

УДК 502.5:582.29(571.63)

ЛИШАЙНИКОВЫЙ ПОКРОВ ПРИХАНКАЙСКОЙ РАВНИНЫ КАК КАЧЕСТВЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ (ЮГ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ)

Скирина И.Ф., Родникова И.М., Скирин Ф.В.

ФГБУН «Тихоокеанский институт географии» Дальневосточного отделения
Российской академии наук, Владивосток, e-mail: sskirin@yandex.ru

В статье рассматривается использование лишайников для качественной оценки состояния природной среды на Приханкайской равнине. На 32 контрольных участках было изучено видовое разнообразие, проективное покрытие, жизненное состояние, соотношение экологических групп видов, по-разному относящихся к загрязнению, а также рассчитан коэффициент встречаемости, кислотно-щелочные свойства коры дуба. В исследуемом районе выявлено 242 вида лишайников, относящихся к пяти субстратным группам: эпифитные (151 вид), эпилитные (47), эпигейные (34), эпиксильные (10), эпибриофитные (2 вида). С помощью кластерного анализа были проанализированы все параметры, используемые при описании лишайникового покрова для каждого исследованного участка. В результате анализа все участки объединились в три группы. Участки первой группы характеризуются высоким видовым разнообразием и проективным покрытием, хорошим жизненным состоянием, реакция коры дуба близка к фоновой, в лишайниковом покрове преобладают виды, характерные для малонарушенных местообитаний. На участках второй группы сохраняется высокое проективное покрытие и незначительное преобладание видов устойчивых к слабому уровню загрязнения, отмечено снижение видового разнообразия, подкисление субстрата и ухудшение жизненного состояния лишайникового покрова. Для участков третьей группы характерно подкисление субстрата, низкое видовое разнообразие и проективное покрытие, преобладание лишайников, устойчивых к более высокому антропогенному влиянию и угнетённое состояние талломов. Отмечена общая тенденция к смене лишайников менее устойчивых к антропогенному воздействию на виды более устойчивые. Отмечено почти повсеместное распространение нитрофильных лишайников, развивающихся в условиях повышенного содержания соединений азота. Состояние лишайникового покрова может служить индикатором изменений природной среды под антропогенным воздействием.

Ключевые слова: лишайники, индикация антропогенного воздействия, юг Дальнего Востока России

LICHEN COVER OF PRIKHANKAYSKAYA VALLEY AS INDICATOR OF ENVIRONMENT QUALITY (SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST)

Skirina I.F., Rodnikova I.M., Skirin F.V.

*Pacific geographical institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok,
e-mail: sskirin@yandex.ru*

The application of lichens to estimate environment quality of Prikhankaysakaya valley is considered in the paper. We determined species diversity, projective cover, vitality, the ratio of different ecological species groups, as well as occurrence coefficient and pH of oak bark on each of the 32 control sites. A total of 242 lichen species were found in the study area. They belong to five substrate groups: 151 species are epiphytic, 47 ones are epilithic, 34 lichens are epigeic and 2 species are epibryophytes. Cluster analysis was performed by using all determined parameters of lichen cover at each control site. As the result of cluster analysis we have three groups of sites. The first group is characterized by high species diversity and cover, good vitality, pH of oak bark corresponds to unpolluted area, species of natural habitats dominate in lichen cover. The second group is still characterized by high lichen projective cover and the dominance of low anthropogenic tolerant species, but declining species diversity, acidification of bark and lichen vitality is getting worse. The sites of the third group have lower pH value, low species diversity and projective cover as well as the dominance of high anthropogenic tolerant species and injured thalli. We observe the tendency to replace natural lichen species with anthropogenic tolerant species. Nitrophilous lichens which prefer high nitrogen concentrations are becoming common. The lichen cover conditions can be used as indicator of environmental changes under anthropogenic influence.

Keywords: lichens, indication of anthropogenic influence, south of the Russian Far East

Приханкайская равнина расположена в юго-западной части Приморского края и занимает территорию, примыкающую к оз. Ханка – крупнейшему пресноводному водоему Дальнего Востока. Равнину обрамляют предгорья хребта Сихотэ-Алинь и Восточно-Маньчжурских гор. Для территории характерен муссонный климат, но защищенность горами от летнего муссона и малая мощность снежного покрова

способствуют частичной ксерофитизации условий. Растительность имеет лесостепной характер. В предгорьях преобладают широколиственные леса из дуба, но также распространены ясеновые, осиновые, липовые, смешанные долинны, кедрово-широколиственные леса. Среди дубовых лесов небольшими массивами растёт сосна густоцветковая, занимающая вершины сопков или каменистые обнажения. В преде-

лах озерно-аккумулятивной равнины преобладают луга [1].

Негативное антропогенное влияние в районе исследования оказывают ежегодные низовые пожары, печное отопление, автотранспорт, распашка полей и внесение удобрений, региональный перенос поллютантов от крупных населенных пунктов (городов – Уссурийска, Спасска-Дальнего, Лесозаводска и др.), а также трансграничный перенос загрязняющих веществ с территорий Китая, Кореи. Среди выбросов, поступающих в атмосферу, основную часть составляют оксиды углерода, серы, азота, углеводороды [2].

Эпифитные лишайники широко используются для оценки современного состояния экосистем, так как являются одними из наиболее чувствительных их компонентов, реагирующих на любые изменения экологического равновесия [3, 4]. Цель работы – оценить современное состояние природной среды Приханкайской равнины с помощью методов лишайноиндикации.

Планомерное изучение лишайников Приханкайской равнины начато нами в 2004 г. и продолжено в 2008–2016 гг. Было заложено 32 контрольных участка размером 20х20 м по стандартным методикам [5, 6] (рис. 1). Описание лишайников проводилось на доминирующих форофитах, на высоте 130 см, на пробных площадках 20х20 см. Для каждого вида отмечались: жизненная форма таллома, жизненное состояние, проективное покрытие, а также учитывалось отношение вида к загрязнению. На исследованных участках выявлено соотношение здоровых и угнетённых талломов. Рассчитан коэффициент встречаемости $R = a \cdot 100/N$, где R – коэффициент встречаемости, a – число контрольных участков, где данный вид встречается, N – общее число участков. Помимо эпифитных видов проведены исследования и других экологических групп лишайников: эпилитных, эпигейных, эпибриофитных. Всего сделано более 160 описаний, собрано около 1000 образцов лишайников. Жизненное состояние оценивалось по 5-балльной шкале [5]: 1 балл – слоевище полностью разрушено; 2 балла – слоевище сильно повреждено (более 50%), разрушен верхний коровой слой, изменен цвет слоевища; 3 балла – разрушено менее 50% слоевища; 4 балла – лишайник угнетён – слоевище деформировано; 5 баллов – слоевище здоровое. Лишайниковые группировки были описаны на основных и сопутствующих древесных породах.

Определение pH коры форофитов проводилось по методике В.В. Горшкова [7]. Видовая принадлежность лишайников определялась по общепринятой методике [6]. Группировка исследованных участков на основе кластерного анализа и расчет средних выполнены в программе SPSS 13.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Видовое разнообразие лишайников – важный показатель при лишайноиндикационных исследованиях. До настоящего времени лишайнофлора Приханкайской равнины насчитывала 222 вида [8]. В результате исследования список лишайников составил 242 вида. На участках число лишайников находится в диапазоне от 5 до 69 видов (таблица).

Субстрат является лимитирующим фактором микросреды обитания у лишайников. Чем более разнообразны субстратные условия района, тем богаче лишайнофлора. На основании субстратной приуроченности лишайников выделено 5 экологических групп: эпифитные (151 вид), эпилитные (47), эпигейные (34), эпиксилые (10), эпибриофитные (2 вида). Доминируют эпифитные лишайники, что обусловлено преобладанием древесной растительности. Отмечено присутствие многих эпифитных лишайников на не свойственном им каменистом субстрате, что связано, очевидно, с неблагоприятными условиями произрастания. Бедность эпигейдов и эпиксилых или их полное отсутствие объясняется как сомкнутостью травянистого покрова, препятствующего развитию лишайников, так и частыми низовыми пожарами, при которых сгорает субстрат (гниющая древесина).

Биоморфологическая структура лишайников – результат длительных эволюционных изменений в процессе адаптации к условиям среды. В резко континентальных, аридных, арктических и высокогорных областях преобладают накипные лишайники; во влажных тепло-умеренных и тропических климатических зонах – листоватые; более северным и достаточно мезофильным ландшафтам присуще доминирование кустистых лишайников. Из 242 видов лишайников Приханкайской равнины 104 вида относятся к накипным жизненным формам, 96 – к листоватым, и 44 – к кустистым. Такое распределение жизненных форм связано, скорее всего, с расположением района исследований в лесостепной зоне.

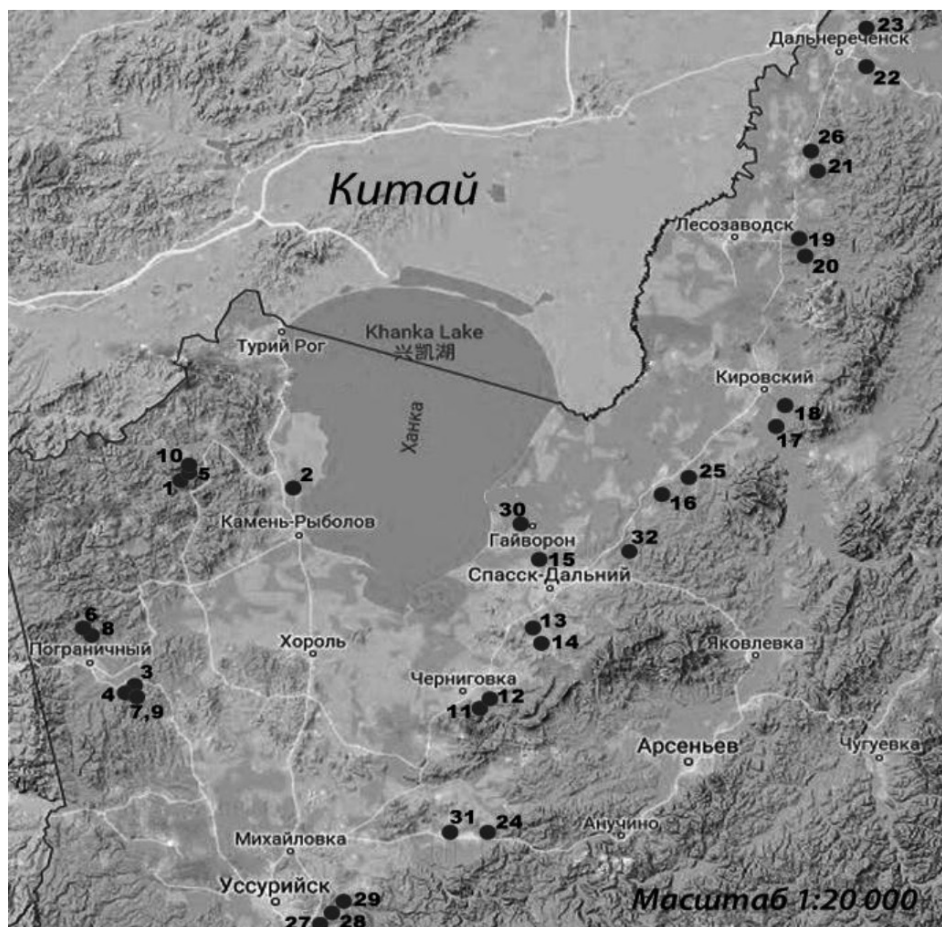


Рис. 1. Район исследования (• – точки описаний и сбора лишайников в окрестностях географических и населенных пунктов): 1) г. Синяя; 2) Троицкое; 3–4, 7, 9) долина р. Нестеровка (окрест. с. Сергеевка); 5) г. Синяя (к югу от вершины); 6, 8) долина р. Крепостная; 10) г. Синяя (вершина); 11) Грибное; 12) Горный хутор; 13) долина р. Кулишовка; 14) междуречье р. Евсеевка и Кулишовка; 15) долина р. Одарка; 16) Никитовка; 17) Подгорное; 18) Преображенка; 19) Тургенево; 20) Орловка; 21) Ильмовка; 22) Веденка; 23) Речное; 24) Лубянка; 25) Афанасьевка; 26) Невское; 27) Боневурово; 28) Глуховка; 29) Раковка; 30) Гайворон; 31) Ивановка; 32) Бусевка

Для качественной оценки состояния природной среды использовались в основном эпифитные лишайники. Остальные группы дополнили картину. Самыми распространёнными эпифитами являются: *Candelaria concolor* (Dicks.) Stein (R = 93,8%), *Rinodina archaea* (Ach.) Arnold (R = 90%), *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Phaeophyscia hirtuosa* (Kremp.) Essl. (R = 81,3%), *Myelochroa aurulenta* (Tuck.) Elix et Hale, *Physconia detersa* (Nyl.) Poelt (R = 84,4%), *Myelochroa subaurulenta* (Nyl.) Elix et Hale (R = 78,1%), *Lecanora allophana* Nyl., *Physconia leucoleiptes* (Tuck.) Essl. (R = 75%). Эти виды способны выдерживать значительные колебания факторов среды. Очень редко встречаются 34 вида, например: *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal., *Phaeophyscia*

trichophora (Hue) Essl., *P. spinellosa* Kashiw. и др. (R = 3,1%).

Среди морфологических групп эпифитных лишайников преобладают листоватые (82) и накипные (63) виды. Кустистых лишайников обнаружено 6 видов (таблица).

На основе индивидуальной реакции лишайников на антропогенное воздействие виды разделены на 4 экологических группы: I) устойчивые к высокому уровню загрязнения; II) устойчивые к среднему уровню загрязнения; III) устойчивые к слабому уровню загрязнения; IV) чувствительные к загрязнению виды [9]. Соотношение видов из разных экологических групп позволяет выявить изменения, происходящие в лишайниковом покрове. В целом на исследованной территории преобладают

виды III (64 вида, или 43,8%) и IV (41 вид – 28,1%) групп. На долю видов первой группы приходится 8,2% (12 видов), на долю группы II – 19,9% (29 видов). Из I группы наиболее распространёнными являются: *Lep-raria incana* (L.) Ach., *Phaeophyscia hirtuosa*, *P. rubropulchra* (Degel.) Essl., *Physciella mel-anchra* (Hue) Essl., которые отмечены почти на всех участках. Во II группе самыми рас-пространёнными являются *Candelaria con-color*, *Flavoparmelia caperata*, *Myelochroa aurulenta*, *Physconia detersa*. В III группе наиболее часто встречаются *Flavopunctelia flaventior* (Stirt.) Hale, *Melanelixia huei* (Asa-hina) O. Blanco et al., *Phaeophyscia hispidula* (Ach.) Essl. Из лишайников IV группы чаще всего встречаются: *Evernia mesomorpha* Nyl., *Physconia subpulverulenta* (Szatala) Poelt.

При проведении лишеноиндикационных исследований нами учитывались кислотно-щелочные свойства субстрата, являющиеся одной из существенных характеристик местообитаний эпифитных лишайников. Изменение pH субстрата ведет к изменению лишайниковых сообществ. Так, замещение нейтрофитов ацидофильными видами указывает на кислотное загрязнение. На исследованных участках pH коры дуба имеет приблизительно нейтральное значение (от 5,6 до 6,7, в среднем 6,1). Если сравнить показания pH коры дуба с данными по фоно-вым территориям (Сихотэ-Алинский запо-ведник (6,7), заповедник «Бастак» (6,8)), то в районе исследования отмечается подкис-ление субстрата [9]. На отдельных участках значения кислотности коры различаются.

Характеристика лишайников на Приханкайской равнине на основании лишеноиндикационных данных

№ участка	Число видов				Среднее п.п. %	Ж.с. балл (доминирует)	Число видов в экологических группах лишайников по отношению к загрязнению				Угнетенные и здоровые талломы в %		Группа участков
	Общее	л	н	к			I	II	III	IV	угне-тенные	здоровые	
1	21	16	5	0	75	2-5(5)	3	8	5	5	57,1	42,9	2
2	49	28	18	3	65	2-5(5)	7	16	19	7	67,4	32,7	2
3	35	21	12	2	50	2-5(4)	6	12	14	3	57,1	42,9	3
4	17	11	6	0	30	2-5(5)	5	9	3	0	52,9	47,1	3
5	42	27	15	0	100	3-5(5)	4	15	17	6	69,0	31,0	2
6	24	17	7	1	75	2-5(5)	2	10	10	2	62,5	37,5	2
7	38	23	14	1	30	2-5(5)	6	14	15	3	57,9	42,1	3
8	38	26	10	2	60	2-5(5)	6	14	16	2	84,2	15,7	2
9	10	8	2	0	50	2-5(5)	4	6	0	0	50,0	50,0	2
10	56	32	23	1	100	2-5(5)	4	11	28	13	39,3	60,7	1
11	64	33	30	1	50	2-5(5)	8	19	25	12	34,4	65,6	1
12	47	26	21	1	29	2-5(5)	8	19	15	5	41,7	58,3	3
13	19	11	8	0	90	2-5(5)	1	8	7	3	31,6	68,4	2
14	10	7	3	0	70	2-5(5)	1	3	4	2	50,0	50,0	2
15	32	19	12	1	85	2-5(5)	2	11	17	2	54,5	45,5	2
16	56	38	17	1	90	3-5(5)	5	20	27	4	51,8	48,2	1
17	58	32	24	2	70	2-5(5)	6	21	23	8	44,8	55,2	1
18	30	17	13	0	10	2-5(5)	4	13	12	1	43,3	56,7	3
19	34	19	15	0	25	2-5(5)	4	15	11	4	64,7	35,3	3
20	69	37	30	2	80	2-5(5)	7	19	28	15	55,9	44,1	1
21	58	34	21	3	30	2-5(5)	8	23	24	3	62,1	37,9	3
22	5	3	2	0	35	2-5(5)	1	3	1	0	40,0	60,0	3
23	16	9	6	1	10	2-5(4)	3	8	4	1	68,8	31,2	3
24	50	25	24	1	22	2-5(5)	5	18	23	4	42,0	58,0	3
25	53	29	22	2	15	2-5(5)	7	19	22	5	37,7	43,3	3
26	57	34	20	3	30	2-5(5)	7	19	27	4	51,8	48,2	3
27	24	13	10	1	50	2-5(5)	4	12	6	1	75,0	25,0	2
28	31	17	13	1	15	2-5(5)	4	15	10	2	61,3	38,7	3
29	33	15	16	2	35	2-5(3)	6	15	9	3	57,6	42,4	3
30	37	18	17	2	45	2-5(5)	6	15	12	2	48,7	51,3	3
31	56	35	17	4	50	2-5(5)	6	17	29	4	69,6	30,4	2
32	7	4	2	1	17	3-5(4)	0	1	6	0	28,6	71,4	3

С помощью кластерного анализа проанализированы все параметры, используемые при описании лишайникового покрова для каждого исследованного участка (таблица, рис. 2). В результате анализа все участки объединились в три группы. В первую группу входит пять участков (рис. 2). Для данной группы характерно наиболее высокое видовое разнообразие (от 56 до 69 видов, в среднем 60,6) и проективное покрытие (от 50 до 100%, в среднем 78%) (рис. 3). Жизненное состояние находится в интервале 2–5 баллов, при этом доминирует балл 5, за исключением участка 16, где интервал находится в пределах 3–5 баллов. Преобладают лишайники, устойчивые к слабому уровню загрязнения (в среднем 26,2). Для первой группы участков характерны лишайники со здоровыми талломами, они составляют 54,76%. Значение рН коры дуба в среднем равно 6,6, что близко к таковым по фоновым территориям. Помимо эпифитных лишайников отмечено высокое видовое разнообразие лишайников из других субстратных групп: эпилитные (28 видов), эпигейные (33), эпиксильные (1) и эпибриофитные (1). Их присутствие указывает на то, что влияние антропогенных факторов, в частности пожаров, незначительно. В целом участки первой группы характеризуются высоким видовым разнообразием и проективным покрытием, лучшим состоянием лишайникового покрова и являются менее антропогенно нарушенными.

Вторая группа представлена 11 участками (рис. 2, таблица). На данных участках отмечено значительное варьирование

видового разнообразия (от 10 до 56 видов, в среднем 29,55), при этом наблюдается высокое проективное покрытие (от 50 до 100%, в среднем 70,0%) (рис. 3). Жизненное состояние находится в интервале 2–5 баллов, доминирует балл 5, за исключением участка 5 (интервал составляет 3–5 баллов, доминирует балл 5). Среди экологических групп лишайников незначительно преобладают устойчивые к слабому уровню загрязнения (в среднем 11,82), хотя на некоторых участках (1,13,27) их меньше, чем видов, устойчивых к среднему уровню загрязнения, или они вовсе отсутствуют (участок 9). В целом лишайники, устойчивые к значительному уровню антропогенного воздействия (экологические группы I, II), составляют равную долю с лишайниками относительно естественных местообитаний (группы III, IV). Для второй группы участков характерны в большей степени лишайники с угнетёнными талломами (в среднем они составляют 60,9%). Значение рН коры дуба составляет в среднем 5,8, что связано, скорее всего, с подкислением субстрата, вызванного влиянием поллютантов. Помимо эпифитных, отмечены эпилитные (18 видов), эпигейные (3), эпиксильные (2) и эпибриофитные (1) лишайники. На данных участках сохраняется высокое проективное покрытие и незначительное преобладание видов, устойчивых к слабому уровню загрязнения. Однако, по сравнению с участками первой группы, здесь отмечено снижение видового разнообразия и ухудшение жизненного состояния лишайникового покрова.



Рис. 2. Дендрограмма сходства участков по показателям состояния эпифитных лишайников на Приханкайской равнине

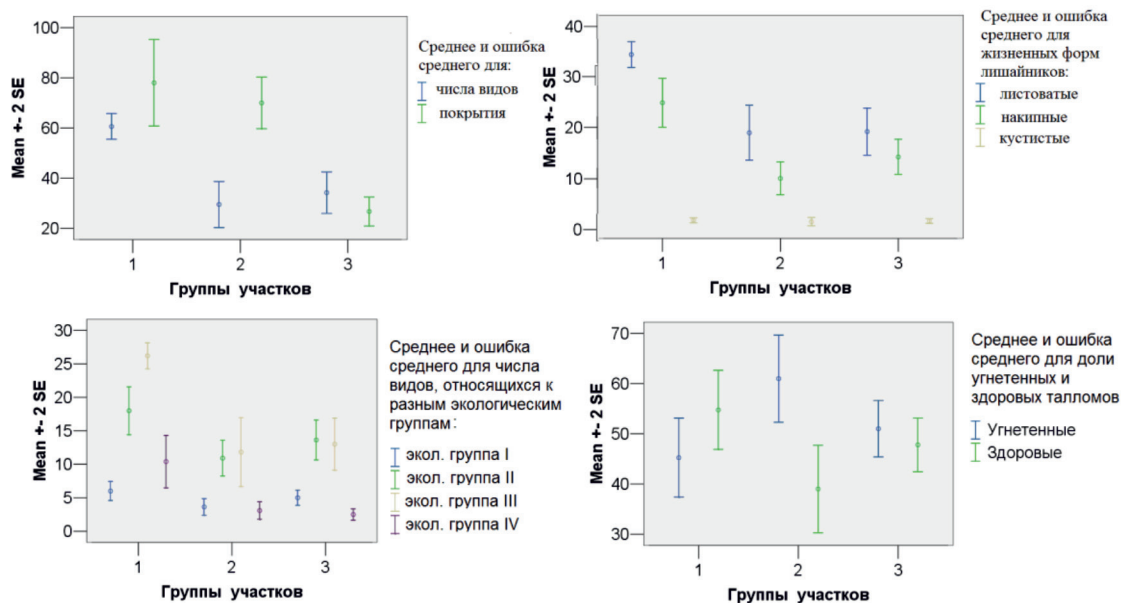


Рис. 3. Значения среднего и ошибки среднего изученных параметров лишайникового покрова для трёх групп участков

В третью группу входит 16 участков (рис. 2, таблица). Количество видов на этих участках сильно варьирует (от 5 до 58, в среднем составляет 34,25) и наблюдается заметное снижение проективного покрытия (от 10 до 50%, в среднем 26,75%) (рис. 3). Жизненное состояние находится в интервале 2–5 баллов, где доминирует балл 5, за исключением участков 3 и 23, где интервал составляет 2–5 баллов и доминирует балл 4; 29 (интервал 2–5, доминирует 3 балла), 32 (3–5, доминирует 4 балла). На участках третьей группы лишайники, устойчивые к антропогенному воздействию (группы I, II), преобладают над видами естественных местообитаний (группы III, IV). Лишайники с угнетёнными талломами (в среднем они составляют 51,01%) немного преобладают над лишайниками со здоровыми талломами (47,8%). Кислотность коры дуба составляет в среднем 5,8, что объясняется, скорее всего, подкислением субстрата, вызванного антропогенным влиянием. Отмечены эпилитные (13 видов), эпигейные (19), эпиксильные (2) и эпибриофитные (1) лишайники. Характерно низкое видовое разнообразие и проективное покрытие, преобладание лишайников, устойчивых к более высокому антропогенному влиянию и угнетенное состояние талломов. Отмечена общая тенденция к смене лишайников менее устойчивых к антропогенному воздействию

на виды более устойчивые. Так, пармелиидные лишайники, например *Parmelia saxatilis* (L.) Ach. и *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy, заменяются фисциоидными видами – *Physciella melanchra*, *Phaeophyscia rubropulchra*, *P. hirtuosa*, *Physconia detersa*.

Заключение

Таким образом, для исследованного района отмечено высокое видовое разнообразие эпифитных лишайников с высоким проективным покрытием, а также присутствие видов, устойчивых к разной степени антропогенной нагрузки. Угнетение лишайников отмечено почти повсеместно. Наше исследование позволило разделить изученные участки на три группы по состоянию лишайникового покрова. Относительно фоновые участки (группа I), для которых характерно большое видовое разнообразие не только эпифитных видов, но и лишайников из других субстратных групп, высокое проективное покрытие и преобладание здоровых талломов встречаются редко и отмечены на удалённых от жилья и транспортных магистралей территориях. На участках со средним антропогенным воздействием (группа II) отмечается снижение видового разнообразия, при высоком проективном покрытии, ухудшение жизненного состояния, преобладание угнетённых талломов над здоровыми. Снижается число видов из

других экологических групп. Большинство участков испытывают более сильное антропогенное воздействие (группа 3). Они характеризуются значительным снижением всех показателей по сравнению с другими участками.

На Приханкайской равнине отмечена общая тенденция к смене лишайников менее устойчивых к антропогенному воздействию на виды более устойчивые. На многих участках описания присутствуют нитрофильные лишайники *Candelaria concolor* и *Xanthoria parietina*, которые являются показателем повышенного содержания соединений азота в воздухе. На исследованной территории эти виды встречаются практически повсеместно с большим проективным покрытием.

Лихеноиндикационные исследования позволили провести качественную оценку современного состояния природной среды на Приханкайской равнине и отметить существенное антропогенное влияние. На данной территории проявляется как сильное кратковременное антропогенное воздействие, приводящее к гибели лишайников, так и долговременное влияние, приводящее к их угнетению.

Список литературы / References

1. Куренцова Г.А. Растительность Приханкайской равнины и окружающих ее предгорий. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 139 с.
2. Кундратев И.И. Трансграничный атмосферный перенос аэрозоля и кислотных осадков на Дальний Восток России. Владивосток: Дальнаука, 2014. 300 с.
3. Kondratiev I.I. Transboundary atmospheric transport of aerosol and acid rain to the Far East of Russia. Vladivostok: Dalnauka, 2014. 300 p. (in Russian).
4. Giordani P., Brunialti G., Bacaro G., Nascimbene J. Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 18. P. 413–420. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.12.006.
5. Skirina I.F., Skirina I.F. Lichenoidication of anthropogenic impact on natural complexes in the islands of the Peter the Great Gulf (Sea of Japan). *Geography and natural resources*. 2014. Vol. 35. no. 4. P. 337–342. DOI: 10.1134/S1875372814040052.
6. Скирина И.Ф., Коженкова С.И., Родникова И.М. Эпифитные лишайники Приморского края и использование их в экологическом мониторинге. Владивосток: Дальнаука, 2010. 150 с.
7. Skirina I.F., Kozhenkova S.I., Rodnikova I.M. Epiphytic lichens of Primorsky kray and their application in environmental monitoring. Vladivostok: Dalnauka, 2010. 150 p. (in Russian).
8. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / отв. ред. М.П. Андреев, Д.Е. Гимельбрант. М., СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 392 с.
9. The lichenflora of Russia: Biology, ecology, diversity, distribution and methods of studying. *Otv. red. M.P. Andreev, D.E. Gimelbrant. M., SPb.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2014. 392 p. (in Russian).*
10. Горшков В.В. Использование эпифитных лишайников для индикации атмосферного загрязнения (Методические рекомендации). Апатиты, 1991. 195 с.
11. Gorshkov V.V. Application of epiphytic lichens for atmospheric pollution indication (Methodology recommendations). Apatity, 1991. 195 p. (in Russian).
12. Скирина И.Ф., Родникова И.М., Скирин Ф.В. Видовой состав лишайников Приханкайской равнины (Приморский край) // Новости систематики низших растений. 2009. Вып. 43. С. 213–228.
13. Skirina I.F., Rodnikova I.M., Skirin F.V. Lichen species from Prikhankaiskaya valley (Primorie territory) // *Novosti sistematiki nizshykh rastenii*. 2009. Issue. 43. P. 213–228 (in Russian).
14. Скирина И.Ф., Скирин Ф.В. Изучение видового состава эпифитных лишайников и кислотно-щелочных свойств коры дуба монгольского (на примере юга Дальнего Востока России) // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы всероссийской конференции. Часть 2: Альгология. Микология. Лиخنология. Бриология. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 234–238.
15. Skirina I.F., Skirin F.V. Investigation of epiphytic lichen species and acid-based quality of *Quercus mongolica* bark (a case study in the south of the Russian Far East) // *Fundamental and applied problems of botany at the beginning of the 21st century: Materials of the All-Russian conference. Part 2: Algology. Mycology. Lichenology. Briology. Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr RAN, 2008. P. 234–238 (in Russian).*