

7. Kuz'min P.A., Sharifullina A.M., Hazeev M.S. Issledovanie aktivnosti peroksidazy v list'jah berezy povisloj v uslovijah tehnogennoj sredy // Nauka i obrazovanie XXI veka: sb. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – 2014. – S. 34–36.
8. Erofeeva E.A., Shapovalova K.V. Mnogoletnij sravnitel'nyj analiz ustojchivosti Betula pendula (Betulaceae, fagales) i Tilia cordata (Malvaceae, malvales) k avtotransportnomu zagryazneniju // Povolzhskij jekologicheskij zhurnal. – 2015. – № 4. – S. 390–399.
9. Marakaev O.A., Smirnova N.S., Zagoskina N.V. Technogenic stress and its effect on deciduous trees (an example from parks in Yaroslavl) // Russian Journal of Ecology. – 2006. – T. 37. – № 6. – S. 373–377.
10. Tsandekova O.L., Neverova O.A. Photosynthetic capacity of woody plants as an indicator of total atmospheric pollution in an urban environment // Contemporary Problems of Ecology. – 2010. – T. 3. – № 2. – S. 141–143.
11. Gavrilenko V.F., Zhigalova T.V. Bol'shoj praktikum po fotosintezu. – M., 2003. – 256 s.
12. Nekrasova G.F., Kiseleva I.S. Jekologicheskaja fiziologija rastenij: rukovodstvo k laboratornym i prakticheskim zanjatijam. – Ekaterinburg: Izd-vo UrGU, 2008. – S. 28–29.
13. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Jarosh N.P. i dr. Metody biohimicheskogo issledovanija rastenij. – L., 1987. – S. 41–43.
14. Zaripova R.S., Kuz'min P.A. Osobennosti fenologii i fiziologo-biohimicheskie harakteristiki Betula pendula (Betulaceae) v uslovijah g. Naberezhnye Chelny (Respublika Tatarstan) // Rastitel'nye resursy. – 2016. – T. 52. – № 1. – S. 124–134.
15. Galibina N.A., Celishheva Ju.L., Andreev V.P. i dr. Aktivnost' peroksidazy v organah i tkanjah derev'ev berezy povisloj // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. «Estestvennye i tehnicheckie nauki». – 2013. – № 4 (133). – S. 7–13.
16. Lei Ja. Fiziologicheskie otvety Populus przewalskii na okislitel'nyj stress, vyzvannyj zasuhoj // Fiziologija rastenij. – 2008. – T. 55. – № 6. – S. 945–953.



УДК 571.511 + 581.526.33 +504.054

Л.В. Карпенко

ОЦЕНКА НАРУШЕННОСТИ МОХОВО-ЛИШАЙНИКОВОГО ЯРУСА БОЛОТ КРИОЛИТОЗОНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

L.V. Karpenko

THE ASSESSMENT OF DISTURBANCE IN MOSS-LICHEN LAYER OF CRYOLITEZONE FENS DEPENDING ON ANTHROPOGENIC STRESS

Карпенко Л.В. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск. E-mail: karp@ksc.krasn.ru

Karpenko L.V. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Institute of Wood named after V.N. Sukachyov, SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: karp@ksc.krasn.ru

Представлены результаты экспертного исследования современного состояния мохово-лишайникового покрова болот северной тайги и лесотундры, находящихся в зоне аэротехногенных выбросов предприятий Норильского промышленного района (НПР). Впервые приведен видовой состав, проективное покрытие и высота мохово-лишайникового яруса болот фоновых, слабо- и сильно загрязненных тер-

риторий. Установлено, что на болотах, значительно удаленных от НПР, экологическое состояние этого яруса соответствует зональному. Об этом свидетельствует богатый видовой состав и полное проективное покрытие мхами гряд и мочажин болот, обильные кустистые и листоватые лишайники. На болотах, расположенных в зоне факела выбросов, отчетливо проявляется дигрессия мхов и

лишайников. На положительных формах микрорельефа – грядах и мерзлых буграх, произошло их полное выпадение. В сухих и умеренно влажных мочажинах наблюдается снижение видового разнообразия и общего проективного покрытия мхов, значительное уменьшение их высоты. Проанализировано валовое содержание меди, никеля, кобальта, свинца и серы во мхах и лишайниках болот района исследования. Установлено, что по мере приближения ключевых участков к источнику выбросов концентрация тяжелых металлов во мхах и лишайниках увеличивается по сравнению с фоном в десятки и сотни раз. Выявлено, что морфологические деструкции мохово-лишайникового яруса на болотах, находящихся в эпицентре выбросов, хорошо согласуются с данными по содержанию загрязнителей во мхах и лишайниках. А содержание валовой серы во мхах и лишайниках исследованных болот сильно варьирует и не зависит от их удаленности от НПП.

Ключевые слова: ключевой участок, болота, видовой состав мхов и лишайников, концентрация элементов-загрязнителей, деструкция мохово-лишайникового яруса.

The results of an expert study of the present status in the moss-lichen cover of the northern tundra and forest-tundra fens in the zone of anthropogenic emissions from factories of Norilsk industrial region (NIR) are given in this paper. Species composition, projective cover degree and the height of the moss-lichen layer in fens of the background, weak- and heavily polluted areas are presented for the first time. It was found that on the fens, greatly remote from NIR, ecological state of the layer corresponds to the zonal one. Rich species composition and total projective covering of the ridges and pools by mosses, also a plenty of fruticose and foliose lichens show it. Degression of mosses and lichens is clearly observed on fens in the zone of emission plumes. Their complete extinction took place on positive micro-relief forms, i.e. on the ridges and frozen mounds. The decrease of species diversity and of total projective moss cover degree, also their height lessening was observed in dry and moderately wet pools. The total copper, nickel, cobalt, lead, sulphur in mosses and lichens of fens in the region of the study was thoroughly analyzed. It was established that as the key plots were located nearer to the emission source, heavy metal concentration increased in mosses and li-

chens tens and hundreds times as compared to the background. It was revealed that morphological destructions of the moss and lichen layer on fens in the emission epicenter coincide well with the data on pollutant amount in mosses and lichens. And the total sulphur amount in mosses and lichens in studied fens greatly varies and does not depend on their distance from NIR.

Keywords: a key plot, fens, species composition of mosses and lichens, pollutants elements concentration, moss and lichen layer destruction.

Введение. Мохово-лишайниковый напочвенный покров лесных и болотных экосистем северной тайги и лесотундры является своеобразным экраном, который эффективно поглощает и удерживает загрязнители, поступающие из атмосферы [1, 2]. Поэтому в районах, находящихся в зоне влияния воздушно-пылевых выбросов металлургических заводов, именно мхи и лишайники из-за своей чувствительности к загрязнению исчезают первыми. Внешними признаками деградации мохово-лишайникового яруса при увеличении антропогенной нагрузки является снижение его проективного покрытия, резкое уменьшение видового разнообразия, морфологическая деструкция мхов и лишайников и их выпадение из экосистем болот [3, 4].

Цель исследования: экспертное исследование современного состояния лишайникового покрова болот северной тайги и лесотундры, находящихся в зоне азротехногенных выбросов предприятий Норильского промышленного района.

Задачи исследования: дать характеристику современного состояния и видовой структуры мохово-лишайникового покрова болот, находящихся в зоне факела выбросов предприятий Норильского промышленного района (НПП); 2) оценить валовое содержание меди, никеля, кобальта, свинца и серы во мхах и лишайниках; 3) проанализировать основные тенденции дегрессии мохово-лишайникового яруса болот в ответ на усиление антропогенного воздействия.

Объекты и методы исследования. Ключевые участки (кл. уч.) расположены на расстоянии от 31 до 246 км от НПП в южном, юго-восточном и юго-западном направлениях в пределах координат 67°22'–69°07' с.ш, 86°47'–88°49' в.д. Наиболее удаленными кл. уч. являются «Черная» (226 км на юго-запад) и «Горбиачин» (246 км на юг). Они являются фоновыми. Кл. уч. «Тукаланда» расположен в районе Хантайского водохранилища (142 км на юг), кл. уч. «Кета-Ирбо» – в западных

отрогах плато Путорана (80 км на восток). Оба этих участка находятся в зоне слабой нарушенности. Кл. уч. «Рыбная» расположен в центральной части Норильской котловины (31 км на юг) и испытывает максимальную антропогенную нагрузку.

Методика отбора образцов мхов и лишайников для индикации описаны ранее [5]. В качестве биоиндикаторов служили зеленые мхи: виды родов *Drepanocladus*, *Dicranum*, *Polytrichum*, *Aulacomnium* и др., сфагновые мхи: *Sphagnum fuscum* (Schmp.) Klinggr., *S. rubellum* Wils., *S. warnstorffii* Russ., *S. angustifolium* (Russ.) C. Jens. и кустистые лишайники – виды родов *Cladina*, *Cladonia* и *Cetraria*. Для идентификации сфагновых и зеленых мхов применялись определители лишайников [6–8]. Концентрацию валовых форм основных загрязняющих веществ – Cu, Ni, Co, Pb и S определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. При сравнительной оценке содержания тяжелых металлов и серы во мхах и лишайниках болот ключевых участков фоном являлся кл. уч. «Черная».

Результаты исследования и их обсуждение. Полевыми исследованиями установлено, что экологическое состояние мохово-лишайникового яруса болот кл. уч. «Черная» и «Горбиачин», находящихся на значительном удалении от НПП, вполне соответствует зональному (табл.). Как из нее следует, проективное покрытие гряд сфагновыми и зелеными мхами составляет 90–100 % с доминированием *Sphagnum fuscum*, а мочажин – 100 % с преобладанием *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst. Обилие кустистых и листоватых видов лишайников на болотах (до 30 % общего покрытия) свидетельствует о благоприятной экологической обстановке на этой территории. На болотах кл. уч. «Тукаланда», несмотря на визуально заметные повреждения кустарничкового яруса (об этом свидетельствует неестественный красно-бурый и фиолетовый цвет листьев болотных кустарничков, сухость и ломкость их краев), в мохово-лишайниковом ярусе не произошло снижения видового состава и проективного покрытия. А вот в моховом ярусе болот кл. уч. «Кета-Ирбо» отмечается небольшое уменьшение видовой насыщенности (15 видов мхов на грядах и мочажинах), а лишайниковый ярус почти не выражен – нами встречено только 3 вида лишайни-

ков, у которых проективное покрытие фиксируется в виде вкраплений.

На болотах кл. уч. «Рыбная», как отмечалось ранее [9] и следует из таблицы, отчетливо проявляются признаки дигрессии мохового яруса. Так, из структуры растительного покрова на торфяных грядах и буграх произошло полное выпадение сфагновых и гипновых мхов, а также лишайников. В мочажинах с проточным типом питания рыхлый моховый ковер, имеющий характер сплавин, представлен только 9 видами зеленых мхов, имеет 60 % общего проективного покрытия, а его наземная высота уменьшилась в 2 раза по сравнению с описанными выше болотами. Мхи, произрастающие в сухих (с деградированным торфом) и умеренно влажных мочажинах, также находятся в угнетенном состоянии.

Рассмотрим далее содержание тяжелых металлов в растительных образцах мхов и лишайников фоновых и загрязненных участков (рис. 1). Анализ концентраций элементов в растениях показал значительное их возрастание по мере приближения ключевых участков к НПП. Например, превышение концентраций над фоном по Cu в сфагновых мхах кл. уч. «Горбиачин» минимально – 1,4 раза. На кл. уч. «Тукаланда» оно составляло уже 2,5 раз, на кл. уч. «Кета-Ирбо» – 3,4 раза, на кл. уч. «Рыбная» – 78,2 раза. А превышение концентраций над фоном всех исследованных элементов во мхах кл. уч. «Рыбная» – значительно (рис 1, Г). Так, в сфагновых мхах превышение по Cu – 78; по Ni – 460; по Co – 213; по Pb – 9 раз. В зеленых мхах эти превышения равны: по Cu – 49; по Ni – 129; по Co – 29 и по Pb – почти в 2 раза.

Проанализируем содержание валовой серы во мхах и лишайниках болот ключевых участков (рис. 2). По литературным данным [10, 11], протяженность ореола рассеяния серы в зоне выбросов предприятий цветной металлургии достигает 160 км и более. Как следует из рисунка 2, количество серы во мхах и лишайниках болот сильно варьирует независимо от удаленности от НПП и достигает высоких концентраций как в фоновых, так и в сильно загрязненных кл. уч. Так, на болотах кл. уч. «Горбиачин», значительно удаленном от источника загрязнений, концентрация серы в зеленых мхах (5540 мг/кг) превышает фоновое значение в 3 раза, а в лишайниках (1270 мг/кг) – в 2 раза.

Видовой состав, высота, см, и проективное покрытие, %, мохово-лишайникового яруса гидроморфных комплексов ключевых участков

Ключевой участок										
Вид растения	Черная		Горбиачин		Тукаланда		Кета-Ирбо		Рыбная	
	Высота	Покрытие	Высота	Покрытие	Высота	Покрытие	Высота	Покрытие	Высота	Покрытие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мхи на грядах										
<i>Aulacomium palustre</i>	5–10	5	–	–	5–10	5	10	5	Мхи отсутствуют	
<i>Hylocomium splendens</i>	–	–	–	–	5–10	Вкрапл.	–	5		
<i>Hylocomium proliferum</i>	–	–	3–5	10	–	–	–	–		
<i>Hypnum lindbergii</i>	–	–	–	–	–	–	10	5		
<i>Pleurozium schreberi</i>	8–10	Вкрапл.	8–10	5	5–8	5	–	–	–	–
<i>Polytrichum strictum</i>	–	–	3–5	10	3–5	5	–	5	–	–
<i>Polytrichum commune</i>	–	Вкрапл.	–	Вкрапл.	–	–	–	–	–	–
<i>Ptilidium ciliare</i>	–	Вкрапл.	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Tomenhypnum nitens</i>	10	Вкрапл.	10	5	10	Вкрапл.	5–8	Вкрапл.	–	–
<i>Sphagnum angustifolium</i>	–	–	8–10	5	5–10	5	–	–	–	–
<i>Sphagnum fuscum</i>	10–15	90	15–20	50	10–15	50	10–15	60	–	–
<i>Sphagnum rubellum</i>	8–10	5	8–10	10	10–15	20	–	–	–	–
<i>Sphagnum russowii</i>	–	–	–	–	8–10	5	–	–	–	–
<i>Sphagnum warnstorffii</i>	–	–	–	–	8–10	5	10–15	20	–	–
Мхи в мочажинах и микрозападинах										
<i>Aulacomium palustre</i>	–	–	–	–	2–3	10	10	20	5	5
<i>Aulacomium turgidum</i>	–	–	–	–	5–8	5	–	–	5	5
<i>Calliergon cordifolium</i>	–	–	10	20	–	–	10	20	–	–
<i>Calliergon sarmentosum</i>	–	–	–	–	5	10	5	10	–	–
<i>Calliergon stramineum</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	3	Вкрапл.
<i>Calliergon trifarium</i>	–	–	Вкрапл.	10	–	–	–	–	–	–
<i>Dicranum congestum</i>	–	–	–	–	5–10	Вкрапл.	5	Вкрапл.	–	–

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Drepanocladus aduncus</i>	10	30	15	Вкрапл.	5–10	10	–	–	5	30
<i>Dicranum elongatum</i>	–	–	10	10	10	20	–	–	–	–
<i>Drepanocladus fluitans</i>	–	–	10	10	7–10	10	–	–	5	10
<i>Drepanocladus lycopodioides</i>	10	20	–	–	7–10	15	–	–	–	–
<i>Drepanocladus revolvens</i>	–	–	–	–	–	–	10-15	20	–	–
<i>Drepanocladus vernicosus</i>	–	–	10	Вкрапл.	7–10	5	5	Вкрапл.	5	10
<i>Hypnum lindbergii</i>	–	–	–	–	–	–	10	20	–	–
<i>Meesia triquetra</i>	–	–	10	10	5–10	5	–	–	3-5	Вкрапл.
<i>Meesia uliginosa</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	5-8	Вкрапл.
<i>Mnium affine</i>	8-10	20	5	Вкрапл.	10	Вкрапл.	–	–	–	–
<i>Paludella squarrosa</i>	–	–	–	–	–	–	5	5	–	–
<i>Scorpidium scorpioides</i>	10	10	5	Вкрапл.	8–10	Вкрапл.	–	–	–	–
<i>Tomenhypnum nitens</i>	–	–	–	–	–	–	8-10	5	5	Вкрапл.
<i>Sphagnum obtusum</i>	–	–	–	–	10–15	Вкрапл.	–	–	–	–
<i>Sphagnum riparium</i>	–	–	5	10	–	–	–	–	–	–
<i>Sphagnum rubellum</i>	15	Вкрапл.	–	–	5–10	5	–	–	–	–
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	–	–	10	10	–	–	–	–	–	–
<i>Sphagnum squarrosum</i>	–	–	–	–	10–15	5	–	–	–	–
<i>Sphagnum teres</i>	–	–	5	20	10–15	Вкрапл.	–	–	–	–
<i>Sphagnum warnstorffii</i>	–	–	–	–	–	–	5-10	Вкрапл.	–	–
<i>Sphagnum acutifolium</i>	10	Вкрапл.	5	Вкрапл.	10	Вкрапл.	–	–	–	–
Лишайники на грядках и мерзлых минеральных буграх										
<i>Cetraria cucullata</i>	3	Вкрапл.	2-3	10	3–5	5	–	–	Лишайники отсутствуют	
<i>Cetraria islandica</i>	5	10-15	3-5	Вкрапл.	3–5	15	5	Вкрапл.		
<i>Cladina arbuscula</i>	–	–	2-3	10	3–5	5	–	–	–	–
<i>Cladonia amaurocraea</i>	5	5	2-3	Вкрапл.	3–5	5	–	–	–	–
<i>Cladonia cenotea</i>	–	–	–	–	3–5	5	–	–	–	–
<i>Cladonia cornuta</i>	–	–	2-3	Вкрапл.	3–5	5	–	–	–	–
<i>Cladonia chlorophaea</i>	–	–	2-3	Вкрапл.	2–3	Вкрапл.	–	–	–	–

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Cladonia crispata</i>	–	–	2–3	Вкрапл.	3–5	Вкрапл.	–	–	–	–
<i>Cladonia gonecha</i>			2–3	Вкрапл.	–	–	–	–	–	–
<i>Cladonia mitis</i>	–	–	1–2	Вкрапл.	–	–			–	–
<i>Cladonia stellaris</i>	5	10-15	2–3	5	5–7	5	5	Вкрапл.	–	–
<i>Cladonia stygea</i>	–	–	2–3	Вкрапл.	3–5	5	–	–	–	–
<i>Cladonia sulphurina</i>	–	–	2–3	Вкрапл.	3–5	5	–	–	–	–
<i>Cladonia rangiferina</i>	2–3	10	2–3	Вкрапл.	5–7	5	5	Вкрапл.	–	–
<i>Cladonia uncialis</i>	–	–	2–3	Вкрапл.	–	–	–	–	–	–
<i>Ismadophila erizetorum</i>	–	–	–	–	5	Вкрапл.	–	–	–	–
<i>Peltigera aphthosa</i>	5–8	5	1–2	5	–	–	–	–	–	–
<i>Stereocaulon paschale</i>	–	–	1–3	Вкрапл.	–	–	–	–	–	–

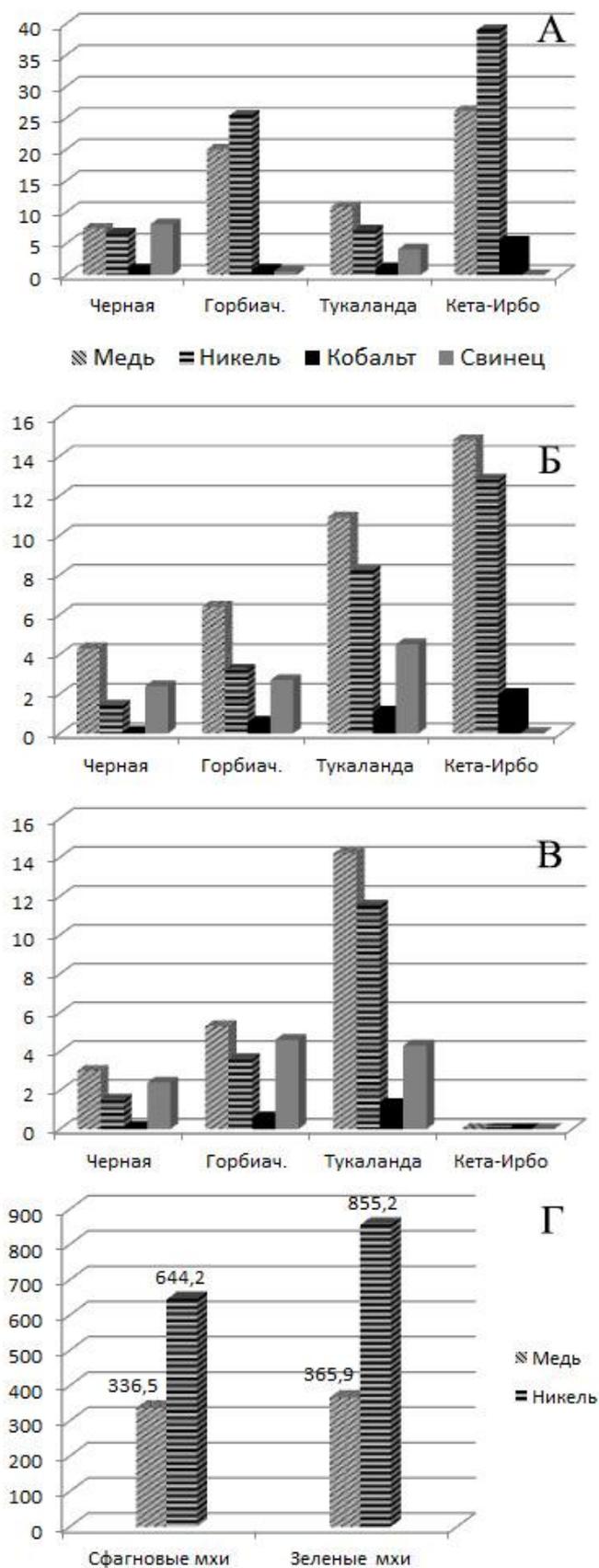


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов, мг/кг: А – в зеленых мхах; Б – сфагновых мхах; В – в лишайниках; Г – содержание меди и никеля во мхах кл. уч. «Рыбная» (по оси координат – конц. элементов, мг/кг; по оси абсцисс – ключевые участки)

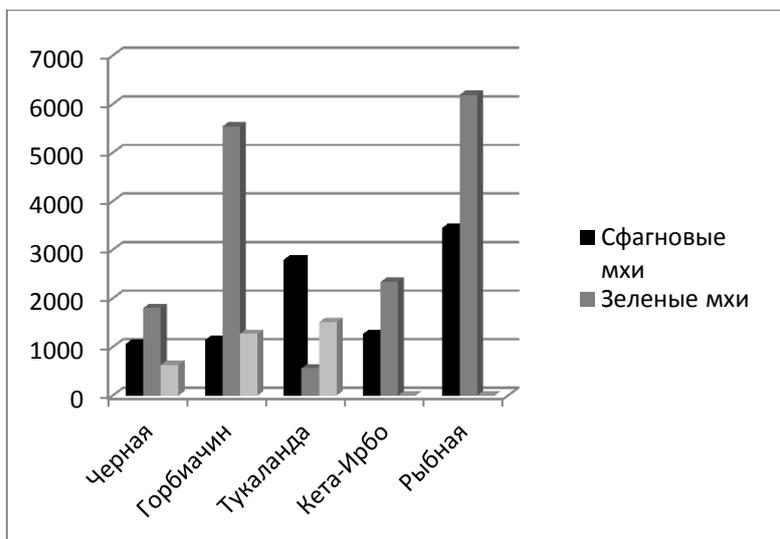


Рис. 2. Концентрация серы во мхах и лишайниках болот ключевых участков

При этом, как показали визуальные наблюдения, такая высокая концентрация серы никак не отражается на проективном покрытии мхов и лишайников и их биологическом разнообразии (см. табл.).

Заключение. Установлено, что жизненное состояние и видовой состав мохово-лишайникового яруса болот криолитозоны на кл. уч. «Черная», «Горбиачин» и «Тукаланда», расположенных в периферийной части газодымового шлейфа НПР, вполне соответствует природному облику. А значительная дигрессия мхов и лишайников болот кл. уч. «Рыбная» вызвана экстремальным содержанием поллютантов в воздухе и регулярностью выбросов предприятий НПР. Таким образом, общегеографическая картина морфологических деструкций мохово-лишайникового яруса болот хорошо согласуется с содержанием тяжелых металлов и серы во мхах и лишайниках.

Литература

1. Лукина Н.В., Никонов В.В. Биогеохимические циклы в лесах Севера в условиях аэротехногенного загрязнения: в 2 ч. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. – 1996. – Ч. 1. – 213 с.; Ч. 2. – 192 с.
2. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
3. Berg T., Steinnes E. Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute deposition values // Environmental Pollution. – 1997. – Vol. 98 – № 1. – P. 61–71.
4. Grodzinska K., Szarek-Lukaszewska G. Response of mosses to heavy metal deposition in Poland – an overview // Environmental Pollution. – 2001. – Vol. 114. – P. 443–451.
5. Карпенко Л.В., Анискина А.А., Пермьякова Г.В. Состояние растительности болот в зоне техногенного воздействия Норильского горно-металлургического комбината // География и природные ресурсы. – 2012. – № 1. – С. 56–62.
6. Савич-Любицкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель сфагновых мхов. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1968. – 112 с.
7. Савич-Любицкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель листостебельных мхов СССР. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1970. – 824 с.
8. Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР. Морфология, систематика и географическое распространение. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1974. – Вып. 2. – 287 с.
9. Карпенко Л.В. Диагностика экологического состояния растительности болот в условиях аэротехногенного загрязнения // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 5. – С. 112–115.
10. Ершов Ю.И. Почвы предтундровых лесов Енисейского Заполярья, подверженные аэропромышленным выбросам серы // География и природные ресурсы. – 1992. – № 1. – С. 33–39.

11. Душкова Д.О., Евсеев А.В. Анализ техногенного воздействия на геосистемы Европейского севера России // Арктика и Север. – 2011. – № 4. – С. 162–195.

Literatura

1. Lukina N.V., Nikonov V.V. Biogeoхимические циклы в лесях Севера в условиях аэротехногенного загрязнения: в 2 ч. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. – 1996. – Ч. 1. – 213 с.; Ч. 2. – 192 с.
2. Bjazrov L.G. Lishajniki v jekologическом monitoringe. – М.: Nauchnyj mir, 2002. – 336 с.
3. Berg T., Steinnes E. Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute deposition values // Environmental Pollution. – 1997. – Vol. 98 – № 1. – P. 61–71.
4. Grodzinska K., Szarek-Lukaszewska G. Response of mosses to heavy metal deposition in Poland - an overview // Environmental Pollution. – 2001. – Vol. 114. – P. 443–451.
5. Karpenko L.V., Aniskina A.A., Permjakova G.V. Sostojanie rastitel'nosti bolot v zone

- tehnogenogo vozdejstviya Noril'skogo gornometallurgического kombinata // Geografija i prirodnye resursy. – 2012. – № 1. – С. 56–62.
6. Savich-Ljubickaja L.I., Smirnova Z.N. Opre-delitel' sfagnovyh mhov. – L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1968. – 112 s.
7. Savich-Ljubickaja L.I., Smirnova Z.N. Opre-delitel' listostebel'nyh mhov SSSR. – L.: Nauka. Leningr. otd-nie, 1970. – 824 s.
8. Oksner A.N. Opre-delitel' lishajnikov SSSR. Morfologija, sistematika i geografическое rasprostranenie. – L.: Nauka. Leningr. otd-nie, 1974. – Vyp. 2. – 287 s.
9. Karpenko L.V. Diagnostika jekologического sostojanija rastitel'nosti bolot v uslovijah ajero-tehnogenogo zagraznenija // Vestn. KrasGAU. – 2014. – № 5. – С. 112–115.
10. Ershov Ju.I. Pochvy predtundrovых лесов Enisejskogo Zapoljar'ja, podverzhennye ajero-promышlennым vybrosam sery // Geografija i prirodnye resursy. – 1992. – № 1. – С. 33–39.
11. Dushkova D.O., Evseev A.V. Analiz tehnogenogo vozdejstviya na geosistemy Evropejskogo severa Rossii // Arktika i Sever. – 2011. – № 4. – С. 162–195.

УДК 633.14: 631.52

В.И. Полонский, А.В. Сумина, Т.М. Шалдаева

ЗАВИСИМОСТЬ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В ЗЕРНЕ ЯЧМЕНЯ И ОВСА СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ*

V.I. Polonsky, A.V. Sumina, T.M. Shaldaeva

THE DEPENDENCE OF TOTAL CONTENT OF ANTIOXIDANTS IN GRAIN OF BARLEY AND OATS OF SIBERIAN SELECTION FROM GROWING CONDITIONS

Полонский В.И. – д-р биол. наук, проф., каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Polonsky V.I. – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Botany, Physiology and Protection of Plants, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования и науки Республики Хакасия (грант № 6-44-190763).