. Sci.* 2018;19(2):341. URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms> <https://doi.org/10.3390/ijms19020341>
15. Chong P.S., Fung M. – L., Wong K.H., Lim L.W. Therapeutic Potential of *Hericium erinaceus* for Depressive Disorder. *Int J Mol Sci.* 2019;21(1):163. URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms> <https://doi.org/10.3390/ijms21010163>

16. Friedman M. Chemistry, Nutrition, and Health-promoting Properties of *Hericum erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia and Their Bioactive Compounds. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 2015;63(32):7108–7123.
17. He X., Wang X., Fang J., Chang Y., Ning N., Guo H., Zhao Z. Structures, Biological Activities, and Industrial Applications of the Polysaccharides from *Hericum erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom: A Review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017;97: 228–237. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.040>
18. Jiang S., Wang S., Sun Y., Zhang Q. Medicinal Properties of *Hericum erinaceus* and Its Potential to Formulate Novel Mushroom-based Pharmaceuticals. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2014; 98(18):7661–7670. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5955-5>
19. Kim S.P., Moon E., Nam S.H., Friedman M. *Hericum erinaceus* Mushroom Extracts Protect Infected Mice against *Salmonella typhimurium* – Induced Liver Damage and Mortality by Stimulation of Innate Immune Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(22):5590–5596. <https://doi.org/10.1021/jf300897w>
20. Krzyczkowski W., Malinowska E., Herold F. Erinacine A Biosynthesis in Submerged Cultivation of *Hericum erinaceum*: Quantification and Improved Cultivation. *Engineering in Life Sciences*. 2010;10(5):446–457.
21. Li G., Yu K., Li F., Xu K., Li J., He S., Cao S., Tan G. Anticancer Potential of *Hericum erinaceus* Extracts against Human Gastrointestinal Cancers. *Journal of Ethnopharmacology*. 2014;153(2):521–530. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.03.003>
22. Shimbo M., Kawagishi H., Yokogoshi H. Erinacine A Increases Catecholamine and Nerve Growth Factor Content in the Central Nervous System of Rats. *Nutrition Research*. 2005;25(6):617–623.
23. Spelman K., Sutherland E., Bagade A. Neurological Activity of Lion's Mane (*Hericum erinaceus*). *Journal of Restorative Medicine*. 2017;6(1):19–26.
24. Zhang Z., Lva G., Pana H., Pandeyb A., Hec W. Antioxidant and Hepatoprotective Potential of Endo-polysaccharides from *Hericum erinaceus* Grown on Tofu Whey. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2012;51(5):1140–1146. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2012.09.002>

Сведения об авторах

Виноградова Вера Сергеевна, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Российская Федерация, Костромская обл., Костромской р-н, пос. Караваяево, Учебный городок, 34; e-mail: verochka_54@list.ru; тел.: (4942) 629–130

Макаров Сергей Сергеевич, д-р с.-х. наук, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: s.makarov@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–45

Красинская Елизавета Сергеевна, технолог, общество с ограниченной ответственностью «Витарас»; 156013, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Галицкая, 111; e-mail: fedopersik28@bk.ru; тел.: (910) 924–39–35

Веточкина Елена Алексеевна, студент 2 курса магистратуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Российская

Федерация, Костромская обл., Костромской р-н, пос. Каравеево, Учебный городок, 34; e-mail: ms.solvoeva@mail.ru; тел.: (4942) 629–130

Давыдова Факия Султановна, канд. с.-х. наук, заведующий лабораторией, общество с ограниченной ответственностью «Витарас» (156013, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Галичская, 111; e-mail: fakia90@mail.ru; тел.: (910) 924–39–35)

Vera S. Vinogradova, CSc (Ag), Professor, Professor of the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy (34, Educational campus, Karavaevo village, Kostroma district, Kostroma Oblast, 156530, Russian Federation; phone: (4942) 62–91–30; e-mail: verochka_54@list.ru)

Sergey S. Makarov, CSc (Ag), Head of the Department of Decorative Gardening and Lawn Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–05–45; e-mail: s.makarov@rgau-msha.ru)

Elizaveta S. Krasinskaya, **technologist**, limited liability company “Vitaras” (111, Galichskaya Str., Kostroma, 156013, Russian Federation; phone: (910) 924–39–35; e-mail: fedopersik28@bk.ru)

Elena A. Vetochkina, 2nd year MSc student, Kostroma State Agricultural Academy (34, Educational campus, Karavaevo village, Kostroma district, Kostroma Oblast, 156530, Russian Federation; phone: (4942) 62–91–30; e-mail: ms.solvoeva@mail.ru)

Fakiya S. Davydova, PhD (Ag), Head of Laboratory, limited liability company “Vitaras” (111, Galichskaya Str., Kostroma, 156013, Russian Federation; phone: (910) 924–39–35; E-mail: fakia90@mail.ru)