

Лишайники на карьерах южной тундры Северо-Востока европейской части России

И. А. Лиханова, Т. Н. Пыстина,
Г. В. Железнова, С. В. Денева

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар
likhanova@ib.komisc.ru

Аннотация

В работе представлены первые данные о разнообразии лишайников карьеров по добыче строительных материалов окрестностей г. Воркуты (подзона южной кустарниковой тундры). Длительность самовосстановительной сукцессии на карьерах составляет около 40–50 лет. Почвообразующие породы карьеров практически не отличаются от почвообразующих пород фоновых территорий по гранулометрическому составу, но характеризуются повышенной карбонатностью за счет содержания кальцита. На суглинистых, гравийно-песчаных и песчаных отложениях карьеров выявлено 69 таксонов лишайников, из них 66 вида и три подвиды. Видовая насыщенность лишайниками производных сообществ на территории карьеров достигает 33 видов на 100 м², что выше максимального показателя фоновых сообществ (26 видов на 100 м²). Последнее связано со спецификой субстратных условий (наличием карбонатов, гравия), менее плотной упаковкой экологических ниш, отсутствием/низким обилием эдификаторных видов, присутствием видов разных сукцессионных стадий. В производных сообществах карьеров, в отличие от фоновых участков, среди эколого-субстратных групп увеличивается доля эпибриофитов, среди жизненных форм – накипных лишайников. Лихенофлора карьеров характеризуется значительным количеством кальцефильных видов, что придает ей своеобразие по сравнению с фоновыми территориями. На карьерах отмечено шесть видов лишайников, включенных в Красную книгу Республики Коми и Приложение 1 к ней.

Ключевые слова:

лишайники, карьеры, южная тундра, производные сообщества, кальцефилы, нарушенные земли

Введение

В последние десятилетия в связи с увеличением площади техногенно нарушенных территорий Крайнего Севера становятся актуальными исследования закономерностей восстановления почвенно-растительного покрова в данных биоклиматических условиях. Для изучения ре-

Lichens in quarries of the south tundra subzone of the European North-East of Russia

I. A. Likhanova, T. N. Pystina,
G. V. Zheleznova, S. V. Deneva

Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar
likhanova@ib.komisc.ru

Abstract

The paper presents the first data on the diversity of lichens in building-stone quarries in the vicinity of Vorkuta (south dwarf shrub tundra subzone). The self-regenerative succession in quarries lasts for about 40-50 years. The soil-forming rocks in quarries do not actually differ from those in the background territories by texture but were characterized by a high carbonate content due to calcite. 69 lichen taxa were identified on loamy, gravel-sandy and sandy deposits of the quarries, among them 66 species and three subspecies. The species saturation of lichens at key sites of the quarries reaches 33 species per 100 m², which exceeds the background value (26 species per 100 m²). This increase is related to the specificity of soil material conditions (presence of carbonates, gravel), vacant places in ecological niches, absence/low abundance of edificatory species, presence of species at different succession stages. In contrast to the background sites, the secondary quarry communities increase in the proportion of epibryophytes among ecologic-substrate group and scaly lichens among life forms. The lichen flora of quarries includes a significant number of calciphile species that makes it peculiar in comparison with the background areas. The quarries have been found for six lichen species included into the Red Data Book of the Komi Republic and its Annex 1.

Keywords:

lichens, quarries, south tundra, secondary communities, calciphiles, disturbed lands

ных сукцессий растительности на нарушенных землях тундровой зоны европейского Северо-Востока России [1–3], немногочисленны. В них мало внимания уделяется характеристике лишайникового покрова. В свою очередь, техногенные местообитания служат убежищем для многих видов лишайников, где им приходится приспосабливаться к разным эдафотопам [4, 5]. Установлено, что восстановление сообществ тундры на нарушенных землях – это длительный процесс, который даже спустя 50 лет может находиться на начальных этапах [6]. Только на участках, где восстановление растительного покрова идет более 30 лет, при благоприятных условиях могут формироваться лишайниковые синузии разнообразного видового состава. Наиболее часто на техногенных местообитаниях Крайнего Севера встречаются лишайники из родов *Cladonia*, *Peltigera*, *Stereocaulon* [2, 6]. Карьеры по добыче строительных материалов после их отработки характеризуются высоким уровнем гетерогенности физико-химических свойств абралитов, а также геоморфологических условий, что делает их удобным объектом для изучения влияния состава почвообразующих пород на формирование лишайникового покрова в техногенных ландшафтах.

Цель данной работы – определить особенности видового состава лишайников на суглинистых, песчаных и гравийно-песчаных отложениях карьеров по добыче строительного песка в южной тундре Северо-Востока европейской части России.

Материалы и методы

Исследования проведены на территории карьеров в окрестностях г. Воркуты, на водоразделе рек Воркуты и Сейды (верховья р. Безымянки, ручьев Б. и М. Дозмер-Шор) (рис. 1). Согласно геоботаническому районированию, район исследования относится к полосе южных тундр Восточно-Европейской подпровинции Европейско-Западносибирской тундровой провинции циркумполярной тундровой области [7]. Изучение разнообразия лишайников проведено на выходах суглинистых и гравийно-песчаных отложений карьера «Комсомольский-1» (67°32'33.81" с. ш., 63°46'59.63" в. д.) и песчаных – карьера «Заполярный» (67°29'12.47" с. ш., 63°42'59.37" в. д.). По данным А. И. Попова [8], полезная толща изученных карьеров представлена аллювиально-дельтовыми и прибрежно-морскими мелкозернистыми песчаными отложениями. При появлении в верхней части толщи песков гравия и гальки отложения характеризуются как гравелистые или валунно-галечные. Перекрывается описанная толща валунными и покровными суглинками. В ходе отработки карьеров на поверхности обнажены разные по гранулометрическому составу субстраты. Карьер «Комсомольский-1» разрабатывался в 60-х гг. прошлого века, «Заполярный» – в 1970-х гг. Таким образом, продолжительность самовосстановительной сукцессии на гравийно-песчаных и суглинистых отложениях может составлять более 50 лет, на песчаных – более 40.

В 2022–2024 гг. на суглинистых, гравийно-песчаных и песчаных субстратах карьеров заложено по два ключевых

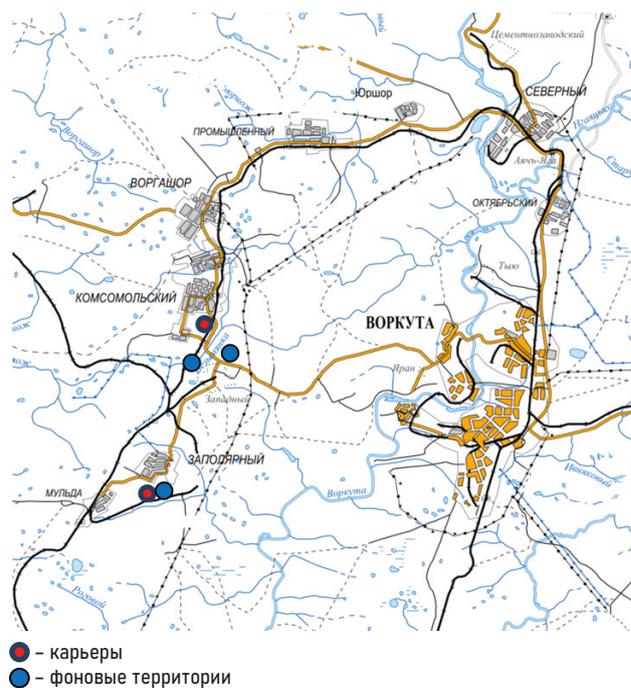


Рисунок 1. Карта-схема района исследований.
 Figure 1. Sketch-map of the study area.

участка с производными сообществами, в состав которых входили лишайники (табл. 1). Фоновыми послужили территории вблизи карьеров со сходным гранулометрическим составом, где также заложено по два ключевых участка для каждого типа почвообразующих пород (суглинистого, гравийно-песчаного и песчаного).

На 12 ключевых участках сделано по одному геоботаническому описанию на площадках размером 100 м², заложено по одному опорному почвенному разрезу. Выявлены видовой состав и обилие сосудистых растений, напочвенных мхов и лишайников. Определение образцов мхов и лишайников проведено в отделе флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Образцы хранятся в Уникальной научной установке «Научный гербарий Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (SYKO)». Названия видов приведены в соответствии с общепринятыми номенклатурами [9–11]. Для оценки обилия видов на ключевых участках использовали шкалу Ж. Браун-Бланке: г – вид встречается единично; + – незначительное участие вида в фитоценозе с проективным покрытием менее 1%; 1 – 1–5%; 2 – 6–25%; 3 – 26–50%; 4 – 51–75%; 5 – 76–100% [12]. Ординация видового состава лишайников выполнена с помощью метода неметрического многомерного шкалирования – NMS в программе ExcelToR. В качестве меры различия применен коэффициент Сьеренсена-Чекановского [13].

Физико-химические исследования почв выполняли в отделе почвоведения и сертифицированной Экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН. pH водной (pH_{H2O}) суспензии определяли потенциометрически, гранулометрический состав – по Качинскому [14], содержание органического углерода (C_{орг.}) – по Тюрину [15], элементный состав измеряли приближенно-коли-

Характеристика ключевых участков фоновой территории и территории карьеров

Table 1

Description of key sites of the background and quarry territories

| Участок | Растительное сообщество | Название почвы по классификации почв России [16] |
|---|---|---|
| Территория карьера «Комсомольский-1», суглинистые отложения | | |
| Кс-1 | Разнотравное лишайниково-моховое с ивой | Пелозем грубогумусированный потечно-гумусовый глееватый |
| Кс-2 | Разнотравное моховое с ивой | Пелозем грубогумусированный потечно-гумусовый глееватый |
| Фоновая территория, суглинистые отложения | | |
| ФКс-1 | Мелкоерниковая лишайниково-моховая тундра | Глеезем тиксотропный |
| ФКс-2 | Ерниковая кустарничковая моховая тундра | Торфяно-глеезем потечно-гумусовый тиксотропный мерзлотный |
| Территория карьера «Комсомольский-1», гравийно-песчаные отложения | | |
| Кгп-1 | Разнотравное мохово-лишайниковое с единичными ивами | Псаммозем гумусовый потечно-гумусовый глееватый |
| Кгп-2 | Разнотравное лишайниково-моховое с ивой | Псаммозем грубогумусированный потечно-гумусовый глееватый |
| Фоновая территория, гравийно-песчаные отложения | | |
| ФКгп-1 | Вороничная лишайниково-моховая тундра | Подбур грубогумусированный глееватый |
| ФКгп-2 | Ерниковая зеленомошная тундра | Торфяно-подбур оподзоленный глееватый |
| Территория карьера «Заполярный», песчаные отложения | | |
| Зп-1 | Мохово-лишайниковое с ивой | Псаммозем гумусовый |
| Зп-2 | Моховое с ивой | Псаммозем гумусовый грубогумусированный потечно-гумусовый глееватый |
| Фоновая территория, песчаные отложения | | |
| ФЗп-1 | Вороничная лишайниковая тундра | Подзол иллювиально-гумусовый стратифицированный глееватый |
| ФЗп-2 | Ерниковая лишайниково-моховая тундра | Торфяно-подбур глеевый мерзлотный |

чественным методом на рентгенофлуоресцентном спектрометре XRF-1800 (Shimadzu, Япония) в ЦКП «Геонаука» при Институте геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Результаты и их обсуждение

Влияние влажности почв на видовое богатство лишайников. На примере сообществ, изученных в ряду возрастания гидроморфизма гравийно-песчаных почв (рис. 2), показано, что лишайниковые синузии на карьерах приурочены к свежим и сухим субстратам (уч. Кгп-1, Кгп-2). На участках Кгп-3 (ивняк осоково-моховой) и Кгп-4 (топянохвощевое сообщество) с застойным увлажнением доминирование в напочвенном покрове переходит ко мхам. Последнее характерно и для фоновых территорий. Так, в ивняках осоковых (уч. ФКгп-3) и осоково-пушицевых моховых сообществах (уч. ФКгп-4) лишайники не зафиксированы. В связи с отмеченным, влияние физико-хими-

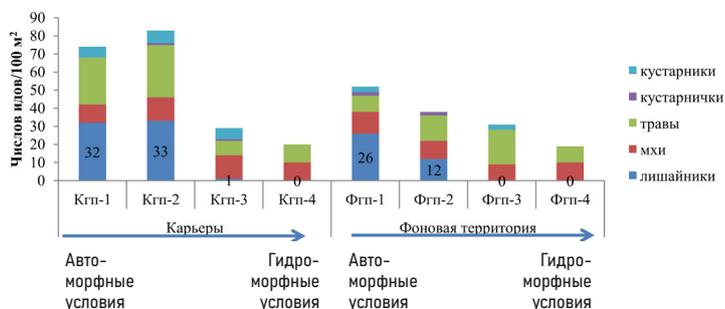


Рисунок 2. Видовое разнообразие фоновых и производных сообществ на гравийно-песчаных отложениях в ряду повышения их влажности (цифрами отмечено число таксонов лишайников).

Figure 2. Species diversity of background and secondary communities on gravel-sandy deposits along with the increasing moisture content (figures indicate number of lichen taxa).

ческих свойств субстрата на эпигейный лишайниковый покров было изучено в автоморфных и полугидроморфных условиях.

Особенности почвенного покрова. Субстраты карьеров близки по гранулометрическому составу к почвообразующим породам фоновых территорий (рис. 3). Суглинистые отложения карьеров и фоновых участков характеризуются преобладанием в мелкоземе фракции крупной пыли (40–60 %), количество гравия и гальки не превышает 5–20 %. В гравийно-песчаных отложениях количество гравия и гальки, рассеянное в толще мелкозема, достигает 20–40 %. В мелкоземе преобладают фракции мелкого (около 50–60 %), крупного и среднего (20–40 %) песка. Песчаные отложения характеризуются резким преобладанием фракции мелкого песка (около 80 %).

Почвы карьеров, в отличие от фоновых, содержат кальцит. Содержание валового СаО в фоновых почвах составляет около 1 %. В почвах карьеров на суглинистых отложениях этот показатель увеличивается до 1,5 %, на песчано-гравийных и песчаных – до 2–6 % (рис. 4). Повышенное содержание карбонатов обуславливает нейтральную реакцию среды суглинистых почв карьеров и слабощелочную – песчаных и гравийно-песчаных. Фоновые почвы кислые в верхней части профиля, с глубиной кислотность уменьшается.

В профиле почв карьеров выделяется мало-мощная подстилка, в автоморфных условиях ее мощность составляет менее 1 см, в полугидроморфных – увеличивается до 2 см. В фоновых автоморфных почвах мощность подстилки достигает 4–6 см, в полугидроморфных – более 10 см. В молодых

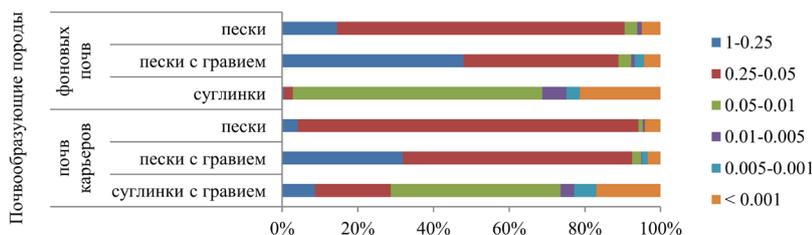


Рисунок 3. Гранулометрический состав мелкозема почвообразующих пород фоновых почв и почв карьеров (размер частиц в мм).
Figure 3. Texture of fine-grained soil-forming rocks of background and quarry soils (particle size in mm).

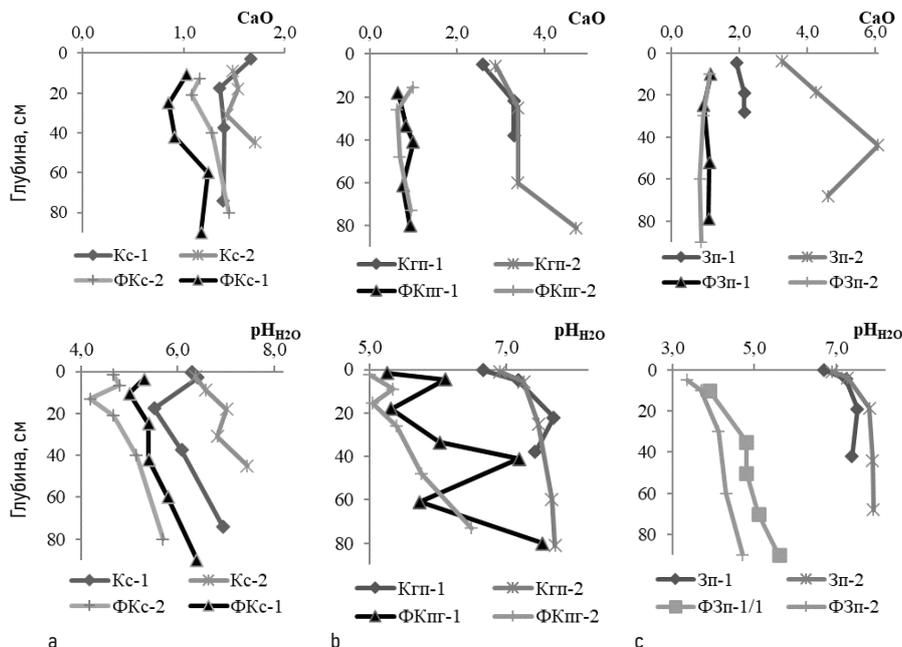


Рисунок 4. Профильное распределение валового содержания СаО (%) и рН_{Н2О} в почвах фоновых участков и карьеров на суглинистых (а), гравийно-песчаных (б) и песчаных (с) отложениях.
Figure 4. Profile distribution of gross CaO content (%) and рН_{Н2О} in soils of background sites and quarries on loamy (a), gravelly-sandy (b), and sandy (c) deposits.

суглинистых почвах содержание $C_{орг}$ в подподстилочном слое, обогащенном потечным гумусом, составляет 0,9 %, уменьшаясь вниз по профилю до 0,4 %. В минеральной части песчаных и гравийно-песчаных почв карьеров содержание $C_{орг}$ ниже – 0,3 и 0,1 % соответственно. Фоновые значения показателя возрастают более чем в два раза.

Характеристика лишайникового покрова фоновых сообществ. В окрестностях карьеров на дренированных вершинах склонов с суглинистыми почвами распространены мелкоерниковые лишайниково-моховые тундры. В лишайниково-моховом ярусе, где доминируют зеленые мхи (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Racomitrium lanuginosum*) выявлено 26 таксонов лишайников. Максимальное обилие (по 2 балла по шкале Браун-Бланке) отмечено у *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *Flavocetraria nivalis*. Меньшее участие в сложении напочвенного покрова принимают *Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca*, *Cetraria islandica* ssp. *islandica*, *C. islandica* ssp. *crispiformis*, *C. laevigata*, *Cladonia amaurocraea*, *C. gracilis*, *C. stellaris*, *C. uncialis*, *Thamnolia vermicularis* и др. (табл. 2). К зарастающим пятнам-медальонам приурочены многие шиловидные и бокальчатые виды рода *Cladonia* (*C. acuminata*, *C. cario-*

sa, *C. fimbriata*, *C. phyllophora*, *C. stricta*, *C. stygia*), накипные лишайники (*Baeomyces placophyllus*, *Dibaeis baeomyces*), пионерные виды рода *Peltigera* (*P. didactyla*, *P. malacea*) и *Stereocaulon* (*S. rivulorum*). Со снижением дренажа в ерниковых зеленомошных тундрах на суглинистых породах количество лишайников снижается до 21 таксона (табл. 2). К преобладающим видам (обилие – по 2 балла) относятся *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*. Меняется видовой состав видов рода *Peltigera*, среди которых отмечены *P. aphthosa* и *P. scabrosa*. Появляется *Nephroma arcticum*. К зарастающим пятнам-медальонам приурочены *Cladonia grayi*, *C. subulata*, *Stereocaulon paschale*, *S. rivulorum*, *S. tomentosum* и др.

На краевых зонах холмов с выходами гравийно-песчаных отложений формируются вороничные лишайниково-моховые сообщества. Среди мохового покрова из *Racomitrium lanuginosum* отмечено 26 таксонов лишайников. Преобладающие виды: *Flavocetraria cucullata* и *F. nivalis* (по 2 балла). С незначительным обилием (+ – 1 балл) зафиксированы разнообразные кустистые лишайники: *Alectoria ochroleuca*, *Cetraria aculeata*, *C. islandica* ssp. *islandica*, *C. islandica* ssp. *crispiformis*, *C. laevigata*, *Cladonia amaurocraea*, *C. arbuscula*, *C. cervicornis*, *C. chlorophaea* s.l., *C. ectocyna*, *C. fimbriata*, *C. rangiferina*, *C. stygia*, *C. subulata*, *C. uncialis*, *Stereocaulon alpinum*, *S. glareosum*, *Thamnolia vermicularis*. Малообильны листоватые (*Parmelia sulcata*, *Peltigera neckeri*, *P. rufescens*) и накипные (*Placynthiella icmalea*, *P. uliginosa*, *Ochrolechia* sp.) лишайники (табл. 2). На склонах к ложбинам стока описаны ерниковые зеленомошные тундры. Здесь обилие и видовое разнообразие лишайников существенно снижается (табл. 2). Среди лишайников с небольшим обилием (+ – 1 балл) отмечены виды рода *Peltigera* (*P. aphthosa*, *P. canina*, *P. extenuata*, *P. leucophrabia*, *P. rufescens*), *Cladonia* (*C. arbuscula*, *C. ectocyna*, *C. fimbriata*, *C. rangiferina*, *C. stygia*), а также *Cetraria islandica* ssp. *islandica*, *Flavocetraria nivalis*.

На песчаных холмах описаны вороничные лишайниковые тундры, сменяющиеся с повышением увлажнения ерниковыми лишайниково-моховыми сообществами. В лишайниковом покрове зафиксированы 21–25 таксонов. Помимо преобладающих среди лишайников *Flavocetraria cucullata* и *F. nivalis* (по 2–4 балла каждый) отмечены в основном кустистые лишайники: *Alectoria nigricans*, *A. och-*

Видовой состав и обилие лишайников производных и фоновых сообществ

Species composition and abundance of lichens of secondary and background communities

| Виды лишайников | Эколого-субстратная группа | Тип слоевища | Производные сообщества карьеров | | | | | | Сообщества фоновой территории | | | | | | |
|--|----------------------------|--------------|---------------------------------|------|-----------------|-------|-------|------|-------------------------------|------|-----------------|-------|-------|------|---|
| | | | Суглинки с гравием | | Песок с гравием | | Пески | | Суглинки | | Песок с гравием | | Пески | | |
| | | | Кс-1 | Кс-2 | Кгп-1 | Кгп-2 | Зп-1 | Зп-2 | Фс-1 | Фс-2 | Фгп-1 | Фгп-2 | Фп-1 | Фп-2 | |
| <i>Alectoria nigricans</i> (Ach.) Nyl. | эпигейд | куст. | + | + | + | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| <i>A. ochroleuca</i> (Hoffm.) A.Massal. | эпигейд | куст. | | + | | | | | | 1 | | + | | 1 | 1 |
| <i>Arctocetraria andrejevii</i> (Oxner) Kärnefelt & A.Thell (3) | эпигейд | куст. | 1 | | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Baeomyces carneus</i> Flörke | эпигейд | нак. | 1 | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>B. placophyllus</i> Ach. | эпигейд | нак. | 2 | 1 | 1 | | | | | + | | | | + | |
| <i>Bilimbia microcarpa</i> (Th.Fr.) Th.Fr. | эпибриофит | нак. | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Bryocaulon divergens</i> (Ach.) Kärnefelt | эпигейд | куст. | | | 1 | | | | | + | | | | | |
| <i>Bryoplaca jungermanniae</i> (Vahl) Sochting et al. | эпибриофит | нак. | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Bryoria</i> sp. | эпифит | куст. | | | + | | | | | | | | | | |
| <i>Cetraria aculeata</i> (Schreb.) Fr. | эпигейд | куст. | + | | | | | | | | + | | | | |
| <i>C. ericetorum</i> Opiz | эпигейд | куст. | 1 | | 1 | | | | | | | | | | + |
| <i>C. islandica</i> (L.) Ach. ssp. <i>crispiformis</i> (Räsänen) Kärnefelt | эпигейд | куст. | + | + | 1 | + | 1 | | | 1 | 1 | + | | 1 | |
| <i>C. islandica</i> (L.) Ach. ssp. <i>islandica</i> | эпигейд | куст. | | | + | + | | | | 1 | | + | + | | + |
| <i>C. laevigata</i> Rass. (3) | эпигейд | куст. | | + | + | | | | | 1 | | + | | | + |
| <i>C. muricata</i> (Ach.) Eckfeldt | эпигейд | куст. | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Cetrariella delisei</i> (Bory ex Schaer.) Kärnefelt & A.Thell | эпигейд | куст. | | + | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Cladonia acuminata</i> (Ach.) Norrl. (2) | эпигейд | куст. | 1 | + | 1 | 1 | + | + | | 1 | | | | | |
| <i>C. amaurocraea</i> (Flörke) Schaer. | эпигейд | куст. | | | | | | | | 1 | + | + | | | 1 |
| <i>C. arbuscula</i> (Wallr.) Flot. | эпигейд | куст. | 1 | | 1 | | | | | 2 | 2 | + | + | 1 | 1 |
| <i>C. borealis</i> S.Stenroos | эпигейд | куст. | | | | + | + | | | | | | | | |
| <i>C. cariosa</i> (Ach.) Spreng. | эпигейд | куст. | | + | + | + | + | + | | 1 | | | | 1 | |
| <i>C. cenotea</i> (Ach.) Schaer. | эпиксил | куст. | | | | | | | | | | | | | + |
| <i>C. cervicornis</i> (Ach.) Flot. | эпигейд | куст. | 1 | | 2 | | | | | | | + | | | |
| <i>C. chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng. s.l. | эпигейд | куст. | 2 | + | 2 | 2 | + | + | | | | + | | | |
| <i>C. coccifera</i> (L.) Willd. | эпигейд | куст. | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>C. coniocraea</i> (Flörke) Spreng. | эпиксил | куст. | | | | | | + | | | | | | | |
| <i>C. cornuta</i> (L.) Hoffm. | эпигейд | куст. | | + | | 1 | + | | | 1 | | | | | |
| <i>C. crispata</i> (Ach.) Flot. | эпигейд | куст. | | | | | | | | | | | | | + |
| <i>C. cyanipes</i> (Sommerf.) Nyl. | эпигейд | куст. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. deformis</i> (L.) Hoffm. | эпигейд | куст. | | | | | | | | | | | | | + |
| <i>C. ecmocyna</i> Leight. | эпигейд | куст. | | + | | + | | | | 1 | + | + | | + | + |
| <i>C. fimbriata</i> (L.) Fr. | эпиксил | куст. | + | | + | 1 | 1 | + | | + | + | + | + | + | + |
| <i>C. furcata</i> (Huds.) Schrad. | эпигейд | куст. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. gracilis</i> (L.) Willd. ssp. <i>elongata</i> (Wulfen) Vain. | эпигейд | куст. | | + | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>C. gracilis</i> (L.) Willd. ssp. <i>gracilis</i> | эпигейд | куст. | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| <i>C. gracilis</i> (L.) Willd. ssp. <i>turbinata</i> (Ach.) Ahti | эпигейд | куст. | | | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>C. grayi</i> G.Merr. ex Sandst. | эпигейд | куст. | | | | | | | | | + | | | | |
| <i>C. macroceras</i> (Delise) Hav. | эпигейд | куст. | | | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | + |
| <i>C. macrophyllodes</i> Nyl. | эпигейд | куст. | | | + | 1 | | | | | | | | | |
| <i>C. mitis</i> Sandst. | эпигейд | куст. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| <i>C. phyllophora</i> Hoffm. | эпигейд | куст. | | | | + | 1 | | | 1 | | | | | |
| <i>C. pleurota</i> (Flörke) Schaer. | эпигейд | куст. | | | | | | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>C. pocillum</i> (Ach.) Grognot | эпигейд | куст. | | + | + | | | | | | | | 1 | |
| <i>C. pyxidata</i> (L.) Hoffm. | эпигейд | куст. | | | | 1 | 1 | + | | | | | 1 | + |
| <i>C. ramulosa</i> (With.) J.R.Laundon | эпигейд | куст. | | | | + | + | | | | | | | |
| <i>C. rangiferina</i> (L.) F.H.Wigg. | эпигейд | куст. | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 | + | + | 1 | 2 |
| <i>C. squamosa</i> Hoffm. | эпиксил | куст. | | | | | | | | | | | | + |
| <i>C. stellaris</i> (Opiz) Pouzar & Vězda | эпигейд | куст. | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>C. stricta</i> (Nyl.) Nyl. | эпигейд | куст. | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>C. stygia</i> (Fr.) Ruoss | эпигейд | куст. | | | | | | | 1 | 1 | + | + | | |
| <i>C. subulata</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg. | эпигейд | куст. | | + | | 1 | 1 | | | + | + | | 1 | |
| <i>C. sulphurina</i> (Michx.) Fr. | эпиксил | куст. | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. symphycharpa</i> (Flörke) Fr. | эпигейд | куст. | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>C. uncialis</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg. | эпигейд | куст. | | + | | | | | 1 | + | + | | | |
| <i>Cladonia</i> sp. | эпигейд | куст. | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Dibaeis baeomyces</i> (L.f.) Rambold & Hertel | эпигейд | нак. | | | | | | | + | | | | | |
| <i>Epilichen scabrosus</i> (Ach.) Clem. | паразит | нак. | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Flavocetraria cucullata</i> (Bellardi) Kärnefelt & A.Thell | эпигейд | куст. | 1 | 1 | 1 | 1 | + | | 1 | | 2 | | 2 | 2 |
| <i>F. nivalis</i> (L.) Kärnefelt & A.Thell | эпигейд | куст. | 1 | 1 | 1 | 1 | + | | 2 | 1 | 2 | + | 4 | 2 |
| <i>Nephroma arcticum</i> (L.) Torss. | эпигейд | лист. | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Ochrolechia androgyna</i> (Hoffm.) Arnold | эпибриофит | нак. | | | | | | | | | | | | |
| <i>O. frigida</i> (Sw.) Lynge | эпибриофит | нак. | 1 | + | | | | | | | | | | |
| <i>Ochrolechia</i> sp. | эпигейд | нак. | | | 1 | | | | | | + | | + | |
| <i>Parmelia sulcata</i> Taylor | эпифит | лист. | | | | | | | | | + | | | |
| <i>Peltigera aphthosa</i> (L.) Willd. | эпигейд | лист. | | | | + | | | | 1 | | + | | |
| <i>P. canina</i> (L.) Willd. | эпигейд | лист. | + | 1 | | | | | | | | + | | |
| <i>P. didactyla</i> (With.) J.R.Laundon | эпигейд | лист. | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | + | 1 | | | | | |
| <i>P. extenuata</i> (Nyl. ex Vain.) Lojka | эпигейд | лист. | | + | | 1 | | | | | | + | 1 | |
| <i>P. leucophlebia</i> (Nyl.) Gyeln. | эпигейд | лист. | | | | | 1 | | | | | + | | |
| <i>P. malacea</i> (Ach.) Funck | эпигейд | лист. | | | | | 1 | | 1 | | | | | 1 |
| <i>P. neckeri</i> Hepp ex Müll.Arg. | эпигейд | лист. | + | + | | | | | | | + | | | |
| <i>P. polydactylon</i> (Neck.) Hoffm. | эпигейд | лист. | | | | + | + | | | | | | | |
| <i>P. ponojensis</i> Gyeln. | эпигейд | лист. | + | + | | | | + | | | | | | |
| <i>P. rufescens</i> (Weiss) Humb. | эпигейд | лист. | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | + | | | + | + | 1 | |
| <i>P. scabrosa</i> Th.Fr. | эпигейд | лист. | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| <i>P. venosa</i> (L.) Hoffm. (бионадзор) | эпигейд | лист. | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Pertusaria geminipara</i> (Th.Fr.) C.Knight ex Brodo | эпибриофит | нак. | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P.James | эпигейд | нак. | | | | | | | | | + | | | |
| <i>P. uliginosa</i> (Schrad.) Coppins & P.James | эпигейд | нак. | + | | 1 | | | | | | + | | | |
| <i>Protopannaria pezizoides</i> (Weber) P.M.Jörg. & S.Ekman | эпигейд | чеш. | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Rinodina mniaroea</i> (Ach.) Körb. | эпибриофит | нак. | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Scytinium lichenoides</i> (L.) Otálora et al. | эпигейд | лист. | | + | | | | | | | | | 1 | |
| <i>S. tenuissimum</i> (Dicks.) Otálora et al. (3) | эпигейд | лист. | | | + | | | + | | | | | | |
| <i>Solorina spongiosa</i> (Ach.) Anzi (3) | эпигейд | лист. | | | | | | + | | | | | | |
| <i>Stereocaulon alpinum</i> Laurer | эпигейд | куст. | + | + | | + | | | | | + | | | |
| <i>S. capitellatum</i> H.Magn. | эпигейд | куст. | | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>S. condensatum</i> Hoffm. | эпигейд | куст. | | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>S. glareosum</i> (Savicz) H.Magn. | эпигейд | куст. | | 1 | 1 | + | 1 | + | | | 1 | | | |
| <i>S. paschale</i> (L.) Hoffm. | эпигейд | куст. | | | | | 1 | | | 1 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>S. rivulorum</i> H.Magn. | эпигейд | куст. | 1 | | 2 | 1 | 3 | | + | + | | | | |
| <i>S. tomentosum</i> Fr. | эпигейд | куст. | 1 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | |
| <i>Thamnolia vermicularis</i> (Sw.) Schaer. | эпигейд | куст. | | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 2 | 1 |
| <i>Toniniopsis bagliettoana</i> (A.Massal. & De Not.) Kistenich & Tindal | эпибриофит | нак. | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| Всего таксонов лишайников | | | 33 | 31 | 32 | 33 | 27 | 11 | 26 | 21 | 26 | 12 | 20 | 25 |
| Общее проективное покрытие лишайников, % | | | 60 | 20 | 60 | 30 | 60 | >5 | 35 | 30 | 20 | >5 | 90 | 40 |

Примечание. Жирным шрифтом выделены редкие в Республике Коми виды, в скобках указан статус их редкости [17].

Условные обозначения. нак. – накипной; куст. – кустистый; лист. – листоватый.

Note. Species being rare in the Komi Republic are bolded with their protection status in the brackets [17].

Keys: нак. – scaly, куст. – fruticose, лист. – foliose.

roleuca, *Cetraria ericetorum*, *C. islandica* ssp. *crispiformis*, *C. laevigata*, *C. muricata*, *Cladonia amaurocraea*, *C. arbuscula*, *C. cariosa*, *C. cenotea*, *C. coccifera*, *C. crispata*, *C. deformis*, *C. ectocyna*, *C. fimbriata*, *C. macroceras*, *C. mitis*, *C. pleurota*, *C. pocillum*, *C. pyxidata*, *C. rangiferina*, *C. squamosa*, *C. subulata*, *Stereocaulon paschale*, *Thamnolia vermicularis*. Накипные лишайники редки – *Baeomyces placophyllus*, *Ochrolechia* sp. Малое обилие (не более 1 балла) зафиксировано у листоватых лишайников: *Peltigera extenuata*, *P. malacea*, *P. rufescens*, *P. scabrosa*, *Scytinium lichenoides*.

Характеристика лишайникового покрова производных сообществ. Наиболее высокие суглинистые останцы карьеров на шестом десятилетии сукцессии заняты разнотравными (*Chamenerion angustifolium*, *Equisetum arvense*) лишайниково-моховыми с ивой (*Salix glauca*, *S. lanata*, *S. phylicifolia*) сообществами. В пестром напочвенном покрове преобладают мхи открытых и засушливых местообитаний (*Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*), а также пионерные (*Ceratodon purpureus*, *Bryum* sp.) и кальцефильные (*Distichium capillaceum*, *Racomitrium canescens*) виды. Среди лишайников помимо обычных для сообществ фоновых территорий (*Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca*, *Cetraria islandica* ssp. *islandica*, *Cladonia fimbriata*, *C. mitis*, *C. rangiferina*, *Flavocetraria cucullata*, *F. nivalis* и др.) типичны раннесукцессионные виды (*Cetraria aculeata*, *C. chlorophaea* s.l. и др.), среди которых встречаются кальцефилы (*Cladonia acuminata*, *C. cariosa*, *C. cervicornis*). С обилием 1–2 балла зафиксированы многочисленные накипные лишайники (*Baeomyces carneus*, *B. placophyllus*, *Bryoplaca jungermanniae*, *Ochrolechia frigida*, *O. geminipara*, *Placynthiella uliginosa*, *Rinodina mniaraea*), в том числе приуроченные к основным породам (*Bilimbia microcarpa*, *Toniniopsis bagliettoana*). Характерны виды рода *Peltigera* (*P. didactyla*, *P. neckeri*, *P. ponojensis*), среди которых также есть виды, предпочитающие карбонатные отложения – *P. rufescens* и *P. venosa*. Отмечены виды рода *Stereocaulon* (*S. alpinum*, *S. rivulorum*, *S. tomentosum*) (табл. 2).

На низких, более увлажненных суглинистых останцах формируются разнотравные (*Chamaenerion angustifolium*, *Equisetum arvense*) моховые сообщества с ивой (*Salix glauca*, *S. lanata*, *S. phylicifolia*). В напочвенном покрове начинают преобладать зеленые мхи (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*). Обилие лишайников уменьша-

ется, но сохраняется довольно высокое разнообразие. Отмечены виды рода *Peltigera* (*P. canina*, *P. didactyla*, *P. extenuata*, *P. neckeri*, *P. ponojensis*, *P. rufescens*), появляются влаголюбивые виды (*Cetrariella delisei*, *Scytinium lichenoides*), характерны обычные для тундровых сообществ лишайники (*Alectoria nigricans*, *Cetraria islandica* ssp. *crispiformis*, *Cladonia cornuta*, *C. ectocyna*, *C. gracilis* ssp. *elongata*, *C. mitis*, *C. rangiferina*, *Flavocetraria cucullata*, *F. nivalis*). На повышенных элементах микрорельефа отмечены синузии из накипных (*Baeomyces placophyllus*, *Bryoplaca jungermanniae*, *Ochrolechia frigida*, *Toniniopsis bagliettoana*) и пионерных (*Cladonia cariosa*, *C. chlorophaea* s.l., *C. pocillum*, *C. subulata*) видов. На суглинистых останцах зафиксированы виды, охраняемые на территории Республики Коми: *Cladonia acuminata*, *Cetraria laevigata* [17].

На песчано-гравийных отложениях в автоморфных условиях формируются разнотравные (*Equisetum arvense*) мохово-лишайниковые, в полугидроморфных – разнотравные (*Chamenerion angustifolium*, *Equisetum arvense*) лишайниково-моховые сообщества с ивами (*Salix glauca*, *S. phylicifolia*). В напочвенном покрове отмечены пионерные (*Bryum* sp., *Ceratodon purpureus*, *Pohlia* sp.) и луговые (*Brachythecium campestre*, *B. salebrosum*) виды мхов. Значительно число и обилие мхов (2 – 3 балла), приуроченных к основным породам: *Bryoerythrophyllum recurvirostre*, *Ditrichum flexicaule*, *Distichium capillaceum*. Среди лишайников на песчано-гравийных отложениях, по сравнению с суглинистыми, увеличивается обилие представителей родов *Stereocaulon* и *Peltigera*. Из зафиксированных видов рода *Stereocaulon* (*S. alpinum*, *S. glareosum*, *S. rivulorum*, *S. tomentosum*) большего обилия (до 2 баллов) достигает *S. rivulorum*, из видов рода *Peltigera* (*P. didactyla*, *P. extenuata*, *P. polydactylon*, *P. rufescens*) – *P. rufescens* и *P. didactyla* (по 2 балла). Обилие и видовое разнообразие накипных видов (*Baeomyces* sp., *Ochrolechia* sp., *Placynthiella* sp.) уменьшается (табл. 2). В пестром напочвенном покрове разнообразны пионерные виды рода *Cladonia* (*Cladonia chlorophaea* s.l., *C. fimbriata*, *C. macrophyllodes*, *C. subulata* и др.), многие из которых предпочитают кальцийсодержащие субстраты (*C. acuminata*, *C. cariosa*, *C. cervicornis*, *C. pocillum*, *C. symphylicarpa*). Разнообразны кустистые лишайники, характерные и для фоновых территорий: *Cetraria ericetorum*, *C. islandica* ssp. *crispiformis*, *Cladonia rangiferina*, *C. mitis*,

Flavocetraria cucullata, *F. nivalis* и др. На песчано-гравийных субстратах карьера произрастают редкие в Республике Коми виды: *Arctocetraria andrejevii*, *Cetraria laevigata*, *Cladonia acuminata* [17].

Песчаные отложения характеризуются неблагоприятными условиями для формирования почвенно-растительного покрова. Склоновый характер дна песчаного карьера, усиливающий дренаж поверхности, подверженность субстрата ветровой и водной эрозиям, незначительное содержание элементов питания обуславливают формирование мохово-лишайниковых и моховых с ивой (*Salix glauca*, *S. viminalis*, *S. phylicifolia*) фитоценозов только по периферии карьера и в понижениях его дна. В мохово-лишайниковых с ивой сообществах преобладают пионерные лишайники *Peltigera rufescens* (2 балла) и *Stereocaulon rivulorum* (3 балла). Доминирование *S. rivulorum* на зарастающих песчаных обнажениях тундры отмечено С. А. Уваровым и др. [18]. Сравнительно высокое обилие *Peltigera rufescens*, по-видимому, связано не только с приуроченностью данного вида к открытым местообитаниям, но и с его кальцефильностью. На песчаном субстрате зафиксировано максимальное видовое разнообразие представителей рода *Stereocaulon* (*S. capitellatum*, *S. condensatum*, *S. glareosum*, *S. paschale*, *S. rivulorum*). *Stereocaulon capitellatum* впервые отмечен на территории Республики Коми. В лишайниковом покрове многочисленны виды пельтигер, кроме *Peltigera rufescens* также отмечены: *P. didactyla*, *P. leucophlebia*, *P. malacea*, *P. ponojensis*, *P. polydactylon*. Помимо лишайников песчаный субстрат закрепляют криптогамные корочки и мхи, характерные для открытых местообитаний (*Bryum sp.*, *Ceratodon purpureus*, *Pogonatum urnigerum*, *Pohlia sp.*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, *Racomitrium canescens*). Накипные лишайники на песчаном субстрате не отмечены, хотя на выходах валунных суглинков на бортах карьера они были обильны.

Моховые сообщества с ивой в понижениях дна песчаного карьера характеризуются преобладанием пионерных (*Bryum sp.*, *Ceratodon purpureus*, *Dicranella grevilleana*, *Leptobryum pyriforme*, *Pohlia wahlenbergii*) и кальцефильных (*Bryoerythrophyllum recurvirostre*, *Dicranella schreberiana*) видов. Лишайники малообильны (табл. 2). В основном зафиксированы виды, характерные для нарушенных земель (*Cladonia cariosa*, *C. chlorophaea s.l.*, *C. fimbriata*, *Peltigera ponojensis*, *P. rufescens*, *Stereocaulon glareosum*). Отмечены охраняемые и редкие на территории Республики Коми виды: *Cladonia acuminata*, *Scytinium tenuissimum*, *Solorina spongiosa* [17].

Особенности биоты лишайников на территории карьеров. Всего в результате исследований на территории карьеров и фоновых территориях зафиксировано 87

видов и три подвида лишайников. Три вида определено до рода. В производных сообществах выявлено 69 таксонов лишайников, из них 66 видов и три подвида. Три вида определено до рода. В исследованных фоновых сообществах видовое богатство лишайников немного ниже: 60 видов и два подвида. Один вид определен до рода.

На пятом-шестом десятилетиях сукцессии видовая насыщенность лишайников в производных сообществах карьеров может быть выше, чем в фоновых (рис. 5). Особенно высокое значение параметра отмечено на песчано-гравийных и суглинистых субстратах. Большая видовая насыщенность лишайников на территории карьеров, по-видимому, связана с менее плотной упаковкой экологических ниш, отсутствием в производных сообществах эдификаторов, наличием видов разных сукцессионных стадий.

Как в фоновых, так и в производных сообществах преобладают кустистые лишайники (рис. 6). Однако, по сравнению с фоновыми, в фитоценозах, сформированных на суглинистых и гравийно-песчаных отложениях карьеров, существенно увеличивается число накипных видов лишайников. Последнее может свидетельствовать об экстремальности условий среды техногенных территорий [19] и начальных этапах сукцессионной динамики лишайникового покрова. В ряду облегчения гранулометрического состава субстратов доля накипных лишайников уменьшается. Последнее, возможно, связано с разной степенью способности к стабилизации у субстратов, различающихся по гранулометрическому составу. Стабилизация нарушенных субстратов часто достигается путем формирования черных криптогамных корочек из почвенных водорослей, цианобактерий, грибов, первичных талломов лишайников и протонемы мохообразных [20, 21], причем стабилизация

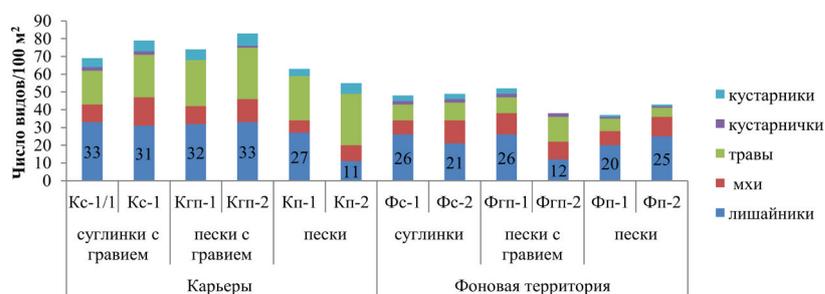


Рисунок 5. Видовая насыщенность фоновых и производных сообществ на отложениях разного гранулометрического состава.
Figure 5. Species diversity of background and secondary communities on different-textured deposits.

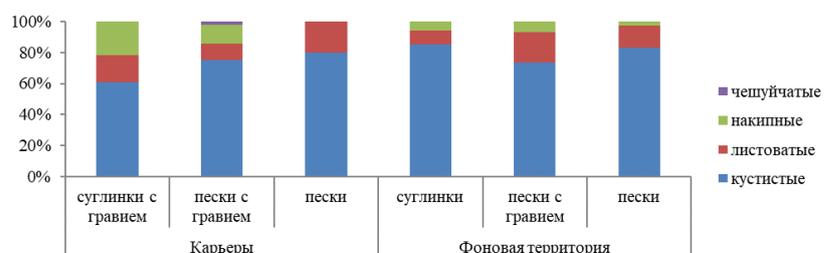


Рисунок 6. Распределение морфологических типов лишайников в производных и фоновых сообществах на разных типах субстратов.
Figure 6. Distribution of lichen morphological types in secondary and background communities on different types of soil material.

песчаных субстратов происходит медленнее из-за их большей подверженности эрозионным процессам.

В фоновых и производных сообществах преобладают эпигейды. На нарушенных территориях, особенно суглинистого состава, увеличивается доля эпибриофитов (рис. 7).

В производных сообществах, по сравнению с фоновыми, увеличивается видовое разнообразие и обилие видов родов *Peltigera*, *Stereocaulon* и *Cladonia*. Специфические субстратные условия (карбонатные почвообразующие породы) определяют высокое видовое богатство кальцефильных видов: *Bilimbia microcarpa*, *Cladonia acuminata*, *C. cariosa*, *C. pocillum*, *C. symphyocarpa*, *Peltigera rufescens*, *P. venosa*, *Scytinium tenuissimum*, *S. teretiusculum*, *Solorina spongiosa*, *Toniniopsis bagliettoana*. Ординационная диаграмма (рис. 8) показывает дифференциацию видового состава лишайников производных и фоновых сообществ. Лишайники сообществ в автоморфных условиях различаются меньше по видовому составу, чем в полугидроморфных.

Своеобразие экотопов на территории карьеров обуславливает внедрение редких видов, охраняемых в Республике Коми. На исследованных карьерах окрестностей г. Воркуты выявлено пять видов лишайников, включенных в региональную Красную книгу: *Arctocetraria andrejevii* (категория статуса редкости вида 3), *Cetraria laevigata* (3), *Cladonia acuminata* (2), *Scytinium tenuissimum* (3), *Solorina spongiosa* (3). Еще один вид *Peltigera venosa* нуждается в биологическом надзоре за его природными популяциями [17]. Обилие редких видов невысокое, обычно фиксировались единичные талломы или их малочисленные группы.

Заключение

Таким образом, лишенофлора карьеров отличается по составу и структуре от фоновых сообществ. В фитоценозах карьеров, в отличие от сообществ фоновых территорий, преобладают пионерные лишайники родов *Cladonia*, *Peltigera* и *Stereocaulon*, увеличиваются доли накипных лишайников и эпибриофитов. В связи с присутствием в субстратах карбонатсодержащих минералов лишенофлора карьеров характеризуется значительным количеством кальцефильных видов.

Видовое богатство лишайников в производных сообществах карьеров может превышать фоновые значения, что связано, прежде всего, со спецификой субстратных условий (наличие карбонатов и гальки) и ослабленной конкуренцией между видами.

Наиболее высокое разнообразие лишайников отмечено на песчано-гравийных отложениях карьеров. Преобладание крупнозернистой фракции песка и наличие гравия и гальки уменьшают подверженность субстрата эрозион-

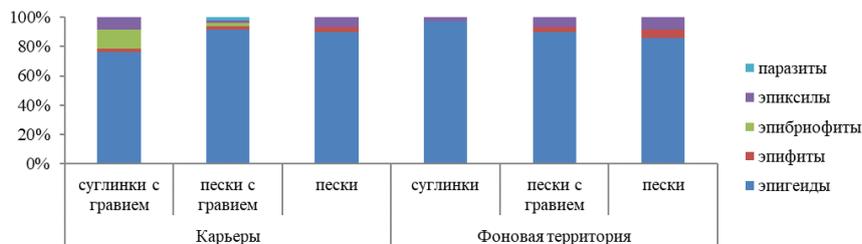


Рисунок 7. Распределение эколого-субстратных групп лишайников в производных и фоновых сообществах на разных типах субстратов.

Figure 7. Distribution of ecological-substrate lichen groups in secondary and background communities on different types of soil material.

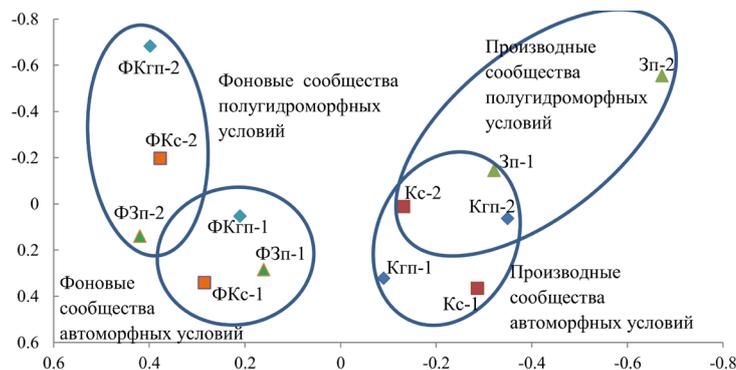


Рисунок 8. NMS-ординация видового состава лишайников фоновых и производных сообществ на суглинистых гравийно-песчаных и песчаных отложениях в автоморфных и полугидроморфных условиях.

Figure 8. NMS-ordination of species composition of lichens from background and secondary communities on loamy gravel-sandy and sandy deposits under automorphic and semi-hydromorphic conditions.

ным процессам. Низкое содержание питательных веществ ограничивает развитие сосудистых растений. Все отмеченное благоприятствует развитию лишайников. На суглинках лишайники, как правило, подавляются активным развитием мохового покрова. Поселению лишайников на мелкозернистых песках препятствует высокая подверженность эрозии данного типа субстрата.

На территории изученных карьеров отмечено шесть видов лишайников, включенных в Красную книгу Республики Коми и Приложение 1 к ней.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Дружинина, О. А. Охрана растительного покрова Крайнего Севера: проблемы и перспективы / О. А. Дружинина, Е. Г. Мяло. – Москва : Агротомиздат, 1990. – 176 с.
2. Сумина, О. И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России / О. И. Сумина. – Санкт-Петербург : Информ-Навигатор, 2013. – 340 с.
3. Patova, E. N. Processes of Natural Soil and Vegetation Recovery on a Worked-out Open Pit Coal Mine (Bol'shezemel'skaya Tundra) / E. N. Patova, E. E. Kulyugina, S. V. Deneva // Russian Journal of Ecology. – 2016. – Vol. 47, N 3. – P. 228–233. – DOI: 10.1134/S1067413616020119
4. Walton, David W. H. The effects of cryptogams on mineral substrates. / David W. H. Walton // Primary succession on land. Special publication number 12 of British Ecological

- Society / eds. J. Miles, David W. H. Walton. – London : Blackwell Scientific Publication, 1993. – P. 33–53.
5. Головенко, Е. А. Особенности лишенофлоры гранитных и железорудных карьерно-отвалных комплексов Криворозья / Е. А. Головенко, И. И. Коршиков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 4 (5). – С. 994–999.
 6. Harper, K. A. Natural Revegetation on Borrow Pits and Vehicle Tracks in Shrub Tundra, 48 Years Following Construction of the CANOL No. 1 Pipeline, N.W.T., Canada / K. A. Harper, G. P. Kershaw // Arctic and Alpine Research. – 1996. – N 28. – P. 163–171. – DOI: 10.2307/1551756
 7. Растительность Европейской части СССР / отв. ред. С. А. Грибова [и др.]. – Ленинград : Наука, 1980. – 425 с.
 8. Попов, А. И. Отчет о производстве геологической съемки масштаба 1:50 000 в Воркутинском промышленном районе на территории листов Q-41-20 А, Б, В, Г и Q-41-21 А, Б, В, Г (геологическая съемка четвертичных отложений и геоморфологическая съемка) / А. И. Попов. – Москва, 1963.
 9. Полевой определитель почв России. – Москва : почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. – 182 с.
 10. Секретарева, Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий // Н. А. Секретарева. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 131 с.
 11. Ignatov, M. S. Checklist of mosses of East Europe and North Asia / M. S. Ignatov, O. M. Afonina, E. A. Ignatova with contributions on regional floras from: A. Abolina, T. V. Akatova, E. Z. Baisheva, L. V. Bardunov, E. A. Baryakina, O. A. Belkina, A. G. Bezgodov, M. A. Boychuk, V. Ya. Cherdantseva, I. V. Czernyadjeva, G. Ya. Doroshina, A. P. Dyachenko, V. E. Fedosov, I. L. Goldberg, E. I. Ivanova, I. Jukoniene, L. Kannukene, S. G. Kazanovsky, Z. Kh. Kharzinov, L. E. Kurbatova, A. I. Maksimov, U. K. Mamatkulov, V. A. Manakyan, O. M. Maslovsky, M. G. Napreenko, T. N. Otnyukova, L. Ya. Partyka, O. Yu. Pisarenko, N. N. Popova, G. F. Rykovsky, D. Ya. Tubanova, G. V. Zheleznova, V. I. Zolotov // Arctoa. – 2006. – № 15. – P. 1–130. – DOI: 10.15298/arctoa.15.01
 12. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-Forming and Lichenicolous Fungi / M. Westberg, R. Moberg, M. Myrdal [et al.] // Uppsala : Uppsala University, 2021. – 933 p.
 13. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. / J. Braun-Blanquet. – Wien ; New York, 1964. – 865 p. – DOI: 10.1007/978-3-7091-8110-2
 14. Новаковский, А. Б. Взаимодействие Excel и статистического пакета R для обработки данных в экологии / А. Б. Новаковский // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2016. – № 3. – С. 26–33.
 15. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
 16. Теория и практика химического анализа почв / отв. ред. Л. А. Воробьева. – Москва : ГЕОС, 2006. – 400 с.
 17. Уваров, С. А. Фитомасса лишайников и зеленых растений в сообществах восточноевропейских тундр / С. А. Уваров, А. М. Лапина, О. В. Лавриненко // Растительные ресурсы. – 2021. – Т. 57, вып. 1. – С. 15–38.
 18. Присяжнюк, С. А. Жизненные формы лишайников субарктических тундр полуострова Ямал. II. Связь с экологическими факторами / С. А. Присяжнюк // Ботанический журнал. – 1996. – Т. 81, № 4. – С. 48–55.
 19. Андреева, В. М. Неподвижные зеленые водоросли (Chlorophyta) из почв правобережья р. Ортины (устье р. Печоры) / В. М. Андреева // Новости систематики низших растений. – 2005. – Т. 38. – С. 3–7.
 20. Milner, A. M. Interactions and Linkages among Ecosystems during Landscape Evolution / A. M. Milner, C. L. Fastie, F. S. Chapin III [et al.] // BioScience. – 2007. – Vol. 57, N 3. – P. 237–247. – DOI: 10.1641/B570307
 21. Красная книга Республики Коми / отв. ред. С. В. Дёгтева. – Сыктывкар, 2019. – 768 с.

References

1. Druzhinina, O. A. Ohrana rastitelnogo pokrova Krajnego Severa: problemy i perspektivy [Protection of the vegetation cover of the Far North: Problems and prospects] / O. A. Druzhinina, E. G. Myalo. – Moscow : Agropromizdat, 1990. – 176 p.
2. Sumina, O. I. Formirovanie rastitelnosti na tekhnogennyh mestoobitaniyah Krajnego Severa Rossii [Formation of vegetation on technogenic habitats of the Far North of Russia] / O. I. Sumina. – Saint-Petersburg : Inform-Navigator, 2013. – 340 p.
3. Patova, E. N. Processes of natural soil and vegetation recovery on a worked-out open pit coal mine (Bol'shezemel'skaya Tundra) / E. N. Patova, E. E. Kulyugina, S. V. Deneva // Russian Journal of Ecology. – 2016. – Vol. 47, N 3. – P. 228–233. – DOI: 10.1134/S1067413616020119
4. Walton, David W. H. The effects of cryptogams on mineral substrates. / David W. H. Walton // Primary succession on land. Special publication number 12 of British Ecological Society / eds. J. Miles, David W. H. Walton. – London : Blackwell Scientific Publication, 1993. – P. 33–53.
5. Golovenko, E. A. Osobennosti lihenoflory granitnyh i zhelezorudnyh karyerno-otvalnyh kompleksov Krivorozhya [Features of lichenoflora of granite and iron ore quarry-dump complexes of Krivorozhye] / E. A. Golovenko, I. I. Korshikov // Proceedings of the Samara Science Centre of the Russian Academy of Sciences. – 2015. – Vol. 17, № 4 (5). – P. 994–999.
6. Harper, K. A. Natural revegetation on borrow pits and vehicle tracks in shrub tundra, 48 Years following construction of the CANOL No. 1 pipeline, N.W.T., Canada / K. A. Harper, G. P. Kershaw // Arctic and Alpine Research. – 1996. – № 28. – P. 163–171.
7. Rastitelnost Evropejskoj chasti SSSR [Vegetation of the European part of the USSR] / ed. S. A. Gribova [et al.]. – Leningrad : Nauka, 1980. – 425 p.
8. Popov, A. I. Otchet o proizvodstve geologicheskoy syemki masshtaba 1:50000 v Vorkutinskom promyshlennom rajone na territorii listov Q-41-20 A, B, V, G i Q-41-21 A, B, V, G (geologicheskaya syemka chetvertichnyh otlozhenij

- i geomorfologicheskaya syemka) [Report on the production of geological survey on a scale of 1:50000 in the Vorkuta industrial area on the territory of the sheets Q-41-20 A, Б, В, Г and Q-41-21 A, Б, В, Г (geological survey of Quaternary deposits and geomorphological survey)] / A. I. Popov. – Moscow, 1963.
9. Polevoj opredelitel pochv Rossii [Field Soil Manual of Russia]. – Moscow : Soil Institute named after V. V. Dokuchaev, 2008. – 182 p.
 10. Secretareva, N. A. Sosudistye rasteniya Rossijskoj Arktiki i sopredelnyh territorij [Vascular plants of the Russian Arctic and adjacent territories] // N. A. Secretareva. – Moscow : Partnership of Scientific Editions KMK, 2004. – 131 p.
 11. Ignatov, M. S. Checklist of mosses of East Europe and North Asia / M. S. Ignatov, O. M. Afonina, E. A. Ignatova with contributions on regional floras from: A. Abolina, T. V. Akatova, E. Z. Baisheva, L. V. Bardunov, E. A. Baryakina, O. A. Belkina, A. G. Bezgodov, M. A. Boychuk, V. Ya. Cherdantseva, I. V. Czernyadjeva, G. Ya. Doroshina, A. P. Dyachenko, V. E. Fedosov, I. L. Goldberg, E. I. Ivanova, I. Jukoniene, L. Kannukene, S. G. Kazanovsky, Z. Kh. Kharzinov, L. E. Kurbatova, A. I. Maksimov, U. K. Mamatkulov, V. A. Manakyan, O. M. Maslovsky, M. G. Napreenko, T. N. Otnyukova, L. Ya. Partyka, O. Yu. Pisarenko, N. N. Popova, G. F. Rykovsky, D. Ya. Tubanova, G. V. Zheleznova, V. I. Zolotov // *Arctoa*. – 2006. – № 15. – P. 1–130. – DOI: 10.15298/arctoa.15.01
 12. Santesson's checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi / M. Westberg, R. Moberg, M. Myrdal [et al.] // Uppsala : Uppsala University, 2021. – 933 p.
 13. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. / J. Braun-Blanquet. – Wien : New York, 1964. – 865 p. – DOI: 10.1007/978-3-7091-8110-2
 14. Novakovskiy, A. B. Vzaimodejstvie Excel i statisticheskogo paketa R dlya obrabotki dannyh v ekologii [Interaction of Excel and statistical package R for data processing in ecology] / A. B. Novakovskiy // Bulletin of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch RAS. – 2016. – № 3. – P. 26–33.
 15. Vadyunina, A. F. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv [Research methods of soil physical properties] / A. F. Vadyunina, Z. A. Korchagina. – Moscow : Agropromizdat, 1986. – 416 p.
 16. Teoriya i praktika himicheskogo analiza pochv [Theory and practice of soil chemical analysis] / ed. L. A. Vorobyeva. – Moscow : GEOS, 2006. – 400 p.
 17. Uvarov, S. A. Fitomassa lishajnikov i zelenyh rastenij v soobshchestvah vostochnoevropejskih tundr [Phytomass of lichens and green plants in communities of East European tundras] / S. A. Uvarov, A. M. Lapina, O. V. Lavrinenko // *Rastitelnye resursy* [Plant Resources]. – 2021. – Vol. 57, iss. 1. – P. 15–38.
 18. Prisyazhnyuk, S. A. Zhiznennyye formy lishajnikov subarkticheskikh tundr poluostrova Yamal. II. Svyaz' s ekologicheskimi faktorami [Life forms of subarctic tundra lichens on the Yamal Peninsula. II. Relation with ecological factors] / S. A. Prisyazhnyuk // *Botanichesky zhurnal* [Botanical Journal]. – 1996. – Vol. 81, N 4. – P. 48–55.
 19. Andreeva, V. M. Nepodvizhnye zelenye vodorosli (*Chlorophyta*) iz pochv pravoberezhya r. Ortiny (ustye r. Pechory) [Immobile green algae (Chlorophyta) from soils on the right bank of the Ortina River (mouth of the Pechora River)] / V. M. Andreeva // *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy* [News of Lower Plant Systematics]. – 2005. – Vol. 38. – P. 3–7.
 20. Milner, A. M. Interactions and linkages among ecosystems during landscape evolution / A. M. Milner, C. L. Fastie, F. S. Chapin III [et al.] // *BioScience*. – 2007. – Vol. 57, N 3. – P. 237–247. – DOI: 10.1641/B570307
 21. Red Data Book of the Komi Republic / ed. S. V. Degteva. – Syktyvkar, 2019. – 768 p.

Благодарность (госзадание):

Работа выполнена в рамках темы НИР «Криогенез как фактор формирования и эволюции почв бореальных и арктических экосистем европейского Северо-Востока в условиях антропогенных воздействий, глобальных и современных региональных климатических трендов», регистрационный номер: 122040600023-8.

Acknowledgements (state task)

This study was carried out within the framework of the research project “Cryogenesis as a factor in the formation and evolution of soils in the Arctic and boreal ecosystems of the European northeast under the conditions of modern anthropogenic impacts, global and regional climate trends,” registration number: 122040600023-8.

Информация об авторах:

Лиханова Ирина Александровна – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела почвоведения Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 24825147500, <http://orcid.org/0000-0001-8781-4768> (167982, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28; e-mail: likhanova@ib.komisc.ru).

Пыстина Татьяна Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела флоры и растительности Севера Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 25636517000, <http://orchid.org/0000-0003-2215-4724> (167982, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28; e-mail: t.pystina@ib.komisc.ru).

Железнова Галина Виссарионовна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела флоры и растительности Севера Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 8660450200, <http://orchid.org/0000-0002-8208-0838> (167982, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28; e-mail: zheleznova@ib.komisc.ru).

Денева Светлана Валентиновна – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела почвоведения Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 6505890768, <http://orchid.org/0000-0002-1813-7799> (167982, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28; e-mail: deneva@ib.komisc.ru).

About the authors:

Irina A. Likhanova – Candidate of Sciences (Biology), Researcher at the Soil Science Department of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 24825147500, <http://orchid.org/0000-0001-8781-4768> (28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar 167982, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: likhanova@ib.komisc.ru).

Tatiana N. Pystina – Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher at the Department of Flora and Vegetation of the North of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 25636517000, <http://orchid.org/0000-0003-2215-4724> (28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar 167982, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: t.pystina@ib.komisc.ru).

Galina V. Zheleznova – Doctor of Sciences (Biology), Leading Researcher at the Department of Flora and Vegetation of the North of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 8660450200, <http://orchid.org/0000-0002-8208-0838> (28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar 167982, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: zheleznova@ib.komisc.ru).

Svetlana V. Deneva – Candidate of Sciences (Biology), Researcher at the Soil Science Department of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 6505890768, <http://orchid.org/0000-0002-1813-7799> (28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar 167982, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: deneva@ib.komisc.ru).

Для цитирования:

Лиханова, И. А. Лишайники на карьерах южной тундры Северо-Востока европейской части России / И. А. Лиханова, Т. Н. Пыстина, Г. В. Железнова [и др.] // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экспериментальная биология и экология». – 2024. – № 9 (75). – С. 39–50.

For citation:

Likhanova, I. A. Lishainiki na karyerakh yuzhnoi tundry severo-vostoka evropeiskoi chasti Rossii [Lichens in quarries of the south tundra subzone of the European North-East of Russia] / I. A. Likhanova, T. N. Pystina, G. V. Zheleznova, S. V. Deneva // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Experimental Biology and Ecology". – 2024. – № 9 (75). – P. 39–50

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 23.09.2024

Принято решение о публикации: 07.10.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 23.09.2024

Accepted: 07.10.2024