

© Автор 2022 г. Открытый доступ.
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)



© The Author 2022. Open access.
Content is available under Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 504.73:504.5

<https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.4.380-387>
<https://www.elibrary.ru/qpbfvu>

Напочвенные лишайники термальных местообитаний южных Курильских островов

А. К. Ежкин

E-mail: ezhkin@yandex.ru

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

Реферат. В работе приводятся результаты исследования напочвенных лишайников термальных местообитаний южных Курильских островов, включая особенности их распространения на островах. Всего при обследовании термальных полей на островах Итуруп и Кунашир было выявлено 4 вида, обитающих на почве: *Cladonia graciliformis*, *C. granulans*, *C. vulcani*, *C. furcata*. Первые три вида ближе всех селятся к активным фумаролам и имеют наибольшие показатели частоты встречаемости на данных местообитаниях.

Ключевые слова: лишайники, толерантные виды, сольфатарная активность, современный вулканизм, Дальний Восток России

Epigeic lichens in thermal habitats on the Southern Kuriles

Aleksander K. Ezhkin

E-mail: ezhkin@yandex.ru

Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Abstract. The paper presents the results of studying soil lichens in areas of thermal habitats on the Kuril Islands, including the features of lichen distribution on the isles. Totally four species of epigeic lichens were found when studying the thermal fields on Kunashir and Iturup isles: *Cladonia graciliformis*, *C. granulans*, *C. vulcani*, and *C. furcata*. First three species are closest to active fumaroles and have the highest rates of occurrence frequency for these habitats.

Keywords: lichens, tolerant species, solphataric activity, modern volcanism, Russian Far East

Для цитирования: Ежкин А.К. Напочвенные лишайники термальных местообитаний южных Курильских островов. *Геосистемы переходных зон*, 2022, т. 6, № 4, с. 380–387. <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.4.380-387>; <https://www.elibrary.ru/qpbfvu>

For citation: Ezhkin A.K. Epigeic lichens in thermal habitats on the Southern Kuriles. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2022, vol. 6, no. 4, pp. 380–387. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.4.380-387>; <https://www.elibrary.ru/qpbfvu>

Ландшафты и растительность в районах с вулканической активностью имеют свои отличительные черты. Это связано с негативным воздействием активных вулканов на окружающую среду [1, 2]. Стрессогенный характер таких местообитаний создает неблагоприятные условия для большинства фоновых видов. Однако для специфичных видов, устойчивых к фумарольным газам, вулкан обеспечивает благоприятные условия для поселения и жизнедеятельности. Основные загрязняющие вещества этих местообитаний – серосодержащие газы и тяжелые металлы [3, 4]. Лишайники – одни из немногих организмов, которые могут обитать вблизи активных фумарол, выдержи-

вать сильное воздействие выбросов и высокую температуру. Специальные работы, посвященные лишайникам, с точным указанием на виды, обитающие в районах термальных проявлений на Дальнем Востоке России, были выполнены на Камчатке [5, 6]. В публикациях А.Г. Микулина, посвященных лишайникам Кроноцкого заповедника, указаны два вида, обитающие на почве вблизи горячих источников – *Cladonia granulans* Vain. и *C. vulcani* Savicz. [7, 8]. На островах Итуруп и Кунашир в окрестностях активных вулканов также были проведены исследования особенностей произрастания эпифитных и эпиксильных лишайников в местах проявления сольфатарной активности

[9, 10]. Отдельные виды напочвенных лишайников отмечены для термальных полей ряда вулканов на этих островах [11, 12, 13]. Тем не менее термальные местообитания до сих пор остаются одними из наиболее интересных и слабоизученных в отношении криптогамных организмов, в особенности лишайников.

Цель настоящих исследований – изучить видовой состав и особенности распространения лишайников, обитающих на почве на термальных полях южных Курильских островов – Итуруп и Кунашир.

Район исследований

Лишайники были изучены в окрестностях трех вулканов – Менделеева, Головнина (о. Кунашир) и Баранского (о. Итуруп) (рис. 1). Обследованы два сольфатарных поля влк. Менделеева – северо-западное и северо-восточное; Голубые озера в окрестностях влк. Баранского и два его сольфатарных поля – старозаводское и верхнее; озера Горячее и Кипящее в окрестностях влк. Головнина (рис. 2). В составе сольфатарных газов вулканов преобладают CO_2 , участвуют HCl , SO_2 , H_2S , CO , H_2 , CH_4 , O_2 , N_2 и редкие газы [14]. Помимо газов отмечено присутствие тяжелых металлов Hg , As , Zn , Cu , Pb [15, 16, 17]. Термальная вода в источниках

на сольфатарных полях исследуемых вулканов ультракислая, сильноминерализованная, хлоридно-сульфатная со сложным катионным составом [18, 19, 20]. Схожий химический состав гидротерм сольфатарных полей отмечен и на других вулканах Курильских островов [21, 22].

Древесная растительность на исследуемых сольфатарных полях и в окрестностях термальных выходов представлена в основном

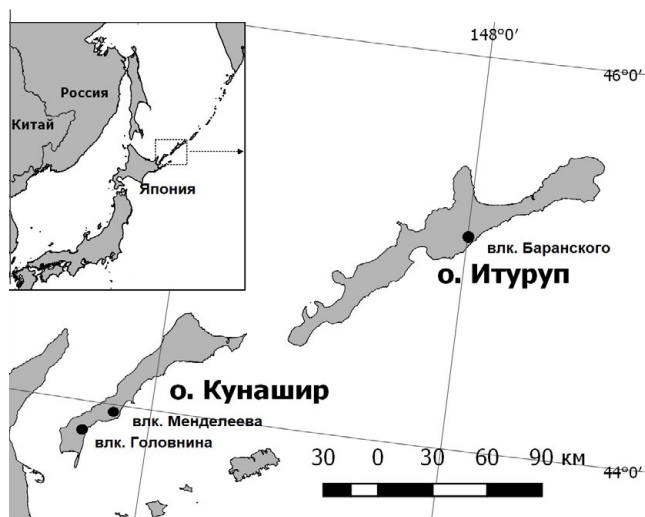


Рис. 1. Карта проведения работ. Точками отмечены объекты, где проводились работы.

Fig. 1. Map of work area. The objects, where the work was carried out, are marked with dots.

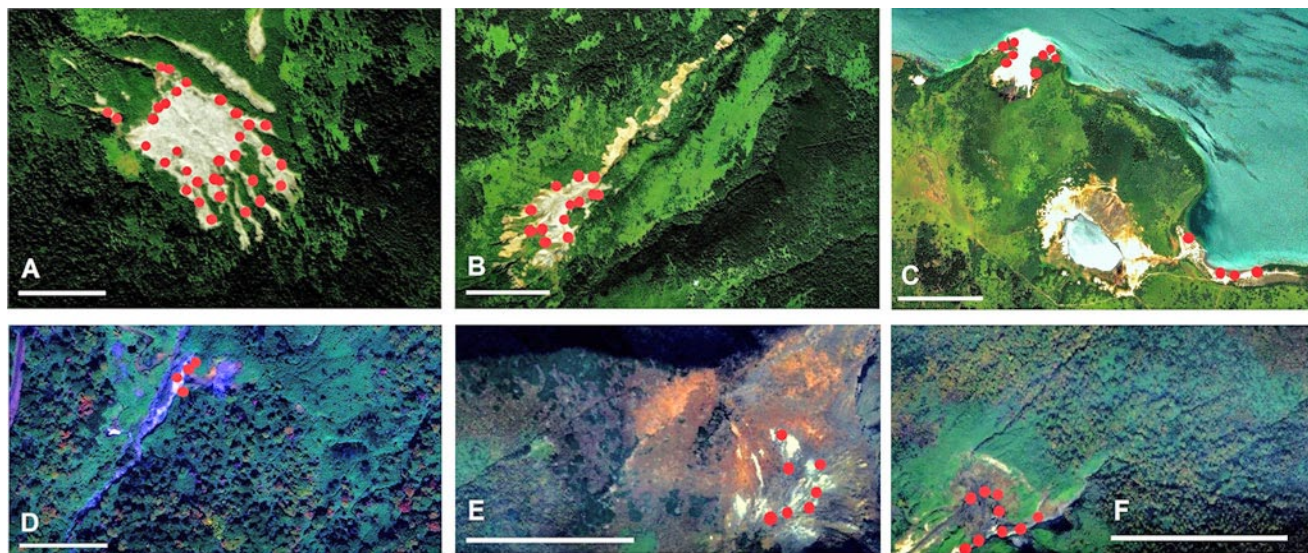


Рис. 2. Схема термальных полей на южных Курильских островах, где проводились исследования. Точками отмечены места сборов лишайников: (А) северо-западное сольфатарное поле влк. Менделеева, (В) северо-восточное сольфатарное поле влк. Менделеева, (С) озера Горячее и Кипящее влк. Головнина, (D) Голубые озера в окрестностях влк. Баранского, (Е) верхнее сольфатарное поле влк. Баранского, (F) старозаводское сольфатарное поле влк. Баранского. Размер масштабной линейки 400 м.

Fig. 2. The scheme of thermal fields in the Southern Kuril Islands, where the study was carried out. The areas, where lichens were collected, are marked with dots: (A) northwest solfataric field of Mendeleyev volcano, (B) northeast solfataric field of Mendeleyev volcano, (C) Goryachee and Kipyashee lakes of Golovnin volcano, (D) Golubye Lakes in the surroundings of Baransky volcano, (E) upper solfataric field of Baransky volcano, (F) Starozavodskoye solfataric field of Baransky volcano. Size of scale line is 400 m.

кедровым стлаником *Pinus pumila* (Pall.) Regel, который селится вдоль оврагов и по краю полей, образуя микрозону, где единичными экземплярами встречается ель Глена *Picea glehnii* (F.Schmidt) Mast. (влк. Менделеева) и довольно часто рябина смешанная *Sorbus commixta* Hedl. Вокруг микрозоны кедрового стланика, в зависимости от места в исследуемых районах, находятся участки темнохвойного леса с елью Глена, елью аянской *Picea ajanensis* Fisch.&Carr. и пихтой сахалинской *Abies sachalinensis* (F.Schmidt) Mast., разреженные каменноберезняки с *Betula ermanii* Cham., а также небольшие дубовые рощи с *Quercus crispula* Blume. Стоит отметить довольно сильную нарушенность растительности некоторых местообитаний в связи с разработкой геотермальных месторождений и добычи серы. Климат на исследуемых островах типично морской, характерный для умеренных широт, с незначительным влиянием муссонов, обилием атмосферных осадков (до 1100–1400 мм/год), высокой влажностью (средняя относительная влажность воздуха 80 %), мягкой зимой и прохладным летом, муссонным режимом ветров. Средняя годовая температура составляет 4–5 °C [23].

Материалы и методы

Полевые работы были проведены в летние месяцы 2012–2017 гг. Сбор лишайников осуществлялся маршрутным методом с почвы на сольфатарных полях вблизи активных фумарол до границы распространения высших сосудистых растений, а также вдоль берегов термальных источников. Для подсчета частоты встречаемости видов были заложены на почве учетные площадки размером 1 м². На каждой учетной площадке отмечалось присутствие конкретного вида лишайника. Частота встречаемости рассчитана для каждой исследованной локации – сольфатарного поля или выходов термальных источников. Частота встречаемости видов оценена по 4-балльной шкале: редко – 1–3 находки; спорадически – 4–10 находок; часто – более 10 находок; очень часто – более 50. Было собрано более 300 образцов лишайников и заложено не менее 85 учетных площадок на всех исследуемых

местообитаниях. Обработка и определение материалов выполнены в лаборатории экологии растений и геоэкологии Института морской геологии и геофизики ДВО РАН. Идентификация лишайников проведена традиционными лихенологическими методиками [24, 25]. Названия таксонов приводятся согласно базе данных Index Fungorum*. В статье использованы общедоступные спутниковые снимки Google Map.

Результаты и обсуждение

По результатам исследований термальных местообитаний на южных Курильских островах был выявлен видовой состав напочвенных лишайников: *Cladonia granulans* Vain., *C. graciliformis* Zahlbr., *C. vulcani* Savicz. и *C. furcata* (Hudson) Schrader (рис. 3). Все 4 вида относятся к одной жизненной форме – кустистые прямостоящие.

Ближе всех к активным фумаролам, на расстоянии 40–50 м, селятся три вида: *Cladonia granulans*, *C. graciliformis* и *C. vulcani*, нередко образуя сплошной ковер из лишайников на почве со 100%-м покрытием на субстрате, очень часто под пологом кедрового стланика и курильской сазы (рис. 4). Данные виды лишайников также активно заселяют берега горячих источников. Все три вида очень часто растут вместе, близки морфологически, их довольно трудно отличить друг от друга в полевых условиях. Частота встречаемости данных видов имеет значение как «часто» или «очень часто» почти на всех исследуемых локациях.

Cladonia granulans (рис. 3 А) отмечен на всех исследуемых сольфатарных полях. Ранее вид уже отмечался на о. Кунашир для кальдеры влк. Головнина [13] и на о. Итуруп без конкретного местонахождения [26]. Вид имеет горизонтальное слоевище, которое состоит из несоредированных желтоватых чешуек до 1 см в диаметре, и подеции (вертикальная часть таллома) до 4 см высотой, несущие неясные и неправильные или четкие правильной формы сцифы. Подеции желтовато-сероватые, покрытые в нижней части гладким или бугорчатым коровым слоем, в верхней части цельный коровой слой отсутствует и представлен изидиевидными зернышками и мелкими чешуйками. Апотеции и пикнидии красные по краям сциф. Вид встречается

* Index Fungorum. 2016. URL: <http://www.indexfungorum.org> (accessed 31.05.2022).

на термальных вулканических почвах, реже на тундровых и альпийских, заходит в пояс камменноберезовых лесов и стлаников. Вид приведен для Камчатского края, Азии и Северной Америки [4, 6, 27].

Cladonia graciliformis (рис. 3 В, рис. 4) отмечен на всех исследуемых сольфатарных

полях. Ранее вид уже отмечался на южных Курильских островах: на Итурупе – влк. Баранского, на Кунашире – вулканы Менделеева, Тятя, Головнина [11, 13, 28]. Вид имеет горизонтальное слоевище, состоящее из пальчаторассеченных серых, снизу оранжеватых чешуек до 8 мм в диаметре. Подеции стройные,

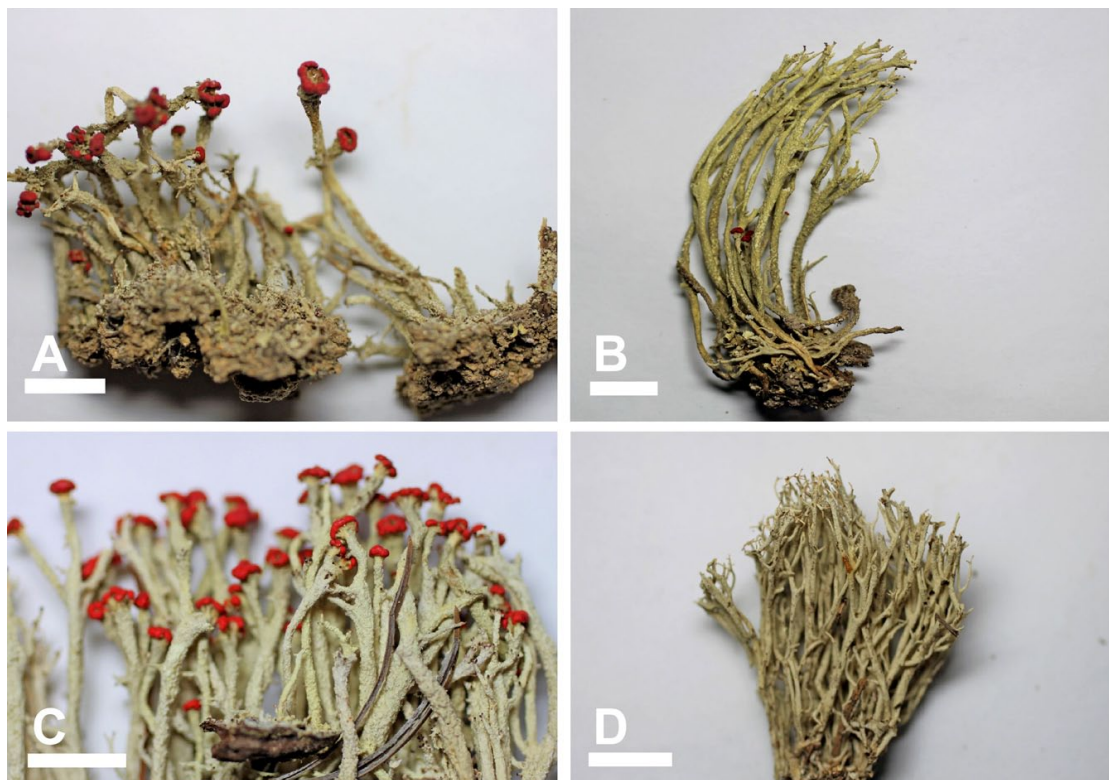


Рис. 3. Фото слоевищ лишайников: (А) *Cladonia granulans*, (В) *C. graciliformis*, (С) *C. vulcani*, (D) *C. furcata*. Размер масштабной линейки 1 см.

Fig. 3. Photos of lichen thallus: (A) *Cladonia granulans*, (B) *C. graciliformis*, (C) *C. vulcani*, (D) *C. furcata*. Size of scale line is 1 cm.

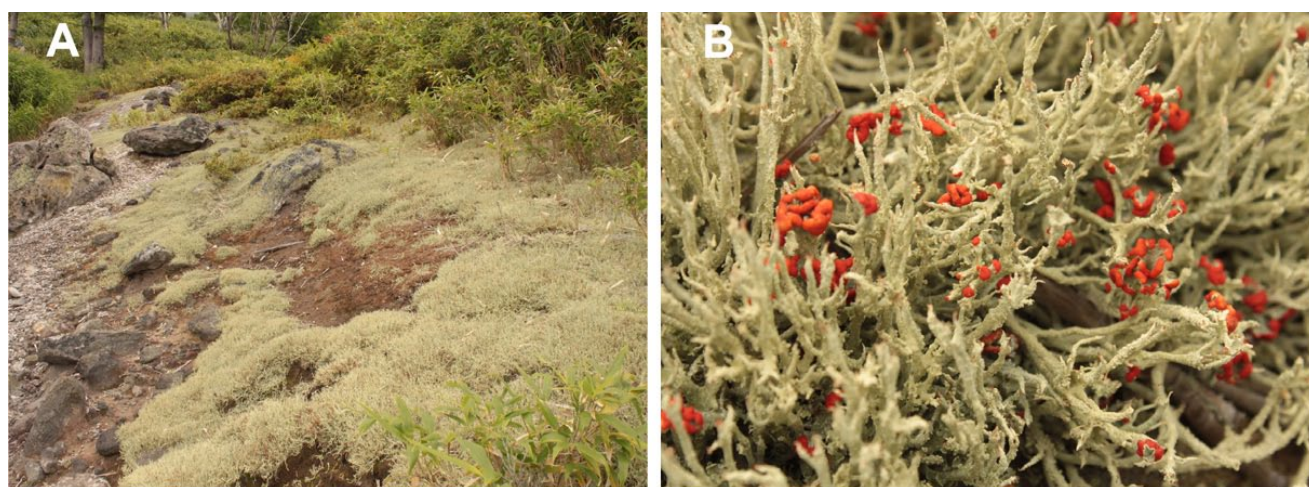


Рис. 4. (А) Сплошное покрытие лишайника *Cladonia graciliformis* на почве вблизи Голубых озер в окрестностях влк. Баранского (о. Итуруп); (В) *C. graciliformis* при близком увеличении на этой же локации.

Fig. 4. (A) A continuous coverage of lichen *Cladonia graciliformis* on soil near the Golubye Lakes in the surroundings of Baransky volcano (Iturup Island); (B) *C. graciliformis* at close magnification at the same location.

тонкие, зеленовато-желтые до 7 см высотой, иногда искривленные, на концах разделены на 2–3 веточки, с небольшими филлокладиями в нижней части, с узкими сцифами и красными апотециями. Вид встречается на термальных участках вблизи активных фумарол и горячих источников. Отмечен в Камчатском крае, Азии и Северной Америке [27, 28].

Cladonia vulcani (рис. 3 С) встречен на всех исследуемых сольфатарных полях. Ранее вид уже был отмечен на о. Кунашир для вулканов Головнина, Тятя и Менделеев и о. Итуруп – на хребте Грозный [11–13]. Вид имеет горизонтальное слоевище, состоящее из прижатых к субстрату, со временем исчезающих мелких желтоватых чешуек до 3 мм в диаметре. Подеции дихотомически ветвящиеся, до 5 см высотой, желтоватые, без сциф или с очень узкими сцифами. Поверхность подециев в верхней части лишена коры, зернистая или зернистосоредиозная. Апотеции и пикнидии красные, развиваются на концах апикальных веточек. Вид отличается от *C. granulans* отсутствием сциф и содержанием тамноловой кислоты. *C. vulcani* встречается в кальдерах вулканов, на термальных участках вокруг фумарол и горячих источников. Вид отмечен в Камчатском крае, Азии и Северной Америке [4, 28].

Cladonia furcata (рис. 3 D) – также характерный для термальных местообитаний на южных Курильских островах вид, обычно селится на расстоянии 150–200 м до активных фумарол, на измененных почвах термальных полей, часто под кедровым стлаником, образуя сплошной ковер из слоевищ с покрытием на субстрате до 100 %. Ранее вид уже

отмечался на о. Кунашир для окрестностей влк. Тятя [12, 13]. Вид имеет изначально чешуйчато-кустистое слоевище, затем становится кустистым, так как базальные чешуйки скоро исчезают. Подеции до 8 см высотой и до 3 мм в диаметре, оливково-буроватые или коричневые, искривленные или лежащие, иногда не прикрепленные к субстрату, на концах с толстоватыми тупыми или шиловидными веточками, рыхло дихотомически ветвящиеся, обычно с продырявленными пазухами, часто с короткими колючками. Апотеции коричневые на концах тупых или шиловидных «веточек». Аридный вид с евразо-африканским распространением. Обычно произрастает в открытых, степных и остепненных местообитаниях, на сухих лугах, на почве, богатой карбонатами, а также на песчаной почве, на замшелых скалах. Встречается в европейской части России, на Южном Урале, Кавказе, в Южной Сибири и юге Дальнего Востока, Африке, Северной и Южной Америке, Австралии [27].

Результаты исследований показали, что набор напочвенных видов лишайников, заселяющих термальные поля на Курильских островах, сильно ограничен. Характерная особенность зарастания таких местообитаний небольшим количеством видов объясняется способностью выдерживать экстремальные условия среды – фумарольные газы, измененный химический состав и высокие температуры субстрата. Высокий процент проективного покрытия этих видов на субстрате объясняется отсутствием конкурентов, способных заселять специфичные местообитания с агрессивной средой.

Таблица. Распределение видов лишайников на изученных локациях с указанием степени встречаемости на площадках
Table. Distribution of lichen species in the studied locations, indicating the degree of occurrence at the sites

Локация	<i>C. granulans</i>	<i>C. graciliformis</i>	<i>C. vulcani</i>	<i>C. furcata</i>
Северо-западное сольфатарное поле влк. Менделеева (о. Кунашир)	+++	+++	++	++
Северо-восточное сольфатарное поле влк. Менделеева (о. Кунашир)	+++	+++	+++	++
Берег озера Горячее влк. Головнина вблизи термального источника (о. Кунашир)	+++	+++	+-	-
Голубые озера в окрестностях влк. Баранского (о. Итуруп)	+++	+++	-	-
Старозаводское сольфатарное поле влк. Баранского (о. Итуруп)	+++	+++	+-	+-
Верхнее сольфатарное поле влк. Баранского (о. Итуруп)	+++	++	-	-

Примечание. Степень встречаемости: +++ очень часто, ++ часто, +- спорадически, - не встречается.

Note. Degree of occurrence: +++ very often, ++ often, +- sporadically, - does not occur

Наибольшие показатели покрытия и встречаемости вблизи активных фумарол на почве имеют два вида – *Cladonia granulans* и *C. graciliformis*. *C. vulcani* активно заселяет вулканические местообитания, в основном сольфатарные поля, но не так агрессивно, как *C. granulans* и *C. graciliformis*. Только на северо-восточном сольфатарном поле влк. Менделеева вид *C. vulcani* доминирует и встречается с высоким проективным покрытием на субстрате. В местах термальной активности все эти три вида лишайника так же активно заселяют и другие субстраты кроме почвы – камни, валеж и корни деревьев на расстоянии 40–50 м от активных фумарол и вдоль берегов термальных источников. Эти виды заметно уменьшают свое господство на измененных вулканических почвах с удалением от источников воздействия – активных фумарол на сольфатарных полях и термальных выходов – на расстоянии 200–250 м, где высшие сосудистые растения начинают доминировать. При этом стоит отметить полное отсутствие данных видов лишайников в обычных условиях на Курильских островах, т.е. для них характерна строгая приуроченность к термальным местообитаниям. Данные виды являются облигатными термофилами и могут служить индикаторами для подобных местообитаний.

Кроме указанных трех видов, на расстоянии 150–200 м от активных фумарол почти на всех исследованных локациях обнаружен *Cladonia furcata*. Вид заселяет участки измененной вулканической почвы, как правило, под пологом кедрового стланика с высоким и очень высоким проективным покрытием на субстрате. При этом вид является обычным на юге Дальнего Востока, включая острова Сахалинской области, встречается в различных типах леса на почве, валеже, корневых лапах [26].

Выводы

Результаты исследования показали, что видовой состав лишайников, обитающих на почве на термальных полях и по берегам термальных источников исследованных вулканов на южных Курильских островах, ограничен четырьмя видами: *Cladonia granulans*, *C. graciliformis*, *C. vulcani*, *C. furcata*. Все 4 вида относятся к одной жизненной форме – кустистые прямостоящие. Ближе всех к активным

фумаролам, на расстоянии 40–50 м, селятся три вида: *Cladonia granulans*, *C. graciliformis* и *C. vulcani*. Два вида: *Cladonia granulans* и *C. graciliformis* – имеют наибольшие показатели частоты встречаемости на сольфатарных полях и по берегам термальных источников. Распространение лишайников на термальных полях приурочено к микрозоне кедрового стланика. На расстоянии 150–200 м от активных фумарол почти на всех исследованных локациях отмечен вид *Cladonia furcata*, который совместно с вышеуказанными лишайниками формирует лишайниковый покров на почве. На расстоянии 200–250 м от активных фумарол, где высшие сосудистые растения начинают доминировать, господство этих лишайников практически резко прекращается.

Список литературы

1. Манько Ю.И., Сидельников А.Н. 1989. Влияние вулканизма на растительность. Владивосток: ДВО АН СССР, 161 с.
2. Жарков Р.В., Побережная Т.М. 2008. Влияние сольфатарно-гидротермальной деятельности вулканов на компоненты ландшафтов (влк. Менделеева, о-в Кунашир, Курильские острова). Вестник ДВО РАН, 1: 53–58.
3. Fahselt D. 1995. Growth form and reproductive character of lichens near active fumaroles in Japan. *Symbiosis*, 18(3): 211–231.
4. Shimizu A. 2004. Community structure of lichens in the volcanic highlands of Mt. Tokachi, Hokkaido, Japan. *The Bryologist*, 107(2): 141–151. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2004\)107\[0141:csolit\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2004)107[0141:csolit]2.0.co;2)
5. Трасе Х.Х. 1963. О растительности окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной полуострова Камчатки. В кн.: Исследование природы Дальнего Востока, Таллин: АН ЭССР, с. 112–146.
6. Кузнецова Е.С., Гимельбрант Д.Е. 2006. Лишайники окрестностей термоминеральных источников верхнего течения рек Анавай и Крерук (Быстринский природный парк, центральная Камчатка). Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 6: 24–35.
7. Микулин А.Г. 1986. К лишайнофлоре Кроноцкого государственного заповедника (Камчатская область). В кн.: Флора и систематика споровых растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, с. 137–150.
8. Микулин А.Г. 1988. Высокогорные лишайники Кроноцкого государственного заповедника (Камчатка). В кн.: Растительный мир высокогорных экосистем СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, с. 149–158.
9. Ежкин А.К., Кордюков А.В. 2016. Особенности изменения параметров эпифитного лишайникового покрова в окрестностях вулкана Менделеева (о. Кунашир, Южные Курилы). Бюл. Ботанического сада-института ДВО РАН, 15: 23–25. URL: <http://botsad.ru/media/cms/3615/23-25.pdf>
10. Ежкин А.К. 2019. Лишайники древесных субстратов в местах проявления сольфатарной активности на Южных Курильских островах. Геосистемы переходных зон, 3(2): 256–263. doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.2.256-263

11. Трасс Х.Х. 1979. Новые и интересные таксоны из семейства *Cladoniaceae* в лишенофлоре СССР. *Folia Cryptogamica Estonica*, 11: 1–6. URL: <https://ojs.utlib.ee/index.php/FCE/issue/view/951/40>
12. Бредкина Л.И., Добрыш А.А., Макарова И.И., Титов А.Н. 1992. К флоре лишайников острова Кунашир (Курильские острова). *Новости систематики низших растений*, 28: 90–94. URL: https://www.binran.ru/files/journals/NSNR/1992_28/NSNR_1992_28_Bredkina_et_al.pdf
13. Чабаненко С.И. 1999. Лишайники Курильского заповедника (остров Кунашир). В кн.: *Исследование растительного покрова российского Дальнего Востока*. Владивосток, с. 221–228. (Труды ботанических садов ДВО РАН; т. 1).
14. Мархинин Е.К., Стратула Д.С. 1977. *Гидротермы Курильских островов*. М.: Наука, 212 с.
15. Чердынцев В.В. 1973. *Ядерная вулканология*. М.: Наука, 208 с.
16. Лебедев Л.М., Никитина И.Б. 1977. Особенности состава и металлоносность гидротерм аппаратов вулканов (на примере вулканов Менделеева и Головнина). *Современные гидротермы и минералообразование*. М.: Наука, с. 5–25.
17. Лебедев Л.М., Никитина И.Б., Пляшкун И.А., Любомилова Г.В. 1977. Об изменении концентраций рудных компонентов в кислых сульфатно-хлоридных гидротермах вулкана Менделеева во времени. *Современные гидротермы и минералообразование*. М.: Наука, с. 33–38.
18. Жарков Р.В. 2014. *Термальные источники Южных Курильских островов*. Владивосток: Дальнаука, 378 с.
19. Bragin I.V., Chelnokov G.A., Kharitonova N.A. 2019. Geochemistry of thermal springs at Baransky volcano, Southern Kuriles (Russia). *Environmental Earth Sciences*, 78(3): 1–10.
20. Zharkov R.V. 2020. Active volcanoes and thermal springs of Kunashir Island (Russia). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 459(1): 022039. DOI: 10.1088/1755-1315/459/2/022039
21. Дегтерев А.В., Козлов Д.Н., Романюк Ф.А., Жарков Р.В., Рыбин А.В. 2018. Состояние вулкана Берутарубе в 2017 г. (о. Итуруп, Курильские острова). *Геосистемы переходных зон*, 2(4): 386–391. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2018.2.4.386-391>
22. Жарков Р.В. 2020. Термопроявления вулкана Эбеко (о. Парамушир, Курильские острова) и их рекреационно-туристский потенциал. *Геосистемы переходных зон*, 4(4): 514–525. <https://doi.org/10.30730/gtr.z.2020.4.4.514-525>
23. *Южные Курильские острова (природно-экономический очерк)*. 1992. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, Сахалинский фонд культуры, 156 с.
24. Окснер А.Н. 1974. *Определитель лишайников СССР*. Вып. 2. *Морфология, систематика и географическое распространение*. Л.: Наука, 284 с.
25. Андреев М.П. (ред.) 2014. *Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников*. Москва; Санкт-Петербург: Тов-во науч. изданий КМК, 392 с.
26. Чабаненко С.И. 2002. *Конспект флоры лишайников юга российского Дальнего Востока*. Владивосток: Дальнаука, 232 с.
27. Трасс Х.Х. 1978. Сем. *Cladoniaceae*. В кн.: *Определитель лишайников СССР*. Л.: Наука, вып. 5, с. 7–70.
28. Чабаненко С.И. 2005. Лишайники. В кн.: *Красная книга Сахалинской области: Растения*. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, с. 261–298.

References

1. Man'ko Yu.I., Sidel'nikov A.N. 1989. [The influence of volcanism on vegetation]. Vladivostok: DVO AN SSSR, 161 p. (In Russ.).
2. Zharkov R.V., Poberezhnaya T.M. 2008. [The influence of the solfataric-hydrothermal activity of volcanoes on landscape components (Mendelev volcano, Kunashir Island, Kuril Islands)]. *Vestnik DVO RAN*, 1: 53–58. (In Russ.).
3. Fahselt D. 1995. Growth form and reproductive character of lichens near active fumaroles in Japan. *Symbiosis*, 18(3): 211–231.
4. Shimizu A. 2004. Community structure of lichens in the volcanic highlands of Mt. Tokachi, Hokkaido, Japan. *The Bryologist*, 107(2): 141–151. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2004\)107\[0141:csolit\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2004)107[0141:csolit]2.0.co;2)
5. Trass Kh.Kh. 1963. [On the vegetation of the vicinities of hot springs and geysers of the Valley of the Geysers in Kamchatka Peninsula]. In: *Issledovanie prirody Dal'nego Vostoka*. Tallin: AN ESSR, p. 112–146. (In Russ.).
6. Kuznetsova E.S., Gimel'brant D.E. 2006. [Lichens in vicinity of hot springs of the Anavgaj and Kreruk rivers (Bystrinsky Nature Park, Central Kamchatka)]. *Trudy Kamchatskogo filiala Tikhookeanskogo instituta geografii DVO RAN*, 6: 24–35. (In Russ.).
7. Mikulin A.G. 1986. [To lichen flora of the Kronotsky State Reserve (Kamchatka Region)]. In: *[Flora and taxonomy of spore plants of the Far East]*, Vladivostok: DVNTs AN SSSR, p. 137–150. (In Russ.).
8. Mikulin A.G. 1988. [High-mountain lichens of the Kronotsky State Nature Reserve (Kamchatka)]. In: *[The vegetable world of high-mountain ecosystems of USSR]*. Vladivostok: DVNTs AN SSSR, p. 149–158. (In Russ.).
9. Ezhkin A.K., Kordyukov A.V. 2016. Peculiarities of epiphytic lichen cover parameters change in surrounding of the Mendelev volcano, the Kunashir Island. *Bull. Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*, 15: 23–25. (In Russ., abstr. in Engl.). URL: <http://botsad.ru/media/cms/3615/23-25.pdf>
10. Ezhkin A.K. 2019. Lichens of wood substrates in areas of solfataric activity on Southern Kuriles. *Geosistemy perahodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 3(2): 256–263. (In Russ.). doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.2.256-263
11. Trass Kh.Kh. 1979. New and rare taxa of Cladoniaceae in the lichen-flora of the U.S.S.R. *Folia Cryptogamica Estonica*, 11: 1–6. (In Russ., abstr. in Engl.). URL: <https://ojs.utlib.ee/index.php/FCE/issue/view/951/40>
12. Bredkina L.I., Dobrysh A.A., Makarova I.I., Titov A.N. 1992. [To the lichen flora of Kunashir Island (Kuril Islands)]. *Novosti sistematiki nizshikh raneniy*, 28: 90–94. (In Russ.). URL: https://www.binran.ru/files/journals/NSNR/1992_28/NSNR_1992_28_Bredkina_et_al.pdf
13. Chabanenko S.I. 1999. [Lichens of the Kuril Nature Reserve (Kunashir Island)]. In: *[Study of the vegetation cover of the Russian Far East]*. Vladivostok, p. 221–228. (Trudy botanicheskikh sadov DVO RAN; vol. 1). (In Russ.).
14. Markhinin E.K., Stratula D.S. 1977. *[Hydrotherms of the Kuril Islands]*. Moscow: Nauka, 212 p. (In Russ.).
15. Cherdyn'tsev V.V. 1973. *[Nuclear volcanology]*. Moscow: Nauka, 208 p. (In Russ.).
16. Lebedev L.M., Nikitina I.B. 1977. The content peculiarities and metal presence in hydrotherms of volcanic edifices (on example of Mendelev and Golovnin volcanoes). In: *[Modern hydrotherms and mineral formation]*. Moscow: Nauka, p. 5–25. (In Russ.).

17. Lebedev L.M., Nikitina I.B., Plyashkun I.A., Lyubomilova G.V. **1977**. [On changes in the concentration of ore constituents in acid-sulfate-chloride hydrotherms of Mendelev volcano in time]. In: [Modern hydrotherms and mineral formation]. Moscow: Nauka, p. 33–38. (In Russ.).
18. Zharkov R.V. **2014**. [Thermal springs of the South Kuril Islands]. Vladivostok: Dal'nauka, 378 p. (In Russ.).
19. Bragin I.V., Chelnokov G.A., Kharitonova N.A. **2019**. Geochemistry of thermal springs at Baransky volcano, Southern Kuriles (Russia). *Environmental Earth Sciences*, 78(3): 1–10.
20. Zharkov R.V. **2020**. Active volcanoes and thermal springs of Kunashir Island (Russia). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 459(1): 022039. DOI: 10.1088/1755-1315/459/2/022039
21. Degterev A.V., Kozlov D.N., Romanyuk F.A., Zharkov R.V., Rybin A.V. **2018**. The state of Berutarube volcano in 2017 (Iturup Island, Kuril Islands). *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2(4): 386–391. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2018.2.4.386-391>
22. Zharkov R.V. **2020**. Thermal fields of the Ebeko volcano (Paramushir Island, Kuril Islands) and their recreational and tourist potential. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 4(4): 514–525. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2020.4.4.514-525>
23. [The South Kuril Islands (environmental and economic essay)]. **1992**. Yuzhno-Sakhalinsk: IMGIG DVO RAN, Sakhalinskiy fond kul'tury, 156 p. (In Russ.).
24. Oksner A.N. **1974**. [Identification guide to the lichens of USSR]. Iss. 2. [Morphology, taxonomy and geographical distribution]. Leningrad: Nauka, 284 p. (In Russ.).
25. Andreev M.P. (ed.) **2014**. [The lichen flora of Russia: Biology, ecology, diversity, distribution and methods to study lichens]. Moscow; Saint Petersburg: KMK, 392 p. (In Russ.).
26. Chabanenko S.I. **2002**. [Synopsis of the lichen flora of the south of the Russian Far East]. Vladivostok: Dal'nauka, 232 p. (In Russ.).
27. Trass Kh.Kh. **1978**. Sem. Cladoniaceae. In: [Identification guide to the lichens of USSR]. Leningrad: Nauka, Iss. 5, p. 7–70. (In Russ.).
28. Chabanenko S.I. **2005**. Lichens. In: [The Red Data Book of the Sakhalin Region: Plants]. Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. kn. izd-vo, p. 261–298. (In Russ.).

Об авторе

Ежкин Александр Константинович (<https://orcid.org/0000-0002-2242-2250>), кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии растений и геоэкологии, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, ezhkin@yandex.ru

About Author

Ezhkin, Alexander K. (<https://orcid.org/0000-0002-2242-2250>), Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher of the Laboratory of plant ecology and geoecology, Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, ezhkin@yandex.ru

Поступила 04.07.2022

После доработки 24.08.2022

Принята к публикации 03.09.2022

Received 4 July 2022

Revised 24 August 2022

Accepted 3 September 2022