

Антибактериальная активность этанольного экстракта из плодового тела лиственничной губки

*М. Л. СИДОРЕНКО¹, В. А. СИДОРЕНКО²

¹ ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН, Владивосток, Россия

² ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия

Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Larch Sponge Fruiting Body

*MARINA L. SIDORENKO¹, VLADISLAV A. SIDORENKO²

¹ Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

² Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Резюме

Антибиотикоустойчивость патогенных бактерий является мировой проблемой. В последние годы возрос интерес к оценке растений и грибов с антибактериальной активностью в отношении различных инфекционных агентов. Изучена антибактериальная активность этанольного экстракта плодового тела *Laricifomes officinalis* (Vill.) Kotl. et Pouzar (*Polyporaceae*). Активность оценивали диско-диффузионным методом. Этанольный экстракт *L. officinalis* проявлял высокую активность против *Yersinia pseudotuberculosis*, умеренную против *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*. *Listeria monocytogenes* оказались не чувствительны к этанольному экстракту из плодового тела *L. officinalis*.

Ключевые слова: лекарственные грибы; *Laricifomes officinalis*; антибактериальная активность, этанольный экстракт

Для цитирования: Сидоренко М. Л., Сидоренко В. А. Антибактериальная активность этанольного экстракта из плодового тела лиственничной губки. *Антибиотики и химиотер.* 2023; 68 (11–12): 19–22. <https://doi.org/10.37489/0235-2990-2023-68-11-12-19-22>.

Abstract

Antibiotic resistance in pathogenic bacteria is a worldwide problem. In recent years, there has been increasing interest in the evaluation of plants and fungi with antibacterial activity against various infectious agents. The antibacterial activity of ethanol extract of *Laricifomes officinalis* (Vill.) Kotl. et Pouzar (*Polyporaceae*) fruiting body was studied. Activity was assessed using the disk diffusion method. *L. officinalis* ethanol extract showed high activity against *Yersinia pseudotuberculosis*, as well as moderate activity against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, and *Staphylococcus aureus*. *Listeria monocytogenes* were not sensitive to ethanol extract of the fruiting body of *L. officinalis*.

Keywords: medicinal mushrooms; *Laricifomes officinalis*; antibacterial activity, ethanol extract

For citation: Sidorenko M. L., Sidorenko V. A. Antibacterial activity of ethanol extract of larch sponge fruiting body. *Antibiotiki i Khimioter = Antibiotics and Chemotherapy.* 2023; 68 (11–12): 19–22. <https://doi.org/10.37489/0235-2990-2023-68-11-12-19-22>.

Введение

Несмотря на широкую доступность клинически значимых антибиотиков и их полусинтетических аналогов, ведётся постоянный поиск новых перспективных противомикробных агентов. Большинство используемых в настоящее время антибиотических препаратов являются дорогостоящими и не всегда эффективны. Основным препятствием для их дальнейшего использования является резко возрастающее развитие резис-

тентности бактерий к антибиотикам [1–3]. В связи с чем, существует острая необходимость в новых лекарственных препаратах, которые смогут действовать в течение более длительного периода времени, прежде чем наступит резистентность.

Природные ресурсы являются важными источниками новых лекарств. В последние годы возрос интерес к растениям и грибам, обладающим антибактериальной активностью в отношении различных инфекционных агентов. Грибы

© Коллектив авторов, 2023

*Адрес для корреспонденции: проспект 100-летия Владивостока, 159, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, Россия, 690022. E-mail: sidorenko@biosoil.ru

© Team of Authors, 2023

*Correspondence to: 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Vladivostok, 690022 Russia. E-mail: sidorenko@biosoil.ru

представляют собой обширный и в то же время в значительной степени неиспользованный источник новых мощных фармацевтических продуктов. По некоторым оценкам, на Земле существует от 100 до 250 тыс. грибов [4]. Плодовые тела и мицелий грибов принимают для лечения хронической гепатопатии, гипертонии, бронхита, артрита, невралгии и неоплазии в некоторых странах, особенно в странах Восточной Азии [5–7].

Одними из представителей царства грибов, обладающими такими качествами являются *Laricifomes officinalis* (Vill.) Kotl. et Pouzar (*Polyporaceae*) — древоразрушающие базидиальные грибы, растущие на стволах лиственниц. В России этот гриб известен как лиственничная губка или трутовик лекарственный. В китайской и японской медицине плодовые тела *L. officinalis* считаются панацеей от всех видов заболеваний [8–10]. Медицинское использование лиственничной губки, было известно коренным индейским племенам Северной Америки. Есть записи, что молотая, известковая, белая мякоть использовалась при лечении многих недугов [11].

Известно, что *L. officinalis* продуцирует биологически активные соединения, обладающие противоопухолевой [12], противовоспалительной [13] активностью, препятствуют образованию тромбов [14, 15]. Различные исследования указывают на бактерицидную активность лиственничной губки и её углекислотных экстрактов в отношении ряда условно-патогенных микроорганизмов [16, 17] и микобактерий туберкулёза [18]. Имеются указания на антибактериальную активность поверхностно выращенного мицелия гриба в отношении разных штаммов *Yersinia pseudotuberculosis* [19, 20].

Спиртовый экстракт *L. officinalis* включает комплекс липидов, витаминов E и K, каротиноидов, фенольных соединений, а также агарициновую кислоту [16]. Последняя считается основным действующим веществом [21], оказывающим разобщающее действие на клеточное дыхание и фосфорилирование [9]. Кроме того, установлено, что агарициновая кислота способна ингибировать процессы перекисного окисления липидов [8, 9], обладая антиоксидантным действием [22]. Агарициновую кислоту выделяют из плодового тела [21] и лабораторной мицелиальной культуры лиственничной губки [23]. Установлено, что агарициновая кислота из лиственничной губки не угнетает рост *Escherichia coli*, но обладают выраженной активностью в отношении грамположительных микроорганизмов рода *Bacillus* и подавляют рост споробразующих микроорганизмов [24]. Кроме того, из этанольных экстрактов плодовых тел *L. officinalis* были получены и идентифицированы два новых хлоринатных кумарина, которые, по мнению исследователей, отвечают за антимикробную активность вида [18].

В целом, исследования, проведённые на лиственничной губке, направлены на изучение либо химического состава, либо комбинации химических/фармакологических свойств гриба.

Цель работы — изучить антибактериальную активность этанольного экстракта базидиального гриба *Laricifomes officinalis* (Vill.) Kotl. et Pouzar (*Polyporaceae*) в отношении ряда патогенных бактериальных штаммов.

Материал и методы

В работе использовано плодовое тело (базидиома) гриба *Laricifomes officinalis* (Vill.) Kotl. et Pouzar (= *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bond, et Sing), хранящегося в коллекции ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН (гербарий VLA M20673). Гриб паразитировал на стволе лиственницы даурской (*Larix dahurica* (Rupr.) Rupr.), Еврейская автономная область, заповедник «Бастак».

В качестве тест-культур использовали грамотрицательные (5 штаммов *Yersinia pseudotuberculosis* (282, 512, 907, 3515, 2781), 1 штамм *Escherichia coli* ATCC 25922, 1 штамм *Salmonella typhimurium* LT2) и грамположительные бактерии (4 штамма *Listeria monocytogenes* (10CN, 74-T, 2755, 5105), 2 штамма *Staphylococcus aureus* (ATCC29213, ATCC43300), 1 штамм *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853).

Подготовка экстракта. Плодовое тело *L. officinalis* нарезали на мелкие кусочки, сушили при 40–50°C в течение 48 ч и измельчали в порошок. Двести граммов такого порошка экстрагировали петролейным эфиром, затем экстрагировали этанолом в течение 8–10 ч с использованием аппарата Сокслета (Китай). Растворители полностью выпаривали при 40°C с использованием роторного вакуумного испарителя (Harga, Китай). Полученные таким образом остатки (8 г) были обозначены как этанольный экстракт. Экстракты растворяли в диметилсульфоксиде (ДМСО) (ПанЭко, Россия) в разных концентрациях (от 30 мг до 800 мг) и использовали для экспериментов.

Антибактериальную активность определяли диско-диффузионным методом [25] с дисками, которые были пропитаны этанольным экстрактом в разной концентрации. Для определения минимальной подавляющей концентрации (МПК) применяли питательную среду АГВ (Биотехновация, Россия). В качестве стандартных контрольных препаратов (препарат сравнения) использовали антибиотики гентамицин и цефалексин в виде стандартных бумажных дисков (ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Россия). Растворитель (водный ДМСО 5%) использовали в качестве отрицательного контроля.

Учёт результатов проводили путём измерения диаметра зон подавления роста тест-культуры микроорганизмов миллиметровой линейкой. Полученные результаты интерпретировали следующим образом: «0» — активности нет; до 12 мм — слабая чувствительность; от 13 до 29 мм — средняя чувствительность; 30 мм и более — высокая чувствительность [26].

Полученные результаты обработаны общепринятыми статистическими методами [27].

Результаты и обсуждение

Проведённые нами исследования установили антибактериальную активность этанольного экстракта плодового тела *L. officinalis*, который продемонстрировал заметную активность в отношении большинства бактериальных штаммов, взятых в эксперимент. Чувствительность бактерий к этанольному экстракту варьировала в зависимости от вида бактерий и концентрации ве-

Определение чувствительности микроорганизмов к этанольному экстракту базидиального гриба *L. officinalis* и антимикробным препаратам

Determination of microorganisms' sensitivity to the ethanol extract of the basidiomycete *L. officinalis* and antimicrobials

Культура микроорганизма	Зоны задержки роста, мм							
	концентрация этанольного экстракта, мг						антимикробные препараты	
	30	50	100	300	500	800	гентамицин	цефалексин
<i>Y.pseudotuberculosis</i> шт. 282	0	9	21	24	30	32	20	21
<i>Y.pseudotuberculosis</i> шт. 512	0	15	20	22	30	34	18	24
<i>Y.pseudotuberculosis</i> 907	0	7	20	22	31	36	16	12
<i>Y.pseudotuberculosis</i> 3515	0	5	20	23	30	29	17	15
<i>Y.pseudotuberculosis</i> 2781	0	4	20	23	29	29	16	12
<i>L.monocytogenes</i> 10 CN	0	0	10	14	12	12	20	21
<i>L.monocytogenes</i> 74 — Т	0	0	5	10	6	7	19	20
<i>L.monocytogenes</i> 2755	0	0	10	10	13	6	20	18
<i>L.monocytogenes</i> 5105	0	0	8	10	8	13	20	18
<i>E.coli</i> ATCC 25922	0	5	13	16	19	24	22	12
<i>Raehrogenosa</i> ATCC27853	0	4	18	20	25	22	17	20
<i>S.aureus</i> ATCC29213	0	0	5	10	12	14	15	19
<i>S.aureus</i> ATCC43300	0	0	8	9	13	12	14	17
<i>S.typhimurium</i> LT-2	0	0	16	22	26	29	16	21

щества. При этом минимальная подавляющая концентрация составила 50 мг. (таблица).

Проведённые исследования показали, что этанольный экстракт *L. officinalis* в концентрации 500 и 800 мг проявлял высокую активность против грамотрицательных *Y.pseudotuberculosis*. Диаметр зоны торможения роста в этих случаях составил 29–31 мм и 29–36 мм, соответственно, в зависимости от штамма бактерии. Антибактериальный эффект тестируемого вещества в концентрациях 100–800 мг сопоставим с действием общепринятых антибиотиков и, в некоторых случаях, превышает его.

Для грамотрицательных *E.coli*, *Raehrogenosa*, *S.typhimurium* отмечена средняя чувствительность к этаноловому экстракту листовничной губки. Наибольшая зона задержки роста выявлена у *Raehrogenosa* (25 мм) при концентрации тестируемого вещества 500 мг.

Установлено, что грамположительные *L.monocytogenes* и *S.aureus* оказались слабочувствительны к этанольному экстракту из плодового тела листовничной губки. Минимальная подавляющая доза для этих бактерий составила 100 мг. Максимальная зона задержки роста (14 мм) отмечена для *L.monocytogenes* 10CN при концентрации испытуемого вещества 300 мг. Такая же зона задержки роста (14 мм) отмечена и для *S.aureus* обоих штаммов, но при этом концентрация вещества была значительно больше — 800 мг.

Заключение

Этанольный экстракт базидиального гриба *Laricifomes officinalis* проявляет выраженную антибактериальную активность в отношении *Y.pseudotuberculosis*, умеренную в отношении *E.coli*, *Raehrogenosa*, *S.aureus* и *S.typhimurium* и не активен в отношении *L.monocytogenes*. Введение в медицинскую практику этанольного экстракта из плодового тела *L. officinalis* расширит возможности терапии инфекций, вызванных *Y.pseudotuberculosis*. Необходимы дальнейшие исследования механизмов антибактериального действия компонентов этанольного экстракта плодового тела листовничной губки, что позволит в дальнейшем создать эффективные лекарственные препараты на их основе.

Дополнительная информация
Участие авторов. Сидоренко М. Л. — дизайн и проведение исследования, написание и редактирование публикации, статистическая обработка; Сидоренко В. А. — проведение исследования, статистическая обработка, редактирование публикации.
Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 121031000134-6).
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Additional information

Contribution. Sidorenko M. L. — research design and management, publication writing and editing, statistical processing management; Sidorenko V. A. — research management, statistical processing management, publication editing.
Acknowledgments. The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. 121031000134-6).
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Литература/References

1. *Kahrstrom C.T.* Antimicrobials: persisters come under fire. *Nat Rev Microbiol.* 2014; 12 (3). doi: 10.1038/nrmicro3181.
2. *Kint C.L., Verstraeten N., Fauwart M., Michiels J.* New-found fundamentals of bacterial persistence. *Trends Microbiol.* 2012; 20 (12): 577–585. doi: 10.1016/j.tim.2012.08.009.
3. *Verstraeten N., Knapen W., Fauwart M., Michiels J.* A historical perspective on bacterial persistence. In J.Michiels, M.Fauwart (eds.). *Bacterial Persistence: Methods in Molecular Biology*. New York: Humana Press. 2016; 1333. doi: 10.1007/978-1-4939-2854-5_1.
4. Основы микологии: Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов: Учебное пособие. Л. В.Гарибова, С. Н.Леконцева: КМК: 2005; 220. [Osnovy mikologii: Morfologiya i sistematika gribov i gribopodobnyh organizmov: Uchebnoe posobie. L.V. Garibova, S. N. Lekomceva KMK, 2005; 220. (in Russian)]
5. *Cho S.M., Yu S.H., Shin G.C.* Biological activities of culture broth of some wood rotting basidiomycetes. Antimicrobial, plant growth regulatory, nitumor, and enzymatic activities. *Korean J Mycol.* 1996; 24:17–24.
6. *Ikekawa T., Naknishi M., Uehara N., Chihara G., Fukuoka F.* Antitumor action of some basidiomycetes especially, *Phellinus linteus*. *Gan to Kagaku Ryoho.* 1968; 59: 155–157. doi: 10.20772/cancersci1959.59.2_155.
7. *Shiao M.S., Lee K.K., Lin L.J., Wang C.T.* Natural products and biological activities of the Chinese medicinal fungus *Ganoderma lucidum*. In *Food Photochemicals for Cancer Prevention II*. American Chem Society, Washington DC, 1994; 35: 342–354. doi: 10.1021/bk-1994-0547.ch035.
8. *Chavez E., Chavez R., Carrasco N.* The effect of agaric acid on citrate transport in rat liver mitochondria. *Life Sciences.* 1978; 23 (14): 1423–1429. doi: 10.1016/0024-3205(78)90123-6.
9. *Garcia N., Zazueta C., Pavon N., Chavez E.* Agaric acid induces mitochondrial permeability transition through its interaction with the adenine nucleotide translocase. Its dependence on membrane fluidity. *Mitochondrion.* 2005; 5 (4): 272–281. doi: 10.1016/j.mito.2005.05.002.
10. *Wasser S.P.* Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2002; 60: 258–274. doi: 10.1007/s00253-002-1076-7.
11. *Pegler D.R.* Useful Fungi of the World: Agaricium — the 'universal remedy' of ancient Rome. *Mycologist.* 2000;14 (4): 146–147. doi: 10.1016/S0269-915X(00)80027-0.
12. *Chen Z., Wu P., Xue J., Wei X.* Triterpenes from the mycelial cultures of two *Polyporus* strains. *Redai Yaredai Zhiwu Xuebao.* 2005; 13: 399–402.
13. *Taofiq O., Heleno S.A., Calhella R.C., Alves M.J., Barros L., Barreiro M.F. et al.* Development of mushroom-based cosmeceutical formulations with anti-inflammatory, anti-tyrosinase, antioxidant, and antibacterial properties. *Molecules.* 2016; 21; 1372. doi: 10.3390/моллекулы21101372.
14. *Wu X., Yang J., Dong Y.* Chemical constituents of *Fomes officinalis* (I). *Zhongcaoyao.* 2005; 36; 811–814.
15. *Grienke U., Zöll M., Peintner U., Rollinger J.M.* European medicinal polypores — A modern view on traditional uses. *Journal of Ethnopharmacology.* 2014; 154 (3): 564–583. doi: https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.04.030.
16. *Ооржак У.С.* Биологическая активность экстрактов *Fomitopsis officinalis*. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018; 20 (2): 130–135. [Oorzhak U.S. Biologicheskaya aktivnost' ekstraktov Fomitopsis officinalis. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj Akademii Nauk. 2018; 20 (2): 130–135. (in Russian)]
17. *Girometta C.* Antimicrobial properties of *Fomitopsis officinalis* in the light of its bioactive metabolites: a review. *Mycology.* 2019; 10 (1): 32–39. doi: 10.1080/21501203.2018.1536680.
18. *Hwang C.H., Jaki B.U., Klein L.L., Lankin D.C., McAlpine J.B., Napolitano J.G. et al.* Chlorinated coumarins from the polypore mushroom *Fomitopsis officinalis* and their activity against *Mycobacterium tuberculosis*. *J Nat Prod.* 2013; 76 (10): 1916–1922. doi: 10.1021/np400497f.
19. *Сидоренко М.Л., Бузолева Л.С.* Поиск новых видов сырья для получения антибактериальных препаратов. Антибиотики и химиотер. 2012; 57: 5–6. [Sidorenko M.L., Buzoleva L.S. Search for new types of raw materials for antibacterial drugs. Antibiotiki i Khimioter = Antibiotics and Chemotherapy. 2012; 57: 5–6. (in Russian)]
20. Патент РФ на изобретение № 2375439/ 10.12.09. Бюл. №34. Сидоренко М.Л., Бузолева Л.С., Ефремова Н.Ю., Булах Е.М. Штамм базидиального гриба *Fomitopsis officinalis*, проявляющий антибактериальную активность в отношении бактерий *Yersinia pseudotuberculosis*. Доступно по: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet. Ссылка активна на 26.05.2022. [Patent RUS № 2375439/ 10.12.09. Byul. №34. Sidorenko M.L., Buzoleva L.S., Efremova N.Y., Bulah E.M. Shtamm bazidial'nogo griba Fomitopsis officinalis, proyavlyayushchij antibakterial'nyu aktivnost' v otnoshenii bakterij Yersinia pseudotuberculosis. Dostupno po: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet. Ssylka aktivna na 26.05.2022. (in Russian)]
21. *Airapetova A.Y., Gavrilin M.V., Dmitriev A.B., Mezenova T.D.* Examination of the structure of agaricinic acid using 1H and 13C NMR spectroscopy. *Pharm Chem J.* 2010; 44 (9): 510–513. doi: 10.1007/s11094-010-0505-7.
22. *Сергеева Е.Ю., Айрапетова А.Ю., Айрапетова К.А.* Изучение антиоксидантной активности агарициновой кислоты. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010; 12 (1–8): 2097–2099. [Sergeeva E.Y., Ajrapetova A.Y., Ajrapetova K.A. Izuchenie antioksidantnoj aktivnosti agaricinovoj kisloty. Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk. 2010; 12 (1–8); 2097–2099. (in Russian)]
23. Патент РФ на изобретение № 2708034/ 03.12.19. Бюл. №34. Сидоренко М.Л., Дмитренко П.С., Горбач В.И. Способ получения агарициновой кислоты из мицелия трутовика лекарственного. Доступно по: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=596c1adc4951eb07c2fe48fd5bb5a925>. Ссылка активна на 26.05.2022. [Patent RUS № 2708034/ 03.12.19. Byul. №34. Sidorenko M.L., Dmitrenko P.S., Gorbach V.I. Sposob polucheniya agaricinovoj kisloty iz miceliya lekarstvennogo. Dostupno po: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=596c1adc4951eb07c2fe48fd5bb5a925>. Ssylka aktivna na 26.05.2022. (in Russian)].
24. *Цуканова П.А.* Исследование химического состава и стандартизация сырья листовничной губки: Дис. ... канд. фарм. наук. Пятигорск: 2009. Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/issledovanie-khimicheskogo-sostava-i-standartizatsiya-syrya-listvennichnoi-gubki>. Ссылка активна на 26.05.2022. [Cukanova P.A. Issledovanie himicheskogo sostavi i standartizaciya syr'ya listvennichnoj gubki. [dissertation] Pyatigorsk: 2009. Dostupno po: <https://www.dissercat.com/content/issledovanie-khimicheskogo-sostava-i-standartizatsiya-syrya-listvennichnoi-gubki>. Ssylka aktivna na 26.05.2022. (in Russian)]
25. *Семина Н.А., Сидоренко С.В., Резван С.П. и др.* Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2004; 6 (4): 306–359. [Syomina N.A., Sidorenko S.V., Rezvan S.P. et al. Determination of sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs. *Clinical Microbiology and Antibacterial Chemotherapy.* 2004; 6 (4): 306–359. (in Russian)]
26. Основы учения об антибиотиках. Н.С.Егоров М.: Наука, 2004; 528. [Osnovy ucheniya ob antibiotikah. N.S.Egorov (ed.). Moscow: Nauka, 2004; 528. (in Russian)]
27. Применение статистических методов в эпидемиологическом анализе. Е.Д.Савилов, Л.Д.Мамонтова, В.А. Астафьевы др. М.: МЕДпресс-информ, 2004; 112. [Primenenie statisticheskikh metodov v epidemiologicheskom analize. E.D.Savilov, L.D.Mamontova, V. A.Astafyev et al. (eds.). Moscow: MEDpress-inform, 2004; 112. (in Russian)]

Информация об авторах

Сидоренко Марина Леонидовна — к. б. н., ведущий научный сотрудник Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» Дальневосточного отделения Российской академии наук Владивосток, Россия. ORCID ID: 0000-0002-4035-8395. WoS Researcher ID: P-2680-2016. Scopus Author ID: 7003616893

Сидоренко Владислав Анатольевич — аспирант, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия. ORCID ID: 0000-0001-6483-1987

About the authors

Marina L. Sidorenko — Ph. D. in Biology, Leading Researcher, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia. ORCID ID: 0000-0002-4035-8395. WoS Researcher ID: P-2680-2016. Scopus Author ID: 7003616893

Vladislav A. Sidorenko — Graduate Student, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia. ORCID ID: 0000-0001-6483-1987