

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 581.55

DWBIBN

doi: 10.17072/1994-9952-2024-3-263-268



**Представители семейства *Teloschistaceae*, как компонент растительного покрова скальных обнажений в долине р. Чусовой (Средний Урал)**

Екатерина Андреевна Лаврская<sup>1✉, 2</sup>, Алексей Евгеньевич Селиванов<sup>3</sup>,  
Ксения Олеговна Печенкина<sup>4, 5</sup>

<sup>1, 3, 5</sup> Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

<sup>2, 4</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

<sup>1✉</sup> ekandr.sh@yandex.ru

<sup>3</sup> selivanperm@yandex.ru

<sup>4</sup> pechenkina.ksusha@yandex.ru

**Аннотация.** Приведены сведения о закономерностях расположения лишайников семейства *Teloschistaceae* на береговых скалах в среднем течении р. Чусовой на участке от с. Кын до г. Чусового (Пермский край, Свердловская обл.). Для описания лишайникового покрова на скальных обнажениях закладывали учетные площадки размером 30×30 см. Каждая площадка фотографировалась с масштабной линейкой, фиксировались характеристики местообитания: уклон поверхности, экспозиция, наличие нависаний, горная порода. Семейство *Teloschistaceae* в районе исследования представлено тремя родами: *Caloplaca*, *Rusavskia*, *Xanthoria*. Из этих родов наибольшую встречаемость и проективное покрытие имеют виды рода *Rusavskia*. Максимальные показатели встречаемости представителей семейства, отмечены на известняковых скалах. На скалах из других пород (песчаники) они встречаются реже. Более высокие значения проективного покрытия и встречаемости телосхистовые демонстрируют на южных и восточных экспозициях. Представители *Teloschistaceae* являются одними из доминантных видов, играющих важную роль в сложении лишайникового покрова береговых скальных обнажений. Основными факторами, определяющими их распределение на изученных субстратах, являются экспозиция, тип горной породы, характер рельефа.

**Ключевые слова:** река Чусовая, эпилитные лишайники, лишайниковый покров, проективное покрытие, встречаемость, фитоценотическая роль

**Для цитирования:** Лаврская Е. А., Селиванов А. Е., Печенкина К. О. Представители семейства *Teloschistaceae*, как компонент растительного покрова скальных обнажений в долине реки Чусовой (Средний Урал) // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2024. Вып. 3. С. 263–268. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2024-3-263-268>.

BOTANY

Original article

**Representatives of the family *Teloschistaceae* as a component of the vegetation cover of rocky outcrops in the Chusovaya River valley (Middle Urals)**

Ekaterina A. Lavrskaya<sup>1✉, 2</sup>, Aleksey E. Selivanov<sup>3</sup>, Ksenia O. Pechenkina<sup>4, 5</sup>

<sup>1, 3, 5</sup> Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

<sup>2, 4</sup> Perm State University, Perm, Russia

<sup>1✉</sup> ekandr.sh@yandex.ru

<sup>3</sup> selivanperm@yandex.ru

<sup>4</sup> pechenkina.ksusha@yandex.ru

**Abstract.** The paper presents data on the patterns of lichens of the family *Teloschistaceae* on coastal rocks in the middle reaches of the Chusovaya River from the village of Kyn to the town of Chusovoy (Perm Krai, Sverdlovsk Oblast). To describe the lichen cover on rocky outcrops, 30×30 cm survey plots were laid out. Each site

was photographed with a scale ruler, and habitat characteristics such as surface slope, exposure, overhangs, and rock were recorded. The family *Teloschistaceae* in the study area on rocky outcrops is represented by three genera: *Caloplaca*, *Rusavskia*, and *Xanthoria*. Of these genera, *Rusavskia* has the highest occurrence and projective coverage. Maximum indicators of occurrence of representatives of the family are noted on limestone rocks. On rocks from other rocks (sandstones) they occur less frequently. *Teloschistaceae* show higher values of projective coverage and occurrence on southern and eastern exposures. Representatives of *Teloschistaceae* are among the dominant species that play an important role in the lichen cover of coastal rock outcrops. The main factors determining their distribution on the studied substrates are exposure, rock type, and relief character.

**Keywords:** Chusovaya River, epilithic lichens, lichen cover, projective coverage, occurrence, phytocenotic role

**For citation:** Lavrskaya E. A., Selivanov A. E., Pechenkina K. O. [Representatives of the family *Teloschistaceae* as a component of the vegetation cover of rocky outcrops in the Chusovaya River valley (Middle Urals)]. *Bulletin of Perm University. Biology*. Iss. 3 (2024): pp. 263-268. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2024-3-263-268>.

## Введение

Свойства субстрата являются одними из важных факторов, влияющих на встречаемость, и характер распределения видов лишайников [Мальшьева, Шмидт, Голубкова, 1980; Седельникова, 1982; Мучник, 1997]. Многие авторы отмечают влияние физических характеристик субстрата, кислотности, химического состава, микрорельефа поверхности на разнообразие эпилитных лишайников и структуру их сообществ [Brodo, 1973; Favero-Longo, Isocrono, Piervittori, 2004; Rajakaruna et al., 2012].

Взаимодействие субстрата и лишайника может зависеть и от вторичных метаболитов, присутствующих в таллеме. По данным M. Nauck, S.R. Jürgens [2008], набор лишайниковых веществ у некоторых видов существенно влияет на субстратную приуроченность.

На территории Пермского края проводились исследования влияния физических свойств субстрата на лишайниковый покров скальных обнажений кварцитопесчаников и кварцевых песчаников [Погудина, Гришина, 2013]. Ведется изучение растительного покрова силикатных горных пород на останцах и кумуликах в горах [Селиванов и др., 2017].

Наша работа является частью исследований растительного покрова приречных обнажений осадочных горных пород в пределах Пермского края. Пермский край характеризуется хорошо развитой речной сетью, относящейся к бассейну р. Волги, изучение прибрежно-водных фитоценозов на этих территориях особенно актуально.

Долина р. Чусовой известна своими береговыми скалами – бойцами. Настоящее исследование проводилось в среднем течении реки, на береговых скалах. В районе исследования большая часть береговых скал состоит из карбонатсодержащих пород (известняки, кальцийсодержащие песчаники). На таких скалах одним из основных фототрофных компонентов являются лишайники.

Представители семейства *Teloschistaceae* являются обычными обитателями карбонатных пород. Виды с оранжевым слоевищем играют важную роль в сложении фитоценозов скальных обнажений района исследований, и обычно определяют их аспект. Несмотря на общеизвестную кальцефильность данной группы лишайников, они встречаются на скалах далеко не повсеместно.

Цель нашей работы – выявление закономерностей распределения лишайников семейства *Teloschistaceae* на скальных обнажениях в районе исследования.

## Материал и методы исследования

Материал собран авторами в полевой сезон 2017 г. в среднем течении р. Чусовой (участок от с. Кын до г. Чусового). На береговых скальных обнажениях были проведены описания лишайникового покрова, для чего закладывали учетные площадки 30×30 см; при этом фиксировались данные об экспозиции и уклоне; после фотографирования с площадки собирались образцы всех представленных видов лишайников.

Всего на данном участке заложено 375 описаний, из которых на 87 были отмечены виды из семейства *Teloschistaceae* (23.2% от всего числа описаний).

Камеральный этап работы проводился на базе лаборатории биоразнообразия, экологии растений и лишенизированных грибов кафедры биологии и географии Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета (ПГГПУ). Образцы хранятся в гербарии РРУ (ПГГПУ). Определение образцов проводилось с использованием стандартной методики [Флора лишайников ..., 2014].

Для изучения физико-химических характеристик субстрата измерялись удельная влагоемкость его образцов и кислотность смывов с них [Селиванов и др., 2019]. Для определения обилия видов был рассчитан процент проективного покрытия по фотографиям учетных площадей. Покрытие измерялось в программе ImageJ1.5 и рассчитывалось в таблицах Microsoft Excel.

Данные были проанализированы при помощи статистических методов. Матрица данных обрабатывалась в программе Past4.03. Кластерный анализ проводился методом ближайшего соседа (Neighbor-joining), в качестве индекса выбрано Евклидово расстояние. Оценка достоверности выделения отдельных кластеров выполнена Bootstrep-анализом (1000 итераций). Для определения эколого-субстратной приуроченности видов проведен факторный анализ (методом главных компонент). За факторы мы принимаем характеристики, которые фиксировались для каждого описания в поле или рассчитывались на камеральном этапе работы.

## Результаты и их обсуждение

В ходе идентификации образцов на исследованной территории обнаружено 157 видов лишайников, 11 из которых относятся к семейству *Teloschistaceae* (7% общего числа видов), которое здесь представлено тремя родами: *Caloplaca*, *Rusavskia*, *Xanthoria*.

Большая часть видов представлена накипными формами: *Athallia holocarpa* (Hoffm.) Arup et al., *Calogaya decipiens* (Arnold) Arup et al., *Calogaya saxicola* (Hoffm.) Vondrák, *Caloplaca cerina* (Hedw.) Th.Fr., *Caloplaca lactea* (A. Massal.) Zahlbr., *Caloplaca diphodes* (Nyl.) Jatta, *Leproplaca chrysodeta* (Vain.) J.R. Laundon ex Ahti, *Pyrenodesmia variabilis* (Pers.) A.Massal. Остальные виды – листоватые: *Rusavskia elegans* (Link) S.Y.Kondr. et. Kärnefelt, *Rusavskia soredata* (Vain.) S.Y.Kondr. & Kärnefelt, *Xanthoria calcicola* Oхner.

Совокупность характеристик перечисленных видов телосхистовых была подвергнута кластерному анализу. На рисунке 1 приводятся результаты кластеризации и Bootstrep-анализа, по оси ординат приведены значения коэффициента сходства. Рисунок демонстрирует разделение учетных площадок на 2 основных кластера (значение Bootstrep – 100). Основной характеристикой, по которой происходит разделение, является уклон площадки. Первый кластер включает в себя описания с уклоном менее 90° и в нем можно отметить внутренние группы, например, на описаниях с уклоном 45° (экспозиция юг) как мхи, так и лишайники имеют низкие показатели встречаемости и покрытия. Описания с уклоном 80° (экспозиции Ю и ЮВ), наоборот, выделяются высокими значениями покрытия накипных лишайников.

Второй кластер состоит из площадок с уклоном в 90° и более (в том числе и отрицательные уклоны до 180°), они все располагаются на южных экспозициях (Ю, ЮЗ, ЮВ). На описаниях второго кластера, как по значениям проективного покрытия, так и встречаемости преобладают листоватые лишайники (*Rusavskia soredata* (Vain.) S.Y.Kondr. & Kärnefelt, *Xanthoria calcicola* Oхner).

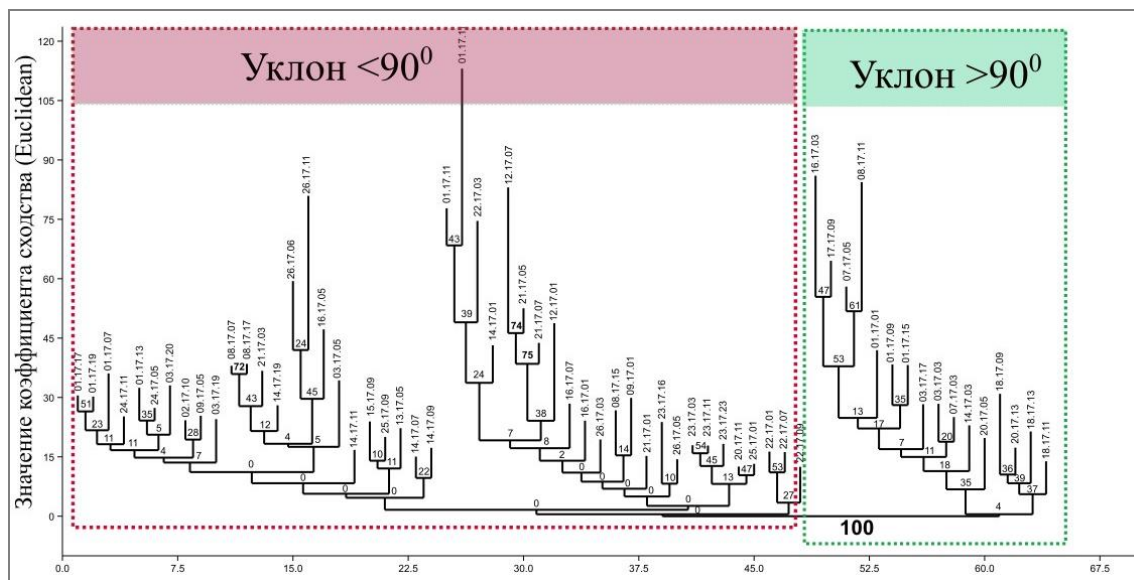


Рис. 1. Результат кластеризации учетных площадок

[The result of clustering of accounting sites]

Для данных по встречаемости и проективному покрытию построены графики, отображающие распределение значений по сторонам света (рис. 2, 3). Максимальные значения суммарной встречаемости лишайников отмечены на юго-западных и восточных экспозициях. На западных и юго-западных экспозициях, преобладают листоватые формы. Значения встречаемости накипных лишайников больше на восточных склонах. В отличие от листоватых лишайников, накипные редко, но все же встречаются на северных склонах вместе со мхами. В большинстве случаев это талломы лепрозного лишайника – *Leproplaca chrysodeta* (Vain.) J.R. Laundon ex Ahti.

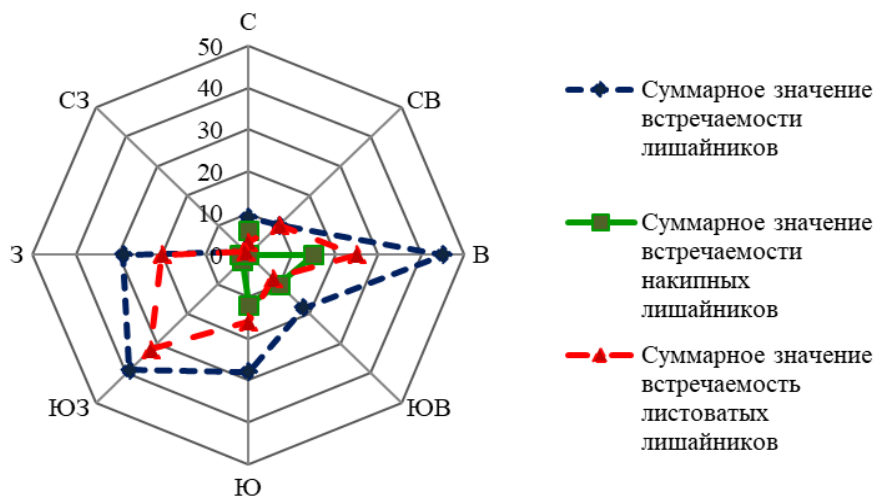


Рис. 2. Суммарная встречаемость лишайников (шт.) в зависимости от экспозиции  
 [Total lichen occurrence (pcs) depending on exposure]

Максимальные значения покрытия лишайников выявлены как на южных экспозициях (Ю, ЮВ) так и на восточных (рис. 3). На скалах, ориентированных на юг, по значению покрытия преобладают листоватые виды.

Проективное покрытие как листоватых, так и накипных форм талломов зависит помимо экспозиции от влагоемкости горной породы. Так лишайники листоватых форм имеют максимальные средние значения покрытия и встречаемости на скалах, влагоемкость которых варьирует от 1 до 1.5%, и минимальные от 1.5 до 2%. Проективное покрытие талломов накипного типа высокое при влагоемкости около 1%, показатель резко падает при достижении значений 1.5 % и более.

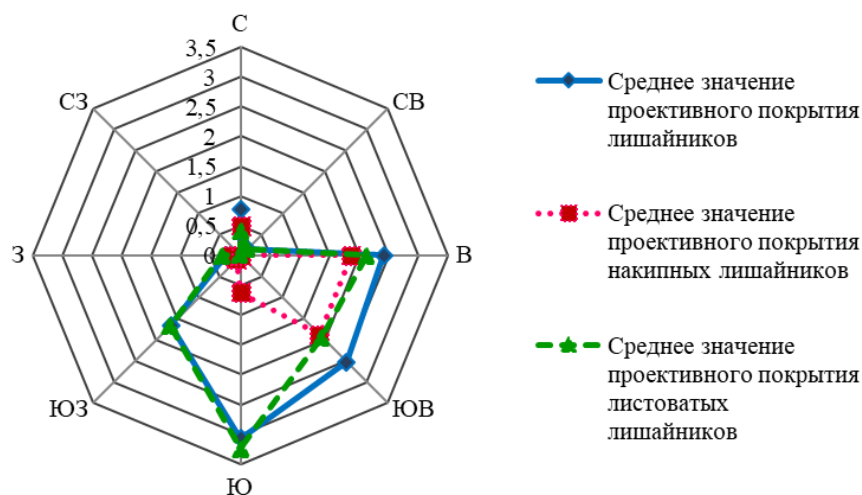


Рис. 3. Среднее значение проективного покрытия лишайников (%) в зависимости от экспозиции  
 [Average value of projective lichen coverage (%) depending on exposure]

Согласно результатам факторного анализа местообитаний лишайников сем. *Teloschistaceae* нами выделены 3 компоненты, определяющие распределение видов на скалах в долине р. Чусовой. Для анализа количества факторов был использован метод «каменистой осыпи» (построен график «Scree plot»). Первая компонента (процент общей дисперсии 53.3) состоит из данных об уклоне учетной площадки (вклад фактора в компоненту 0.98). Вторая компонента (общая дисперсия 27.2%) определяется данными среднего проективного покрытия лишайников и покрытия листоватых лишайников (соответственно 0.68 и 0.7). Третья компонента имеет минимальный процент дисперсии (7.2%) и складывается из данных о проективном покрытии мхов (0.94). На распределение учетных площадей в пространстве двух компонент максимальное влияние оказывают характеристики проективного покрытия лишайников и мхов. Особенности распределения этих организмов, когда на площадях с низким значением покрытия лишайников высокое содержание мхов и наоборот, позволяет противопоставить лишайники и мхи. В районе исследования они

занимают локации с разными условиями и, поэтому, на наш взгляд, являются экологическими антагонистами.

## Заключение

Анализ факторов, влияющих на формирование лишайникового покрова показал, что на распределение видов семейства *Teloschistaceae* в долине р. Чусовая оказывает значимое влияние крутизна и экспозиция склонов. Влияние выражается в характере распределения на учетных площадках накипных и листоватых видов лишайников. Листоватые виды преобладают на описаниях, где уклон более 80°, а среднее значение проективного покрытия максимально на южных склонах. Лишайники других таксономических групп на таких участках представлены накипными формами с незначительной площадью покрытия или вовсе отсутствуют.

Накипные лишайники семейства *Teloschistaceae* достигают высоких значений встречаемости и покрытия на площадках с уклоном от 70 до 90°. Здесь взаимодействие с другими группами лишайников может иметь два варианта. Первый, когда на участках с низким значением покрытия накипных и отсутствием листоватых форм телосхистовых, массово присутствуют другие группы лишайников. Второй вариант, когда виды разных таксономических групп одинаково слабо представлены. Такие различия могут объясняться особенностями условий, в частности, характеристиками субстратов и механическими воздействиями на них (сход льда в период снеготаяния, утрата естественного позиционирования каменных глыб на скальном массиве).

Изменение уровня антропогенной нагрузки в районе исследования может оказать влияние на лишайниковый покров береговых скал. По данным исследования, факторами, которые в первую очередь подвергнутся изменению, являются встречаемость лишайников и значение их проективного покрытия. Поэтому можно предположить, что данные характеристики при необходимости допустимо использовать при проведении мониторинга и оценке рекреационной нагрузки территории.

## Список источников

1. Мальшчева Н.В., Шмидт В.М., Голубкова Н.С. Лишайники Татарии II. Экологическое распределение лишайников по субстратам. Роль субстрата в географическом распределении лишайников // Вестник Ленинградского государственного университета. Биология. 1980. № 15. С. 45–55.
2. Мучник Е.Э. Эпилитные лишайники Центрального Черноземья // Ботанический журнал. 1997. Т. 82, № 4. С. 46–53.
3. Погудина Е.В., Гришина Е.Л. Лишайники на кварцевом песчанике в долине р. Усьва и на хребте Рудянский Спой // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2013. Вып. 1. С. 25–31.
4. Седельникова Н.В. Лишайники – индикаторы горных пород // Нетрадиционные методы в исследованиях растительности Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. С. 35–40.
5. Селиванов А.Е. и др. Растительный покров скальных обнажений на хребте Муни-Тумп (Северный Урал) // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2017. Вып. 2. С. 40–51.
6. Селиванов А.Е. и др. Исследование физико-химических характеристик субстратов эпилитных лишайников. // Лишайники от молекул до экосистем: программа и тез. докл. Междунар. конф. Сыктывкар, 2019. С. 75–78.
7. Флора лишайников России: биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников. М.; СПб., 2014. 392 с.
8. Brodo I.M. Substrate ecology // The Lichens / V. Ahmadjian, M.E. Hale, eds. New York, USA; London, UK: Academic Press, 1973. P. 401–441.
9. Favero-Longo S.E., Isocrone D., Piervittori R. Lichens and ultramafic rocks: a review // Lichenologist. 2004. Vol. 36, iss. 6. P. 391–404.
10. Hauck M., Jürgens S.R. Usnic acid controls the acidity tolerance of lichens // Environ. Pollut. 2008. Vol. 156. P. 15–122.
11. Rajakaruna N. et al. Investigation of the importance of rock chemistry for saxicolous lichen communities of the New Idria serpentinite mass, San Benito County, California, USA // Lichenologist. 2012, Vol. 44, iss. 5. P. 695–714.

## References

1. Malysheva N.V., Shmidt V.M., Golubkova N.S. [Ecological distribution of lichens across substrates. The role of the substrate in the geographical distribution of lichens]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologija*. No. 15 (1980): pp. 45-55. (In Russ.).

2. Muchnik Ye.E. [The saxicolous lichen of the central Chernozem region]. *Botaničeskij žurnal*. V. 82, No. 4 (1997): pp. 46-53. (In Russ.).
3. Pogudina E.V., Grishina E.L. [Lichens on quartz sandstone in the Usva interval and on the Rudyansky Spoy mountain range]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogičeskogo universiteta. Fiziko-matematičeskie i estestvennye nauki*. Iss. 1 (2013): pp. 25-31. (In Russ.).
4. Sedelnikova N.V. [Lichens – indicators of rocks]. *Netradicionnye metody v issledovanijach rastitel'nosti Sibiri* [Non-traditional methods in Siberian vegetation research]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1982, pp. 35-40. (In Russ.).
5. Selivanov A.E., Zagrebina E.S., Shchipanova E.A., Pechenkina K.O. [Vegetation cover of rocky outcrops on the Munin-Tump Ridge (Northern Urals)]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogičeskogo universiteta. Fiziko-matematičeskie i estestvennye nauki*. Iss. 2 (2017): pp. 40-51. (In Russ.).
6. Selivanov A.E., Pechenkina K.O., Lebedinsky I.A., Shchipanova E.A. [The study of physical and chemical characteristics of epilithic lichen substrates]. *Lišajniki: ot molekul do èkosistem* [Lichens: from molecules to ecosystems. Program and Abstracts of International Conference]. Syktyvkar, 2019, pp. 75-78. (In Russ.).
7. *Flora lišajnikov Rossii* [The lichen Flora of Russia. Biology, ecology, diversity, distribution and methods to study lichens]. Moscow, St-Peterburg, 2014. 392 p. (In Russ.).
8. Brodo I.M. Substrate ecology. Ahmadjian V., Hale M.E., eds. *The Lichens*. Academic Press: New York, NY, USA; London, UK, 1973. P. 401-441.
9. Favero-Longo S.E., Isocrono D., Piervittori R. Lichens and ultramafic rocks: a review. *Lichenologist*. V. 36, iss. 6 (2004): pp. 391-404.
10. Hauck M., Jürgens S.R. Usnic acid controls the acidity tolerance of lichens. *Environ. Pollut.* V. 156 (2008): pp. 15-122.
11. Rajakaruna N., Knudsen K., Fryday A.M., O'Dell R.E., Pope N., Olday F.C., Woolhouse S. Investigation of the importance of rock chemistry for saxicolous lichen communities of the New Idria serpentinite mass, San Benito County, California, USA. *Lichenologist*. V. 44, iss. 5 (2012): pp. 695-714.

Статья поступила в редакцию 21.05.2024; одобрена после рецензирования 19.08.2024; принята к публикации 27.09.2024.

The article was submitted 21.05.2024; approved after reviewing 19.08.2024; accepted for publication 27.09.2024.

#### **Информация об авторах**

Е. А. Лаврская – ассистент кафедры биологии и географии; аспирант кафедры ботаники и генетики растений;  
 А. Е. Селиванов – канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой биологии и географии;  
 К. О. Печенкина – ассистент кафедры биологии и географии; аспирант кафедры ботаники и генетики растений.

#### **Information about the authors**

E. A. Lavrskaya – Assistant of the Department of Biology and Geography; Postgraduate Student the Department of Botany and Plant Genetics;  
 A. E. Selivanov – candidat of biology, head of the Department of botany and geography;  
 K. O. Pechenkina – Assistant of the Department of Biology and Geography; Postgraduate Student the Department of Botany and Plant Genetics.

#### **Вклад авторов:**

Лаврская Е. А. – участие в полевых работах; развитие методологии; статистическая обработка материала, написание исходного текста.

Селиванов А. Е. – участие в полевых работах; научное руководство; концепция исследования; доработка текста; итоговые выводы.

Печенкина К. О. – участие в полевых работах; доработка текста.

#### **Contribution of the authors:**

Lavrskaya E. A. – fieldwork participation; methodology development; statistical processing of the material; writing the draft.  
 Selivanov A. E. – fieldwork participation; scientific management; research concept; follow on revision of the text; final conclusions.

Pechenkina K. O. – fieldwork participation; follow on revision of the text.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.