



**International Conference
«LICHENS:
FROM MOLECULES TO ECOSYSTEMS»**

**September 9–12, 2019
Syktyvkar, Komi Republic, Russia**

PROGRAM AND ABSTRACTS

**Международная конференция
«ЛИШАЙНИКИ:
ОТ МОЛЕКУЛ ДО ЭКОСИСТЕМ»**

**9–12 сентября 2019 г.
Сыктывкар, Республика Коми, Россия**

ПРОГРАММА И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Institute of Biology of Komi Scientific Centre
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences

Komi Branch of Russian Botanical Society

Komi Branch of Plant Physiologists Society of Russia

International Conference
«LICHENS:
FROM MOLECULES TO ECOSYSTEMS»

*September 9–12, 2019
Syktyvkar, Komi Republic, Russia*

PROGRAM AND ABSTRACTS

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук

Ботанический институт им. В.Л. Комарова
Российской академии наук

Коми отделение Русского ботанического общества

Коми отделение Общества физиологов растений России

Международная конференция
«ЛИШАЙНИКИ:
ОТ МОЛЕКУЛ ДО ЭКОСИСТЕМ»

*9–12 сентября 2019 г.
Сыктывкар, Республика Коми, Россия*

ПРОГРАММА И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Сыктывкар
ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
2019

УДК 582.29:574.4(063)

Lichens: from molecules to ecosystems // Program and Abstracts of International Conference (September 9–12, 2019, Syktyvkar). Syktyvkar, 2019. 122 p.

The information on the mainstream researches and the program of the Conference are presented. The abstracts are dealt with a wide range of problems of modern lichenology. The issues of biodiversity and distribution of lichens, zonal and regional features of lichen flora are discussed. Information on rare and protected species is provided. Special attention is focused on the ecology and biology of lichens, and to the responses of the biota to natural and anthropogenic impacts.

Лишайники: от молекул до экосистем // Программа и тезисы докладов Международной конференции (9–12 сентября 2019 г., Сыктывкар). Сыктывкар, 2019. 122 с.

Представлена информация об основных научных направлениях и программе работы конференции. В тезисах докладов рассмотрен широкий круг проблем современной лихенологии. Освещены вопросы биоразнообразия и распространения лишайников, зональные и региональные особенности лихенофлор, приведены сведения о редких и охраняемых видах. Особое внимание уделено вопросам экологии и биологии лишайников, реакции лихенобиоты на действие природных и антропогенных факторов среды.

Editors: S.V. Degteva, T.N. Pystina, T.K. Golovko

Редакторы: С.В. Дегтева, Т.Н. Пыстина, Т.К. Головко

ISBN 978-5-6042182-8-0

DOI: 10.31140/book-2019-04

© ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019

ORGANIZING COMMITTEE

Program Committee co-chairs:

Svetlana V. Degteva, Doctor of Sciences, Head of the Department of flora and vegetation of the North, Director of the Institute of Biology of Komi Scientific Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar)

Mikhail P. Andreev, Doctor of Sciences, Head of the Laboratory of Lichenology and Bryology of Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (Saint-Petersburg)

Program Committee vice-chair:

Tamara K. Golovko, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of ecological physiology of plants of the Institute of Biology of Komi Scientific Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar)

Program Committee secretary:

Tatyana N. Pystina, PhD, Senior Researcher of the Department of flora and vegetation of the North of the Institute of Biology of Komi Scientific Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar)

Program Committee:

Evgeniya E. Muchnik (Doctor of Sciences, Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences, Uspenskoe, Russia)

Farida V. Minibayeva (Prof., Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of Kazan Science Centre of the Russian Academy of Science, Kazan, Russia)

Janolof Hermansson (Lichenologist, Taiga Ekologerna HB, Ludvika, Sweden)

Kazimierz Strzalka (Prof., Jagiellonian University, Malopolska Centre of Biotechnology, Krakow, Poland)

Mikhail A. Shelyakin (PhD, Institute of Biology of Komi Scientific Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia)

Richard Beckett (Prof., School of Life Sciences, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, Republic of South Africa)

Organizing Committee:

Organizing Committee chair – Tatyana N. Pystina, PhD, Institute of Biology of Komi Scientific Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russia)

Organizing Committee vice-chair – Nataliya A. Semenova, Institute of Biology of Komi Scientific Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russia)

Organizing Committee members:

Sergei Plusnin (Piritim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar)

Ruslan Malyshev (Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar)

Irina Romanova (Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar)

Alexey Pushkarev (Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar)

Igor Dalke (Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar)

Ilya Zakhozhiiy (Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar)

Olga Dymova (Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar)

Yuriy Dubrovskiy (Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar)

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели программного комитета:

Дёгтева Светлана Владимировна, д.б.н., зав. отделом флоры и растительности Севера, директор Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар)

Андреев Михаил Петрович, д.б.н., зав. лабораторией лишенологии и бриологии Ботанического института РАН им. В.Л. Комарова (Санкт-Петербург)

Заместитель председателя программного комитета:

Головко Тамара Константиновна, д.б.н., проф., гл. науч. сотр. лаборатории экологической физиологии растений Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Ответственный секретарь:

Пыстина Татьяна Николаевна, к.б.н., ст. науч. сотр. отдела флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Программный комитет:

Минибаева Фарида Вилевна (д.б.н., проф., Казанский институт биохимии и биофизики, Казань)

Мучник Евгения Эдуардовна (д.б.н., доцент, Институт лесоведения РАН, п/о Успенское, Московская обл.)

Шелякин Михаил Анатольевич (к.б.н., Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Janolof Hermansson (Lichenologist, TaigaEkologerna HB, Ludvika, Sweden)

Kazimierz Strzalka (Prof., Jagiellonian University, Malopolska Centre of Biotechnology, Krakow, Poland)

Richard Beckett (Prof., School of Life Sciences, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, Republic of South Africa)

Организационный комитет:

Председатель организационного комитета – Пыстина Татьяна Николаевна, к.б.н. (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Заместитель председателя организационного комитета – Семенова Наталия Анатольевна (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Члены организационного комитета:

Плюснин Сергей Николаевич (Институт естественных наук Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина, Сыктывкар)

Мальшев Руслан Владимирович (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Романова Ирина Александровна (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Пушкарев Алексей Евгеньевич (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Захожий Илья Григорьевич (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Далькэ Игорь Владимирович (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Дымова Ольга Васильевна (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

Дубровский Юрий Александрович (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

CONFERENCE TOPICS

1. Biodiversity and distribution of lichens (taxonomical diversity, geographical patterns of lichens distribution, zonal and regional lichen floras, rare and protected species).

2. Lichens in plant communities and ecosystems.

3. Experimental biology and ecology of lichens (structure of thalli, growth and reproduction, functional activity and metabolism, bioactive substances, impact of climate and human factors on lichens).

4. Modern methods of lichens investigations (molecular-genetic approaches in systematic, biology and ecology of lichens, bioinformatics and IT).

5. Lichenology and education (preschool school and university education, public organizations, lichenology and mass-media).

6. Field lichenological trip.

International Conference «Lichens: from molecules to ecosystems» is organized to continue and develop the traditions of the 2nd International Conference «Lichenology in Russia: actual problems and prospects», Saint-Petersburg, 2014 and the International Workshop «Lichens of boreal forests», Syktывkar, 2007. The Conference agenda will be focused on the

modern state of regional lichen floras, studying lichens physiology and lichens response on environmental and climate changes, as well as the issues of protection of rare and vulnerable species of lichens. The theme of the conference attracted the attention of about a hundred specialists from 10 countries, 35 cities and 44 organizations.

Conference languages: Russian, English

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

1. Биологическое разнообразие и распространение лишайников (таксономическое разнообразие, географические закономерности распространения лишайников, зональные и региональные особенности лишайнофлор, редкие и охраняемые виды).

2. Лишайники в растительных сообществах и экосистемах.

3. Экспериментальная биология и экология лишайников (структура талломов, рост и размножение, функциональная активность и метаболизм, биологически активные вещества, влияние природно-климатических и антропогенных факторов на жизнедеятельность лишайников).

4. Современные методы исследования лишайников (молекулярно-генетические методы в систематике, биологии и экологии лишайников, биоинформатика и IT-технологии).

5. Лихенология и образование (дошкольное-школьное-вузовское образование, работа общественных организаций, отражение проблем лихенологии в средствах массовой информации).

6. Полевая лихенологическая экскурсия.

Международная конференция «Лишайники: от молекул до экосистем» призвана продолжать и развивать традиции Второй международной конференции «Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы развития», проведенной в Санкт-Петербурге в 2014 г., и международного совещания «Лишайники бореальных лесов», которое состоялось в мае 2007 г. в г. Сыктывкаре.

Основной акцент конференции сделан на современном состоянии лишайнофлор разных регионов, реакции лишайников на факторы среды и ожидаемые климатические изменения, охране редких и исчезающих видов. Тематика конференции привлекла внимание около 100 специалистов-лихенологов из 10 стран, 35 городов, 44 организаций.

Языки конференции: русский и английский.

SCIENTIFIC PROGRAM
of International Conference
«Lichens: from molecules to ecosystems»
(Syktyvkar, September 9-12, 2019)

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА
Международной конференции
«Лишайники: от молекул до экосистем»
(СЫКТЫВКАР, 9-12 сентября 2019)

SEPTEMBER 9 (MONDAY)

8.00-10.00 Registration of participants
Регистрация участников

10.00-10.30 Opening of the Conference
Открытие конференции

PLENARY SESSION

Chairs – *Mikhail Andreev, Svetlana Degteva*

10.30-11.10 *S. Degteva* (Russia). Studies on the flora diversity in the Komi Republic
С.В. Дёгтева. Итоги изучения разнообразия растительного мира Республики Коми

11.10-11.40 Coffee break

11.40-12.20 *M. Andreev* (Russia). Lichen flora of Antarctica: current view
М.П. Андреев. Флора лишайников Антарктиды: современный взгляд

12.20-13.00 *E. Muchnik* (Russia). Lichenological research in central Russia: results, problems and solutions
Е.Э. Мучник. Лихенологические исследования в Центральной России: результаты, проблемы и пути решения

13.00-15.20 Lunch. A tour of the Geological Museum of Institute of Geology Komi SC UB of RAS

Chair – *Farida Minibayeva*

- 15.20-16.00** *R. Beckett* (South Africa), *F. Minibayeva*. Safety valves for photosynthesis in lichens
- 16.00-16.40** *H. Harańczyk* (Poland), *A. Casanova-Katny*, *K. Kubat*, *P. Kijak*, *M. Olech*, *D. Jakubiec*, *K. Strzałka*. Gaseous phase hydration of lichens from Atacama Desert and from Antarctica
- 16.40-17.40** Moderators: *Andzhella Sonina* and *Sergey Plusnin*. Round table discussions: Lichenology and education (preschool, secondary school and higher education, public organizations, lichenology in mass-media). Организаторы: *А.В. Сони́на*, *С.Н. Плю́снин*. Круглый стол: Лихенология и образование
- 18.30-22.00** Dinner in the restaurant
Товарищеский ужин

SEPTEMBER 10 (TUESDAY)

SESSION 1.

BIODIVERSITY AND DISTRIBUTION OF LICHENS

Chairs – *Viktoria Tarasova*, *Janolof Hermansson*

Plenary reports

- 9.00-9.30** *T. Pystina* (Russia), *J. Hermansson*. Recent results and future prospects of studying the lichen diversity in the Komi Republic
Т.Н. Пыстина, *Я. Херманссон*. Итоги и перспективы изучения разнообразия лишайников Республики Коми
- 9.30-10.00** *A. Notov* (Russia). Lichen biodiversity of the Upper Volga region: certain results and prospects
А.А. Нотов. Биоразнообразие лишайников Верхневолжья: некоторые итоги и перспективы исследований

Oral reports

10.00-10.20 *J. Hermansson* (Sweden). Presentation of the new checklist of Red Data Book lichens of Sweden (2020)

10.20-10.40 *A. Simon* (Belgium), *T. Spribille*, *B. Goffinet*, *L.-S. Wang*, *T. Goward*, *T. Pystina*, *N. Semenova*, *J.P. McCutcheon*, *N. Magain*, *E. Sérusiaux*.
Photomorphism in the lichen genus *Dendroscistieta* (Lobariaceae, Lecanoromycetes): a case of dual personality in lichens

10.40-11.10 Coffee break

Oral reports

Chairs – *Andzhella Sonina, Natalia Semenova*

11.10-11.30 *M. Bhat* (India), *S. Verma* and *D. K. Upreti*.
Quantitative lichen diversity of Pir Panjal ranges of Hhimalaya, India

11.30-11.50 *D. Cherepenina* (Russia), *E. Muchnik*. The study of the lichen biota of old-world parks in the Moscow region
Д.А. Черепенина, Е. Э. Мучник. Исследования лишенобиоты в старинных парках Московского региона

11.50-12.10 *E. Korchikov* (Russia), *D. Ovchinnikova*. Lichens as a component of steppe communities of the Samara region
Е.С. Корчиков, Д.Ю. Овчинникова. Лишайники в составе степных сообществ Самарской области

12.10-12.30 *S. Chesnokov*, *I. Prokopiev* (Russia), *L. Konoreva*
Is *Arctoparmelia aleuritica* usnic acid-deficient chemotype of *Arctoparmelia centrifuga* or independent taxon?
С.В. Чесноков, И.А. Прокопьев, Л.А. Конорева.
Arctoparmelia aleuritica – уснин-дефицитный хемотип *Arctoparmelia centrifuga* или самостоятельный таксон?

12.30-12.50 *N. Magain* (Belgium), *J. Miadlikowska*, *E. Sérusiaux*, *F. Lutzoni*. Evolutionary dynamics of *Peltigera*

12.50-15.00 Lunch. A tour of the National Museum of the Komi Republic

Chairs – *Evgenia Muchnik*, *Elena Patova*

15.00-15.20 *E. Biryukova* (Russia), *E. Muchnik*, *S. Lednev*. New lichen records from the Tungusky state nature reserve (The Krasnoyarsk Territory, Russia)
Е.В. Бирюкова, Е.Э. Мучник, С.А. Леднев. Новые виды лишайников для Тунгусского заповедника (Красноярский край, Россия)

15.20-15.40 *A. Valekzhanin* (Russia), *V. Tarasova*. Lichen of northern part of national park «Vodlozersky» (Arkhangelsk region)
А.А. Валекжанин, В.Н. Тарасова. Лишайники северной части национального парка «Водлозерский» (Архангельская обл.)

15.40-16.00 *J. Hermansson* (Sweden). The latest information about changes in the systematics of calicioid lichens

16.00-16.20 *Y. Suetina* (Russia). The dynamics of the population structure of *Evernia prunastri* (L.) Ach. and *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. under different environmental conditions
Ю.Г. Суетина. Динамика структуры популяций *Evernia prunastri* (L.) Ach. и *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в различных экологических условиях

16.20-16.35 *E. Patova* (Russia), *D. Shadrin*, *M. Sivkov*. Characteristic of cyanobacteria *Stigonema* in *Ephebe* lichen in the North Urals
Е.Н. Патова, Д.М. Шадрин, М.Д. Сивков. Характеристика цианобактерии *Stigonema* в составе лишайника *Ephebe* на Северном Урале

16.35-16.50 *N. Semenova* (Russia). The status of the epiphytic lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. population in the Komi Republic

Н.А. Семенова. Состояние популяции эпифитного лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в Республике Коми

16.50-17.05 *R.V. Ignatenko, V.N. Tarasova* (Russia). Long-term dynamics of *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. populations in forest communities with different anthropogenous load (Republic of Karelia)

Р.В. Игнатенко, В.Н. Тарасова. Многолетняя динамика популяций *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в лесных сообществах с разной антропогенной нагрузкой (Республика Карелия)

17.05-17.25 Coffee break

Cultural program
Культурная программа

18.00-21.00 «Spartacus» ballet in three acts by A. Khachaturian, staged by Nizhny Novgorod State Academic Opera and Ballet Theater named after A.S. Pushkin in Opera and Ballet Theater of The Komi Republic

На сцене Государственного театра оперы и балета. А. Хачатурян «Спартак» (балет в 3-х действиях). Постановка Нижегородского театра оперы и балета им. А.С. Пушкина

SEPTEMBER 11 (WEDNESDAY)

SESSION 2.

EXPERIMENTAL BIOLOGY AND ECOLOGY OF LICHENS

Chairs – *Farida Minibayeva, Richard Beckett*

Plenary report

9.00-9.30 *T. Golovko* (Russia). Functional biology and ecology of lichens in the taiga zone of European North-East of Russia (Komi Republic)

Т.К. Головки. Функциональная биология и экология лишайников таежной зоны европейского северо-востока России (Республика Коми)

9.30-10.00 *F. Minibayeva* (Russia), *E. Rassabina*, *R. Beckett*.
Lichen melanins: structure, biosynthesis, functions.
Ф.В. Минибаяева, А.Е. Рассабина, Р.Р. Бекетт.
Меланины лишайников: структура, биосинтез,
функции

Oral reports

10.00-10.20 *S. Goncharov* (Belarus), *A. Kozlov*, *M. Matveenkov*.
Photoprotecting properties of extracts *Ramalina pol-*
linaria in vivo and in cell cultures.
С.В. Гончаров, А.Е. Козлов, М.В. Матвеенков.
Фотозащитные свойства экстрактов лишайника
Ramalina pollinaria in vivo и в культурах клеток.

10.20-10.40 *I. Prokopiev* (Russia), *G. Filippova*, *E. Filippov*,
M. Kan, *I. Voronov*. Usnic acid enantiomers and their
biological activity
И.А. Прокопьев, Г.В. Филиппова, Э.В. Филиппов,
М.У. Кан, И.В. Воронов.
Энантиомеры усниновой кислоты и их биологиче-
ская активность

10.40-11.00 *I. Jürriado* (Estonia), *U. Kaasalainen*, *J. Rikkinen*.
Relationships between mycobiont identity, photobi-
ont specificity and ecological preferences in the
Peltigera genus (Ascomycota)

11.00-11.30 Coffee break

Chairs – Igor Dalke, Vera Androsova

11.30-11.50 *A. Casanova-Katny* (Chile), *M. Bartak*. Long term
passive warming effect on Antarctic lichens

11.50-12.10 *M. Shelyakin* (Russia). The response of cytochrome
and alternative respiration rate of boreal and
antarctic lichens to temperature
М.А. Шелякин. Реакция цитохромного и альтер-
нативного дыхания в талломах бореальных и ант-
арктических лишайников на температуру

- 12.10-12.30** *I. Dalke* (Russia), *R. Malyshev*. CO₂-gas exchange of lichens in the boreal zone
И.В. Далькэ, Р.В. Малышев. CO₂-газообмен лишайников бореальной зоны
- 12.30-12.50** *E. Silina* (Russia), *K. Ermolina*, *G. Tabalenkova*, *T. Golovko*. The effect of UV-B radiation on the antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation level in two lichen species of the *Peltigera* genus
Е.В. Силина, К.В. Ермолина, Г.Н. Табаленкова, Т.К. Головка. Эффекты УФ-Б радиации на активность ферментов антиоксидантной системы и уровень липопероксидации в талломах двух видов лишайников рода *Peltigera*
- 12.50-13.10** *O. Chirva* (Russia), *V. Androsova*, *K. Nikerova*, *R. Ignatenko*. Activity of catalase and superoxide dismutase in *Lobaria pulmonaria* thalli
О.В. Чирва, В.И. Андросова, К.М. Никерова, Р.В. Игнатенко. Активность каталазы и супероксиддисмутазы в талломах лишайника *Lobaria pulmonaria*
- 13.10-15.00** Joint photo of the conference participants
Общее фото участников конференции

Lunch

Chairs – Tamara Golovko, Kazimier Strzalka

- 15.00-15.20** *A. Pungin* (Russia), *C. Chaika*, *P. Feduraev*, *D. Parfenova*. Assessment of the impact of urban environment on lichen flora
А.В. Пунгин, К.В. Чайка, П.В. Федуреав, Д.А. Парфенова. Оценка влияния городской среды на лишайнофлору
- 15.20-15.40** *I. Zakhozhiy* (Russia), *M. Shelyakin*, *G. Tabalenkova*, *T. Golovko*. Content and localization of heavy metals in lichens thalli in area of the Middle-Timan bauxite mine
И.Г. Захожий, М.А. Шелякин, Г.Н. Табаленкова, Т.К. Головка. Накопление и локализация металлов в талломах лишайников вблизи Средне-Тиманского бокситового рудника

15.40-16.00 *E. Domnina* (Russia), *S. Ogorodnikova*, *S. Pestov*, *T. Ashikhmina*. Reaction of epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. on air pollution with phosphorus compounds
Е.А. Домнина, С.Ю. Огородникова, С.В. Пестов, Т.Я. Ашихмина. Реакция эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. на загрязнение атмосферного воздуха соединениями фосфора

16.00-16.20 *V. Elsakov* (Russia), *A. Novakovskiy*, *A. Shuiskiy*. Peculiarities of heavy metal accumulation in *Cladonia rangiferina* thalli in the European North of Russia
В.В. Елсаков, А.Б. Новаковский, А.С. Шуйский. Особенности накопления тяжелых металлов в лишайнике кладоня оленья на европейском севере России

16.20-16.50 Coffee break

Chairs – Galina Tabalenkova

16.30-16.50 *A. Meysurova* (Russia). Some results of spectral analysis of lichens obtained through the environmental monitoring programmes in the Upper Volga region
А.Ф. Мейсурова. Некоторые итоги спектрального анализа лишайников в рамках программы экологического мониторинга Верхневолжья

17.10-17.30 *G. Tabalenkova* (Russia), *I. Zakhozhiy*, *T. Golovko*. Amino acids and mineral elements in the lichen thalli
Г.Н. Табаленкова, И.Г. Захожий, Т.К. Головки. Аминокислотный и элементный состав лишайников

17.30-17.50 *O. Kubik* (Russia), *E. Shamrikova*, *A. Zavarzina*. The soluble organic compounds in various species of lichens
О.С. Кубик, Е.В. Шамрикова, А.Г. Заварзина. Растворимые органические соединения в различных видах лишайников

- 17.50-18.05** *R. Malyshev* (Russia). Seasonal changes of the water freezing point and the amount of freezing water in *Lobaria pulmonaria* thalli
Р.В. Малышев. Сезонные изменения температуры замерзания воды и количество замерзающей воды в таломых *Lobaria pulmonaria*
- 18.05-18.20** *G. Yel'kina* (Russia), *S. Deneva*, *E. Lapteva*. Heavy metals in lichens of the Bol'shezemel'skaya Tundra
Г.Я. Елькина, С.В. Денева, Е.М. Лаптева. Тяжелые металлы в лишайниках Большеземельской тундры

SEPTEMBER, 12 (THURSDAY)

SESSION 3.

LICHENS IN PLANT COMMUNITIES AND ECOSYSTEMS

Chairs – *Alexander Paukov, Vladimir Elsakov*

Plenary reports

- 9.00-9.30** *A. Paukov* (Russia), *E. Davydov*, *A. Shiryayeva*. Diversity of Megasperaceae in Russia (preliminary data)
А.Г. Пауков, Е.А. Давыдов, А.С. Ширяева. Разнообразие представителей Megasperaceae в России (предварительные данные)
- 9.30-10.00** *V. Tarasova* (Russia), *V. Androsova*, *V. Gorshkov*, *R. Ignatenko*, *L. Kalacheva*, *V. Shvetzova*, *I. Zhulai*, *R. Obabko*. Recovery of lichens after disasters in boreal forests: species diversity, cover, populations
В.Н. Тарасова, В.И. Андросова, В.В. Горшков и др. Восстановление лишайникового компонента после катастрофических нарушений в таёжных экосистемах: видовое разнообразие, покрытие, ценопопуляции
- 10.00-10.30** *V. Elsakov* (Russia). The assessment of lichens using multispectral satellite imagery
В.В. Елсаков. Оценка запаса лишайников с использованием спектрально-зональных спутниковых съемок

10.30-10.50 Coffee break

Oral reports

Chairs – *Irina Mikhailova, Sergey Plusnin*

- 10.50-11.10 *S. Zagirova* (Russia), *M. Miglovetz*. CO₂ and CH₄ fluxes in lichen communities of palsa mire in Subarctic
С.В. Загирова, М.Н. Мигловец. Потoki CO₂ и CH₄ в лишайниковых сообществах крупнобугристого болота Субарктики
- 11.10-11.30 *A. Sonina* (Russia). Ecological and substrated characteristics of the epilithic lichens group on the North-West of Russia
А.В. Сони́на. Экологические и субстратные характеристики эпилитной группы лишайников на северо-западе России
- 11.30-11.50 *A. Selivanov, K. Pechenkina* (Russia), *I. Lebedinskiy, E. Shchipanova*. The study of physical and chemical characteristics of epilithic lichen substrates
А.Е. Селиванов, К.О. Печенкина, И.А. Лебединский, Е.А. Щипанова. Исследование физико-химических характеристик субстратов эпилитных лишайников
- 11.50-12.10 *I. Mikhailova* (Russia). Recovery of epiphytic lichen communities after emission reductions from a copper smelter
И.Н. Михайлова. Восстановление сообществ эпифитных лишайников после снижения выбросов медеплавильного завода
- 12.10-12.30 *I. Likhanova* (Russia), *T. Pystina, G. Shushpannikova, G. Zheleznova*. Restoration of lichen pine forests in open pits of the middle taiga subzone of the European North-East of Russia
И.А. Луханова, Т.Н. Пыстина, Г.С. Шушпанникова, Г.В. Железнова. Восстановление сосняков лишайниковых на карьерах среднетаежной подзоны европейского северо-востока России

- 12.30-12.50** *S. Plusnin* (Russia). Ecological patterns in the structure of the lichen cover in mountain tundra of Polar Ural
С.Н. Плюснин. Экологические закономерности в структуре лишайникового покрова горных тундр Полярного Урала
- 12.50-13.30** The Closure of the Conference. Summary
Заккрытие научной части конференции. Краткое подведение итогов.

Lichen field trips

Полевые лишенологические экскурсии

SEPTEMBER, 13, 2019

Leader – *Sergey Plusnin*

One-day field lichenological excursion to the Syktyvkarsky reserve.

Однодневная полевая экскурсия с посещением республиканского заказника «Сыктывкарский»

SEPTEMBER, 13-17, 2019

Leader – *Tatyana Pystina*

Scientific lichenological expedition to the Pechora-Ilych Biosphere Reserve

Научная лишенологическая экспедиция в Печоро-Ильчский биосферный заповедник

Oral reports

Bobretsov A. Landscape heterogeneity on the territory of the Pechora-Ilych Biosphere Reserve

Бобрецов А.В. Ландшафтная неоднородность территории Печоро-Ильчского заповедника.

Smirnov N. The Pechora-Ilych Reserve: history of development and current research

Смирнов Н.С. Печоро-Ильчский заповедник: история развития и текущие научные исследования.

SEPTEMBER, 13-19, 2019

Leader – *Janlof Hermansson, Natalia Semenova*

Scientific lichenological expedition to the Yugyd Va National Park

Научная лишенологическая экспедиция в национальный парк «Югыд ва»

ABSTRACTS ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

LICHEN FLORA OF ANTARCTICA: CURRENT VIEW

M.P. Andreev

Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences,
Saint-Petersburg, Russia
E-mail: *andreevmp@yandex.ru*

ФЛОРА ЛИШАЙНИКОВ АНТАРКТИДЫ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД

М.П. Андреев

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

Антарктическая лишайнофлора не превышает 500 видов, включая виды, встречающиеся на субантарктических островах. Сомкнутые сообщества с богатой флорой развиваются в регионе морской Антарктики. Для оазисов и полярных пустынь континентальных областей известно не более 150 видов, которые формируют разреженные, часто одновидовые группировки. Видовой состав локальных флор обычно ограничен 20–40 видами.

Изучение антарктических лишайников советскими учеными началось в 1956 г. Начиная с 1985 г. в Антарктиде проводится планомерная работа по изучению лишайнофлоры в окрестностях всех советских и российских антарктических станций и во всех доступных для изучения районах. Наиболее интересные и важные исследования проводились в регионе залива Прюдс, у шельфового ледника Эймери и в горах Принс Чарльз. Были обследованы окрестности оз. Рэдок и горные массивы Клеменс, Раймилл, Блумфилд и Стинир, расположенные в 400–600 км от океана. В течение ряда сезонов были обследованы холмы Ларсеманн и утесы у полевой базы Дружная-4. Во время рейса НЭС «Академик Федоров» впервые были собраны коллекции лишайников у станций Ленинградская и Русская, позднее проводилось изучение флоры окрестностей станции Молодежная.

В настоящее время наиболее полно изучена лишайнофлора оазиса Ширмахера (станция Новолазаревская). По нашим данным, флора оазиса насчитывает 75 видов лишайников из 26 родов и 11 семейств. В 2019 г. впервые была изучена лишайнофлора оазиса Унтерзее в массиве Вестфоль (Земля Королевы Мод).

В морской Антарктике изучалась лишайнофлора Южных Шетландских островов и некоторые районы Антарктического п-ова. Наиболее полно выявлена флора окрестностей залива Максвелл,

откуда известно более 225 видов лишайников, а для всего о-ва Кинг Джордж – около 300 видов.

В последние годы развиваются новые направления ботанических исследований в Антарктике. Проводятся работы по изучению содержания тяжелых металлов в лишайниках, популяционные, молекулярно-генетические и биохимические исследования некоторых видов. Изучается микрофауна, в частности – нематоды, обитающие в лишайниках.

В ближайшие годы основное внимание российских ботаников в Антарктиде будет направлено на дальнейшее углубленное изучение локальных и региональных флор и систематики всех групп обитающих в Антарктике растительных организмов. Предполагается серия междисциплинарных проектов – молекулярно-популяционных и экологических исследований, которые будут способствовать решению фундаментальных проблем, связанным с изменением климата, экологической безопасностью и сохранением биоразнообразия нашей планеты.

SAFETY VALVES FOR PHOTOSYNTHESIS IN LICHENS

R.P. Beckett¹, F.V. Minibayeva²

¹ School of Life Sciences, University of KwaZulu-Natal, South Africa

² Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics
of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia

E-mail: *rpbeckett@gmail.com*

Lichens are classic desiccation tolerant or “poikilohydric organisms”. It seems likely that desiccation tolerance was essential during the transition from water to land, and that these ancestral protective mechanisms are retained in present day lichens. A particular problem for lichens is that during desiccation, their tissues usually retain chlorophyll and therefore continue to absorb light. Such conditions result in a severe imbalance between light absorption and its utilization to fix carbon, an imbalance that can result in the production of reactive oxygen species (ROS). The aim of this talk is to review the ways that lichens protect themselves against high light stress.

The first line of defence against ROS formation is the upregulation of photoprotective mechanisms that dissipate excessive excitation energy. This dissipation has various components, including the xanthophyll cycle. In highly stressful conditions the regulation of thermal energy dissipation changes such that sustained forms of energy dissipation occur, which correlate with reductions in the maximal efficiency of photochemistry.

Continued stress will overwhelm thermal dissipation, resulting in ROS formation. It is clear that both a high antioxidant capacity in general, as well as the ability to rapidly recover antioxidant scavenging potential during rehydration after desiccation, are critical tolerance mechanisms. Important enzymatic scavengers of ROS are superoxide dismutase, peroxidases and catalases, while non-enzymatic antioxidants include glutathione and zeaxanthin. If stress continues the photosystems will be damaged and “photoinhibition” will occur. The “PSII repair cycle”, occurring in chloroplasts and in cyanobacteria, involves degrading and re-synthesizing the D1 protein, followed by activation of the reaction center. Strong evidence exists that photoinhibition regularly occurs in lichens in field situations.

In addition to these biochemical methods of photoprotection, lichen mycobionts respond to high light by synthesizing cortical sun-screening secondary metabolites. They screen solar radiation by absorptance (e.g. parietin or vulpinic acid) or by reflectance (e.g. atranorin). Their concentration correlates with light exposure and they protect the photobiont against excessive visible light. In some lichens, high light induces the synthesis of dark brown melanic pigments which also screen high light. Melanin producing lichens come from a wide range of lichen taxa, and grow on a variety of substrata. The talk will conclude with some recent exciting discoveries on the role of melanins in photoprotection.

NEW LICHEN RECORDS FROM THE TUNGUSKY STATE NATURE RESERVE (THE KRASNOYARSK TERRITORY, RUSSIA)

E.V. Biryukova¹, E.E. Muchnik², S.A. Lednev³

¹ ГБПОУ «Воробьевы горы», Moscow, Russia

² Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, Uspenskoe, Russia

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: birulena02@mail.ru

НОВЫЕ ВИДЫ ЛИШАЙНИКОВ ДЛЯ ТУНГУССКОГО ЗАПОВЕДНИКА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

Е.В. Бирюкова¹, Е.Э. Мучник², С.А. Леднев³

¹ ГБПОУ «Воробьевы горы», г. Москва, Россия

² Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Россия

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия

Лишениобиота Тунгусского заповедника к настоящему времени изучена слабо: единственный опубликованный список включает 62 вида. С целью пополнения данных небольшая коллекция

лишайников собрана Е.В. Бирюковой в июле 2017 г. в ходе учебно-исследовательской экспедиции «Тунгуска 2017» ГБПОУ «Воробьевы горы». Сбор осуществлён в пяти точках:

1. 60°51'18.8" N, 101°53'3" E, сосняк-брусничник;
2. 60°57'47.3" N, 101°51'37" E, сосняк-брусничник;
3. 60°52'54.1" N, 101°52'26.4" E, кустарничковое лишайниково-сфагновое болото;
4. 60°54'59" N, 101°57'0" E, сосняк-голубичник;
5. 60°51'9.4" N, 101°52'49.5" E, кустарничковое лишайниково-сфагновое болото.

Камеральная обработка материалов выполнена в Институте лесоведения РАН, уточнение определения ряда видов – в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова (БИН) РАН (г. Санкт-Петербург).

Выявлено 25 таксонов, 13 из них – новые для территории заповедника. После латинского названия вида дана информация о его местонахождении и местообитании (по номерам точек сбора), а также субстрате, на котором собран вид.

Acarospora sp. – 4, на силикатном щебне осыпи.

Cladonia coccifera (L.) Willd. – 5, на торфяной почве.

C. deformis (L.) Hoffm. – 3, на торфяной почве.

Icmadophila ericetorium (L.) Zahlbr. – 5, на дерновинках отмирающих мхов.

Lecanora circumborealis Brodo et Vitik. – 5, на стволе берёзы.

L. cf. intricata (Ach.) – 4, на силикатном щебне осыпи.

Melanohalea olivacea (L.) O. Blanco et al. – 3, на ветке берёзы.

Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl. – 2, 3, на стволах берёзы.

Peltigera extenuata (Nyl.) Vain. – 1, на почве.

Porpidia crustulata (Ach.) Hertel et Knoph. – 4, на силикатном щебне осыпи.

Rhizocarpon grande (Flörke ex Flotow) Arnold. – 4, на силикатном щебне осыпи.

Tuckermanopsis ciliaris (Ach) Gyeln. – 3, на стволе берёзы.

Usnea lapponica Vain. – 1, на ветке сосны.

Найденные виды также отмечаются в других заповедниках Красноярского края (Путоранский, Центральносибирский, «Столбы»), за исключением *Tuckermanopsis ciliaris* и *Usnea lapponica*.

Авторы благодарят администрацию Тунгусского заповедника, руководителя экспедиции В.А. Ромейко, коллектив Лаборатории лишенологии и бриологии БИН РАН.

**QUANTITATIVE LICHEN DIVERSITY
OF PIR PANJAL RANGES OF HIMALAYA, INDIA**

M. Bhat¹, S. Verma¹, D.K. Upreti²

¹ Department of Botany, School of Biosciences and Biotechnology,
Baba Ghulam Shah Badshah University, Jammu and Kashmir, India

²Lichenology Laboratory, CSIR NBRI, Rana Partap Marg, Lucknow, India
E-mail: *mamtabhat12oct@gmail.com*

Lichenised fungi or lichens represent the most successful symbiotic organisms on earth. The different growth forms of lichens such as crustose, foliose and fruticose have been used by humans in one way or the other. Since ancient times, lichens find their use against diseases and to improve the health of humans as well. Lichens find their use as source of food, fodder, dye and in perfumery. They are the pioneers and thus plays an important role in the process of succession. Besides, lichens are the indicators of air pollution and thus determinants of the health of ecosystem. Many secondary metabolites are produced by lichens which provides them protection against environmental stress. Some of the lichens are highly significant for pharmaceutical purposes due to the presence of secondary metabolites in them. Over 500 secondary metabolites have been extracted from different lichens and many among them possess therapeutic properties.

Owing to the numerous benefits they possess, there is a dire need to explore these less explored part of biodiversity with multifarious uses. The present study focuses on the Pir Panjal ranges of Inner Himalayas where numerous lichen surveys were carried out. Lichens were collected and Foldscope microscope was used to study their anatomical details. They were identified and stored in the lichen herbarium of the Centre for Biodiversity Studies. This communication therefore deals with the documentation of quantitative diversity and distribution of the lichens of the Pir Panjal region of Himalayas. The findings will be discussed in detail during presentation.

LONG TERM PASSIVE WARMING EFFECT ON ANTARCTIC LICHENS

A. Casanova-Katny¹, M. Bartak²

¹ Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, Facultad de Recursos Naturales,
Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile

² Department of Experimental Biology, Faculty of Science,
Masarik University, Brno, Czech

E-mail: angedcasanova@icloud.com; mcasanova@uct.cl

In Antarctica, several long-term experiments has been carried out principally on vascular plants, however few experiments has been doing on cryptogamic biota. Here we report the field study of lichens growing in open top chambers (OTC) installed at the Fildes Peninsula (King George Island, South Shetland Island Archipelago). We compare primary photochemical processes of photosynthesis in the cyanolichen *Placopsis antarctica* growing in the field for 1 year inside the OTC and at outside plot (control). We measured effective quantum yield of photosystem II (Φ_{PSII}) and photosynthetic electron transport rate (ETR) in daily courses. We examined the responses of diurnal Φ_{PSII} to PAR and in relation to environmental factors through continuous 12-d-long monitoring of chlorophyll fluorescence parameters. The data indicate that OTC microenvironment may lead to partial limitation of photosynthetic processes in *P. antarctica* during austral summer season. The limitation is caused by accelerated dehydration of thallus in the warmed-OTC compared to the outside generally colder and wetter control plot, and thus shortened physiologically active time of lichens in OTC, suggesting that global warming including desiccation will decrease photosynthetical performance in these lichens.

Grant INACH RT2716, FONDECYT 1181745 and CzechPolar2 (LM2015078).

THE STUDY OF THE LICHEN BIOTA OF OLD-WORLD PARKS IN THE MOSCOW REGION

D.A. Cherepenina, E.E. Muchnik

Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, Uspenskoe, Russia

E-mail: diana0075@mail.ru

In 2016-2018 the parks of the museum-reserve (MR) Abramtsevo (Sergiev Posad distr.), and the MR of A.S. Pushkin (Odintsovsky distr.) and the museum-estate Ostafyevo – Russian Parnassus (Novomoskovsk administrative distr.) were investigated in the Moscow Region. The collection and laboratory processing of the samples

were carried out according to conventional lichenological methods. The state of the lichen biota was assessed using the scales of anthropogenic transformation.

102 species from 49 genera included in 25 families of lichens and allied fungi were found in the parks of the surveyed territories (Abramtsevo – 55, MR of A.S. Pushkin – 58, Ostafyevo – 68). Lecanoraceae, Parmeliaceae, Physciaceae, Ramalinaceae are predominant in the lichen biota of all the surveyed parks. The composition of these families coincides with that typical for the forest zone in general.

The analysis of ecobiomorph's spectra shows that crustose species of lichen prevail in all the parks. At the same time, the spectra of ecobiomorphs in the parks of the MR Abramtsevo and the Ostafyevo are complete, in contrast to the parks of the MR of A.S. Pushkin, where there are no fruticose species. The analysis of substrate group's spectra demonstrates that epiphyto-epixyls predominate in all the parks. The distribution of the epiphytic species in relation to the bark's pH shows that acidophytes prevail in the MR Abramtsevo, and nitrophytes predominate in the MR of A.S. Pushkin and Ostafyevo.

Using the similarity coefficient of Sørensen, it was revealed that the parks of the MR of A.S. Pushkin and the Ostafyevo have the greatest similarity of the lichen biota. This is explained by the significant similarity of the species composition of the planted vegetation and the location of these parks within the urbanized areas unlike the MR Abramtsevo park. Ratios of the specificity of the lichen biota in each of the parks surveyed are quite high, which indicates the need to conserve these park communities as a set of microniches for the habitats of lichens typical for forest ecology, including rare and protected species.

8 species new for the Moscow Region and 8 rare species listed in the Red Books of Moscow and Moscow Oblast were found in the surveyed territories.

As a result, the lichen biota's state of the MR Abramtsevo and Ostafyevo parks are characterized as the best, with an insignificant level of anthropogenic transformation (AT), and that of the MR of A.S. Pushkin – as good, with a low level of AT.

IS ARCTOPARMELIA ALEURITICA USNIC ACID-DEFICIENT CHEMOTYPE OF ARCTOPARMELIA CENTRIFUGA OR INDEPENDENT TAXON?

S.V. Chesnokov^{1,2}, I.A. Prokopiev^{2,3}, L.A. Konoreva^{1,2,4}

¹ Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

² Botanical Garden-Institute Far Eastern Branch

of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

³ Institute for Biological Problems of the Cryolithozone Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

⁴ The Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia

E-mail: lukinbrat@mail.ru

ARCTOPARMELIA ALEURITICA – УСНИН-ДЕФИЦИТНЫЙ ХЕМОТИП ARCTOPARMELIA CENTRIFUGA ИЛИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ТАКСОН?

С.В. Чесноков^{1,2}, И.А. Прокопьев^{2,3}, Л.А. Конорева^{1,2,4}

¹ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

² Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

³ Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Россия

⁴ Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского НЦ РАН, г. Кировск, Россия

Вид *Arctoparmelia aleuritica* (Nyl.) Hale был описан Hale в 1986 г. как самостоятельный таксон. Внешне он похож на *A. centrifuga*, но не содержит усниновой кислоты в верхнем коровом слое, из-за чего талломы *A. aleuritica* имеют серую окраску. Данный вид признавался в различных таксономических рангах от формы до вида, но из-за отсутствия других морфологических и химических отличий был сведён в синонимы к *A. centrifuga*.

К настоящему времени вид известен из Скандинавии и Канады. Для России *A. aleuritica* приводился в первом выпуске «Определителя лишайников СССР» под названием *Parmelia centrifuga f. dealbata* Th. Fr. без указания локалитета. С тех пор ни одной находки этого вида не было опубликовано, также не найдено ни одного гербарного образца из России.

Мы решили разобраться с систематическим положением таксона *A. aleuritica*. Был проведен метаболомный анализ образцов из рода *Arctoparmelia*, по результатам которого выявлено наибольшее сходство между *A. aleuritica* и *A. centrifuga* несмотря на отсутствие усниновой кислоты у *A. aleuritica*. Только у этих видов было отмечено неопределенное вещество, обозначенное нами как unk372, которое не отмечено у других видов *Arctoparmelia*. Морфологическое сравнение также показало большое сходство этих двух видов. На основании морфологии и состава вто-

ричных метаболитов мы подтверждаем мнение других исследователей, что *A. aleuritica* является уснин-дефицитным хемотипом *A. centrifuga*.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-34-00332 мол_а.

ACTIVITY OF CATALASE AND SUPEROXIDE DISMUTASE IN *LOBARIA PULMONARIA* THALLI

O.V. Chirva^{1,2}, V.I. Androsova¹, K.M. Nikerova², R.V. Ignatenko^{1,2}

¹Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

²Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences,
Petrozavodsk, Russia

³Forest Research Institute of Karelian Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

E-mail: *tchirva.olga@yandex.ru*

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ И СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗЫ В ТАЛЛОМАХ ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA*

О.В. Чирва^{1,2}, В.И. Андросова¹, К.М. Никерова³, Р.В. Игнатенко^{1,2}

¹Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

²Карельский НЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия

³Институт леса Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm – эпифитный листоватый лишайник, известный своей чувствительностью к условиям местообитания. Изменения активности ферментов антиоксидантной системы (АОС) опосредованно отражают баланс метаболических процессов как в онтогенезе, так и в реакции организмов на условия местообитания.

Целью нашего исследования являлось изучение активности каталазы (КАТ) и супероксиддисмутазы (СОД) в талломах *L. pulmonaria* лесных сообществ средней и севернотаёжной подзон. В ходе исследования была проанализирована активность ферментов в молодых (*j*, *im*, *v*) и старых (*g*, *ss*, *s*) талломах лобарии легкой из среднетаежных (Республика Карелия) и северотаежных (Архангельская обл.) лесных сообществ. Активность ферментов определяли спектрофотометрически: КАТ – по реакции разложения перекиси водорода, СОД – по ингибированию восстановления нитросинего тетразолия.

Полученные данные показали, что в пределах всей изученной выборки активность СОД в талломах *L. pulmonaria* значительно не отличалась, а активность КАТ была ниже в образцах из севе-

ротаежных сообществ. При разделении общей выборки на молодые и старые талломы обнаружено, что у молодых существует реакция на климатический градиент: активность СОД повышается, а КАТ – понижается в северотаежных сообществах в сравнении со среднетаежными. В целом, для старых талломов лобарии выявлена более высокая КАТ по сравнению с молодыми, однако различий в активности ферментов между местообитаниями не зарегистрировано. Вероятно, молодые талломы могут быть более пригодны для биоиндикации условий среды, так как являются более чувствительными. Старые талломы более «сосредоточены» на поддержании внутреннего баланса, а их АОС система – на нейтрализацию АФК, образовавшихся в ходе жизнедеятельности, а также сопровождающих процессы старения.

Таким образом, важно учитывать онтогенетические состояния при рассмотрении разных физиолого-биохимических процессов, влияющие на которые, безусловно, оказывают условия внешней среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проекта № 5.8740.2017/к (базовая часть Госзадания).

CO₂-GAS EXCHANGE OF LICHENS IN THE BOREAL ZONE

I.V. Dalke, R.V. Malyshev

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: dalke@ib.komisc.ru, malrus@ib.komisc.ru

СО₂-ГАЗООБМЕН ЛИШАЙНИКОВ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ

И.В. Далькэ, Р.В. Малышев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Незначительные колебания температуры, умеренная освещенность и гумидный климат бореальных лесов способствуют тому, что одним из основных компонентов экосистемы леса являются лишайники. В таёжной зоне Республики Коми, расположенной на европейском северо-востоке России, насчитывается около 866 видов лишайников. Тонкий баланс симбиотического сосуществования гриба и водоросли чрезвычайно зависим от стабильности условий среды. Для понимания механизмов приспособления и прогнозирования динамики роста и развития лишайников актуально изучение функциональных характеристик лишайнобиоты в изменяющихся условиях среды обитания.

В настоящей работе представлены результаты изучения CO_2 -газообмена 11 типичных для бореальных лесов видов лишайников (*Cladonia rangiferina*, *C. stellaris*, *Platismatia glauca*, *Peltigera aphthosa*, *P. rufescens*, *P. scarbosa*, *Hypogymnia physodes*, *Lobaria pulmonaria*, *Evernia mesomorpha*, *Parmelia sulcata*, *Cetraria islandica*).

Результаты исследований показали, что у изученных лишайников в оптимальных условиях (свет, температура, влажность) скорость нетто-поглощения CO_2 варьировала в пределах от 0.1 до 5.5 мг CO_2 /г сухой массы ч (медианное значение 0.81), а интенсивность дыхания – от 0.2 до 4.9 мг CO_2 /г сухой массы ч (медианное значение 0.63).

Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) показал, что интенсивность CO_2 -газообмена изученных лишайников не зависела от их жизненной формы (листоватые или кустистые) и типа субстрата (эпигейные или эпифитные). Сравнение медианных значений дыхания и фотосинтеза лишайников и травянистых растений бореальной зоны выявило, что травянистые растения превосходят лишайники по дыхательной способности почти вдвое, а по интенсивности поглощения CO_2 – на порядок.

REACTION OF EPYRHITIC LICHEN *HYPOGYMNIUM PHYSODES* (L.) NYL. ON AIR POLLUTION WITH PHOSPHORUS COMPOUNDS

E.A. Domnina^{1,2}, S.Yu. Ogorodnikova¹, S.V. Pestov^{1,2}, T.Ya. Ashikhmina^{1,2}

¹ Vyatka State University, Kirov, Russia

² Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

E-mail: ecolab2@gmail.ru

РЕАКЦИЯ ЭПИФИТНОГО ЛИШАЙНИКА *HYPOGYMNIUM PHYSODES* (L.) NYL. НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СОЕДИНЕНИЯМИ ФОСФОРА

Е.А. Домнина^{1,2}, С.Ю. Огородникова², С.В. Пестов^{1,2}, Т.Я. Ашихмина^{1,2}

¹ Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Лишайники являются чувствительными и аккумулятивными индикаторами промышленных загрязнений и применяются для ранней диагностики негативных изменений состояния окружающей среды, а также позволяют отслеживать загрязнение воздуха в динамике. Нами изучено накопление соединений фосфора и проективное покрытие лишайника *Hypogymnia physodes*

(L.) Nyl. в районе функционирования объекта по уничтожению фосфорсодержащих отравляющих веществ. Участки мониторинга представлены лесными фитоценозами (подзона южной тайги) и расположены на разном удалении от источника загрязнения (1.2–9.6 км). Гипогимния доминирует в эпифитном покрове основных лесообразующих пород (сосна, ель) на изучаемой территории. Содержание общего фосфора в талломах *H. physodes* за период наблюдений (2010–2017 гг.) варьировало в пределах 433–2952 мкг/г. В результате кластерного анализа выделяются две группы участков по содержанию фосфора. К первому кластеру относятся участки с повышенным накоплением соединений фосфора в талломах лишайников, они расположены вблизи источника загрязнения в направлении преобладающих ветров. Положение участков внутри второго кластера связано с незначимыми ненаправленными изменениями содержания фосфора в талломах гипогимнии. За период наблюдений среднее значение общего проективного покрытия на участках мониторинга было в пределах 24–41%. На основании анализа данных по проективному покрытию выделяются два кластера. К первому кластеру относятся участки с повышенным значением проективного покрытия (более 30%), они максимально удалены от источника загрязнения. Ко второму кластеру, который характеризуется меньшими значениями проективного покрытия, относятся участки, расположенные вблизи техногенного объекта, а также с подветренной стороны. Выявлена отрицательная корреляция между изученными показателями: по мере приближения к источнику загрязнения происходит снижение проективного покрытия и повышение накопления соединений фосфора. Данная зависимость максимально проявилась в 2013–2015 гг. Для диагностики загрязнения атмосферы соединениями фосфора эффективны оба примененных нами методов лишеноиндикации.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LICHENS
AND ESTIMATION OF PHOTOBIONT STATE
BY EXPLORING OF THE CHLOROPHYLL A FLUORESCENCE

O.V. Dymova, I.G. Zakhozhiy

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

E-mail: dymovao@ib.komisc.ru

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ В ЛИШАЙНИКАХ
И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ФОТОБИОНТА
НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА А

О.В. Дымова, И.Г. Захожий

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Фотосинтетические пигменты являются маркерами фотобионта лишайников. Определения содержания хлорофилла *a* (Хл *a*) и каротиноидов (Кар) у 21 вида кустистых и листоватых лишайников показали, что концентрация Хл *a* в талломах варьировала в зависимости от вида в пределах от 0.16 (*Peltigera malaceae*) до 1.30 мг/г (*P. rufescens*), у большей части исследованных видов составляла 0.4–0.6 мг/г. Показано, что содержание Хл *a* не зависит от типа фотобионта, на долю которого приходится 5–10% сухой массы таллома. Все виды лишайников со сравнительно высоким накоплением зеленых пигментов относились к листоватым. Концентрация Кар была в два-четыре раза ниже, чем Хл *a*, и составляла 0.15–0.30 мг/г. У лишайников прослеживается прямая связь между накоплением фонда Хл и Кар ($r = 0.96$).

Сравнительный анализ функциональной активности фотобионтов лишайников по показателям флуоресценции Хл *a* показал, что при освещенности 250–300 мкмоль фотонов/м² (при которой отмечено насыщение нетто-поглощения CO₂ талломов лишайников светом) в процессе фотохимического транспорта электронов в электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) фотосистемы II (ФСII) реализуется не более половины энергии поглощенного светового потока. Величина эффективного квантового выхода ФСII (Φ_{PSII}) варьирует от 0.25 (*Evernia mesomorpha*) до 0.50 (*Peltigera canina*, *Lobaria scrobiculata*) и в среднем составляет 0.40. Увеличение интенсивности потока поступающей ФАР к талломам сопровождается значительным падением реального квантового выхода ФСII фотобионтов на фоне увеличения рассеивания энергии возбуждения в виде тепловой диссипации. На примере крупнолистоватого лишайника *Lobaria pulmonaria* показано участие зеаксантина-за-

висимого механизма в защите фотосинтетического аппарата фотобионта от фотодинамического разрушения.

Таким образом, впервые получены данные, характеризующие функциональную активность свыше 20 видов хлоро- и цианолишайников таежной зоны на европейском северо-востоке России. Выявлена видовая дифференциация лишайников по содержанию пигментов и метаболической активности. Сопоставление с растениями бореальной зоны показало, что по накоплению фотосинтетических пигментов (на порядок) и скорости транспорта электронов в ЭТЦ ФСII талломы лишайников уступают листьям травянистых и древесных видов. Это соответствует более низкому уровню их жизнедеятельности, что проявляется в замедленном росте.

RARE AND REMARKABLE SPECIES IN FRAGMENTED FORESTS AS INFLUENCE OF MICROCLIMATE STABILITY

O. Enkhtuya, S. Javkhlan

Laboratory of Flora and Plant Systematics, Institute of General and Experimental
Biology Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

E-mail: tuyabot@yahoo.com

We assessed the effect of forest fragment size on lichen abundance in the different sized forest fragmentation near Tosontsengel (Zavkhan province, Mongolia). We found a significant effect of high to small sized forests on mass of *Bryoria* spp., *Evernia mesomorpha* Nyl., and *Usnea* spp. The total projective coverage of lichens, the total number of species, the average number of species increased in the area of the forest matrix, and the number of descriptions without lichens, on the contrary, decreases.

In largest patches (1.1–5.0 km²) in a woodland-dominated forest-steppe area (forest matrix) about 25 species were present in only big plot (e.g. *Basidina adastrata*, *Calicium viridian*, *Ramalina dilacerata*, *Sclerophora peronella*, *Chaenotecopsis epithallina*, *Caloplaca chlorotera*, *Cyphelium notarizii*, *Physcia adsdens*, *P. subalbinea*). These species have high demands on stable and specific habitat conditions rare in the forest area as influence of microclimate stability.

Lichen species diversity of lichens markedly different in the small fragmented forests in grassland matrix. In there are on trunk bases of many trees without epiphytic lichens or with few small lichen thalli. The main lichen species number was absent in the smallest forests in grassland matrix. In results, that the epiphytic lichens in small and isolated forest patches in grassland matrix are vulnerable to climate warming under land use pressure.

THE ASSESSMENT OF LICHENS USING MULTISPECTRAL SATELLITE IMAGERY

V.V. Elsakov

Institute of Biology of Komi Scientific Center of Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: elsakov@ib.komisc.ru

ОЦЕНКА ЗАПАСА ЛИШАЙНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СЪЕМОК

В.В. Елсаков

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Опробованы методологические принципы оценки валового запаса (ВЗ, г/м²) и проективного покрытия (ПП, %) напочвенных лишайников в фитоценозах малонарушенных территорий с привлечением материалов спутниковых съемок. В основу подготовки моделей легли алгоритмы анализа связей спектральных величин спутниковых съемок различного пространственного разрешения (World View 2 и Landsat) и точечных полевых измерений с использованием методов многомерной линейной регрессии. Для растительных сообществ заповедника «Пасвик» (Мурманская область) проведен расчет показателей суммарного ВЗ лишайников (970 т, при средней плотности запаса по всей территории 512 кг/га (20.9–1962 кг/га) и среднего ПП (6.4% (0.9–21.5% для разных групп фитоценозов). Величины ПП лишайников на территории заповедника, полученные с использованием приведенной в работе модели, в среднем в 6.3 раза ниже значений, рассчитанных только по тематической классификации Landsat с выделением лишайниковых сообществ. Наименьшие различия прослеживаются в выделенных ландшафтно-геоботанических контурах с низкой представленностью классов с доминированием лишайников и низкими показателями ПП лишайников в напочвенном покрове (менее 5%). На участках с доминированием болотных сообществ расхождение между сравниваемыми величинами было минимально – в среднем в 1.1 раза (0.5–1.9). Использование тематической классификации (карты растительности) применительно остальных сообществ для расчета площадных характеристик увеличивало ПП напочвенных лишайников в 6.8 раза для горно-тундровых (5.6–8.1 раза) и в 8.0 раз для лесных сообществ (2.5–19.8 раза). Характеризующие ПП лишайников величины позволили выполнить коррекцию и экстраполяцию результатов инструментальных измерений на всю охраняемую территорию. Сопоставление полученных результатов с независимыми

данными экспертных оценок (через показатель оленеемкости) показывает суммарное отклонение (занижение) результатов моделирования на 18.2%. Данные расхождения подчеркивают важность использования методов компонентного анализа при выполнении количественных расчетов ресурсных характеристик фитоценозов.

Работа выполнена в рамках Комплексной программы фундаментальных научных исследований УрО РАН 2018-2020 гг. Подпрограмма Арктика. Проект № 18-9-4-5.

**PECULIARITIES OF HEAVY METAL ACCUMULATION
IN *CLADONIA RANGIFERINA* THALLI
IN THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA**

V.V. Elsakov¹, A.B. Novakovskiy¹, A.S. Shuiskiy²

¹ Institute of Biology of Komi Scientific Center of Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

² Institute of Geology of Komi Scientific Center of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences Syktyvkar, Russia

E-mail: elsakov@ib.komisc.ru

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ЛИШАЙНИКЕ КЛАДОНИЯ ОЛЕНЬЯ
НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ**

В.В. Елсаков¹, А.Б. Новаковский¹, А.С. Шуйский²

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

² Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Выполнен сравнительный анализ содержания тяжелых металлов (**Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, Co, Mn, Fe, Hg**) и **As** в талломах кладонии оленьей (*Cladonia rangiferina* L.) в долготных границах европейского Севера (более 80 точек сборов). Наиболее значимыми факторами, влияющими на аккумуляцию элементов, являются удаленность от производственных объектов черной и цветной металлургии, приближенность к производственным площадкам и минеральным отсыпкам инженерной инфраструктуры (дороги, площадки буровых).

Анализ анатомической структуры талломов лишайников (сканирующий электронный микроскоп TESCAN VEGA3 LMN с энергодисперсионной приставкой X-MAX Oxford instruments), собранных вблизи песчаных насыпей, демонстрирует присутствие в талломе и внутренних полостях многочисленных минеральных включений. Среди определенных минералов: титанит,

пирит, эпидот, рутил, ильменит, калиевый полевой шпат, кварц, плагиоклаз моноцит, барит, хромит, фтор апатит и слюда (хлорит). В перечне выявленных элементов: Fe, Mg, Al, Si, P, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Ni и др. Данные образцы обнаруживают и наиболее высокие концентрации элементов химико-аналитическими методами (экоаналитическая лаборатория ИБ Коми НЦ Уро РАН). Так, в районе песчаных отсыпок аэропорта пос. Харьяга в талломах отмечаются наиболее высокие (по региону) концентрации Fe (2400 ± 700 мг/кг), Pb (5.9 ± 1.5 мг/кг), Ni (12 ± 4 мг/кг), Co (1.5 ± 0.6 мг/кг).

Установлены фоновые показатели элементов для удаленных от промышленных центров территорий. Показано, что на территории ряда ООПТ лишайники уже не могут считаться геохимическими эталонами экосистем по содержанию некоторых поллютантов в связи с близостью расположения к промышленным объектам, а также наличием дальних (глобальных) и региональных переносов. В границах государственного природного заповедника «Пасвик» (Мурманская область) среди факторов, влияющих на аккумуляцию элементов, наиболее значимым является удаленность от производственных объектов цветной металлургии (АО «Кольская ГМК», ПАО «Норникель»). Зависимость хорошо аппроксимирует выявленная экспоненциальная функция. Рассмотренные элементы разделены на две группы: 1) присутствующие в выбросах комбината и имеющие выраженный пространственный градиент на территории заповедника (Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Cd, Pb, As); 2) не имеющие явных закономерностей в распределении и зависящие от «фоновых» значений (Zn, Mn и Hg). Концентрации элементов-загрязнителей первой группы в талломах лишайника уменьшаются с интенсивностью 2–5% на каждый километр удаления от источника эмиссии.

Работа выполнена в рамках Комплексной программы фундаментальных научных исследований Уро РАН 2018-2020 гг. Подпрограмма Арктика. Проект № 18-9-4-5.

LICHENS OF NATURAL PARK "RYBACHIIY AND SREDNIY PENINSULA"

G.S. Evdokimov^{1,2}, L.A. Konoreva²⁻⁴, S.V. Chesnokov^{2,4}

¹ St. Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

² Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences,
Saint-Petersburg, Russia

³ The Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of Russian
Academy of Sciences, Kirovsk, Russia

⁴ Botanical Garden-Institute Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
E-mail: grigoriiev@gmail.com

ЛИШАЙНИКИ ПРИРОДНОГО ПАРКА
«ПОЛУОСТРОВ РЫБАЧИЙ И СРЕДНИЙ»

Г.С. Евдокимов^{1,2}, Л.А. Конорева²⁻⁴, С.В. Чесноков^{2,4}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

³ Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского НЦ РАН,
г. Кировск, Россия

⁴ Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Природный парк «Полуостров Рыбачий и Средний» расположен в Печенгском районе Мурманской области и включает в себя территорию полуостровов Рыбачий и Средний. Он был основан в 2014 г., имеет площадь около 830 км². Несмотря на то, что территория природного парка относится к тундровой природной зоне, он является самым теплым местом Мурманской области из-за влияния Нодкарпского течения. Территория представляет собой плато, круто обрывающееся к морю, сложенное глинистыми сланцами, песчаниками и известняками.

Обобщенные данные о лишайниках Печенгского района представлены в работе Veli Räsänen (1943), куда в том числе вошли данные из старых финских работ. Коллекции лишайников с полуостровов Рыбачий и Средний были собраны А.В. Домбровской в 1970-е гг. и хранятся в гербарии КРАВГ. Небольшие сборы сделаны А.В. Мелехиным при работе над Красной книгой Мурманской области, результаты этих исследований внесены в базу данных лишайников ПАБСИ (<http://krabg.ru/1/>). К началу наших исследований для территории природного парка было известно 322 вида лишайников. В 2015 г. коллекции лишайников были собраны Л.А. Коноровой и С.В. Чесноковым преимущественно на п-ове Рыбачьем. При обработке этих данных было выявлено 104 вида лишайников, из которых 30 оказались новыми для данного региона, *Parmelia skultii* Hale – новым для Мурманской области.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ номер 18-05-60093_Арктика.

**OVERGROWING ABANDONED MEADOWS:
A CASE STUDY IN KOSTOMUKSHA NATURE RESERVE,
NORTH WEST RUSSIA**

M.A. Fadeeva, A.V. Kravchenko

Forest Research Institute of the Karelian Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

E-mail: fadeeva@krc.karelia.ru

Although lichens are not a characteristic component of meadow communities, they can be numerous and abundant in meadows as a landtype association (ecosites). Meadow ecosites appeared in Kostomukshsky Strict Nature Reserve, established in 1982, in the place of abandoned villages. As the areas were getting overgrown by trees and shrubs, some of them, once enclosed in one contour, became separated into two or more relatively isolated meadows. The meadow ecosites surveyed in 2015–2016 appear as a mosaic of remaining open meadow sites of different types and secondary forest communities ranging from early-stage willow carrs to forest clumps of varying size, age and species composition, predominantly composed of birch, with smaller shares of pine-birch, pine or spruce stands. In total, 132 species of lichens and lichenicolous fungi were detected in the 16 surveyed meadow areas. The number of species varied among areas from 12 to 27. The taxonomic diversity increased where the plant cover was more mosaic as a direct consequence of the increase in the number of ecotopes with substrates suitable for colonization by lichens.

Being poor competitors for vascular plants and bryophytes, epigeic lichens are usually rather scarce in meadows with a well-developed herb stand, settling perhaps only in disturbed soil patches, like e.g. *Peltigera rufescens* and *Cladonia* species (*C. chlorophaea*, *C. cornuta*, *C. furcata*, etc.). At the same time, lichens actively colonize rock substrates, both of natural genesis (boulders, bedrock outcrops) and man-made (stone piles or rows, foundations of heating stoves or buildings), which are usually present in such areas. As meadows become overgrowth with trees and shrubs, lichens begin to settle on woody substrate – living plants (trees, shrubs, dwarf shrubs) and their decaying remains. As a result, the species richness of lichens gradually increases.

As the formation of secondary forest communities proceeds, the share of xero-mesophytes ('forest-edge' species), which are tolerant of abrupt light and moisture fluctuations, decreases, while the share of forest-associated lichen species, which prefer the less variable ecological conditions of a closed-canopy tree stand, grows. This

stage is noted for an increased contribution of mesophilic forest species, e.g. fruticose lichens of the genera *Bryoria*, *Usnea*. About half of the total number of its species was found in meadows, which occupy a meager share of strictly protected area (less than 1%).

FUNCTIONAL BIOLOGY AND ECOLOGY OF LICHENS IN THE TAIGA ZONE OF EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA (KOMI REPUBLIC)

T.K. Golovko

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: golovko@ib.komisc.ru

The rich lichen flora in taiga forests demonstrates that this habitat has favorable conditions for its life. The study of lichens functional biology significantly enriches the understanding of the diversity and the current state of lichen biota in boreal forests. However, lichens are a difficult object for physiological study as they are a symbiotic system composed of autotrophic and heterotrophic organisms.

We obtained data on the main parameters of the functional activity of more than 20 species of lichens in the middle taiga zone. It was revealed that the chlorophyll content in the thalli of the most species was about 0.5–0.6 mg/g dry weight. Under optimal conditions, the net CO₂ uptake rate in thalli varied depending on the species from 1 to 5 μmol/m²s. The intensity of photosynthetic activity radiation (PAR) in the range of 500–600 μmol quantum /m²s, which corresponds to 25–30% of the total solar radiation, is sufficient for the light saturation of thallus photosynthesis. In natural habitats PAR equals to 60–100 μmol /m²s, and only in sparse pine forests it reaches 200–300 μmol /m²s. Photobiont is protected against UV radiation due to the accumulation protective substances in the upper cortical layer of thallus. The antioxidant system plays an important role in the protection lichens from adverse environmental influences, including pollution.

The relative water content in lichens equal to 45–55% is the optimum for an intense of CO₂ net uptake. Thallus desiccation resulted to an increased dissipation of absorbed light energy as well as decreased net assimilation rate and CO₂ emission in the light. During the summer period a positive CO₂-gas exchange was recorded in the early morning hours, when the lichens were hydrated due to absorption of the water vapor from the air and/or fallen dew.

Temperatures in the range of 15–25 °C are optimal for the photobiont activity. In winter the freezing point of weekly bound water in lichens was equal –11 °C, and it was by 3 °C higher in summer. Lichen quickly restored photosynthetic activity after moving to room conditions in winter.

The rate of CO₂ gas exchange was positively correlated with nitrogen content in thalli. Cyanolichens accumulated 5–8 times more nitrogen compared to chlorolichens. The nitrogen pools in the living biomass of lichens of the genus *Cladonia*, which forms a continuous ground cover in pine forests, reached 1.5 g/m².

The carbon concentration in the dry mass of lichens varied between 35–42%. The mean isotopic discrimination value ($\delta^{13}\text{C}$) was around – 28‰, which indicates a favorable conditions for lichen life activity in taiga forests. Our results deep the knowledge of the ecological-biological properties of lichen biota, and show the possibility of use the lichens as a sensitive sensor of environmental pollution and climate changes.

The work was carried out under the theme “Physiology and stress resistance of photosynthesis of plants and poikilohydric photoautotrophs in the North” (№ AAA-A17-117033010038-7), and partially supported by the grant of UB RAS (18-4-4 -20).

PHOTOPROTECTING PROPERTIES OF EXTRACTS *RAMALINA POLLINARIA* IN VIVO AND IN CELL CULTURES

S.V. Goncharov, A.Ye. Kozlov, M.V. Matveyenkov

Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus,
Gomel, Belarus

E-mail: combinexpo@gmail.com

ФОТОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ ЛИШАЙНИКА *RAMALINA POLLINARIA* IN VIVO И В КУЛЬТУРАХ КЛЕТОК

С.В. Гончаров, А.Е. Козлов, М.В. Матвеенков

Институт радиобиологии НАН Беларуси, г. Гомель, Беларусь

Перспективным направлением в совершенствовании средств солнцезащиты стал поиск фотопротекторов в организмах, устойчивых к повышенной инсоляции, в том числе лишайниках, богатых вторичными метаболитами, обладающими антисептическим, антиоксидантным, противоопухолевым действием. На основе биоактивных комплексов их талломов возможно создание и фотозащитных рецептур.

В моделях на животных и на культурах клеток изучали фотозащитные свойства сухих экстрактов распространенного в Беларуси лишайника *Ramalina pollinaria* (на этаноле и ацетоне). Экстракты эффективно поглощают биологически активный спектр УФ в области 250–400 нм (индукция эритемы наиболее эффективна при 260–300 нм). В опытах *in vivo* сделана оценка эффективности ацетонового экстракта *R. pollinaria* при однократном УФ-облучении. Мышам Af наносили однократно на кожу спины (2×3 см) 5%-ный раствор экстракта в диметилсульфоксиде (ДМСО) спустя трое суток после депиляции и за 30 мин. до облучения (в контроле и УФ-контроле – ДМСО). Мышей облучали в течение 30 мин. (15 см от спинки): $\lambda = 280\text{--}450$ нм, расчётная интегральная мощность потока 1446 мкВт/см², УФ-В/УФ-А = 40/60%. Забор крови проводили на четвертые сутки.

Облучение вызывало на коже коричневые ожоги, струп, уровень отека в 1.5 раза выше, чем в контроле; в сыворотке крови – значительное повышение прооксидантной активности (ПОА), продуктов окисления белков АОРР (advanced oxidation protein products), нитрат/нитрит-ионов (Nox), активности глутатионпероксидазы (GP_x) со сниженным уровнем глутатиона GSH и белковых SH-групп. Ацетоновый экстракт показал эффективную фотозащиту: минимизацию симптомов УФ-ожога – отек и воспаление, профилактику ожогового струпа. Относительно УФ-контроля снижались биохимические параметры сыворотки – GP_x (~15%), ПОА (~20%), АОРР (25%) и Nox (19%) – с одновременным увеличением белковых SH-групп (~52%).

Фотопротекцию *in vitro* оценивали на стабильной линии кератиноцитов человека HaCAT с помощью МТТ-теста после предварительного анализа их цитотоксичности (концентрации экстрактов в среде 0.78–200 мкг/мл). Сырье считается токсичным при дозах полуингибирования метаболической активности клеток IC₅₀ <30 мкг/мл. Этанольный и ацетоновый экстракты (IC₅₀ = 69.1 и 66.9 мкг/мл соответственно) были отнесены к нетоксичным для HaCAT.

В оценке фотопротекции использовали субтоксические концентрации экстрактов (2.5–10 мкг/мл) при энергетическом максимуме 315 нм и расчётной интегральной мощности светового потока (280–450 нм) 1446 мкВт/см². Подбирали суб-, полутоксичные, токсичные дозы УФ (0–73.8 мДж/см²). Токсичность УФ выражали в факторе изменения цитотоксичности (ФИЦ), равном отношению полуингибирующей дозы УФ для культур в питательной среде с экстрактом и без. ФИЦ ацетонового и этанольного экстрактов (1.4–1.5 и 1.8–2.0 соответственно) позволяет предположить у них фотозащитный эффект, зависящий от способа получения экстрактов и от концентраций.

**SOME ASPECTS OF *CETRARIA ISLANDICA* BIOCHEMICAL ADAPTATION
IN THE CONDITIONS OF BELARUS AND YAKUTIA**

**H.R. Grischenko¹, K.Y. Ripinskaya¹, O.L. Kandelinckaya¹, P.N. Belyi²,
I.A. Prokopiev³, G.V. Filippova³**

¹Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus

²Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus

³Institute Biological Problems of Cryolithozone of Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia
E-mail: okandy@yandex.ru

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОХИМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ
CETRARIA ISLANDICA В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ И ЯКУТИИ**

**Е.Р. Грищенко¹, К.Ю. Рипинская¹, О.Л. Канделинская¹, П.Н. Белый²,
И.А. Прокопьев³, Г.В. Филиппова³**

¹Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

³Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН,
г. Якутск, Россия

Лишайник *Cetraria islandica* (L.) Ach. (Parmeliaceae Zenker) является бореальным видом и характеризуется мультирегиональным распространением. Лимитирующими для *C. islandica* считаются не только антропогенные воздействия (лесные пожары, вырубки лесов и др.), но и естественные факторы, в частности, южные границы ареала. Молекулярные механизмы данного феномена почти не изучены. Поскольку *C. islandica* как фармакопейный вид используется в медицине, очевидна необходимость более детальных исследований процессов биохимической адаптации указанного представителя лишайнобиоты. В подобном контексте относительно мало изученными остаются вопросы, касающиеся участия азотного обмена, имеющего универсальное значение, и лишайниковых веществ, специфичных только для лишенизированных грибов, в механизмах уязвимости/устойчивости *C. islandica* на границе ареала. Установлено, что в зависимости от среды обитания на юге Беларуси или в Центральной Якутии, у исследуемого вида формируются специфические механизмы биохимической адаптации. При этом в белорусских образцах наблюдается аккумуляция общего азота, свободного пролина, изменение соотношения некоторых заменимых и незаменимых протеиногенных аминокислот (например, увеличение содержания Glu, Тур, но снижение содержания Lys, His, Met). Обсуждается роль ис-

следованных показателей в механизмах уязвимости *C. islandica* вблизи южной границы ареала распространения.

GASEOUS PHASE HYDRATION OF LICHENS FROM ATACAMA DESERT AND FROM ANTARCTICS

H. Harańczyk¹, A. Casanova-Katny², K. Kubat¹, P. Kijak¹, M. Olech^{3,4},
D. Jakubiec¹, and K. Strzałka^{5,6}

¹ Institute of Physics, Jagiellonian University, Cracow, Poland

² Faculty of Natural Resources, Catholic University of Temuco, Chile

³ Institute of Botany, Jagiellonian University, Cracow, Poland

⁴ Institute of Biochemistry and Biophysics, Polish Academy of Sciences,
Warsaw, Poland

⁵ Malopolska Centre of Biotechnology, Jagiellonian University, Cracow, Poland

⁶ Faculty of Biochemistry, Biophysics and Biotechnology, Jagiellonian University,
Cracow, Poland

E-mail: hubert.harancyk@uj.edu.pl

For the organisms surviving extremal dehydration, *e.g.* for lichenized fungi, or for some insects, water behavior at the initial steps of rehydration controls life recovery from cryptobiotic form. ¹H-NMR relaxometry and spectroscopy and sorption isotherm analysis may monitor molecular dynamics of residual water behavior distinguishing several fractions of water bound in a living organism in cryptobiotic form (in dehydrated lichenized fungi), in dry animal tissues, and in other biological systems like conducting biopolymers.

Moreover, the ¹H-NMR experiments reveal an unexpected surplus in liquid signal occurring with the increasing hydration level at a mild rehydration course performed from gaseous phase, which may be caused by two processes, namely, by a simple dilution, as it is observed in some plant tissues; or by lichenase-induced lichenine decomposition, which is observed in thalli of lichenized fungi, or for higher plants at initial phases of seed imbibition.

As thallus dehydration is one of the ways of freezing resistance, the observation of residual water yields a piece of information also on freezing tolerance of living organisms. For extremely low hydration level in lichen thallus no water freezing, but only non-cooperative water molecule immobilization was observed, which protects the photobiont cells from the damage caused by ice nucleation. For higher hydration levels the diffusion-induced phase growths at freezing is observed at longer incubation of lichen thallus in low temperature.

The research was carried out with the equipment purchased thanks to the financial support of the European Regional Development Fund in the framework of the Polish Innovation Economy Operational Program (con-

tract no. POIG.02.01.00-12-023/08), and thank's to INACH (Instituto Antártico Chileno, Ministerio de Relaciones Exteriores, Chile) Grant RT-27-16.

SIMULATION OF LONG-TERM POPULATION DYNAMICS OF *LOBARIA PULMONARIA* UNDER DIFFERENT FOREST MANAGEMENT SCENARIOS

N.V. Ivanova¹, V.N. Shanin^{1,2}, M.P. Shashkov^{1,2}

¹ Institute of Mathematical Problems of Biology of the Russian Academy of Sciences – the Branch of Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Pushchino, Russia

² Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Sciences of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

³ Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: Natalya.dryomys@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ *LOBARIA PULMONARIA* ПРИ РАЗНЫХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СЦЕНАРИЯХ

Н.В. Иванова¹, В.Н. Шанин¹⁻³, М.М. Шашков^{1,2}

¹ Институт математических проблем биологии РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша, г. Пушино, Россия

² Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушино, Россия

³ Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва, Россия

С целью оценки возможностей долговременного самоподдержания популяций охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. разработана имитационная модель. Она включает агентную модель развития субпопуляций *L. pulmonaria* на каждом дереве (форофите) и решетчатую модель ее расселения, интегрируемую с пространственным блоком модели роста древостоя EFIMOD, т.е. модель учитывает влияние пространственной структуры древостоя на возможности расселения лобарии легочной.

Для параметризации блока, описывающего динамику субпопуляций *L. pulmonaria*, использованы литературные данные. Выяснено, что детально исследованы только ранние стадии ее онтогенеза (до появления репродуктивных структур). Доступные количественные данные о продолжительности, скорости роста и смертности талломов более поздних онтогенетических стадий фрагментарны. Недостаточно сведений о структуре популяций *L. pulmonaria* в разных типах леса и при разных антропогенных воздействиях. В результате анализа литературы параметризованы четыре онтогенетические стадии: диаспора, молодой ювенильный таллом, крупный ювенильный таллом, соредиозный таллом (во время этой стадии однократно появляются плодовые тела).

В имитационных экспериментах рассматривали три сценария ведения лесного хозяйства: естественная динамика древостоев, сплошные и добровольно-выборочные рубки с сохранением всех деревьев, заселенных *L. pulmonaria*. Результаты имитационных экспериментов, выполненных для шести пробных площадей в осиновых и еловых лесах заповедника «Кологривский лес» (Жостромская область), показали, что за 100 лет численность популяций *L. pulmonaria* значительно сократилась (вплоть до полного исчезновения) вследствие низкой пространственной доступности потенциальных форофитов.

LONG-TERM DYNAMICS OF *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. POPULATIONS IN FOREST COMMUNITIES WITH DIFFERENT ANTHROPOGENOUS LOAD (REPUBLIC OF KARELIA)

R.V. Ignatenko^{1,2}, V.N. Tarasova¹

¹ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

² Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

E-mail: ocean-9@mail.ru

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ С РАЗНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Р.В. Игнатенко^{1,2}, В. Н. Тарасова¹

¹ Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

² ФИЦ «Карельский НЦ РАН», г. Петрозаводск, Россия

Лишайники являются общепризнанными тест-объектами для проведения биомониторинга состояния окружающей среды. Одним из таких видов, который чутко реагирует на антропогенное воздействие, является цианобионтный лишайник *Lobaria pulmonaria*. За последние 100 лет в Европе отмечается стремительное сокращение популяции данного вида, что связано с интенсивным лесопользованием и загрязнением атмосферного воздуха.

Исследования ценопопуляций *L. pulmonaria* проводились в вегетационные периоды 2012 и 2016 гг. маршрутным методом с использованием экспресс-описаний в среднетаежных сообществах, отличающихся уровнем антропогенной нагрузки: сильное – Петрозаводский городской округ, среднее – заказник «Заозерский», незначительное – заповедник «Кивач». Исследование показателей талломов лишайника (площадь, площадь некрозов, принадлежность к функционально-возрастной группе) выполнено методом сплошного учёта на всех субстратах на высоте 0–2 м

от земли с регистрацией характеристик местообитания (характеристик сообщества, параметров деревьев и микроусловий).

В 2012 г. на 36 субстратных единицах (отдельно стоящих или лежащих деревьях *Populus tremula*, *Salix caprea* и *Sorbus aucuparia*) было зарегистрировано 190 талломов, в 2016 г. – 220 (в городе – 14/17, заказнике – 64/57, заповеднике – 112/146 соответственно). За четыре года на учётных деревьях появилось 88 новых талломов (4, 19, 65 соответственно) и погибло 60 (1, 24, 35). В условиях города значительных изменений в онтогенетических спектрах ценопопуляций не зафиксировано: они являются неполночленными, с преобладанием старых талломов. Здесь средняя площадь таллома снизилась с 134 до 94 см², что вызвано переходом талломов из субсенильного в сенильное состояние. В заказнике, наоборот, средняя площадь таллома выросла с 51 до 84 см², что объясняется снижением доли виргинильных талломов (с 84 до 39%) и переходом талломов из виргинильного состояния в генеративное и субсенильное. В данных ценопопуляциях появилось четыре фертильных таллома. В заповеднике средняя площадь таллома снизилась с 72 до 48 см², поскольку выросла доля виргинильных 1 (с 29 до 49%) и сенильных талломов (с 3 до 18%); при этом доля генеративных осталась на прежнем уровне (8–11%, 12 шт.).

С течением времени в лесных сообществах, испытывающих наименьшее антропогенное влияние, воспроизводство новых талломов протекает успешно, появляются генеративные талломы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проекта № 5.8740.2017/к (базовая часть Госзадания).

TO THE STUDY OF EPILITE LICHENS OF THE PSKOV REGION

N.B. Istomina, O.V. Likhacheva
Pskov State University, Pskov, Russia
E-mail: pskov.pgpu.bot@mail.ru

К ИЗУЧЕНИЮ ЭПИЛИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Б. Истомина, О.В. Лихачева
Псковский государственный университет, г. Псков, Россия

Эпилитные лишайники играют важную роль в формировании первичных сукцессий и динамике растительных сообществ различного типа. На территории Псковской области каменистые субстраты можно разделить на естественные и искусственные.

Естественные каменные субстраты представлены гранитными валунами (моренные отложения последнего оледенения) и выходами известняковых пород девонского периода, субстраты антропогенного происхождения – цементом, шифером, бетоном, кирпичом и др.

На основе собственных сборов авторов, образцов, хранящихся в PSK, с учетом литературных данных в Псковской области выявлено 84 вида лишайников-эпилитов. Особый интерес представляет группа облигатных эпилитов (38). Из них 13 видов связаны с выходами известняка (*Circinaria contorta* subsp. *contorta*, *Lathagrium fuscovirens*, *Lecidella stigmatea*, *Lepraria incana*, *Placynthium nigrum*, *Protoblastenia rupestris*, *Verrucaria muralis*, *V. nigrescens*), и известняковыми крепостями Пскова и Изборска (*Acarospora glaucocarpa*, *Diplotomma alboatrum*, *Enchylium tenax*, *Lempholetta dispansum*, *Myriolecis albescens*). На мелкозем на поверхности известняка обнаружены *Bilimbia sabuletorum*, *Cladonia chlorophaea*, *C. pocillum*, *C. pyxidata*, *C. symphy-carpa*, *Scytinium lichenoides*, нередко произрастающие совместно со мхами. К выходам известняков также приурочены *Caloplaca stillicidiorum* (Vahl) Lyngb s. lat. (обитает на растительных остатках) и *Flavoplaca polycarpa* (произрастает на талломах лишайников). На гранитных валунах встречено 36 видов, из них облигатных эпилитов 18: *Acarospora fuscata*, *Aspicilia cinerea*, *Candelariella vitellina*, *Myriolecis crenulata*, *M. dispersa*, *Lecanora intricata*, *Lepraria neglecta*, *Montanelia sorediata*, *Xanthoparmelia verruculifera*, *X. conspersa*, *X. somloënsis*, *X. pulla*, *Parmelia saxatilis*, *Physcia caesia*, *P. phaea*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Rhizocarpon distinctum*, *R. grande*. Остальные виды обладают широкой экологической пластичностью и произрастают на нескольких типах субстратов (*Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Lecanora symmetrica*, *Melanelixia subargentifera*, *Melanohalea exasperatula*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia ciliata*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. dubia*, *P. stellaris*, *P. tenella*, *Physconia enteroxantha*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina pollinaria*, *Vulpicida pinastri*, *Xanthoria parietina*). На мелкозем на гранитных валунах встречаются виды родов *Cladonia* и *Peltigera*, связанные в своем распространении с почвой (*Cladonia botrytes*, *C. chlorophaea*, *C. coccifera*, *C. coniocraea*, *C. deformis*, *C. digitata*, *C. fimbriata*, *C. gracilis*, *C. macilenta*, *C. rei*, *C. verticillata*, *Peltigera canina*, *P. didactyla*, *P. praetextata*, *P. rufescens*). На каменистом субстрате антропогенного происхождения обнаружено 29 видов лишайников. Среди них облигатные эпилиты (13): *Calogaya decipiens*, *Flavoplaca citrina*, *Caloplaca saxicola*, *Candelariella aurella*, *Lecania erysibe*, *Lecanora cenisia*, *L. umbrina*, *Lecidella anomaloi-*

des, *Verrucaria muralis*, *V. nigrescens*, *Physcia caesia*, *Myriolecis crenulata*, *M. dispersa*. Остальные виды лишайников являются эври-субстратными и произрастают на различных типах субстратов: *Cladonia fimbriata*, *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora hagenii*, *Parmelia sulcata*, *Peltigera canina*, *P. rufescens*, *Phaeophyscia ciliata*, *P. nigricans*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. stellaris*, *P. tenella*, *Xanthoria parietina*, *Polycauliona polycarpa*, *Athallia holocarpa*.

RELATIONSHIPS BETWEEN MYCOBIONT IDENTITY, PHOTOBIONT SPECIFICITY AND ECOLOGICAL PREFERENCES IN THE GENUS PELTIGERA (ASCOMYCOTA)

I. Jürjado¹, U. Kaasalainen², J. Rikkinen³

¹Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu, Tartu, Estonia

²Department of Geobiology, University of Göttingen, Göttingen, Germany

³Organismal and Evolutionary Biology Research Programme, Faculty of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

E-mail: inga.jurjado@ut.ee

We studied the relationships between mycobiont identity, cyanobiont specificity and ecological preferences in the genus *Peltigera* (Peltigerales, Lecanoromycetes), focusing on *Peltigera* species associated with two distinct *Nostoc* phylogroups. Our sampling comprised 260 lichen specimens collected from grasslands and forests on bark of deciduous trees, moss covered rocks and ground from different parts of Europe and in Asia (Japan). The species represented the *Peltigera* section *Peltigera* comprising seven widely recognized or ‘classical’ *Peltigera* species (*P. degenii*, *P. praetextata*, *P. canina* s. str., *P. didactyla*, *P. ponojensis*, and *P. rufescens*), several putative species (e.g. *Peltigera* “*neocanina*” and *P. “neorufescens”*), and in addition, *P. polydactylon* representing section *Polydactylon*. The cyanobacteria were grouped according to their tRNA^{Leu} (UAA) intron and rbcLX sequences, and mycobiont identities were confirmed using fungal ITS sequences. The occurrence of *Nostoc* genotypes in the studied *Peltigera* thalli were correlated with mycobiont identity and habitat conditions. One particular *Nostoc* genotype representing distinct *Nostoc* phylogroup was represented only in *P. polydactylon*, *P. degenii* and *P. “neocanina”* growing in moist and shaded forest environments, whereas *Nostoc* genotypes of another phylogroups were present in thalli of *P. ponojensis*, *P. rufescens* and *P. “neorufescens”* growing in xeric grassland habitats. In three studied species (*P. canina* s. str., *P. didactyla*, and *P. praetextata*) different *Nostoc* phylogroups were presented and

the genotype occurring in each specimen was in accordance with the habitat conditions.

THE FEATURES OF EPIPHYTIC LICHEN DISTRIBUTION IN THE CITY

G.V. Kondakova, D.A. Stupin

Demidov Yaroslavl' State University, Yaroslavl, Russia

E-mail: gvkondakova@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИФИТНОЙ ЛИХЕНОБИОТЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Г.В. Кондакова, Д.А. Ступин

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова,

г. Ярославль, Россия

Поступающие в атмосферу поллютанты оказывают на эпифитную лишенобиоту как непосредственное, так и опосредованное воздействие через изменение кислотно-щелочных свойств коры форофитов. Многие виды лишайников чувствительны к изменению кислотности субстрата, что можно использовать для оценки состояния воздушной среды при проведении лишеноиндикационных исследований. В данной работе на протяжении ряда лет изучали особенности распространения лишайников, произрастающих на липе сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) и тополе (*Populus* sp.). Эти породы деревьев присутствуют в составе зелёных насаждений на всей территории г. Ярославля. Сбор образцов лишайников и корки форофитов проводили в различных районах города, отличающихся антропогенной нагрузкой (вблизи стационарных источников загрязнения, вдоль автомагистралей, в районах жилой застройки, в зелёных зонах), а также вдали от города (ООПТ, окрестности биостанции ЯрГУ). Исследовали диапазон значений pH коры липы и тополя в зависимости от условий произрастания, видовой состав лишайников, встречаемость видов и их отношение к pH субстрата. Полученные данные обрабатывали статистически с использованием пакетов Microsoft Excel и Statistica 7.0. Установлено, что кислотность коры обеих пород в условиях города была смещена в щелочную сторону. У тополя на городских площадках она составляла 6.01–9.67, а в естественных условиях обитания 5.50–6.29; у липы – от 4.14 до 6.55 с наиболее высокими значениями на участках, прилегающих к источникам загрязнения. На тополях было выявлено 26 видов из 14 родов и семи семейств, на липах – 35 видов из 19 родов и 10 семейств. Преобладающими на обеих породах оказались лишайники семейств Physciaceae, Lecanoraceae, Parmeliaceae. В широ-

ком диапазоне кислотности субстрата встречались, в частности, *Athallia pyracea*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia aipolia*, *P. stellularis*, *Xanthoria parietina*. Эти виды были обнаружены на липах и тополях как в чистых зонах, так и на территориях с высоким уровнем антропогенной нагрузки. При смещении pH субстрата в щелочную сторону происходило статистически достоверное уменьшение видового разнообразия лишенобиоты на обеих породах за счёт исчезновения видов, предпочитающих низкие значения pH. Это *Hypogymnia physodes*, *Lecanora symmicta*, *Melanohalea olivacea*, *Parmelia sulcata* и некоторые другие. Эти виды могут быть использованы при проведении мониторинговых исследований воздушной среды города в качестве индикаторных для выявления территорий, загрязнённых поллютантами щелочной природы.

MICAREA FR. ON RUSSIAN FAR EAST

L.A. Konoreva¹⁻³, S.V. Chesnokov^{2,3}

¹ The Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia

² Botanical Garden-Institute Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

³ Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: ajdarzapov@yandex.ru

Genus *Micarea* Fr. s. lat. is poorly studied in Russia and, especially, in the Russian Far East due to its small size, difficulties in collection and determination. Eleven species from the genus *Micarea* and 1 species from the genus *Brianaria* for the Russian Far East were cited before our studies in literature (8 species to the south part and 7 species to the north part). Systematic studies of the genus *Micarea* s. lat. have been conducted (including epilithic species from the recently described genus *Brianaria*) from 2016 to the present time. We collected specimens in Khabarovsk and Sakhalin region including Sakhalin, Iturup and Schikotan Islands. A part of the material was studied using the methods of molecular analysis (mtSSU loci), thin-layer chromatography and polarization microscopy. A revision of herbarium specimens in herbaria VLA, SAK, SAKH and TIG research institution was conducted. As a result of the revision of herbarium TIG, *Brianaria bauschiana* was reidentified and excluded from the list.

To the present time, according to our data, 17 species from the genus *Micarea* have been identified, of which 4 species are new for Russia, 2 species are new for Asia, 4 species are new for the Rus-

sian Far East. The most complex is the species referred to in the literature as *Micarea prasina* Fr. s. lat. Currently, this group needs a serious revision using thin-layer chromatography and polarization microscopy, as is done for European materials. At present, we are working with this problem, preparing a formal description of a species new to science from the group *M. prasina*.

This work was supported by the grant of RFBR № 19-04-00074.

LICHENS AS A COMPONENT OF STEPPE COMMUNITIES OF THE SAMARA REGION

E. S. Korchikov, D. Yu. Ovchinnikova
Samara National Research University, Samara, Russia
E-mail: evkor@inbox.ru, jarknez@mail.ru

ЛИШАЙНИКИ В СОСТАВЕ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.С. Корчиков, Д.Ю. Овчинникова
Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королева, г. Самара, Россия

Лишайники степей юга Самарской области освоили 21 тип сообществ, среди которых можно выделить четыре основных группы – степные, кустарниковые, лесные и водные. К первой группе относятся типчаковые, разнотравно-типчаковые, разнотравно-полынно-типчаковые, типчаково-грудницевые, разнотравно-типчаково-грудницевые, разнотравно-типчаково-ковыльные, типчаково-полынные, разнотравно-полынные, полынные, луговые и каменистые степи. Группа кустарниковых сообществ представлена терновниками, караганниками, а также сообществами из миндаля низкого и вишни степной. Лесные сообщества представлены мелколистновязово-липово-ясенелистнокленовыми насаждениями и мелколистновязовыми, белотопольевыми, белоивовыми, мелколистновязово-ясенелистнокленовыми сообществами. К водным сообществам относится русло пересыхающего ручья.

Среди степных сообществ наиболее активно заселяются лишайниками (не менее 17 видов) типчаковые, типчаково-грудницевые, разнотравно-типчаково-ковыльные, типчаково-полынные и разнотравно-полынные, что связано в основном с разреженностью их растительного покрова и большим количеством микрониз по сравнению с другими вариантами степей. Среди кустарниковых сообществ наибольшее видовое разнообразие ли-

шайников характерно для терновника (11 видов). Среди лесных сообществ следует отметить мелколистновязовое, характеризующееся наибольшим видовым разнообразием лишайников (22 вида), что связано с наибольшим среди других древесных пород распространением вяза мелколистного на данной территории. Водные сообщества не являются характерными для большинства видов лишайников и не распространены в степях юга Самарской области. Так, всего один вид (*Verrucaria aethiobola* Wahlenb.) был обнаружен на камне в русле пересыхающего ручья.

Наибольшее число редких и исчезающих видов (10) произрастает в типчаковой степи. В разнотравно-полынной степи было обнаружено семь видов, в типчаково-грудницевой – шесть, в типчаково-полынной – четыре вида, в остальных сообществах по одному виду соответственно. Отметим среди редких и исчезающих виды, строго приуроченные к одному типу сообществ: *Phaeophyscia constipata* (Norrlin et Nyl.) Moberg, *Psora decipiens* (Hedwig) Hoffm., *Staurothele levinae* Oxner, *Diplotomma venustum* (Körber) Körber, *Rinodina lecanorina* (A. Massal.) A. Massal. Скорее всего, это исключительно стенобионтные виды с узкой экологической валентностью, имеющие низкую конкурентоспособность, низкую устойчивость к биотическим и антропогенным факторам.

THE SOLUBLE ORGANIC COMPOUNDS IN VARIOUS SPECIES OF LICHENS

O.S. Kubik¹, E.V. Shamrikova¹, A.G. Zavarzina²

¹ Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: kubik-olesia@yandex.ru

РАСТВОРИМЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЛИШАЙНИКОВ

О.С. Кубик¹, Е.В. Шамрикова¹, А.Г. Заварзина²

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия

Шестая часть поверхности суши покрыта растительностью с преобладанием лишайников. Эти симбиотические организмы являются значимым агентом почвообразования: разрушают горные породы, способствуют накоплению мелкозема и служат источником органического вещества почвы. В ходе жизнедеятельности

лишайники образуют различные индивидуальные органические соединения. Попадая в почву, они способны вступать в реакции спонтанной конденсации как друг с другом, так и с азотсодержащими соединениями, углеводами и липидами почв, что приводит к включению их в структуру образующихся макромолекул – специфических (гуминовых) веществ.

Целью данной работы было исследование состава свободных низкомолекулярных органических соединений тканей лишайников как потенциальных веществ-участников почвообразовательного процесса. Объектами исследования служили девять видов лишайников, относящихся к порядкам Peltigerales (роды *Peltigera*, *Nephroma*, *Solorina*) и Lecanorales (роды *Cladonia*, *Cetraria*, *Flavocetraria*), отобранные на территории Хибинского горного массива (Жольский п-ов). В водных экстрактах из измельченных лишайников определено общее содержание С и N (методом высокотемпературного каталитического окисления), спиртов и углеводов (методом ГХ-МС) и аминокислот (методом жидкостной хроматографии). В пельтигеровых лишайниках по сравнению с леканоровыми в среднем отмечено превышение содержания общего углерода растворимых органических соединений в три раза, а азота – в девять. Массовая концентрация низкомолекулярных органических соединений в цианолишайниках равна 5–12 г/кг, хлоролишайниках – менее 2 г/кг. Преобладание спиртов в относительном составе идентифицированных соединений связано с конвертацией микобионтом углерода, изначально ассимилированного фотобионтом в виде растворимых сахаров, в спирты. В исследуемых объектах обнаружено 32 аминосоединения, из них общими для всех являются 15, на долю которых в среднем приходится 68% от суммы всех идентифицированных соединений. К остальным компонентам относятся аминокислоты, амиды и мочевины, доля каждого из которых в среднем составляет менее 2%. Обобщая всё вышесказанное, можно заключить, что лишайники служат значимым источником аминосоединений, спиртов, кислот и сахаров, которые под воздействием атмосферных осадков могут поступать в почву и участвовать в процессе гумификации. Наибольший интерес представляют пельтигеровые цианолишайники, поскольку содержание гумусовых предшественников в них в несколько раз выше, чем в леканоровых видах.

Работа выполнена при поддержке Комплексной программы УрО РАН (2018-2020) № 18-9-4-13 «Междисциплинарный синтез – ключ к познанию функционирования приморских арктических экосистем России в свете нарастающих угроз современности (на примере Баренцева моря)».

**RESTORATION OF LICHEN PINE FORESTS
IN OPEN PITS OF THE MIDDLE TAIGA SUBZONE
OF THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA**

I.A. Likhanova¹, T.N. Pystina¹, G.S. Shushpannikova², G.V. Zheleznova¹

¹ Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

² Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia

E-mail: likhanova@ib.komisc.ru

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОСНЯКОВ ЛИШАЙНИКОВЫХ
НА КАРЬЕРАХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

И.А. Лиханова¹, Т.Н. Пыстина¹, Г.С. Шушпанникова², Г.В. Железнова¹

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

² Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар, Россия

Добыча минеральных и топливно-энергетических ресурсов в таежной зоне сопровождается уничтожением лесов и формированием растительности техногенных местообитаний. Восстановление бореальных экосистем, как правило, идет через стадию травянистых сообществ и затем лесных сначала с доминированием раннесукцессионных видов – береза, осина, сосна, а затем позднесукцессионных – ель, пихта. Цель данной работы – охарактеризовать восстановление среднетаежных лишайниковых сосновых лесов, уничтоженных в ходе разработки карьеров строительных материалов.

Исследования проводили в Ленском районе Архангельской области и Сыктывдинском районе Республики Коми в 2013–2018 гг. Материалом для настоящей работы послужили 98 описаний растительности шести карьеров: 1 (N62°06'28", E48°48'48"), 2 (N62°06'19", E48°48'42"), 3 (N62°05'26", E48°43'56"), 4 (N62°04'36", E48°34'55"), 5 (N62°04'52", E48°33'53"), 6 (N61°57'35", E50°36'22") и прилегающих к ним территорий. Карьеры отработаны и оставлены на самозаращение: в 1970-е гг. – карьер 6; 1980 г. – 1, 3–5; 1987 г. – 2. Классификация растительности проведена по методу Браун-Бланке.

Сообщества ассоциации *Cladonio arbusculae–Pinetum sylvestris* (Саж. 1921) К.-Lund 1967 широко распространены в европейской бореальной зоне и приурочены к наиболее бедным и сухим почвам. В лесной типологии ассоциации соответствует соснякам лишайниковым. Сообщества на прилегающих к карьерам территориях относятся к субасс. *C. a.–P. s. typicum*. Состав древо-

стоя 10С. Сомкнутость крон 0.3–0.5, количество деревьев в среднем 0.8 тыс. шт./га, высота 9–14 м. Проективное покрытие (ПП) травяно-кустарничкового яруса низкое (5%), его высота 10 см. Высокое постоянство у ксерофильных *Antennaria dioica*, *Carex ericetorum*, *Festuca ovina*, *Vaccinium vitis-idaea*. ПП мохово-лишайникового покрова в среднем 80–95%. Доминант *Cladonia stellaris*, содоминанты – *C. arbuscula* и *C. rangiferina*. Из мхов постоянны, но малообильны *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*. Число видов в сообществах 21–35, в среднем 26.

Сосновые молодняки с формирующимся лишайниковым ярусом непосредственно на карьерах относятся к субасс. *C. a.–P. s. cladonietosum mitis*. Древостой формирует *Pinus sylvestris*. Сомкнутость крон 0.1–0.4, количество деревьев 0.8–2.3 тыс. шт./га, высота 2–6 м. ПП травяно-кустарничкового яруса низкое (1–10%). С высоким постоянством отмечены ксерофильные (*Antennaria dioica*, *Calamagrostis epigeios*, *Carex ericetorum*, *Pilosella officinarum*) и характерные для техногенных местообитаний (*Agrostis tenuis*, *Chamaenerion angustifolium*, *Hieracium umbellatum*) виды. Высота травяно-кустарничкового яруса до 25 см. В мохово-лишайниковом ярусе по сравнению с сообществами субасс. *typicum* значительно снижается обилие и встречаемость *Cladonia stellaris* и *C. arbuscula*. Увеличивается ценотическая роль пионерных мхов (*Polytrichum piliferum*, *Ceratodon purpureus*, *Niphotrichum canescens*) и лишайников (*Cladonia mitis*, *C. gracilis* ssp. *turbinata*, *C. phyllophora*, *C. subulata*, *C. verticillata*, *C. fimbriata*, *C. sulphurina*, *C. cornuta*, *Peltigera malacea*, *Stereocaulon tomentosum*). ПП мохово-лишайникового яруса 10–70%. Доминанты – *Cladonia mitis*, *Polytrichum piliferum*, *Niphotrichum canescens*. Число видов в сообществах 22–41, в среднем 33.

Проведенное исследование позволяет предположить, что на сухих песчаных и супесчаных субстратах карьеров восстановление уничтоженных сообществ субасс. *Cladonia arbusculae–Pinetum sylvestris typicum* происходит через этап формирования сообществ субасс. *C. a.–P. s. cladonietosum mitis*. На примере отдельных фитоценозов субасс. *C. a.–P. s. cladonietosum mitis* можно проследить увеличение видового богатства и проективного покрытия ярусов сообществ, степени закрепления субстрата при стабильном флористическом ядре ксерофильных и пионерных видов сосудистых растений (*Pinus sylvestris*, *Antennaria dioica*, *Carex ericetorum*, *Festuca ovina* и др.), мхов (*Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum*) и лишайников рода *Cladonia*. Луговая стадия сукцессии нами не отмечена, что, по-видимому, связано с экстремальными условиями абиотической среды.

EPHYPHYTIC LICHENS OF THE PRE-BAIKAL FLOOD PLAIN FORESTS
(EASTEN SIBERIA)

A.V. Lishtva
Irkutsk state University, Irkutsk, Russia
E-mail: Lishtva@rambler.ru

ЭПИФИТНЫЕ ЛИШАЙНИКИ ДОЛИННЫХ ЛЕСОВ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ
(ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)

А.В. Лиштва
Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Территория Предбайкалья с главными водотоками Ангарой и Леной расположена на юге Восточной Сибири в пределах Иркутской области. Леса – основной тип растительности в регионе, составляют более 12% площади всей лесопокрытой территории России. Зональными являются сосняки (из *Pinus sylvestris* L.) и лиственничники (из *Larix sibirica* Ledeb. и *L. gmelinii* (Rupr.) с бедным видовым составом лишайников. Прочие древесные породы приурочены к долинным лесам либо вторичным растительным сообществам. Долинные леса имеют наибольшее видовое богатство форофитов – в таких условиях произрастают все темнохвойные породы, ивняки и специфические для региона топольники (*Populus suaveolens* Fisch.) и чозениевники (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts.)

Общий уровень видового богатства эпифитных лишайников оценивается в 530 видов, из которых 418 характерны для долинных лесов. Наименее специфичен видовой состав ивняков, включающий 178 видов, из которых только 43 не отмечены в других лесах. Среди таких видов *Cliostomum griffithii* (Sm.) Coppins и *Rinodina exigua* (Ach.) Gray. **Высокий уровень разнообразия эпифитов** демонстрируют топольники и чозениевники. Так, в топольниках произрастает 243 вида, в зарослях чозении – 212. Явное тяготение к тополю демонстрируют представители семейств Physciaceae, Theloshistaceae, Lobariaceae и Collemataceae. На стволах тополя душистого выявлен ряд редких для региона видов лишайников, среди которых *Melanelixia albertana* (Ahti) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *Myelochroa aurulenta* (Tuck.) Elix & Hale, *Phaeophyscia pusilloides* (Zahlbr.) Essl. и *Caloplaca ahtii* Søchting. Для чозении также свойственен необычный комплекс эпифитных лишайников, на что не раз обращалось внимание. В качестве специфичных для чозении в регионе можно отметить *Bacidina phacodes* (Körber) Vězda, *Biatora ocelliformis* (Nyl.) Arnold, *Biatorella conspurcans* Norman, *Calop-*

laca obscurella (J. Lahm ex Körb.) Th.Fr., *Catinaria atropurpurea* (Schaerer) Vězda & Poelt, *Lecania naegelii* (Hepp) Diederich & van den Boom, *Rinodina degeliana* Coppins. Контраст с предыдущими сообществами по составу эпифитов демонстрируют темнохвойные долинские леса, в которых выявлено 302 вида, часть из них редки на всей территории Южной Сибири – *Heterodermia japonica* (M. Satô) Swinscow & Krog, *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th.Fr., *Chaenotheca hispidula* (Ach.) Zahlbr., *Buellia erubescens* Arnold, *Arthonia exilis* (Flörke) Anzi и *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal.

Распределение видов эпифитных лишайников в регионе совпадает с климатическими изолиниями влажности и распространением коренных старовозрастных лесных группировок.

FEATURES OF PHYSIOLOGY OF SHRUBBY LICHENS OF CLADONIA GENUS IN THE KURGAN REGION

T.A. Lushnikova, E.D. Bronski
Kurgan State University, Kurgan, Russia
E-mail: ta-lushnikova@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИИ КУСТИСТЫХ ЛИШАЙНИКОВ РОДА CLADONIA В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Лушникова, Е.Д. Бронских
Курганский государственный университет, г. Курган, Россия

Лишайники чрезвычайно широко распространены в природе. Они поселяются на самых разнообразных субстратах. Особый интерес среди огромного разнообразия лишайников представляют представители рода *Cladonia*. Эти лишайники считаются надежными индикаторами загрязненности окружающей среды и имеют мультирегиональное распространение.

Цель работы – изучить особенности физиологии талломов кустистых лишайников рода *Cladonia* на территории Курганской области. Талломы кустистых лишайников *C. rangiferina* (кладония оленья), *C. sylvatica* (кладония лесная), *C. alpestris* (кладония приальпийская) были собраны в Илецко-Иковском бору возле с. Введенское и ДОЛ «Романтика» (Кетовский район) и в сосновом лесу на территории Белозерского заказника («экологическая тропа») (Белозерский район) в летние периоды 2017–2018 гг. Лабораторные исследования проводились на базе лаборатории физиологии растений кафедры биологии КГУ с использованием стандартных методик, принятых в физиологии растений.

Проведенные исследования выявили, что лишайники рода *Cladonia*, собранные с открытых хорошо освещенных полей, ха-

рактируются большей потерей и поглощением воды, интенсивностью фотосинтеза и меньшей интенсивностью дыхания, чем лишайники, собранные в тени под пологом соснового леса. Интенсивность энергетического обмена кустистых лишайников рода *Cladonia* достигает максимума при полном насыщении их водой. Одновременно лишайники, собранные с открытых хорошо освещенных полян, характеризуются большей величиной дыхания поддержания и меньшим значением дыхания роста, чем лишайники, произрастающие в тени под пологом соснового леса. Талломы лишайников рода *Cladonia*, собранные с открытого хорошо освещенного места, характеризуются более высоким содержанием хлорофилла *a* и каротиноидов, которые защищают хлорофилл от фотодеструкции. Лишайники, собранные в тени под пологом сосен, отличаются более высоким содержанием хлорофилла *b*, что связано с адаптацией лишайников к условиям затенения. Соотношение хлорофиллов *a:b* выше у лишайников, собранных с открытых хорошо освещенных полян, чем у лишайников, произрастающих в тени под пологом сосен. Вместе с тем, более высокой водоотдачей и водопоглощением, содержанием пигментов и интенсивностью энергетического обмена отличается *C. alpestris*.

Таким образом, интенсивность протекания водного обмена, энергетического обмена (фотосинтеза и дыхания) кустистых лишайников рода *Cladonia* зависит от видовых особенностей и экологических условий их произрастания.

SEASONAL CHANGES OF THE WATER FREEZING POINT AND THE AMOUNT OF FREEZING WATER IN *LOBARIA PULMONARIA* THALLI

R.V. Malyshev

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: malrus@ib.komisc.ru

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАМЕРЗАНИЯ ВОДЫ И КОЛИЧЕСТВО ЗАМЕРЗАЮЩЕЙ ВОДЫ В ТАЛОММАХ *LOBARIA PULMONARIA*

Р.В. Малышев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Лишайники как пойкилогидрические организмы способны выживать в крайне неблагоприятных условиях. Они устойчивы к замораживанию. Однако данных о температуре замерзания во-

ды в талломах лишайников очень мало. С использованием метода сканирующей дифференциальной калориметрии (DSC, Shimadzu, Япония) нами определена температура фазового перехода вода–лед и количество перешедшей в лед воды в талломах *Lobaria pulmonaria* в разные сезоны года. Установлено, что в весенне-летний период (апрель–август) вода в клетках свежесобранных талломов замерзала при температуре $-7...-8$ °С, содержание воды в талломах при этом варьировало в пределах 55–70%. С началом осени отмечали достоверное снижение температуры фазового перехода вода–лед на 2–3 °С. Минимальные значения этого показателя ($-10...-11$ °С) были зарегистрированы в зимний период при оводненности талломов 45–50%. Следует отметить, что в течение годового цикла изменялась не только температура замерзания воды, но и количество замерзшей воды. По нашим расчетам, в холодный период года (январь) кристаллизации могло подвергаться около 26%, а в теплый (август) – до 46% всей содержащейся в талломах воды. Сходные закономерности в изменении температуры фазового перехода воды ранее были отмечены нами у почек древесных (береза повислая, сосна обыкновенная). Анализ наших данных и имеющихся в литературе сведений позволяет заключить, что кристаллизации при снижении температуры подвергалась фракция слабо связанной воды, содержащейся в клетках и межклетниках.

EVOLUTIONARY DYNAMICS OF *PELTIGERA*

N. Magain^{1, 2}, J. Miadlikowska², E. Sérusiaux¹, F. Lutzoni²

¹ Evolution and Conservation Biology, University of Liege, Liège, Belgium;

² Department of Biology, Duke University, Durham, USA

E-mail: Nicolas.Magain@uliege.be

We present a worldwide phylogenetic revision of the lichen-forming genus *Peltigera* (mycobiont) and its cyanobacterial partner *Nostoc* (cyanobiont). We sequenced multiple loci for several thousands of thalli representing all known species of the genus. We show that there is an enormous amount of undescribed diversity for both partners, including at least 80 new *Peltigera* species. We show that most *Peltigera* species are the result of recent diversification events. We also studied the patterns of interactions between the fungi and the cyanobacteria. We found a broad spectrum of specificity for both partners ranging from strict specialists to generalists. Overall, mycobionts are more specialized than cyanobionts by associating mostly with one or a few *Nostoc* phylogroups, whereas most cyanobionts associate frequently with several *Peltigera* spe-

cies. We linked these patterns of specificity with ecological and evolutionary factors. We will put a special emphasis on the species diversity and patterns of interactions in Russia and the boreal zone.

SOME RESULTS OF SPECTRAL ANALYSIS OF LICHENS OBTAINED THROUGH THE ENVIRONMENTAL MONITORING PROGRAMMES IN THE UPPER VOLGA REGION

A.F. Meysurova

Tver State University, Tver, Russia

E-mail: alexandrauraz@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЛИШАЙНИКОВ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

А.Ф. Мейсунова

Тверской государственной университет, г. Тверь, Россия

Для анализа изменений химического состава лишайников при воздействии поллютантов используют различные физико-химические методы. Это обусловлено разной химической природой поглощаемых веществ. Особого внимания заслуживают методы, позволяющие одновременно идентифицировать разные группы поллютантов, среди них ИК-спектроскопия с Фурье-преобразованием. Возможности ее использования в биоиндикации были изучены на примере лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в антропогенно трансформированных и охраняемых экосистемах Верхневолжья. С помощью Фурье-ИК спектрального анализа в образцах *H. physodes* на ключевых модельных территориях идентифицированы разные группы химических соединений. Среди них – сульфаты ($R-O-SO_2-OR_1$), сульфоны ($R-SO_2R$), алкилнитраты ($R-O-NO_2$), аммонийная соль ($R-COONH_4$). Их обнаружение в талломах свидетельствует о присутствии в атмосфере серо- и азотсодержащих поллютантов (SO_2 , NO_2 , NH_3 , HNO_3 , H_2SO_4).

Для большинства изученных антропогенно трансформированных территорий (города Тверь, Вышний Волочек, Торжок и Ржев) характерно кислотное загрязнение воздуха. Доминирующим поллютантом является SO_2 (аэрозоль H_2SO_4). Основные источники его распространения – предприятия по производству и распределению энергии. Загрязнение воздуха азотсодержащими соединениями NO_2 (аэрозоль HNO_3), NH_3 (NH_4^+) в большинстве районов пока несущественно. Появление NO_2 (HNO_3) в воздухе обусловлено активным развитием автотранспорта, поэтому в пер-

спективе уровень содержания данного поллютанта может возрасти. Загрязнение воздуха NH_3 (NH_4^+) носит локальный характер и сопряжено с функционированием животноводческих комплексов. Спектральный анализ образцов из Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника позволил идентифицировать следы лесных пожаров, которые были в его центральной части более 20 лет назад. В талломах *H. physodes* сохранились химические вещества, образовавшиеся при сгорании деревьев, сухой травы и других органических компонентов. Выявлены соединения, подтверждающие присутствие в воздухе в прошлом SO_2 , NO_2 , NH_3 . Спектральный анализ образцов *H. physodes* стал одним из компонентов программы комплексного экологического мониторинга Верхневолжья. Охарактеризовано общее состояние атмосферы антропогенно трансформированных и охраняемых экосистем. Регулярно получаемые новые данные позволяют оценивать динамику общего уровня загрязнения и его влияния на живые объекты, определять основные поллютанты и их источники, выявлять различия спектров экотоксикантов в зависимости от специфики хозяйственно-экономической инфраструктуры.

RECOVERY OF EPIPHYTIC LICHEN COMMUNITIES AFTER EMISSION REDUCTIONS FROM A COPPER SMELTER

I.N. Mikhailova

Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia
E-mail: mikhailova@ipae.uran.ru

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СООБЩЕСТВ ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ ПОСЛЕ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА

И.Н. Михайлова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

Исследования проведены в районе медеплавильного завода, расположенного в 50 км от г. Екатеринбурга. Завод функционирует с 1940 г., основные компоненты выбросов – SO_2 и тяжелые металлы. В 1995–1997 гг. было проведено лишеноиндикационное картирование территории 50×50 км с заводом в центре (208 площадей). Показаны основные направления техногенной трансформации лишайникового покрова (снижение числа видов и обилия лишайников), выделены группы токситолерантности видов, проведено зонирование территории на основе параметров эпифитных лишайниковых сообществ. После кардинальной реконструкции

завода в 2010 г. выбросы в атмосферу снизились до пренебрежимо низкого уровня. В 2014–2016 гг. было проведено повторное картирование состояния сообществ лишайников на 110 пробных площадях. С 2014 по 2018 г. проводился ежегодный мониторинг состояния сообществ лишайников на 22 постоянных пробных площадях (1, 2, 4, 7 и 30 км от завода). Определена кислотность 220 образцов коры пихты и ели и содержание в них Cu, Zn, Fe, Pb и Cd. **Обнаружено, что содержание металлов в коре в окрестностях завода снизилось по сравнению с периодом высоких выбросов, но, тем не менее, значительно превышает фоновый уровень. Сохраняется и повышенная кислотность коры.**

Макромасштабное картирование показало исчезновение зоны лишайниковой пустыни и сокращение площади зоны с числом видов лишайников на березе менее трех с 50.5 до 2.7 км². Площадь зоны с видовым богатством на уровне регионального фона (>12 видов) в пределах обследованного квадрата, напротив, увеличилась более чем вдвое.

Ежегодные регистрации на постоянных площадях в елово-пихтовых лесах показали стремительный рост числа видов лишайников вблизи завода (на один-два вида ежегодно). При этом токситолерантность вида не имеет решающего значения: стволы заселяются как устойчивыми, так и средне- и высокочувствительными видами. Тем не менее, структура сообществ загрязненной территории на настоящий момент принципиально отличается от фоновой: доминируют виды-эксплеренты, отсутствуют или редки типичные для ненарушенных лесов виды. Это свидетельствует о том, что для перехода сообществ в фоновое состояние потребуются длительное время. Причины этого следующие. Во-первых, частичное сохранение токсической нагрузки в виде повышенного содержания токсикантов в субстрате. Во-вторых, изменение микроклимата местообитаний вследствие существенно нарушения древесного и травяно-кустарничкового ярусов, восстановление которых происходит крайне медленно.

LICHEN MELANINS: STRUCTURE, BIOSYNTHESIS, FUNCTIONS

F.V. Minibayeva¹, E.E. Rassabina¹, R.P. Beckett²

¹ Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia

² University KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa
E-mail: minibayeva@kibb.knc.ru

МЕЛАНИНЫ ЛИШАЙНИКОВ: СТРУКТУРА, БИОСИНТЕЗ, ФУНКЦИИ

Ф.В. Минибаева¹, А.Е. Рассабина¹, Р.Р. Беккет²

¹ Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, г. Казань, Россия

² Университет КваЗулу-Натал, г. Питермарицбург, ЮАР

В настоящее время становится очевидным, что лишайники – это сложноорганизованный микрокосм, объединяющий мультивидовые и мультиорганизменные симбиозы. Среди ключевых факторов устойчивости лишайников особое место занимают редокс-ферменты с необычными свойствами и уникальные вторичные метаболиты. Среди вторичных метаболитов лишайников присутствуют терпены, фенолы, необычные жирные кислоты, а также высокополимерный темный пигмент меланин, защищающий от УФ облучения и света высокой интенсивности. Меланизация широко распространена среди лишайников, произрастающих в среде с высоким уровнем абиотических стрессовых факторов, однако информация о типах, структуре и свойствах меланинов лишайников крайне ограничена. На основании анализа соотношения С/Н нами обнаружено, что, как правило, лишайники, содержащие N-фиксирующий фотобионт (цианобактерии), синтезируют эумеланин, в то время как лишайники, содержащие фотобионт, нефиксирующий N (водоросли), продуцируют алломеланин. Синтез обоих типов меланина может быть конститутивным или УФ-индуцированным. С помощью ИК-спектроскопии было определено наличие в меланинах ароматических и алифатических групп. Фотозащитные свойства меланинов подтверждены с помощью анализа УФ-спектров поглощения. Кроме того, нами была показана активность меланинов по восстановлению радикалов DPPH, что свидетельствует о наличии антиоксидантных свойств. Интересно, что эумеланин из *Lobaria pulmonaria* проявил более высокую антиоксидантную активность, чем алломеланин из *Cetraria islandica*.

Таким образом, несмотря на то, что фотобионт составляет только 5% таллома лишайника, он может определять тип меланина, синтезируемого микобионтом. Синтез определенного типа меланина в лишайниках является результатом сложного взаимо-

действия мико- и фотобионта. Структурные свойства меланинов являются одним из элементов эффективной защиты лишайников при абиотическом стрессе.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-14-00198.

LICHENOLOGICAL RESEARCH IN CENTRAL RUSSIA: RESULTS, PROBLEMS AND SOLUTIONS

E.E. Muchnik

Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences,
Uspenskoye, Russia
E-mail: emuchnik@outlook.com

ЛИХЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Е.Э. Мучник

Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская область, Россия

Лишениологические исследования на территории Центральной России (ЦР), понимаемой в пределах Центрального административного округа, проводятся уже более двух веков. К настоящему моменту для ЦР, согласно актуальным таксономическим и номенклатурным источникам, известны 928 видов лишайников и близких к ним грибов из 258 родов, включенных в 109 семейств (с учетом родов с неясным положением в системе грибов как отдельные семейства). Анализ этого списка и лежащих в его основе публикаций выявил целый ряд проблем.

1. Несмотря на длительный период исследований и множество публикаций значительная часть территории ЦР недостаточно и неравномерно изучена в лишениологическом отношении: крайне мало известно о лишениобиоте Владимирской, Смоленской, Костромской, Ивановской областей.

2. Отсутствие или недоступность для ревизии гербарных образцов многих видов, отмеченных в публикациях. С началом использования для идентификации лишайников состава вторичных метаболитов и ДНК-анализа изменилось понимание объемов многих видов. Как следствие, возникла необходимость полной ревизии образцов *Brugia s.l.*, *Caloplaca s.l.*, *Candelaria*, *Cladonia s.l.*, *Ochrolechia*, *Parmelia s.l.*, *Pertusaria s.l.*, *Usnea* и др. В отсутствие образцов невозможно уточнение их видовой принадлежности и, соответственно, наличия вида в изучаемой лишениобиоте.

3. В связи с отмеченным выше возникают серьезные затруднения при разработке мер охраны видового богатства лишениобио-

ты ЦР в целом и региональных (или зональных в зависимости от подхода) лишенобиот, в частности. В настоящее время репрезентативность особо охраняемых природных территорий (ООПТ) федерального уровня (включая и музеи-заповедники с природной компонентой) в отношении общего списка лишенобиоты для ЦР составляет 77.5%. Достаточно высокий показатель достигается в основном за счет слабой изученности лишенобиоты южно-таежной подзоны вне ООПТ – список лишенобиоты указанной подзоны почти полностью состоит из данных по заповедникам «Дарвинский» и «Кологривский лес». В подзоне хвойно-широколиственных лесов на ООПТ встречаются 71.9% зональной лишенобиоты, для подзоны широколиственных лесов этот показатель составляет 74.2%, для лесостепной зоны – 69.7%.

Предложения: организовать дополнительные лишенологические исследования в малоизученных регионах ЦР; ревизовать доступные гербарные материалы, исключив из региональных списков неподтвержденные и сомнительные виды; составить перечни наиболее уязвимых и нуждающихся в охране видов для всех зональных выделов ЦР.

LICHEN BIODIVERSITY OF THE UPPER VOLGA REGION: CERTAIN RESULTS AND PROSPECTS

A.A. Notov

Tver State University, Tver, Russia
E-mail: anotov@mail.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ: НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.А. Нотов

Тверской государственный университет, г. Тверь, Россия

Верхневолжье занимает особое место среди природных комплексов России. К нему приурочены центральная часть Каспийско-Балтийского водораздела, уникальные ландшафты Валдайской возвышенности и Ржевско-Старицкого Поволжья. Территория неоднородна в физико-географическом и флористическом отношении. Есть ООПТ федерального уровня. Всё это позволяет рассматривать Верхневолжье в качестве ключевого модельного региона для анализа биоразнообразия лишайников.

Особое место занимает Тверское Верхневолжье. Его изучение было начато А.А. Еленкиным. В XXI в. организованы специальные исследования лишайников и близких к ним нелихенизированных

ванных грибов. Они проводятся в разных районах Тверской области, Центрально-Лесном государственном природном биосферном заповеднике (ЦЛГПБЗ), национальном парке «Завидово». К настоящему времени в области зарегистрировано 619 видов, представляющих 201 род и 82 семейства. Видовой состав лишенофлоры выявлен полнее, чем в смежных областях, в которых зарегистрированное разнообразие лишайников не превышает 400 видов.

Благодаря лучшей сохранности лесных массивов, гетерогенности природных комплексов и детальности исследований в Тверской области выявлено значительное богатство различных таксонов микролишайников, в том числе групп, которые быстро исчезают в условиях антропогенной трансформации растительности. Обнаружено более 50 видов близких к лишайникам нелихенизированных грибов (37 – лишенофильные, 17 – сапротрофные грибы), 51 вид калициоидных грибов и лишайников, 20 видов из семейства Arthoniaceae. Достаточно разнообразны в регионе семейства Collemataceae (17 видов), Pertusariaceae (10), Gyalectaceae (7), Nephromataceae (4). Отмечено 85 видов, которые являются на территории северо-запада европейской России индикаторными или специализированными видами биологически ценных лесов. Подтверждена их индикаторная значимость в Верхневолжье.

Наиболее богаты лишенофлоры ЦЛГПБЗ (389 видов), национального парка «Завидово» (347), юго-западных районов Валдайской возвышенности, в которых встречаются фрагменты широколиственных сообществ, пойменных и парковых дубрав. Благодаря широкому распространению на возвышенности гранитных валунов полно представлены эпилитные лишайники. Богаты и оригинальны лишенофлоры с участием кальцефитов и аридных видов Ржевско-Старицкого Поволжья и Вышневолоцко-Нотворжского вала.

Актуально продолжение исследований. Они позволят оценить уровень богатства и специфичности различных природных комплексов, приуроченных к границе Центральной и Северо-Западной России, будут способствовать развитию подхода, связанного с анализом индикаторного компонента биологически ценных лесов.

CHARACTERISTIC OF CYANOBACTERIA *STIGONEMA* IN *EPHEBE* LICHEN IN THE NORTH URAL

E.N. Patova, D.M. Shadrin, M.D. Sivkov
Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: patova@ib.komisc.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИАНОБАКТЕРИИ *STIGONEMA* В СОСТАВЕ ЛИШАЙНИКА ЕРНЕВЕ НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ

Е.Н. Патова, Д.М. Шадрин, М.Д. Сивков
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Цианобионтные лишайники благодаря способности цианобактерий фиксировать молекулярный азот могут осваивать каменистые субстраты, лимитированные по содержанию биогенных элементов. Эта способность определяет их существенную роль в эпилитных комплексах северных регионов Урала. *Ephebe* – космополитный род цианобионтных лишайников насчитывающий 12 видов. На северо-востоке европейской части России отмечен только один вид *Ephebe lanata* (L.) Vain.

Цель исследования – изучение экологических, морфологических и молекулярно-генетических особенностей фотобионта лишайника *Ephebe* cf. *lanata* цианобактерии *Stigonema* sp. Образцы лишайника для исследования были собраны в июле 2018 г. на Северном Урале в окрестностях горы Пеленья (63°23'07" с.ш., 58°54'20" в.д., 794 м над ур.м.) на валуне в углублении в луже, образованной в результате накопления атмосферных осадков. Исследование морфологических характеристик выполнено с применением микроскопа Nikon Elipse 80i с дифференциальной интерференционно-контрастной системой. Для исследования молекулярно-генетических характеристик проведено выделение ДНК с использованием Dneasy Plant Mini kit (Qiagen, USA), для идентификации вида использованы праймеры для выделения 16S rRNA и ITS2.

Экологические условия в месте произрастания лишайника: субстрат – крупнозернистые биотитовые граниты, имеют кислую реакцию среды, вода в луже с pH=4.9, минерализация 16 мкS, содержание основных биогенных элементов (в мг/дм³) TC – 10.6, N_{общ.} – 0.73, P_{общ.} – 0.020, Ca – 0.89, Mg – 0.16, Si – 0.75.

Морфологические характеристики цианобактерии: сохранена форма роста и ветвления цианобактерии, характерная для рода стигонема. Под микроскопом видны переплетения грибных гиф вокруг нитей в нижней части цианобактерии, верхние части свободны от гифов гриба. Длина нитей до 15–25 мм. Ши-

рина основных нитей 80–250 мкм, боковых – 20–80 мкм. Цвет слизистых чехлов от темно-коричневого до черного. В основных нитях часть клеток собрана в индивидуальные слизистые глеокапсовидные пакеты. Клетки гемисферические или удлинненные, изодиаметричные. Гетероциты редкие, латеральные или интеркалярные, сплюснутые с боков, гемисферические, редко. Гормонии образуются на коротких веточках, длина до 25 мкм, ширина до 15 мкм.

Изучение последовательности генов 16S rRNA и ITS2 не позволило достоверно идентифицировать видовую принадлежность фотобионта. По экологии, морфологическим и генетическим показателям исследуемый вид оказался наиболее близок к *Stigonema robustum* Gartner, но имеет более длинные нити и может быть описан как новый вид рода *Stigonema*.

При поддержке грантов РФФИ № 18-04-00171 и 18-04-00643.

DIVERSITY OF MEGASPORACEAE IN RUSSIA (PRELIMINARY DATA)

A.G. Paukov¹, E.A. Davydov², A.S. Shiryayeva¹

¹Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

²Altai State University, Barnaul, Russia

E-mail: alexander_paukov@mail.ru

РАЗНООБРАЗИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ MEGASPORACEAE В РОССИИ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ)

А.Г. Пауков¹, Е.А. Давыдов², А.С. Ширяева¹

¹Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

²Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

Megasporaceae – одно из крупных семейств лихенизированных аскомицетов, мировое разнообразие которого насчитывает около 240 видов. Это преимущественно эпилитные и эпигеидные виды, встречающиеся главным образом в аридных регионах, горах и Арктике. Мегаспоровые обычны в Голарктике и редки за ее пределами. Так, ни одного вида, принадлежащего семейству, не известно из гор тропической зоны. Образцы *Aspicilia* из Южной Америки являются представителями других семейств. Мегаспоровые являются одним из лидирующих семейств в лихенофлоре России, однако распространены их представители по территории страны очень неравномерно в связи с эколого-субстратными особенностями видов.

В первой отечественной сводке для бывшего СССР приводится 116 видов рода *Aspicilia* и еще три вида Megasporaceae отне-

сены к роду *Placolecnora*. В результате систематических обработок часть из этих видов была синонимизирована или перенесена в другие семейства, что наряду с изменением границ охвата привело к снижению разнообразия семейства в России до 102 видов, однако и это значение является предварительным в связи с недостаточной изученностью семейства.

Представители семейства *Megasporaceae* из России были изучены нами в российских и зарубежных гербариях, переданы для изучения коллегами; произведен сбор образцов во время экспедиций на Урале, Алтае, Дальнем Востоке, Астраханской области. Изучены морфоанатомические характеристики лишайников, вторичные метаболиты, последовательности ITS и *mtSSU*. В предварительную оценку вошли как легитимно описанные, так и не описанные виды, самостоятельность которых подтверждается генетическими исследованиями. Разнообразие семейства в России составляет не менее 93 видов. Наиболее богатым родом на территории страны является *Aspicilia* с 43 видами, встречающимися в горных и арктических районах и значительно реже – в аридных условиях. Род *Aspicilia* неоднороден и в настоящее время подразделяется на *Aspicilia* s.s. и род *Oxneriaria* S.Y. Kondr. et L. Lököс или *Arctidea* T.B. Wheeler, однако нет четких морфологических отличий этого рода от *Aspicilia* s.s. и они могут быть разделены только генетически. Здесь мы принимаем род *Aspicilia* в его более широком понимании.

Второй по численности в России род – *Circinaria*. Он также неоднороден, но, как и в случае с *Aspicilia*, нет четких критериев, кроме генетических, по которым можно разделить предполагаемые роды. Огромную сложность представляет разделение на виды '*Aspicilia desertorum*'. По нашим данным, на территории Алтая и Астраханской области встречаются не менее 10 видов из этой группы. Таким образом, на территории России насчитывается предварительно 28 видов *Circinaria*.

Род *Lobothallia* в настоящее время насчитывает 18 видов, 13 из которых известны в России. Большинство из них встречается в аридных регионах страны, однако известны и представители, произрастающие в горах и Арктике. По три вида насчитывают роды *Megaspora* и *Sagedia*, два – *Aspiciliella* и один – *Aspilidea*.

Одиннадцать видов, ранее приводившихся для России, нами не обнаружены в гербариях, однако их нахождение здесь вполне вероятно. Кроме этого, находки 10 видов *Aspicilia*, известных из Кореи и Японии, возможны на Дальнем Востоке. Из списков исключены 22 вида, статус еще 16 нуждается в установлении.

ECOLOGICAL PATTERNS IN THE STRUCTURE OF THE LICHEN COVER IN MOUNTAIN TUNDRA OF POLAR URAL

S.N. Plyusnin

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia

E-mail: sergius-plusnin@yandex.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В СТРУКТУРЕ ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА ГОРНЫХ ТУНДР ПОЛЯРНОГО УРАЛА

С.Н. Плюснин

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар, Россия

Целью данной работы был анализ участия лишайников в формировании напочвенного покрова в восточной части Полярного Урала на территории Приуральяского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Работы проводились в июле 2018 г. в трех районах (бассейн р. Париквасьшор, на территории массива Сэмкев в верховьях р. Малыко и в бассейне р. Байдарата). Данные районы указаны по мере приближения к берегу моря, с юга на север. Материалом для анализа послужили данные, собранные в ходе выполнения геоботанических описаний горно-тундровых фитоценозов.

В районе р. Париквасьшор отмечено 82 вида лишайников, на территории массива Сэмкев – 59, в бассейне р. Байдарата – 43. В районе Париквасьшор число видов на площадку достигало 23, в среднем 6. Проективное покрытие лишайников не превышало 74%, в среднем составило 13%. На территории массива Сэмкев число видов лишайников на описание достигало 20, в среднем 6. Проективное покрытие было до 63%, в среднем 12%. На участке р. Байдарата число видов на площадку достигало 17, в среднем 5. Проективное покрытие лишайников – до 41%, в среднем 3.5%.

В бассейне р. Париквасьшор 15 видов выступали в роли субдоминантов, имея проективное покрытие 10% и более. При этом 22 вида имели покрытие более 5% хотя бы в одном из описаний. На территории массива Сэмкев из всего списка видов только семь могли выступать в роли субдоминантов, имея проективное покрытие 10% и более (*Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. stygia*, *C. uncialis*, *Cetrariaella delisei*, *C. macrophyllodes*, *Ochrolechia frigida*). При этом 16 видов имели покрытие более 5% хотя бы в одном из описаний: *Cladonia arbuscula* – в 26 описаниях обладала фитоценологически значимым обилием, *C. rangiferina* – в 16, *Ochrolechia frigida* – в девяти. В бассейне р. Байдарата только

Cladonia arbuscula на трех описаниях выступала в роли субдоминанта и имела проективное покрытие более 10%. Еще два вида – *Cladonia rangiferina* и *Ochrolechia frigida* – имели покрытие более 5% хотя бы в одном из описаний.

В бассейне р. Париквасьшор специфичные лишайниковые сообщества образуют *Cetraria aculeata*, с активным участием *C. nigricans* она заселяет каменисто-песчаные обнажения. Кустистые кладонии *Cladonia stygia* и *C. mitis* обильны на буграх плоскобугристых комплексов и в осоково-моховых тундрах. Лихеносинузии с доминированием *Arctocetraria andrejevii* и *Cetrariella delisei* встречаются в нивальных местообитаниях. Стереокаулоны достигают высокого обилия в ерниках лишайниковых, обладают высоким проективным покрытием в листовничниках кустарничковых (*Stereocaulon paschale*) и в пятнистых кустарничковых тундрах (*S. alpinum*). На территории массива Сэмкев специфичные сообщества образует *Cetrariella delisei*, которая встречается в нивальных местообитаниях. *Cladonia macrophyllodes* характерна для солифлюкционных склонов, а *Ochrolechia frigida* обильна в пятнистых кустарничковых тундрах. В бассейне р. Байдарата специфичные лишайниковые сообщества образует *Cladonia sulphurina*, формирующая фитоценотически значимые лихеносинузии на оторфованных грунтах в условиях осоково-моховых тундр и плоскобугристых болот. Накипные лишайники *Baeomyces placophyllus*, *Ochrolechia frigida*, *O. androgyna*, а также кустистый лишайник *Sphaerophorus globosus* обильны в пятнистых кустарничковых тундрах.

RECENT RESULTS AND FUTURE PROSPECTS OF STUDYING THE LICHEN DIVERSITY IN THE KOMI REPUBLIC

T.N. Pystina¹, J. Hermansson²

¹ Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

² Taigaekologerna, Carlavägen 2A, 771 30 Ludvika, Sweden
E-mail: t.pystina@ib.komisc.ru, jo.hermansson@telia.com

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т.Н. Пыстина¹, Я. Херманссон²

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

² Taigaekologerna, Carlavägen 2A, 771 30, г. Людвика, Швеция

Систематические исследования разнообразия лишайников Республики Коми были начаты в 1994 г. Первый список лишайников опубликован в 1998 г. и включал 564 вида из 60 се-

мейств и 149 родов. За прошедший период проведены многочисленные полевые исследования практически на всей территории республики. Особое внимание уделялось инвентаризации видового разнообразия лишайников ООПТ, включая крупные федеральные объекты природно-заповедного фонда – национальный парк «Югыд ва» и Печоро-Илычский заповедник, расположенные на западном макросклоне Приполярного и Северного Урала.

В настоящее время в Республике Коми установлены места обитания 1101 вида лишайников из 296 родов. С учетом лишенофильных грибов, традиционно включаемых в лишенологические списки, лишенобиота представлена 1247 видами, относящимся к 365 родам. Наиболее детально изучена лишенобиота таежных лесов и горных районов Урала. Данные о разнообразии лишайников лесотундровой и тундровой зон недостаточны.

Кроме работ, направленных на изучение видового богатства, проводятся ценогические и популяционные исследования лишайников. В основном они касаются редких видов лишайников (*Dendrocosticta wrightii*, *Leptogium rivulare*, *Lobaria pulmonaria* и др.). В последние годы активно изучаются функциональные аспекты существования лишайникового организма, много внимания уделяется охране лишайников. Инвентаризация лишенобиоты проведена на территории 33 ООПТ федерального и республиканского значения. Большая работа проделана в плане подготовки списков и написания видовых очерков для трех изданий Красной книги Республики Коми. В последнее издание включены 85 видов лишайников, еще 18 видов нуждаются в постоянном контроле численности популяций в природе (биологическом надзоре). Для сохранения популяции редкого лишайника *Leptogium rivulare* предложено организовать ботанический заказник «Евтинский» площадью 360 га. На участок старовозрастного осиново-елового леса южнотаежного облика, где выявлена крупная популяция лишайника *Dendrocosticta wrightii*, наложен мораторий на ведение хозяйственной деятельности. В прикладном аспекте лишайники все чаще используются как объекты экологического мониторинга на предприятиях добывающей промышленности и для оценки степени деградации почвенного покрова на территории ООПТ.

Коллекция лишайников Института биологии насчитывает свыше 13 тыс. образцов, хранящихся в основном фонде. Общее число с учетом неидентифицированных и неэтикетированных образцов составляет более 26 тыс. экз. На сегодняшний день одной из основных задач является обработка и систематизация накопленного материала с использованием современных методов. Начато занесение сведений о хранящихся образцах в базу данных

«ADONIS», объединяющую основные ботанические коллекционные фонды Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO).

Исследования выполнены при поддержке Комплексной программы фундаментальных научных исследований УрО РАН (проект № 18-4-4-14).

USNIC ACID ENANTIOMERS AND THEIR BIOLOGICAL ACTIVITY

I.A. Prokopiev^{1,2}, G.V. Filippova¹, E.V. Filippov¹, M.U. Kan¹, I.V. Voronov¹

¹ Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

² Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: ilya.a.prokopiev@gmail.com

ЭНАНТИОМЕРЫ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

И.А. Прокопьев^{1,2}, Г.В. Филиппова¹, Э.В. Филиппов¹, М.У. Кан¹,
И.В. Воронов¹

¹ Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Россия

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

Изучение группы специфических соединений, объединяемой термином «лишайниковые вещества», представляет большой интерес для фундаментальной и прикладной науки. Большинство лишайниковых веществ возникают в результате симбиоза гриба и водоросли. На сегодняшний день известно более 854 лишайниковых веществ, из которых наиболее часто встречаемой в талломах лишайников является усниновая кислота (УК). В лишайниках УК представлена в виде (+) и (-) энантиомеров, обладающих различающейся биологической активностью.

Изучено действие различных концентраций (+) и (-)-УК в отношении проростков *Allium cepa*. Показано, что энантиомеры УК в концентрациях выше 31.2 мкМ вызывали снижение всхожести и длины корешка проростков. Концентрации 65.2-1000 мкМ провоцировали рост до 4.6 раза частоты хромосомных аберраций и снижение до 2.3 раза митотической активности в клетках корешков. Начиная с концентрации 65.2 мкМ (+) и (-)-УК наблюдалось снижение содержания хлорофилла в проростках. Установлено, что энантиомеры УК в концентрациях 31.2–1000 мкМ вызывали повышение активности ферментов антиоксидантной защиты и содержания малонового диальдегида (МДА) в клетках проростков. Выявлено, что энантиомеры УК в концентрациях выше 7.8 мкМ вызывали как снижение численности *Paramecium*

caudatum, так и морфологические изменения их макронуклеуса. Кроме того, показано, что в том же диапазоне концентраций УК наблюдалось увеличение активности фермента каталазы и содержания МДА.

Проведено исследование цито- и генотоксического действия (+) и (-)-УК в лимфоцитах периферической крови человека *in vitro*. Показано, что изученные энантиомеры УК в концентрациях 40–300 мкМ обладали выраженным цитотоксическим действием. Методом ДНК комет установлено, что энантиомеры УК в концентрациях 40–300 мкМ проявляли генотоксическое действие, при этом генотоксичность (-)-УК в концентрациях 150 и 300 мкМ была в два раза выше, чем у (+) энантиомера.

Исследовано генотоксическое действие (+) и (-)-УК на клетки печени и почек мышей *in vivo*. **Выявлено, что УК накапливается** в тканях органов мышей не равномерно, ее содержание в печени было в 1.5–3.0 раза выше, чем в почках. Установлено, что введение УК в дозах 100 и 50 мг/кг приводило к повышению степени повреждения ДНК, активности супероксиддисмутазы и каталазы, а также содержания МДА в клетках печени и почек мышей.

Таким образом, УК проявляли активность в отношении как растительных, так и животных организмов. Показано, что основные токсические эффекты УК связаны с формированием оксидативного стресса в клетках. Предположено, что различное генотоксическое действие энантиомеров усниновой кислоты в лимфоцитах является проявлением их хирально-специфичной активности.

Работа выполнена в рамках госзаданий ИБПК СО РАН по проектам № АААА-А17-117020110055-3, АААА-А17-117020110056-0 и БИН РАН № АААА-А18-118032390136-5 при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-04-01483 а.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF URBAN ENVIRONMENT ON LICHEN FLORA

A.V. Pungin, C.V. Chaika, P.V. Feduraev, D.A. Parfenova
School of Life Sciences, Immanuel Kant Baltic Federal University,
Kaliningrad, Russia
E-mail: APungin@kantiana.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ЛИХЕНОФЛОРУ

А.В. Пунгин, К.В. Чайка, П.В. Федураев, Д.А. Парфенова
Институт живых систем,
Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта,
г. Калининград, Россия

На урбанизированных территориях формируются особые климатические условия, которые связаны с изменением рельефа, присутствием искусственных потоков тепла, загрязнением воздуха с локальными парниковыми эффектами, снижением испарения из-за герметизации почвогрунтов. Изменения естественного радиационного баланса, условий тепло- и влагообмена создают эффект городского острова тепла, который совместно с действием других неблагоприятных факторов оказывает влияние на биоразнообразие и функционирование живых объектов, в том числе и лишайников. Значительное количество экологических исследований посвящено оценке воздействия экотоксикантов на лишайнобиоту, в то время как работ, направленных на изучение роли климатических факторов, неоправданно мало.

Исследование проводилось в 2018 г. на 16 модельных площадках, расположенных в г. Калининграде, и в двух лесопарковых зонах в окрестностях городов Светлогорска и Зеленоградска. Оценка видового разнообразия лишайников осуществлялась с применением стандартизированного метода VDI 3957 Blatt 13. Для оценки влияния микроклиматических и экотоксикологических параметров местообитаний на развитие видового разнообразия и структуры лишайнофлоры был осуществлен сбор данных по параметрам: относительная влажность, температура воздуха, температура точки росы (UNI-T UT330C USB) и концентрация аммиака в атмосферном воздухе (метод пассивного сбора Radiello – RAD168).

Для изученных мест обитания лишайников в Калининграде показано увеличение среднесуточной температуры и снижение влажности воздуха по сравнению с окраиной города и лесопарковыми территориями, что, вероятно, связано с воздействием городского острова тепла. Установлено, что на территории Ка-

лининграда увеличивается доля видов-индикаторов эвтрофикации (нитрофитов) и снижается доля референтных видов по сравнению с лесопарковыми территориями. Выявлено отрицательное воздействие эмиссии аммиака на лишенофлору, приводящее к снижению видовой разнообразия референтных видов лишайников. Показано, что частота встречаемости экологических групп и отдельных видов связана не только с воздействием аммиака, но и определяется микроклиматическими параметрами. Так, например, частота встречаемости видов-индикаторов эвтрофикации не коррелирует с эмиссией аммиака, но имеет слабую положительную связь с температурой воздуха и слабую отрицательную связь с его влажностью.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00149.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *PHYSICIA STELLARIS* NYL. LICHEN IN AN INDUSTRIAL CITY

Z.R. Saitova, R.G. Farkhutdinov
Bashkir State University, Ufa, Russia
E-mail: fleurzily@yandex.ru

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИШАЙНИКА *PHYSICIA STELLARIS* NYL. В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

З.Р. Саитова, Р.Г. Фархутдинов
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В промышленных городах флора подвергается интенсивному антропогенному воздействию. Особенно чувствительными являются лишайники, часто используемые в качестве индикаторов для оценки состояния окружающей среды. Мы исследовали физиолого-биохимические изменения лишайника *Physicia stellaris* Nyl., произрастающего в условиях промышленного г. Стерлитамака Республики Башкортостан и за его пределами.

Накопление серы в талломах лишайников оказывает негативное влияние на их рост и развитие. В образцах, собранных в городе, северном, северо-северо-восточном и южном направлениях от города, обнаружено максимальное накопление оксида серы (VI) – 1.63–1.88% массы. На воздействие различных поллютантов лишайники реагируют накоплением свободного пролина, что может служить одним из индикаторов стресса. Наименьший уровень накопления пролина обнаружен в образцах, собранных в юго-юго-западном направлении от г. Стерлитамака, наиболее

высокий – в самом городе. Изучение дыхания показало, что лишайники, выросшие в условиях города, характеризовались низкой скоростью поглощения кислорода (374 ± 40 мкл O_2 /(г·ч), тогда как образцы, собранные в юго-юго-западном направлении, дышали в 1.5 раза интенсивней. Мы предположили, что в условиях города лишайники подвергались воздействию комплекса повреждающих факторов, приводивших к ингибированию суммарного дыхания. Образцы, собранные в северном, северо-северо-восточном и южном направлениях, отличались наибольшей скоростью потребления кислорода.

Содержание хлорофиллов в талломах *P. stellaris* на всех направлениях и в черте г. Стерлитамака составляло в среднем 0.30–0.36 мг/г сухой массы. Наименьшая концентрация (0.28 мг/г) отмечена у талломов, собранных в северо-восточном направлении. Содержание хлорофилла в талломах лишайника на территории города изменялось в зависимости от места сбора. Так, близ химических предприятий оно составило 0.25 ± 0.02 мг/г, в центре – 0.41 ± 0.05 мг/г.

Таким образом, экологические условия среды оказывают влияние на активность физиолого-биохимических процессов лишайника *P. stellaris*, что приводит к формированию определенных морфометрических параметров лишайников.

THE STUDY OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF EPILITIC LICHEN SUBSTRATES

A.E. Selivanov, K.O. Pechenkina, I.A. Lebedinskiy, E.A. Shchipanova
Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia
E-mail: selivanperm@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУБСТРАТОВ ЭПИЛИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ

А.Е. Селиванов, К.О. Печенкина, И.А. Лебединский, Е.А. Щипанова
Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет,
г. Пермь, Россия

Изучение закономерностей формирования и развития растительных сообществ относится к числу основных проблем современной геоботаники. Одними из первых организмов, заселяющих каменистые субстраты, являются эпилитные лишайники. Им принадлежит важная роль на начальных стадиях освоения скальных выходов массивно-кристаллических пород. В настоящее время довольно хорошо изучен видовой состав эпилитных

лишайников в горах Северного Урала, однако структура и приуроченность наскальных фитоценозов еще подлежат изучению. Большинство физических и химических факторов, влияющих на скальные фитоценозы, остаются пока слабо изученными.

В этом сообщении мы планируем выделить наиболее важные для скальных сообществ экологические факторы и обсудить предложенные нами методы их изучения.

Для горных пород как лишайниковых субстратов наиболее значимы такие физические свойства, как удельная влагоёмкость и скорость высыхания. Удельная влагоёмкость горных пород определяется периодическим взвешиванием образцов до достижения постоянного веса после суточного замачивания в дистиллированной воде. Перед замачиванием образцы взвешиваются, затем сутки они находятся в воде. Для определения скорости высыхания измерения массы образцов проводятся через 15 мин. до установления постоянной массы. Затем образцы доводятся до воздушно-сухого состояния в термостате при температуре 105 °С. Удельную влагоёмкость вычисляли по формуле: $W_{п} = [(m_2 - m_1) / m_1] \cdot 100\%$, где m_1 – масса высушенного образца; m_2 – масса образца, насыщенного водой.

Измерение реакции среды субстрата осуществляли при помощи анализатора портативной серии АНИОН 7000 (рН-метр). Для калибровки прибора были выбраны буферные растворы: калий фталевокислый кислый, рН=4.01; натрий тетраборнокислый, рН=9.18. При подготовке субстрата для анализа с образца снимали слой лишайнофильных организмов, затем при помощи алмазного отрезного круга спиливали слой горной породы (1–2 мм). К навеске мелкодисперсного субстрата приливали дистиллированную воду до получения во всех пробах одинаковой концентрации (10%). Измерения рН раствора проводили при постоянной температуре (30 °С), образцы и термокомпенсатор прибора помещали в термостатируемую водяную баню. Перед измерением раствор взбалтывали до внешне однородного состояния и постоянно перемешивали во время измерения. Отсчет значения рН производили при установлении устойчивого значения показаний и колебаний не более ± 0.01 – 0.03 единиц рН. После каждого измерения электрод промывали дистиллированной водой. Первое измерение производили в первые 30 мин. после приготовления раствора и достижения его температуры 30 °С. Затем пробирки помещали в шейкер на 12 ч, после чего проводили повторное измерение и высчитывали среднее значение рН.

Помимо свойств субстрата, на видовой состав лишайников большое влияние оказывает свет. Вероятно, важным является количество света, попадающего на поверхность субстрата за сут-

ки. Однако однократное измерение освещенности не дает возможности объективно оценить количество доступной лишайникам световой энергии. Мы предлагаем следующую методику, основанную на учете движения Солнца и особенностей освещенности конкретной площадки. Для реализации этого подхода необходимо: 1) провести измерения светового потока, падающего на площадку, перпендикулярно солнечным лучам в течение светлого периода суток; 2) с помощью компаса определить азимутальное направление падения света на площадку (экспозицию); 3) с помощью угломера определить уклон площадки к горизонту; 4) зафиксировать время измерения освещенности; 5) с помощью люксметра определить освещенность площадки в данный момент; 6) с помощью люксметра определить освещенность горизонтальной незатененной поверхности в то же время (освещенность горизонтальной площадки принимается за 100% для данного времени суток и погоды); 7) рассчитать мощность светового потока.

Максимальная освещенность площадки достигается, когда она расположена перпендикулярно солнечным лучам ($E_{v(max)}$). Исходя из положения Солнца по отношению к площадке в течение суток, применив формулу (1), можно вычислить максимально доступный световой поток для конкретной площадки (клк/ч). При этом сутки разбиваются на 19 временных интервалов (за светлое время суток принято время с 4:00 до 22:00).

Для учета отраженного света или затенения к временному интервалу в пределах 3 ч от момента измерения использовали дополнительный множитель (формула 2). Выбор временного промежутка 3 ч объясняется тем, что Солнце в течение этого периода перемещается достаточно для того, чтобы тени сместились. Полный световой поток, приходящийся на площадку в течение дня, рассчитывали по формуле 3. Временной интервал в пределах ± 3 ч от измерения рассчитывали по формуле 4.

$$K_{осл} = 1 - ((\angle_{(плouc)} - \angle_{(солн)})^2 + (Az_{(солн)} - Az_{(плouc)})^2) \quad (1)$$

$$K_{фон} = \int_{i=T-3}^{i=T+3} \frac{E_{v(плouc)}}{E_{v(гориз)}} \times \left| \frac{1}{i} \right| \quad (2)$$

$$E_v = \int_1^{19} E_{v(max)} \times K_{осл} \quad (3)$$

$$E_v = \int_{-3}^{+3} E_{v(max)} \times K_{осл} \times K_{фон} \quad (4)$$

Такой подход позволяет учесть движение Солнца в течение суток и влияние особенностей рельефа на освещенность конкретной площадки с учетом времени измерений. В настоящее время предложенные методы применяются в ходе полевых и камеральных работ по изучению лишайниковых ценозов на обнажениях горных пород Северного Урала.

THE STATUS OF THE EPIPHYTIC LICHEN *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. POPULATION IN THE KOMI REPUBLIC

N.A. Semenova

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: semenova@ib.komisc.ru

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЭПИФИТНОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Н.А. Семенова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Несмотря на сокращающуюся численность во многих странах Западной Европы, а также в европейской части России, лишайник *Lobaria pulmonaria* в Республике Коми широко распространен и состояние его популяций не вызывает опасений. Необходимо отметить, что сведения, характеризующие состояние локальных популяций лишайника, малочисленны, поэтому их изучение в местах естественного и массового произрастания вида особенно актуально.

Исследования проводили в 2004–2006 гг. в ненарушенных сообществах (ельники) в Печоро-Ильчском заповеднике и во вторичных лесах (ельники, осинники) в окрестностях г. Сыктывкара на пробных площадях размером 50×30 м² (было заложено пять площадей в заповеднике и три в окрестностях г. Сыктывкара). На каждой площади учитывались все деревья с *L. pulmonaria*. На деревьях на высоте ствола 0–2 м исследовали структуру и численность популяции лишайника, морфологические параметры талломов (площадь таллома; площадь соредий, изидий и лобулей; площадь некрозов и хлорозов; количество апотеций), определяли онтогенетическое состояние в соответствии с разработанной нами классификацией.

Всего на 22 деревьях-форофитах (по 11 деревьев в каждом исследованном районе) обследовано 1143 таллома лишайника (822 в заповеднике и 317 в окрестностях г. Сыктывкара). Макси-

мальное количество талломов на стволе (232) отмечено в заповеднике, минимальное (1) – в окрестностях г. Сыктывкара. В среднем в заповеднике на стволе произрастает 76 талломов лобарии, в окрестностях г. Сыктывкара – 29. Средняя площадь таллома в популяциях заповедника составляет 15.6 см², в окрестностях г. Сыктывкара – 24.1 см². Онтогенетические спектры популяций лишайника в обоих районах исследования являются полночленными. В популяциях в заповеднике преобладают виргинильные 2b (v2b) талломы (25%), высока доля имматурных 2 (im2) особей (18%). В окрестностях г. Сыктывкара преобладают im2 талломы (23%), также высока доля субсенильных (ss) особей (18%). Смещение онтогенетического спектра в сторону виргинильных и имматурных талломов говорит об омоложении популяций обоих районов. Средняя относительная площадь повреждений (сумма относительных площадей хлорозов и некрозов) талломов в заповеднике составляет 7.6% от площади таллома, в популяциях в окрестностях г. Сыктывкара – 6.4%. В популяции в заповеднике средняя относительная площадь соредиев составляет 2.25%, изидиев – 1.4%, лобулей – 0.25%, в окрестностях г. Сыктывкара – 0.25, 0.21 и 0.6% соответственно. Количество генеративных особей незначительно в обоих районах. В популяции в заповеднике талломы с апотециями составляют 3.9% от общего числа талломов, в окрестностях г. Сыктывкара – 6.9%.

Таким образом, сравнение среднего количества талломов на стволе, размеров относительной площади органов вегетативного размножения свидетельствует о более успешном воспроизводстве талломов *L. pulmonaria* в популяции, приуроченной к ненарушенным лесным сообществам.

THE EFFECT OF UV-B RADIATION ON THE ANTIOXIDANT ENZYMES ACTIVITY AND LIPID PEROXIDATION LEVEL IN TWO LICHEN SPECIES OF THE *PELTIGERA* GENUS

E.V. Silina, K.V. Ermolina, G.N. Tabalenkova, T.K. Golovko
Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: silina@ib.komisc.ru

Lichens are considered relatively resistant organisms to the action of UV radiation. Firstly, this is due with the presence in their thalli of protective lichen's secondary metabolites. The role of the antioxidant enzymes that control the level of reactive oxygen species (ROS) accumulation during the development of UV induced oxidative stress has not been fully investigated. The UV-B radiation (280–320 nm) is most danger for living organisms.

We investigated the activities changing of superoxide dismutase (SOD) (by its ability to suppress photochemical reduction of nitroblue tetrazolium), ascorbateperoxidase (APX) (to reduce the light absorption by the oxidation of ascorbic acid), lipid peroxidation (by content products, reacting with thiobarbituric acid) and the content of hydrogen peroxide (H_2O_2) (by its ability to oxidize Fe^{2+} to Fe^{3+}) in thalli of *Peltigera aphthosa* (L.) Willd. and *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb., which exposed to UV-B radiation.

Peltigera aphthosa is a three-component lichen. Photobionts of this lichen are green algae *Coccomyxa* and cyanobacteria *Nostoc*. *Peltigera aphthosa* lives in shade places with high humidity. Cyanobacteria *Nostoc* is photobiont of *P. rufescens*. *Peltigera rufescens* prefers dry well illuminated habitat. Hydrated lichen thalli were exposed to UV-B radiation (2 W/m^2) for 120 min for 10 days. Samples were fixed at 1, 3 and 10 days irradiation and 3 days after end of the illumination by UV-B. The total dose of UV-B obtained by lichens was 14.4, 43.2 and 144 kJ, respectively. Lichens samples of the control group were not exposed to UV-B radiation.

The reaction of antioxidant enzymes on UV-B radiation was more pronounced in *P. rufescens*. A significant increase in the APX activity and the H_2O_2 accumulation were found on the third day of the experiment. SOD level increased later. The content of TBA-reactive substance (TBARS) increased slightly. The exposure of UV-B had no effect on the antioxidant enzymes activity in *P. aphthosa*. Content of H_2O_2 was increased on the first day of the experiment and then decreased. TBARS accumulated with increasing of UV-B dose. That indicates an activation of lipid peroxidation processes. In *P. rufescens* the content of TBARS decreased 3 days after end of the illumination by UV-B whereas in *P. aphthosa* the content of TBARS was at a high level. It is worth noting, that the control samples of *P. aphthosa* and *P. rufescens* did not differ significantly in the content of soluble protein, the H_2O_2 accumulation and the SOD activity. Analysis of protein profiles revealed a different number of SOD isoforms. Three isoforms were found in *P. rufescens* thalli, and five in thalli of *P. aphthosa*. Founded enzyme-isoforms were Mn – and Fe-containing types. These differences can be explained by the presence of green alga in the thalli of *P. aphthosa*.

Thus, our data indicate the crucial role of antioxidant enzymes in lichens resistance to UV-B radiation, which adapted to habitats with a high level of insolation.

This work was carried out as part of the project AAAA-A17-117033010038-7 and was partly funded by RFBR (research project No. 18-34-00346 mol_a).

**PHOTOMORPHISM IN THE LICHEN GENUS DENDRISCOSTICTA
(LOBARIACEAE, LECANOROMYCETES):
A CASE OF DUAL PERSONALITY IN LICHENS**

**A. Simon, T. Spribille, B. Goffinet, L.-S. Wang, T. Goward, T. Pystina,
N. Semenova, J.P. McCutcheon, N. Magain, E. Sérusiaux**

Evolution and Conservation Biology, InBioS research center, University of Liège,
Liège, Belgium
E-mail: asimon@uliege.be

The genus *Dendriscosticta* (Lobariaceae, Lecanoromycetes) encompasses lichen-forming fungal species restricted to the Northern Hemisphere. Most *Dendriscosticta* are often considered flagship species, as they usually form conspicuous thalli and thrive in pristine forests with outstanding air quality. Despite its high conservation relevance and ease to identify, there is much taxonomic confusion within this group of lichens, and thus a major objective of our project is to provide a global phylogeny of the genus in order to untangle its taxonomy. *Dendriscosticta* is also remarkable among lichen-forming fungi in that some species are able to associate with either a green alga or a cyanobacterium (and form thalli referred to as chloromorphs and cyanomorphs, respectively). These two different symbioses involving conspecific mycobionts, usually referred to as photomorphs, display dramatically different phenotypes and ecology within the genus *Dendriscosticta*. In the present study, we used *Dendriscosticta* photomorphs as models in the study of evolutionary dynamics within symbiotic systems. Our main objective was to determine what factors allow for different symbiotic outcomes. In order to achieve this goal, whole transcriptome sequencing (RNA-seq) was carried out on 16 samples of *Dendriscosticta* (8 chloromorphs and 8 cyanomorphs). In complement, fluorescence in situ hybridization (FISH) and confocal laser scanning microscopy were used to visualize photomorph-associated changes in the lichen microbiome. Ultimately this project aims to: 1) identify the genes that are differentially expressed in photomorphs of *Dendriscosticta*, and characterize the genes that play a predominant role in the lichen symbiosis; 2) characterize the lichen microbiome in both photomorphs to further our understanding of its role on the symbiosis.

THE RESPONSE OF BOREAL AND ANTARCTIC LICHENS CYTOCHROME AND ALTERNATIVE RESPIRATION RATE TO TEMPERATURE

M.A. Shelyakin

Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

E-mail: shelyakin@ib.komisc.ru

Respiration is a crucial process that provides all living organisms with energy and metabolites for growth and cellular maintenance. The processes controlling respiration in lichens remain poorly understood. Temperature is one of the leading environmental factors, which affects on the organisms' respiratory activity. Suboptimal temperatures can cause changes in the respiratory pathways ratio, disrupting the energy balance of the cells. We investigated the effects of short-term temperature changes on the respiration rate, as well as the respiratory pathways capacities and relative contribution, of thalli lichen species collected from their natural habitats in Antarctica and boreal zone. The respiration rate of Antarctic and boreal lichens was measured in the temperature range of 5–35 and 5–40 °C, respectively. The total O₂ uptake rate was increased by 4–6-fold with increased temperatures.

In the thalli of Antarctic lichens, an increase in temperature from 5 to 15 °C enhanced the capacity of cytochrome respiration (CP) coupled with the energy production. Its contribution to total respiration rate was 60–70%. Temperatures above 15 °C stimulated the activation of the alternative (energy-dissipating) respiratory pathway. Hyperthermia led to increased O₂ consumption that was not associated with mitochondrial oxidases. The capacity of cytochrome respiration decreased at the same time. The effects of increased temperature on respiration rates were more pronounced in the bipolar lichens *Ramalina terebrata*, *Umbilicaria decussata*, and *Usnea sphacelata* than those in the endemic species *Usnea aurantiaco-atra*.

In the boreal lichens thalli, an increase in temperature in the range of 5–35 °C caused a stimulation of the CP pathway capacity. The contribution of cytochrome respiration to the total O₂ consumption was 55–70%. At 40 °C, species-specific changes in the respiratory pathways ratio were occurred. In *Cladonia stellaris*, the relative contribution of AP increased up to 50% of the total respiration rate. In the *Peltigera apthosa* thalli, the AP capacity increased slightly. In *P. rufescens*, hyperthermia stimulated O₂ consumption that was not associated with mitochondrial respiration.

Our study shows that a short-term temperature rise significantly activates the respiration rate of boreal and Antarctic lichen spe-

cies. Measurements of the respiratory pathways rates showed, that in Antarctic lichens the temperature range 5–15 °C was optimal for the cytochrome respiratory pathway functioning. And in lichens of the boreal zone, the maximum activity of energy-efficient respiration was detected at temperatures from 15 to 35 °C.

This work was carried out as part of the project No. AAAA-A17-117033010038-7 and was partly funded by RFBR (research project No. 18-34-00346 mol_a).

RARE AND PROTECTED LICHENS IN JEWISH AUTONOMOUS OBLAST

I.F. Skirina

Pacific Geographical Institute Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
E-mail: sskirin@yandex.ru

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ ЛИШАЙНИКИ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

И.Ф. Скирина

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

В 2018 г. проведена ревизия лишайников Красной книги (КрК) Еврейской автономной области (ЕАО), изданной в 2006 г. В КрК было включено 16 видов лишайников, охраняемых на региональном (а) и федеральном (б) уровнях: ^a*Heterodermia boryi*, ^{ab}*Coccocarpia erythroxili*, ^{ab}*C. palmicola*, ^{ab}*Leptogium hildenbrandii*, ^{ab}*Lobaria retigera*, ^a*Cetrelia japonica*, ^{ab}*Everniastrum cirrhatum*, ^{ab}*Hypogymnia fragillima*, ^a*H. hypotrypa*, ^{ab}*Menegazzia terebrata*, ^a*Nephromopsis laii*, ^{ab}*N. ornata*, ^a*N. pallescens*, ^{ab}*Punctelia rudecta*, ^{ab}*Lichenomphalia hudsoniana*, ^{ab}*Pyxine soredata*.

Лишайники КрК ЕАО отнесены к двум категориям – категории 3 (14 видов) и категории 2 (2 вида). Для *Everniastrum cirrhatum*, имеющего в КрК России категорию 1 (находящийся под угрозой исчезновения), соответствует категория 2б (сокращающиеся в численности в результате изменения условий существования). Как показывают современные исследования автора, для него нет угрозы исчезновения в регионе.

В результате исследований дополнены сведения о распространении семи охраняемых лишайников, а также выявлено пять видов из КрК России (*Leptogium burnetiae*, *Lobaria pulmonaria*, *Nephromopsis laureri*, *Parmotrema arnoldii*, *P. reticulatum*), ранее в ЕАО не отмеченных. Найдено четыре редких вида, рекомендуемые к включению в КрК ЕАО, – *Parmotrema ultralu-*

cens, *Phaeophyscia dissecta*, *Pyxine sibirica*, *Rusavskia mandshurica*. *Parmotrema ultralucens* имеет единственное местонахождение в России, произрастает в ЕАО дизъюнктивно и находится на северной границе ареала. *Pyxine sibirica* в России находится на северной границе распространения, отмечается в естественных ценозах немногочисленными группами. *Rusavskia mandshurica* – океанический вид, редко заходящий вглубь материка, в России находится на западной границе распространения, встречается немногочисленными группами. *Phaeophyscia dissecta* – редкий вид, ареал которого находится только в России, в ЕАО отмечается в естественных ценозах немногочисленными группами.

Результатом ревизии лишайников КрК ЕАО является итоговый список, включающий 25 видов, нуждающихся в особой охране. Исследования современного состояния охраняемых видов лишайников ЕАО показали, что их популяции находятся в основном в хорошем состоянии. Незначительное угнетение талломов выявлено у 36% видов лишайников (талломы с небольшими жёлтыми пятнами, истончённым и разрушенным верхним коровым слоем, частично деформированы и обожжены). На жизненное состояние лишайников оказывают влияние вырубки леса, атмосферное загрязнение и пожары.

RARE AND PROTECTED LICHENS OF PRIMORSKII KRAI

I.F. Skirina, I.M. Rodnikova, F.V. Skirin
Pacific Geographical Institute Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
E-mail: sskirin@yandex.ru

ОХРАНЯЕМЫЕ ЛИШАЙНИКИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

И.Ф. Скирина, И.М. Родникова, Ф.В. Скирин
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Список лишайников, включенных в Красную книгу Приморского края, насчитывает 66 видов, из них 23 охраняются на федеральном и 43 на региональном уровне. Более 85% произрастает в заповедниках. Некоторые виды очень ограничены в распространении. Так, *Glossodium japonicum* и *Omphalina hudsoniana* отмечены только в Сихотэ-Алинском заповеднике; *Teloschistes flavicans* – на территории морского заповедника, *Graphis cervina*, *Stereocaulon dendroides* и *Nephromopsis pallescens* – в заповеднике «Кедровая падь». Вне заповедных территорий отмечены *Cetraria odontella*, *Vulpicida viridis*, *Stereocaulon depreaaultii*, *Pilopho-*

rus hallii. Только в Приморском крае произрастают *Graphis cervina*, *Lobaria adscripturiens*, *L. crassior*, *Cetrelia nuda*, *Nephromopsis pallescens*, *N. rugosa*, *Vulpicida viridis*, *Stereocaulon dendroides*, *Piophorus hallii*, *Teloschistes flavicans*.

Охраняемые лишайники относятся к четырем категориям. Основную группу составляют виды из категории «уязвимые» – 51 вид. Категория «низкая степень риска» включает восемь видов, «угрожаемые» и «на грани исчезновения» содержат по одному виду. Современные исследования указывают на необходимость изменения категории охраны у ряда видов в Красных книгах России и Приморского края. Для *Teloschistes flavicans*, имеющего в Красной книге России категорию 3 (редкий вид), – на категорию 1 (находящийся под угрозой исчезновения). Единственная в России популяция подвергается ежегодным низовым пожарам. *Everniastrum cirrhatum* в Красной книге России относится к категории 1, в Красной книге Приморского края необходима категория 3 (редкий вид). Данный вид распространен в пихтово-еловых лесах Приморского края, юга Хабаровского края, в Еврейской автономной области. Категорию *Umbilicaria esculenta* (редкий вид) следует изменить на 1 (находящийся под угрозой исчезновения). В последние годы усилился бесконтрольный массовый сбор лишайника в лекарственных целях. Вид *Vulpicida viridis* в начале 2000-х гг. в результате пожаров утратил свои местообитания. Виду соответствует категория «на грани исчезновения».

Состояние популяций охраняемых видов на территории региона ухудшается с увеличением антропогенного воздействия. Так, *Lobaria pulmonaria* сокращает численность популяции в заповедниках «Уссурийский» и «Кедровая падь». Виды *Lobaria adscripturiens*, *L. retigera*, *Usnea rubicunda* и *Teloschistes flavicans* утратили свои местообитания на п-ове Муравьева-Амурского.

Для охраны на региональном уровне со статусом «уязвимые» предложены *Flavorpunctelia flaventior*, *Phaeophyscia primaria*, на федеральном со статусом «редкие» – *Anzia ornata*, *Cetrelia asahinae*, *Menegazzia nipponica*, *Nephromopsis pseudocomplicata*, *Usnea rubicunda*.

**ECOLOGICAL AND SUBSTRATED CHARACTERISTICS
OF THE GROUP OF EPILITHIC LICHENS ON THE NORTH-WEST OF RUSSIA**

A.V. Sonina

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

E-mail: *angella_sonina@mail.ru*

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СУБСТРАТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЭПИЛИТНОЙ ГРУППЫ ЛИШАЙНИКОВ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

А.В. Сони́на

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

В работе обобщены материалы по изучению эпилитного лишайникового покрова, выполненные в двух типах экосистем – прибрежных и лесных – на территории Мурманской области (побережье Баренцева моря), Республики Карелия (от южной до северной) и Архангельской области (край Ветренный пояс).

Лишайниковый покров формируется в различающихся экологических условиях на кварцсодержащих породах различного химического состава: гранитоиды (кислые породы), базальты (породы основного состава), долериты (ультраосновные породы).

Показано, что в условиях побережий морских (Баренцево и Белое моря), пресных водоемов (Ладожское и Онежское озера, реки Суна, Лососинка, Неглинка) значительное влияние на формирование эпилитного лишайникового покрова оказывает гидрологический режим водоема, в частности, волновой режим и сезонные изменения уровня воды. Динамика водоема определяет и структуру каменистого субстрата. По мере удаления от линии уреза воды в отсутствие антропогенного фактора число видов лишайников и среднее общее проективное покрытие в описании значимо возрастает.

В лесных экосистемах для эпилитных лишайников большое значение имеет тип растительного сообщества, формирующего макроусловия для лишайникового покрова, местоположение скальных выходов или камней в сообществе и микроусловия, которые определяются экспозицией поверхности, углом наклона и микропогодическими характеристиками субстрата (сколы, зернистость, депрессии).

Установлено, что на данных типах субстратов формирование лишайникового покрова в большей степени зависит от микропогодии субстрата и комплекса условий среды, определяющих влажность и освещенность местообитания. Возможно, более тесная связь химических показателей субстрата с характеристика-

ми лишайникового покрова обнаруживается на ранних этапах освоения субстрата при слабом абиотическом выветривании.

THE LICHENS OF REMOTE RUSSIAN ISLANDS IN GULF OF FINLAND («SUOMENLAHDEN ULKOSAARET»)

I.S. Stepanchikova^{1,2}, A.A. Rodionova², D.E. Himelbrant^{1,2}

¹ St. Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russi

² Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences,
Saint-Petersburg, Russia

E-mails: *stepa_ir@mail.ru*, *lyn.alvashak@gmail.com*, *d_brant@mail.ru*

ЛИШАЙНИКИ ВНЕШНИХ ОСТРОВОВ ФИНСКОГО ЗАЛИВА («SUOMENLAHDEN ULKOSAARET»)

И.С. Степанчикова^{1,2}, А.А. Родионова¹, Д.Е. Гимельбрант^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

Внешние острова Финского залива – более 20 островов, расположенных в акватории Финского залива в западной части Ленинградской области и значительно удаленных от берегов; иногда их рассматривают в качестве единого архипелага (фин. «Suomenlahden ulkosaaret»). Ландшафты островов разнообразны, одними из наиболее интересных являются скальные массивы и песчаные дюны. До начала Второй мировой войны многие острова были достаточно густо населены, однако во второй половине XX в. доступ на них был ограничен. В настоящее время часть островов относится к территории заповедника «Восток Финского залива».

История исследования лишенофлоры островов насчитывает более 150 лет. Первые данные о ней относятся к 1851 г., когда брат Вильяма Нюландера Эдвин (William Nylander, Edwin Nylander) собрал преимущественно с о-ва Гогланд (Hogland) коллекцию, впоследствии обработанную W. Nylander. Результаты определения вошли в ряд таксономических и флористических работ. Материал хранится в гербарии университета г. Хельсинки (H, H-NYL) и согласно результатам критической ревизии, проведенной нами совместно с Т. Ahti и Н.М. Алексеевой, включает около 155 видов. В 1867–1873 гг. на о-ве Гогланд проводил исследования Magnus Brenner, его коллекция насчитывает более 300 видов лишайников (H, H-NYL). В сборах Brenner присутствуют также материалы с о-ва Большой Тютерс (Tytärsaari) и несколько образцов с о-ва Мощный (Lavansaari). Результаты обработки материала вошли в монографию «Bidrag till kännedom af Fins-

ka vikens övegetation. IV. Hoglands lafvar», а также в ряд работ W. Nylander и других исследователей. На основании коллекций с о-ва Гогланд впервые описан ряд видов, например, *Chaenothecopsis subparvoica* (Nyl.) Tibell, *Fuscidea hoglandica* (Nyl.) V. Wirth et Vězda, *Lecania dubitans* (Nyl.) A.L. Sm. и др. Во второй половине XIX–первой половине XX в. острова (преимущественно о-в Гогланд) посещали и другие специалисты, в том числе E.A. Vainio и V. Räsänen, однако лишенологические исследования на островах в этот период в целом носили кратковременный и фрагментарный характер. В конце XX–начале XXI в. острова стали частично доступны исследователям.

К настоящему времени опубликованы списки современных лишенофлор островов Большой Тютерс и Мощный, насчитывающие 335 и 348 видов соответственно. В обработке находится материал, собранный на некоторых других островах. Внешние острова Финского залива представляют большой интерес в контексте изучения разнообразия лишайников Ленинградской области и северо-запада России в целом. Мы планируем обобщение результатов критической ревизии гербарных коллекций и продолжение полевых исследований.

PROTECTED LICHENS IN THE TOBOLSK DISTRICT (TYUMEN REGION)

E.A. Shchipanova, A.E. Selivanov

Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

E-mail: ekandr.sh@yandex.ru

ОХРАНЯЕМЫЕ ЛИШАЙНИКИ В УВАТСКОМ И ТОБОЛЬСКОМ РАЙОНАХ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

E.A. Щипанова, A.E. Селиванов

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет,
г. Пермь, Россия

На территории Уватского и Тобольского районов Тюменской области проведены исследования состояния популяций охраняемых видов лишайников в бореальных сообществах. Были обнаружены виды, внесенные в Красную книгу Тюменской области: *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Heterodermia japonica* (M. Sato) Swinscow & Krog и *Cetrelia cetrarioides* (Delise ex Duby) W.L. Culb. et C.F. Culb.

Исследования проводились авторами в полевые сезоны 2017–2018 гг. В задачи исследования входили учет численности каждого из редких видов; определение их субстратной и фитоцено-

тической приуроченности; оценка угрожающих ценопопуляциям факторов. На втором этапе была дана фитоценологическая характеристика местообитаний.

Природные условия района благоприятны для произрастания и сохранения численности популяций редких лишайников. Наибольшее число форофитов было обнаружено на плакоре над правым коренным берегом р. Иртыш.

В районе работ отмечено 59 форофитов со слоевищами охраняемых лишайников, в том числе 42 с лобарией, 40 с гетеродермией, два с цетрелией. Большинство зафиксированных местонахождений редких видов приурочено к осинникам осочковым (49% форофитов). Наиболее часто субстратом служит корка осины (*Populus tremula*). Часто лобария и гетеродермия обитают совместно (23 форофита).

Среди известных местонахождений охраняемых лишайников приведенные в этой работе места находок являются самыми крупными для территории южной части Тюменской области. Только здесь лобария легочная и гетеродермия японская достигают высокой встречаемости и покрытия. Наибольшей угрозе исчезновения подвержена *Cetrelia cetrarioides* – в случае повреждения форофитов вид может быть утрачен.

Большая часть местонахождений охраняемых лишайников в обследованном районе приурочена к вторичным таежным лесам с крупными экземплярами осины и липы.

В большинстве случаев в древостое доминируют или играют важную роль лиственные породы (осина), тогда как в подлеске – темнохвойные породы (пихта).

На большей части пробных площадей не наблюдается переход охраняемых лишайников на более молодые форофиты. Большое число местонахождений лобарии и гетеродермии на осинах находится под угрозой исчезновения. Наиболее важными факторами, угрожающими им помимо воздействия человека, следует считать ветровал и формирование густого, высокого подроста пихты.

Для сохранения на изученном участке выявленных ценопопуляций лишайников необходимо исключить воздействие таких негативных факторов, как лесные пожары, выборочные или сплошные рубки. Представляется необходимым придание изученной территории статуса ООПТ.

THE DYNAMICS OF THE POPULATION STRUCTURE
OF *EVERNIA PRUNASTRI* (L.) ACH. AND *HYPOGYMNIA PHYSODES* (L.) NYL.
UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Y.G. Suetina

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia
E-mail: suetina@inbox.ru

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ *EVERNIA PRUNASTRI* (L.) АСН.
И *HYPOGYMNIA PHYSODES* (L.) NYL.
В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Ю.Г. Суетина

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Россия

Исследования проводили на территории Республики Марий Эл. Многолетняя динамика структуры популяций *Evernia prunastri* (2008–2016 гг.) и *Hypogymnia physodes* (2010–2016 гг.) сравнивалась на участке ствола 0–1.5 м липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) в пойменном липняке. Число слоевищ *E. prunastri* и *H. physodes* увеличивается в динамике, более значительные изменения характерны для *E. prunastri*. Уменьшение размеров слоевищ происходит у обоих видов и больше выражено у *E. prunastri*. Динамика жизненности изучалась у *E. prunastri*, отмечено уменьшение жизненности слоевищ в g_1v , g_2v , g_3v , **SS** онтогенетических состояниях. Сравнение онтогенетических спектров популяций проводили с учетом их неоднородности на деревьях. Значения эффектов *E. prunastri* (эффект – параметр онтогенетического спектра популяции) уменьшаются в 2016 г., что говорит о сдвиге онтогенетических спектров влево, т.е. увеличении доли молодых слоевищ, что прослеживается и на суммарных онтогенетических спектрах популяции. Значимых трендов в изменении онтогенетических спектров популяции *H. physodes* за исследуемые годы не выявлено.

Сравнение динамики структуры популяции *H. physodes* (2008/2010–2016 гг.) на разных субстратах на участке ствола 0–1.5 м в разных местообитаниях показало, что на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в сосняке черничном (край верхового болота), в лесопарковом сосняке, в сосняке кустарничково-сфагновом (центр болота) как и на липе в липняке происходит увеличение плотности популяции *H. physodes*. Местообитания перечисляются в порядке уменьшения плотности. В онтогенетической структуре популяции *H. physodes* на сосне в центре болота как и на липе в липняке не наблюдается общей тенденции «омоложе-

ния» популяции для всех деревьев в динамике: на одних деревьях в спектрах в 2016 г. отмечен сдвиг влево (больше молодых слоевищ), на других – вправо. Самое значительное «омоложение» популяции *H. physodes* в 2016 г. отмечено в лесопарковом сосняке за счет большой доли молодых слоевищ (v_1 и v_2) в онтогенетическом спектре популяции. Более крупные слоевища v_2 , g_1v , g_2v , g_3v онтогенетических состояний произрастают на липе в липняке по сравнению с сосной в лесопарковом сосняке (сравнивались два местообитания), при этом их размеры меньше в 2016 г. по сравнению с 2010 г.

Очевидно, увеличение численности, уменьшение размеров и жизненности слоевищ, «омоложение» популяций *E. prunastri* и *H. physodes* отражают их приспособленность к изменившимся условиям среды.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 16-04-01198 а).

AMINO ACIDS AND MINERAL ELEMENTS IN THE LICHEN THALLI

G.N. Tabalenkova, I.G. Zakhozhiy, T.K. Golovko
Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

АМИНОКИСЛОТНЫЙ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ

Г.Н. Табаленкова, И.Г. Захожий, Т.К. Головко
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Проведены исследования элементного и аминокислотного состава талломов 18 видов лишайников родов *Peltigera*, *Lobaria*, *Platismatia*, *Parmelia*, *Cetraria*, обитающих в среднетаежной подзоне Республики Коми. Выявлена значительная вариабельность содержания в талломах макро- и микроэлементов. Коэффициент вариации содержания в талломах Ca, Mg, K, P, N колеблется в пределах 50–80%. Выделение классов среди лишайников на основе их макроэлементного состава с использованием метода главных компонент (Principal Component Analysis – PCA) показало, что наиболее близко группируются роды *Peltigera* и *Lobaria*. В талломах всех видов лишайников были обнаружены Fe, Al, Mn, Na, Zn, B, Cu, Cd. Содержание этих элементов сильно варьирует даже у представителей одного рода. Показана выраженная видоспецифичность лишайников в отношении накопления макро- и микроэлементов, что следует учитывать при их использовании в качестве индикаторов загрязнения среды.

Полученные экспериментальные данные, свидетельствующие о значительной вариабельности лишайников по содержанию аминокислот в талломах, минимальные и максимальные значения отличаются на порядок. В среднем количество белковых аминокислот составило около 100 мг/г сухой массы, свободных аминокислот – до 2 мг/г сухой массы таллома. Медианные значения выборки по содержанию аминокислот отличались от средних, что свидетельствует о небольшом смещении нормальности распределения первичных данных. Коэффициент вариации изученных биохимических показателей колеблется в пределах от 60 до 90%. Анализ данных показал, что содержание белковых и свободных аминокислот статистически значимо коррелирует с концентрацией в талломах общего азота. Корреляция между суммой белковых и суммой свободных аминокислот статистически незначима. Содержание общего азота и суммы белковых аминокислот в талломах зависело от типа фотобионта, однако содержание свободных аминокислот не зависело от типа фотобионта. В целом, полученные результаты существенно углубляют и расширяют представление о жизнедеятельности лишайников в условиях подзоны средней тайги.

Работа выполнена в рамках темы НИР (ГР АААА-А17-1170330100 38-7) и при частичной финансовой поддержке Комплексной программы УрО РАН (проекты 15-12-4-4 и 18-4-4-20).

RECOVERY OF LICHENS AFTER DISASTERS IN BOREAL FORESTS: SPECIES DIVERSITY, COVER, POPULATIONS

V.N. Tarasova¹, V.I. Androsova¹, V.V. Gorshkov^{2,3}, R.V. Ignatenko⁴,
L.A. Kalacheva¹, V.O. Shvetzova¹, I.A. Zhulai⁵, R.V. Obabko⁶

¹ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

² Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences,
Saint-Petersburg, Russia

³ St. Petersburg State Forest Technical University, Saint-Petersburg, Russia

⁴ Institute of Biology of Karelian Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

⁵ The Arctic University of Norway, Tromsø, Norway

⁶ Forest Research Institute of Karelian Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

E-mail: tarasova1873@gmail.com

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛИШАЙНИКОВОГО КОМПОНЕНТА ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В ТАЁЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, ПОКРЫТИЕ, ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ

В.Н. Тарасова¹, В.И. Андросова¹, В.В. Горшков^{2,3}, Р.В. Игнатенко⁴,
Л.А. Калачёва¹, В.О. Швецова¹, И.А. Жулай⁵, Р.П. Обабко⁶

¹ Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

⁴ Институт биологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия

⁵ Норвежский арктический университет, г. Тромсё, Норвегия

⁶ Институт леса Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия

Современные бореальные леса отличаются высокой степенью нарушенности в результате рубок, пожаров и загрязнения. Лишайники – это чувствительный компонент сообществ; они могут быть показателем определенных условий, в том числе степени нарушения экосистем. Исследования выполнены в лесных сообществах двух формаций (сосновые и еловые) на северо-западе России (Республика Карелия) в течение 20 лет на стационарных пробных площадях как методом прямых наблюдений, так и в результате описания сообществ, произрастающих в сходных лесорастительных условиях, но имеющих разную давность нарушения (метод построения эколого-динамических рядов).

Установлено, что базовые характеристики лишайникового покрова, такие как видовое разнообразие, покрытие (косвенный показатель биомассы), видовая структура (соотношение покрытий разных видов), а также популяционная структура отдельных видов лишайников определяются давностью нарушения (положением сообщества в сукцессионном ряду), видовой и возраст-

ной структурой древостоя, соотношением деревьев до- и послепожарного поколений.

Относительная стабилизация (восстановление) большинства изученных характеристик в сообществах елового ряда наблюдается в 250 лет после нарушения, соснового (в зависимости от сохранности древесного яруса в результате последнего пожара) – в 50–150 лет. Среди изученных лишайников выделены группы ранне-, средне- и поздне-сукцессионных видов, которые могут быть использованы в качестве индикаторов определенных стадий развития леса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проекта № 5.8740.2017/к (базовая часть Госзадания).

LICHEN OF NORTHERN PART OF NATIONAL PARK «VODLOZERSKY» (ARKHANGELSK REGION)

A.A. Valekzhanin¹, V.N. Tarasova²

¹ Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia

² Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

E-mail: valekzhanin13@gmail.com

ЛИШАЙНИКИ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ» (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Валежжанин¹, В.Н. Тарасова²

¹ Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

² Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

Флора лишайников Архангельской области слабо изучена. На данный момент отсутствует список произрастающих здесь лишайников, а перечень видов, занесенных в Красную книгу области (2008), насчитывает всего 11 лишайников, для части из которых существуют серьезные вопросы об их местонахождениях и распространении. Вместе с тем, Архангельская область – это обширная территория (589 900 км²), которая включает в себя внушительные по площади Арктические острова и материковую часть, покрытую разнообразными растительными сообществами – от тундровых (на севере) до среднетаёжных (на юге). Выходы твёрдых кристаллических пород (например, в области низкогорного кряжа Ветренный Пояс) и известняков на поверхность, высокий процент малонарушенных лесов, морские побережья, влияние широтного, долготного и высотного градиентов создают условия для развития богатого видового разнообразия лишайников на данной территории.

Целью настоящего исследования был анализ видового разнообразия лишайников северной части национального парка «Водлозерский». Сбор полевых данных выполнен первым автором в течение двух полевых сезонов (2017–2018 гг.) в ходе геоботанических и маршрутных исследований совместно с к.б.н. бриологом Е.Ю. Чураковой. Определение видов выполнено на кафедре ботаники и физиологии растений ПетрГУ стандартными методами (включая TLC).

В результате обработки коллекций выявлено 203 вида лишайников и близких к ним грибов, относящихся к 74 родам, 40 семействам и 19 порядкам. Наиболее обильными по числу видов являются роды *Cladonia* (35 видов), *Lecanora* (12), *Bryoria* (9), *Ochrolechia* (6), *Pertusaria* (6), *Peltigera* (6). Восемь видов отмечены в Архангельской области впервые: *Catinaria neuschildii* (Körb.) P. James, *Cetraria nigricans* Nyl., *Chrysothrix candelaris* (L.) J.R. Laundon, *Lecanora albellula* (Nyl.) Th. Fr., *Lepraria lobificans* Nyl., *Micarea globulosella* (Nyl.) Coppins, *Ochrolechia bahusensis* H. Magn., *Scoliciosporum umbrinum* (Ach.) Arnold.

Из числа обнаруженных видов три (*Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo & D. Hawksw., *Cladonia bellidiflora* (Ach.) Schaer., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) занесены в Красную книгу Архангельской области (2008), девять – в Красную книгу граничащей с территорией исследования Республики Карелия (2007).

Среди лишайников преобладают виды накипной жизненной формы (112, 55%), к кустистым и листоватым биоморфам относятся 61 и 30 видов соответственно. Подавляющее число изученных видов (134) относятся к эпифитной экологической группе.

HEAVY METALS IN LICHENS OF THE BOL'SHEZEMEL'SKAYA TUNDRA

G.Ya. Yel'kina, S.V. Deneva, E.M. Lapteva
Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: elkina@ib.komisc.ru

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЛИШАЙНИКАХ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

Г.Я. Елькина, С.В. Денева, Е.М. Лаптева
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Стабильность биогеохимического круговорота элементов в биогеоценозах является важнейшей составляющей их функционирования. Исследовали содержание тяжелых металлов (ТМ) в

лишайниках и других растениях и почвах типичных ландшафтов Большеземельской тундры. Лишайники на объекте исследований представлены цетрарией исландской (*Cetraria islandica*) и цетрарией снежной (*Cetraria nivalis*). Из ТМ лишайники в большей мере содержат цинк (23 ± 1.4 мг/кг), количество свинца (5.2 ± 1.3 мг/кг), никеля (4.8 ± 0.8 мг/кг) и меди (4.7 ± 1.2 мг/кг) в них достаточно близкое. Содержание кобальта (1.1 ± 0.3) и особенно кадмия (0.34 ± 0.05 мг/кг) существенно меньше. Количество ТМ в них укладывается в рамки среднемировых значений. По наличию меди лишайники мало отличаются от кустарников и травянистых растений. Количество кадмия, никеля и кобальта в лишайниках больше, чем в травах, побегах и листьях карликовой березы. При этом лишайники существенно уступают сосудистым растениям, особенно кустарникам, по содержанию цинка. По сравнению с гипновыми зелеными мхами лишайники имеют более низкое содержание ТМ, за исключением свинца.

Содержание ТМ в мортмассе лишайников в три-пять раз превосходит их количество в живых растениях. Интенсивность кругооборота по большому числу элементов (исключая цинк) в биоценозах с преобладанием лишайников выше, чем в моховых, что обусловлено различиями в водном и тепловом режиме в местах их обитания и спецификой растений.

Содержание элементов в почве под лишайниками в основном согласуется с наличием в растениях. В минеральной толще почв так же, как в растениях, наиболее высоко содержание цинка, менее всего – кадмия. В горизонте, расположенном под лишайниковой подстилкой, наблюдается тенденция к накоплению свинца.

При изучении связей между содержанием элементов в почве и растениях установили, что в лишайниках происходит аккумуляция цинка и кадмия. Аккумуляция этих элементов и достаточно высокая интенсивность их круговорота свидетельствуют о преобладающем атмосферном поступлении элементов в качестве загрязняющих. Установленная кумулятивная способность лишайников может быть использована для экологической экспертизы при оценке загрязнения ТМ и проведения мониторинга.

Исследования выполнены в рамках темы государственного задания ИБ Коми НЦ УрО РАН «Выявление общих закономерностей формирования и функционирования торфяных почв на территории Арктического и Субарктического секторов европейского северо-востока России (Гр.: АААА-А17-117122290011-5)».

CONTENT AND LOCALISATION OF HEAVY METALS
IN LICHENS THALLI IN AREA OF THE MIDDLE-TIMAN BAUXITE MINE

I.G. Zakhozhiy, M.A. Shelyakin, G.N. Tabalenkova, T.K. Golovko
Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
E-mail: zakhozhiy@ib.komisc.ru

НАКОПЛЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ
В ТАЛЛОМАХ ЛИШАЙНИКОВ
ВБЛИЗИ СРЕДНЕ-ТИМАНСКОГО БОКСИТОВОГО РУДНИКА

И.Г. Захожий, М.А. Шелякин, Г.Н. Табаленкова, Т.К. Головки
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Промышленная эксплуатация бокситовых рудников сопряжена с полиметаллическим загрязнением окружающей среды. Мы исследовали накопление и локализацию металлов в талломах трех видов лишайников (*Hypogimnia physodes*, *Lobaria pulmonaria* и *Peltigera aphthosa*) на импактной территории Средне-Тиманского бокситового рудника. Установлено, что загрязнение среды бокситовой пылью приводило к значительному накоплению в талломах соединений Al, Fe и Ti. На наиболее загрязненных участках содержание Al в талломах достигало 16–19 тыс. мкг/г, что в 30–40 раз больше, чем на фоновом участке. По содержанию Fe (16–20 тыс. мкг/г) и Ti (340–720 мкг/г) талломы с загрязненного участка превосходили слоевища лишайников на фоновой территории в 18–50 и 6–40 раз соответственно. Содержание Ni, Co и Cr в талломах на импактной территории превышало значения на фоновых участках в 6–14 раз, а Cu и Pb – в 2–8 раз. Известно, что основными механизмами аккумуляции металлов в талломах лишайников являются осаждение твердых частиц на поверхности талломов, экстрацеллюлярное связывание и интрацеллюлярное поглощение. Изучение локализации металлов в талломах лишайников на загрязненной территории выявило, что большая часть соединений Fe, Al, Cr, Co, Ni и Pb локализована на поверхности талломов в виде пылевых частиц и в остаточной фракции. Преимущественно экстрацеллюлярно локализованы Mn и Zn – металлы, валовое содержание которых в талломах на условно фоновом и загрязненном участках отличалось незначительно. Исследование остаточной фракции металлов в талломах *L. pulmonaria*, проведенное с применением метода электронной микроскопии, выявило преимущественную локализацию нерастворимых соединений Fe, Al и Ti в виде минералов на поверхности талломов. В талломах *P. aphthosa*, не имеющих выражен-

ного нижнего корового слоя, значительная часть нерастворимых металлсодержащих частиц остаточной фракции была инкорпорирована в рыхлый медуллярный слой. Полученные данные расширяют имеющиеся сведения о специфике накопления и локализации металлов в слоевищах листоватых лишайников в условиях загрязнения среды выбросами бокситового производства.

Работа выполнена в рамках темы «Физиология и стресс-устойчивость фотосинтеза растений и пойкилогидрических фотоавтотрофов в условиях Севера» (№ ГР АААА-А17-117033010038-7).

CO₂ AND CH₄ FLUXES IN LICHEN COMMUNITIES OF PALSJA MIRE IN SUBARCTIC

S.V. Zagirova, M.N. Miglovetz

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia.

E-mail: zagirova@ib.komisc.ru

ПОТОКИ CO₂ И CH₄ В ЛИШАЙНИКОВЫХ СООБЩЕСТВАХ КРУПНОБУГРИСТОГО БОЛОТА СУБАРКТИКИ

С.В. Загирова, М.Н. Мигловец

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Крупнобугристые болота являются удобной моделью для изучения отклика наземных экосистем на изменение климата. На территории России южная граница распространения этого типа болот приурочена к переходу лесотундры в северную тайгу. Крупные торфяные бугры подстилаются многолетнемерзлыми породами, на вершине бугра формируются торфяные пятна, лишайниковые и кустарничково-лишайниковые сообщества. Цель данной работы состояла в сравнении удельного потока диоксида углерода и метана с поверхности крупнобугристого болота в теплый период года на участках с лишайниковым покровом и торфяных пятнах. Измерения потока газа в атмосферу на крупнобугристом болоте в Интинском районе Республики Коми (65°54'10" с.ш., 60°26'40" в.д.) проводили в июне-августе 2016 г. портативным газоанализатором UGGA-30p (Los Gatos Research, США) по методу статических камер. Мерзлотные бугры занимают около 30% бугристо-мочажинного комплекса. На буграх в лишайниковых сообществах преобладают *Cladonia arbuscula*, *C. coccifera*, *C. gracilis*, *C. rangiferina* с проективным покрытием 60%, их масса достигает 1.5 кг/м². Почва под лишайниковым покровом характеризовалась более низкой температурой, что замедляло фор-

мирование сезонно-талого слоя. Удельный поток CO_2 в атмосферу с поверхности бугра в присутствии лишайников составлял в среднем $50 \text{ мкг}/(\text{м}^2\text{с})$, что в два раза выше эмиссии на торфяных пятнах. Сезонный ход обмена CO_2 на этом участке соответствовал изменению температуры сезонно-талого слоя. В июне-августе средняя скорость поступления метана в атмосферу на торфяных пятнах составила $0.0021 \text{ мкг}/\text{м}^2\text{с}$, в лишайниковых сообществах преобладал сток атмосферного метана. В целом поток парниковых газов с поверхности торфяного бугра, подстилаемого мерзлотой, значительно ниже, чем в межбугорных понижениях. С потеплением климата разрушение многолетнемерзлых пород может привести к существенному изменению ландшафта, растительного покрова и потоков парниковых газов между исследованным болотом и атмосферой. Полученные результаты могут быть использованы для верификации существующих моделей климатических изменений в регионе.

SCIENTIFIC LICHENOLOGICAL TRIPS
(The short information)

НАУЧНЫЕ ЛИХЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ
(краткая информация)

The Yugyd Va National Park

The Yugyd Va National Park was settled in 1994 for conservation of the primary nature of the Sub-Polar and Northern Urals including unique landscapes, numerous nature attractions, biological diversity of plant and animal world, as well as historical-cultural monuments as natural sacral objects of indigenous people. The largest part of its area is open for visiting. There are ready-made touristic routes to introduce people to its unique nature.

The national park is among the largest nature reserves not only in Russia but abroad. It is the European largest woodland of practically undisturbed primary boreal forests. The Yugyd Va National Park and the Pechora-Ilych State Nature Biosphere Reserve have a common border in the south and together form the UNESCO World-Wide Nature Heritage Site 'Virgin Forests of Komi' from December, 9 1995.

The highest peaks of the Urals are situated on the territory of the park and along its borders. They are the Narodnaya Mountain (1895 m), the Karpinsky Mountain (1803 m), the Kolokolnya (bell-tower) (1721 m), the Telpoz-iz (1620 m), the Sablya (saber) (1497 m), and the original park symbol – the Manaraga (1662 m).

One of the main properties of the park is crystal-clear and ecologically pure natural water. It is highlighted in its name: Yugyd Va it translated from the Komi language as 'white water'. Numerous montane rivers in the park originate from the west slope of the Urals and flow into the Pechora River, one of the European largest and clearest rivers. Large rivers of the park are the Kozhim River, the Kosyu, and the Bolshaya Synya in the Sub-Polar Urals and the Podzherem River and the Shhcugor in the Northern Urals.

The Yugyd Va National Park is the lowest-populated national park in Russia with almost no permanent settlements. The northern indigenous communities as Mansi, Nenets, and Khanty people lived here nomadically in the past.

The unique and diverse nature complexes of the park first thank to its large area and then to a mountain relief of the area with a prominent altitudinal division into climatic zones. The spacious territory is inhabited by over 700 species of higher plants,

300 moss species, over 40 species of mammals, 200 bird species, over 1000 species of invertebrate animals. There are many endemics and relicts among representatives of the plant and animal world including rare species introduced into the Red Data Books of the Russian Federation and the Komi Republic.

The Yugyd Va National Park hosts over 700 species of lichens and fungi. The northern part of the park, i.e. the Kozhim River basin, is the best studied. It is inhabited by 635 species. Mountain tundra areas, rock slides, carbonate rocks on mountain river shores are prominent through highly diverse lichens. Many of them are rare species in the Komi Republic as *Lichenomphalia hudsoniana*, *Arctocetraria andrejevii*, *Cladonia luteoalba*, *Hypogymnia austerodes*, *Nephroma helveticum*, *Pilophorus robustus*, *Vulpicida juniperinus*, *Lobaria halli*, *Chaenotheca laevigata*, *Lasallia rossica*, *Evernia divaricata*, *Collema nigrescens*, *Enchylium polycarpon*, *Peltigera collina*, *Psora rubiformis*, *Stereocaulon symphycheilum*, etc.

Национальный парк «Югд ва»

Национальный парк «Югд ва» учрежден в 1994 г. для сохранения первозданной природы Приполярного и Северного Урала: уникальных ландшафтов, многочисленных природных достопримечательностей, биологического разнообразия растительного и животного мира, а также памятников историко-культурного наследия – природных сакральных объектов коренных народов. Значительная часть территории парка открыта для широкого посещения. Для знакомства с его уникальной природой проложены туристические маршруты.

Национальный парк – один из крупнейших природных резерватов не только в России, но и в мире. Это самый большой в Европе массив первичных бореальных лесов, сохранившихся практически в ненарушенном состоянии. Территория парка «Югд ва» вместе с граничащей на юге территорией Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника с 9 декабря 1995 г. образуют объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми».

На территории парка и по его границе расположены самые высокие вершины Урала: горы Народная (1895 м), Карпинского (1803 м), Колокольня (1721 м), Тельпос-из (1620 м), Сабля (1497 м) и своеобразный символ парка – Манарага (1662 м).

Одна из главных ценностей парка – кристально чистая и экологически безупречная природная вода. Это отражено и в его названии: «югд ва» в переводе с коми означает «светлая вода». Многочисленные горные реки парка берут начало на западном

склоне Уральского хребта и несут свои воды в Печору – одну из крупнейших и самую чистую реку Европы. К наиболее крупным рекам парка относятся Кожим, Косью и Большая Сыня на Приполярном Урале, Подчерем и Щугор – на Северном Урале.

Национальный парк «Югд ва» – один из самых малонаселенных среди национальных парков России: на его территории практически отсутствуют постоянные населенные пункты. В прошлом здесь вели кочевой образ жизни представители северных коренных народов – манси, ненцы, ханты.

Уникальность и разнообразие природных комплексов парка обусловлены в первую очередь его значительной протяженностью, а также горным рельефом района с выраженной высотной поясностью. На громадной территории распространено более 700 видов высших растений, 300 видов мхов, более 40 видов млекопитающих, 200 видов птиц, более 1000 видов беспозвоночных животных. Среди представителей растительного и животного мира немало эндемиков и реликтов, в том числе редких, занесенных в Красные книги Российской Федерации и Республики Коми.

В национальном парке «Югд ва» встречается более 700 видов лишайников и близких к ним грибов. Наиболее изучена северная часть парка – бассейн р. Кожим. Здесь выявлены местобитания 635 видов. Наибольшим разнообразием лишайников характеризуются горные тундры, каменные осыпи, карбонатные скалы по берегам горных рек. Многие из них являются редкими в Республике Коми: *Lichenomphalia hudsoniana*, *Arctocetraria andrejevii*, *Cladonia luteoalba*, *Hypogymnia austerodes*, *Nephroma helveticum*, *Pilophorus robustus*, *Vulpicida juniperinus*, *Lobaria halli*, *Chaenotheca laevigata*, *Lasallia rossica*, *Evernia divaricata*, *Collema nigrescens*, *Enchylium polycarpon*, *Peltigera collina*, *Psora rubiformis*, *Stereocaulon symphycheilum* и др.

The Pechora-Ilych Reserve

The Pechora-Ilych Reserve was the first specially protected area settled in the Komi Republic. The reserve was organized in 1930. The initial area of the reserve (1156 thousand ha) changed repeatedly. At present, it is 721.3 thousand ha.

The reserve consists of two isolated sites. One site is situated in the south-western part of the interfluvium between the Pechora River and the Kozhim River on plain and is called 'Yakshinsky' (15.8 thousand ha). The second site lies within submontane and montane areas of the Northern Urals and is called 'Uralsky' (705.5 thousand ha). Division into two parts is related to logging of former-reserved forests on a large part of the plain interfluvium.

The outcrops of parent rocks along the Pechora and Ilych Rivers form picturesque mountains (the Ispeređ, the Lek-iz, the Tatarskoe Vichko, the Ambar-kyrta, etc.). The karst ravine Iordanskogo is situated in the submontane landscape zone on the right shore of the Pechora River. The zone has several caves. The Medvezhya is the most valuable cave among them as hosts the North-European biggest area of Pleistocene fauna remnants and the northmost Upper Paleolithic ancient encampment.

The average elevations of the Northern Urals within the reserve are 750-850 m a.s.l. Only few peaks are over 1000 m a.s.l. The Yanypupuner Ridge, the Manpupuner Ridge, and the Torreporreiz Mountain host picturesque weathering residual rocks.

The vegetation cover of the reserve is dominated by forests. The Yakshinsky site is rich in pine forests. They develop naturally affected by a pyrogenic factor. The spruce forests intermixed with fir and cedar occupy small areas in the Pechora floodplain. Eastwards they become replaced by dark-coniferous forests composed of Siberian spruce and intermixed with Siberian fir and Siberian cedar.

Today the flora of vascular plants in the reserve is well studied and counts about 800 species. The list of mosses includes 410 species, among them 90 species of liverworts. Lichens count 859 species. These values take about 80% of totally registered species for the Komi Republic. The diversity of agaric (301 species) and aphylloroid (295 species) fungi is studied in-detail. The fauna of the reserve includes 50 species of mammals, 238 species of birds, 4 species of amphibians, 1 species of reptiles, 23 fish species.

The Pechora-Ilych Reserve plays a major role in conservation of diverse landscapes and ecosystems, flora and fauna complexes, lichen- and mycobiotas of the Northern Urals, cenopopulations of rare plants, including endemics. The condition of ecosystems in the reserve is accessed as close to natural condition. The largest river of the European North, the Pechora River, originates on the territory of the reserve. In recent years, ecotourism in the reserve is developing. This is facilitated by the museum and the experimental elk farm.

Печоро-Илычский государственный биосферный заповедник

Печоро-Илычский заповедник – первая особо охраняемая территория, созданная в Республике Коми. Заповедник был организован в 1930 г. Первоначально утвержденная площадь заповедника (1156 тыс. га) неоднократно менялась. В настоящее время она составляет 721.3 тыс. га.

Заповедник существует в виде двух изолированных участков. Участок, расположенный на юго-западе междуречья Печоры и Илыча в равнинном районе, обозначается как «Якшинский» (площадь 15.8 тыс. га). Второй участок, лежащий в пределах предгорий и гор Северного Урала, называют «Уральским» (705.5 тыс. га). Разделение на два участка связано с вырубкой бывших заповедных лесов на значительной части равнинного междуречья.

По берегам рек Печора и Илыч встречаются выходы коренных пород, образующие живописные скалы (Исперед, Лек-из, Татарское Вичко, Амбар-кырты и др.). В предгорной ландшафтной зоне на правом берегу Печоры расположен карстовый лог Иорданского. Здесь имеется несколько крупных пещер. Самая значимая из них – Медвежья, где найдены самое крупное в северной Европе местонахождение остатков фауны плейстоцена и одна из самых северных верхнепалеолитических стоянок древнего человека.

Средние отметки высот гор Северного Урала в границах заповедника составляют 750–850 м над ур.м., только отдельные вершины имеют высоту более 1000 м над ур.м. На хребтах Яныпунер, Маньпунер, горе Торрепорреиз встречаются живописные останцы выветривания.

В растительном покрове заповедника господствующее положение занимают леса. На Якшинском участке распространены сосновые леса, развивающиеся в режиме естественной динамики, основным фактором которой является пирогенный. Еловые леса с примесью пихты и кедра в окрестностях Якши встречаются небольшими участками в пойме Печоры. По мере удаления от равнинной части заповедника к востоку начинают преобладать темнохвойные леса, сложенные в основном елью сибирской с примесью пихты сибирской и сосны сибирской (кедра).

Флора сосудистых растений заповедника изучена достаточно хорошо и на сегодняшний день насчитывает около 800 видов. Список мохообразных включает 410 видов, в том числе 90 видов печеночников. Лишайников – 859 видов. Это количество составляет порядка 80% от общего числа видов, зарегистрированных в Республике Коми. В заповеднике изучено разнообразие агариковых (301 вид) и афиллофороидных (295 видов) грибов. Фауна заповедника насчитывает 50 видов млекопитающих, 238 видов птиц, четыре вида земноводных, один вид пресмыкающихся, 23 вида рыб.

Печоро-Илычский заповедник играет важную роль в сохранении разнообразия ландшафтов и экосистем, флористических и фаунистических комплексов, лишено- и микобиот Северно-

го Урала, ценопопуляций редких растений, в том числе эндемиков. Состояние экосистем резервата оценивается как близкое к естественному. На территории заповедника расположены истоки крупнейшей реки европейского Севера – Печоры. В последние годы в заповеднике развивается экологический туризм. Во многом этому способствует наличие музея и опытной лосефермы.

Botanical reserve “Syktyvkarskiy”

Botanical reserve “Syktyvkarskiy” is located in the middle taiga at the floodplain left bank of the Sysola River, 18 km southwest from Syktyvkar. Total area of the reserve is 191 ha.

The reserve was created in 1984 in order to preserve habitats of rare orchid plant species. By now, one of the largest in the Komi republic populations of *Cypripedium calceolus* is under protection in the reserve “Syktyvkarskiy”. The reserve is near Syktyvkar and this allows biologists to organize here monitoring of the protected population.

The vegetation of the reserve is dominated mainly by dwarf shrub green moss, herb green moss and herb mixed forests. In the “lower part” of the reserve, there are herb spruce forests, pine stands of herb-sedge and sedge associations. Overlogged sites are established by communities from *Betula nana*. Deciduous forests are presented by secondary birch and aspen forests. *Alnus* and *Salix* stands may be met along the roads.

There are 176 species of spore and seed plants in the reserve. The flora of the reserve is unique due to high diversity of the Orchids. 11 species of northern orchids occur here. The list of mosses of the reserve contains 62 species of Bryopsida and 16 species of Hepatica. The list of lichens includes about 150 species.

Extremely rare lichens *Arthonia arthonioides* and *A. leucopelaea* occur in the reserve. These lichens have the protection status 1 (endangered) and are indicators of old growth forests. The other interesting lichens are *Melanelia subargentifera*, *Physconia detersa*, *Chaenotheca gracilentia*, *Cheiromycina flabelliformis*, and *Lobaria pulmonaria*.

Ботанический заказник «Сыктывкарский»

Заказник расположен в подзоне средней тайги на пойменном участке левого берега р. Сысола в 18 км юго-западнее г. Сыктывкара. Его площадь составляет 191 га.

Заказник учрежден в 1984 г. с целью сохранения местобитаний редких видов семейства Орхидные. Сегодня в заказнике

охраняется одна из крупнейших в республике популяций башмачка настоящего (*Cypripedium calceolus*). В связи с близостью ООПТ к г. Сыктывкара и доступностью его территории для исследований она является одной из точек научного мониторинга состояния популяций орхидных в таежной зоне Республики Коми.

Растительный покров заказника представлен в основном смешанными лесами кустарничково-зеленомошными, травяно-зеленомошными и травяными. В нижней части резервата встречаются участки ельников высокотравных, сосновые насаждения травяно-осоковые и осоковые, на заболоченных участках – заросли березы карликовой. Мелколиственные леса представлены вторичными березняками и осинниками, вдоль дорог встречаются сероольшаники и древовидные ивняки.

На территории заказника распространено 176 видов споровых и семенных растений. Основной особенностью флоры резервата является высокое видовое разнообразие семейства Орхидные. Всего на территории резервата встречается 11 видов северных орхидей. Флора мохообразных насчитывает 62 вида листоватых мхов и 16 видов печеночников. Список лишайников включает около 150 видов.

На территории заказника встречаются очень редкие в Республике Коми виды лишайников – *Arthonia arthonioides* и *A. leucopellaea*, которые имеют статус охраны 1 («исчезающие») и являются индикаторами старовозрастных лесов. Встречаются также *Melanelia subargentifera*, *Physconia detersa*, *Chaenotheca gracilentia*, *Cheiromycina flabelliformis*, *Lobaria pulmonaria*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ
BIBLIOGRAPHIC INDEX

Представлены сведения о публикациях сотрудников Института биологии по лишайнобиологической тематике за последние 25 лет.

1. Лавриненко, И. А. Изменчивость электрофоретических спектров и ферментов у листоватых лишайников [Variability of electrophoretic spectra and enzymes in foliose lichens] / И. А. Лавриненко, О. В. Лавриненко, В. В. Елсаков, О. А. Поляница. – Сыктывкар, 1996. – С. 1–32. (Труды Коми НЦ УрО РАН. Сер. препринтов «Научные доклады», Вып. 381).

2. Лавриненко, И. А. Использование методов популяционной генетики при исследовании лишайников [Use of population genetics methods for lichen research] / И. А. Лавриненко, О. В. Лавриненко, В. В. Елсаков // Биоиндикация состояния природной среды Воркутинской тундры. – Сыктывкар, 1996. – С. 103–114.

3. Пыстина, Т. Н. Лишайники Харьягинского нефтегазового месторождения (Ненецкий национальный округ) [Lichens Kharyaga oil field (Nenets National Okrug)] / Т. Н. Пыстина, Э. А. Дружинина // Некоторые подходы к организации экологического мониторинга в условиях Севера. – Сыктывкар : ИБ Коми НЦ УрО РАН, 1996. – С. 50–59. (Труды Коми НЦ УрО РАН. Сер. препринтов «Научные доклады», Вып. 147).

4. Пыстина, Т. Н. Лишайники центральной части Большеземельской тундры [Lichens of the central part of the Bolshezemelskaya tundra] / Т. Н. Пыстина // Новости систематики низших растений. – 1996. – Т. 31. – С. 138–143.

5. Пыстина, Т. Н. *Lobaria hallii* (Lichenes) – новый для России вид [Lobaria hallii (Lichenes) – new to Russia] / Т. Н. Пыстина // Ботанический журнал. – 1998. – Т. 83, № 9. – С. 116–119.

6. Херманссон, Я. Предварительный список лишайников Республики Коми [Preliminary checklist of lichens of the Komi Republic] / Я. Херманссон, Т. Н. Пыстина, Д. И. Кудрявцева. – Сыктывкар : ИБ Коми НЦ УрО РАН, 1998. – 136 с.

7. Пыстина, Т. Н. Новые данные о распространении редкого вида *Leptogium rivulare* (Collemataceae, Lichenes) [New data on the distribution of the rare species *Leptogium rivulare* (Collemataceae, Lichenes)] / Т. Н. Пыстина, Я. Херманссон, А. А. Кустышева // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84, № 9. – С. 126–131.

8. Лавриненко, О. В. Лишайники (Lichenes) Канино-Печорской подпровинции Арктической флористической области [Lichens (Lichenes) of the Canino-Pechora subprovince of the Arctic floristic region] / О. В. Лавриненко, И. А. Лавриненко, Т. Н. Пыстина // Ботанический журнал. – 2000. – Т. 85, № 5. – С. 12–28.

9. Пыстина, Т. Н. Систематический список лишайников равнинной части Республики Коми (подзоны южной и средней тайги) [Systematic checklist of lichens of the lowland part of the Komi Republic (subzones of the southern and middle taiga)] / Т. Н. Пыстина // Новости систематики низших растений. – 2001. – Т. 34. – С. 176–185.

10. Ценотическая и флористическая структура лиственных лесов европейского Севера [Cenotic and floristic structure of deciduous forests of the European North] / С. В. Дегтева, Г. В. Железнова, Т. Н. Пыстина, Т. П. Шубина. – Санкт-Петербург : Наука, 2001. – 269 с.

11. Пыстина, Т. Н. Лишайники таежных лесов европейского Северо-Востока (подзоны южной и средней тайги) [Lichens of the taiga forests of the European North-East (subzones of the southern and middle taiga)] / Т. Н. Пыстина. – Екатеринбург : Наука, 2003. – 239 с.

12. Пыстина, Т. Н. Анатомо-морфологическая изменчивость талломов лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. на европейском северо-востоке России [Anatomical and morphological variability of thalli of the lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in the European North-East of Russia] / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Методы популяционной биологии : Сб. матер. VII Всерос. популяционного семинара (16–21 февраля 2004 г., Сыктывкар). – Сыктывкар : ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2004. – С. 175–177.

13. Hermansson, J. Calicioid lichens and fungi in the Komi Republic, Russia / J. Hermansson, T. Pystina // Acta Universitatis Upsalienses, Symbolae Botanicae Upsalienses. – 2004. – Vol. 34 (1). – P. 97–105.

14. Пыстина, Т. Н. Лишайники среднего течения реки Илыч [Lichens of the middle reaches of the Ilych river] / Т. Н. Пыстина, Я. Херманссон // Труды Печоро-Илычского заповедника. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2005. – Вып. 14. – С. 76–87.

15. An assessment of pollution impacts due to the oil and gas industries in the Pechora basin, Northeastern European Russia / T. R. Walker, P. D. Crittenden, S. D. Young, T. Pystina // Ecological Indicators. – 2005. – Vol. 6, N 2. – С. 369.

16. Walker, T. R. The first record of *Ramalina obtusata* in the Komi Republic, North-Eastern European Russia / T. R. Walker, T. N. Pystina // Graphis Scripta. – 2005. – Vol. 17, N 2. – С. 48–51.

17. Walker, T. R. The use lichens to monitor terrestrial pollution and ecological impacts caused by oil and gas industries in the Pechora basin, NW Russia / T. R. Walker, T. N. Pystina // Herzogia. – 2006. – Vol. 19. – С. 229–238.

18. Лишайники и лихенофильные грибы Печоро-Илычского заповедника [Lichens and lichenicolous fungi of the Pechoro-Ilych reserve] / Я. О. Херманссон, Т. Н. Пыстина, Б. Ове-Ларссон, М. П. Журбенко // Флора и фауна заповедников. Вып. 109. – Москва : ИПЭЭ РАН, 2006. – 79 с.

19. Пыстина, Т. Н. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в Республике Коми [Ecological features of lichen *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) in the Komi Republic] / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Ботанический журнал. – 2009. – Т. 94, № 1. – С. 48–57.

20. Флора, лишено- и микобиота ельников европейского северо-востока России [Flora, lichen- and mycobiota of spruce forests of the European North-East of Russia] / С. В. Дегтева, Г. В. Железнова, Д. А. Косолапов, В. А. Мартыненко, Т. Н. Пыстина, Т. П. Шубина // Лесной вестник. – 2009. – № 1. – С. 135–144.

21. Multiple indicators of human impacts on the environment in the Pechora basin, North-Eastern European Russia / T. R. Walker, P. D. Crittenden, V. A. Dauvalter, V. Jones, N. Solovieva, P. Kuhry, O. Loskutova, E. Patova, V. I. Ponomarev, T. Pystina, A. Stenina, K. Mikkola, A. Nikula, O. Rätti, T. Virtanen, S. D. Young // Ecological Indicators. – 2009. – Vol. 9, N 4. – С. 765–779.

22. Пыстина, Т. Н. Видовое разнообразие цианобийных лишайников и их азотфиксирующая активность на территории Республики Коми [Species diversity of cyanobiont lichens and their nitrogen-fixing activity in the Komi Republic] / Т. Н. Пыстина, Г. Г. Романов // Ботанический журнал. – 2010. – Т. 95, № 2. – С. 177.

23. Ключевые местообитания редких и охраняемых видов в среднетаежных лесах Республики Коми [Key habitats of rare and protected species in the middle taiga forests of the Komi Republic] / Т. Н. Пыстина, Г. В. Железнова, А. А. Колесникова, Д. А. Косолапов, И. И. Полетаева // Лесоведение. – 2010. – № 1. – С. 3–11.

24. Пыстина, Т. Н. Лишайники [Lichens] / Т. Н. Пыстина // Воркута – город на угле, город в Арктике. – Сыктывкар, 2011. – С. 128–143.

25. Экологическая физиология охраняемого вида лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в среднетаежной зоне Республики Коми [Ecological physiology of protected lichen *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) in the middle taiga zone of the Republic of Komi] / И. В. Далькэ, Т. К. Головки, Р. В. Малышев, И. Г. Захожий, Н. А. Семенова, Т. Н. Пыстина // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : Матер. II Междунар. научно-практич. конфер. (22–26 октября 2012 г., Минск). – Минск : Минсктипроект, 2012. – С. 219–222.

26. Zhurbenko, M. P. Lichenicolous fungi from the Komi Republic of Russia. II. / M. P. Zhurbenko, J. Hermansson, T. N. Pystina // Folia Cryptogamica Estonica. – 2012. – Т. 49. – P. 89–91.

27. Zhurbenko, M. P. *Endococcus incrassatus* new to Eurasia and some other lichenicolous fungi from the Komi Republic of Russia / M. P. Zhurbenko, J. Hermansson, T. N. Pystina // Graphis Scripta. – 2012. – Vol. 24, N 2. – С. 36–39.

28. Биота лишайников бассейна нижнего и среднего течения реки Цильма (Республика Коми) [Lichenobiota of the lower and middle reaches of the Tsilma river basin (Komi Republic)] / Я. Херманссон, Т. Н. Пыстина // Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация,

мониторинг, охрана : Докл. II Всерос. науч. конфер. (3–7 июня 2013 г., Сыктывкар) – Сыктывкар : ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2013. – С. 237–254.

29. Пыстина, Т. Н. Разнообразии лишайников Республики Коми: важнейшие итоги и перспективы дальнейших исследований [Diversity of lichens of the Komi Republic: the most important results and prospects for further research] / Т. Н. Пыстина, Я. Херманссон // Современная ботаника в России : Труды XIII съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (16–22 сентября 2013 г., Тольятти). – Тольятти : Кассандра Тольятти, 2013. – Т. 1. – С. 205–207.

30. Семенова, Н. А. Перспективы организации ООПТ республиканского значения с целью охраны редкого вида лишайника *Leptogium rivulare* (Ach.) Mont [Prospects for the organization of protected areas of national importance in order to protect the rare species of lichen *Leptogium rivulare* (Ach.) Mont] / Н. А. Семенова, Т. Н. Пыстина // Современная ботаника в России : Труды XIII съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (16–22 сентября 2013 г., Тольятти). – Тольятти : Кассандра Тольятти, 2013. – Т. 1. – С. 207–209.

31. Головкин, Т. К. Лишайники бореальных лесов и механизмы их устойчивости (на примере представителей *Peltigeralis*) [Lichens of the boreal forests and the mechanisms of their tolerance (on the example of representatives of the *Peltigerales*)] / Т. К. Головкин, Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Закономерности функционирования природных и антропогенно трансформированных экосистем : Матер. Всерос. науч. конфер. (22–23 апреля 2014 г., Киров). – Киров : ВЕСИ, 2014. – Т. 1. – С. 10–14.

32. Елсаков, В. В. Технология ресурсной оценки пастбищных угодий северного оленя по спектральному спутниковым данным : пат. 2521755 Рос. Федерация: МПК G01C11/00 [Technology of resource assessment of reindeer pastures with multispectral satellite data: Pat. 2521755 Russian Federation: МПК G01C11/00] / В. В. Елсаков ; УрО РАН. – г. Сыктывкар : Институт биологии Коми НЦ УрО РАН. – № 2013101335/28 ; заявл. 10.01.2013 ; опублик. 10.07.2014, М. // Изобретения. Полезные модели. – 2014. – № 19.

33. Первые итоги инвентаризации биоты лишайников заказника «Былина» (Кировская область) [The first results of the inventory of lichen biota reserve “Bylina” (Kirov region)] / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников : Сб. матер. Всерос. научно-практич. конфер., посвящ. 20-летию Государственного природного заповедника «Нургуш» (10–11 сентября 2014 г., Киров). – Киров : Типография «Старая Вятка», 2014. – С. 111–115.

34. Пыстина, Т. Н. Влияние рекреации на лишайниковые горные тундры хребта Маньпупунер (Печоро-Ильчский заповедник) [Assessment of the impact of recreational loads on the lichen cover of the mountain tundra ridge Manpupuner (Pechora-Ilych reserve)] / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Лихенология в России: актуальные проблемы и пер-

спективы исследований : Матер. II Междунар. конф., посвящ. 300-летию Ботанического института РАН и 100-летию Института споровых растений (5–8 ноября 2014 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2014. – С. 146–152.

35. Пыстина, Т. Н. Оценка влияния рекреации на состояние лишайникового покрова сосновых лесов заказника «Белый» (Республика Коми) [Assessment of recreation influence on the state of lichen cover of pine forests of the reserve «Belyi» (Komi Republic)] / Т. Н. Пыстина, Ю. А. Дубровский // Сохранение и изучение гео- и биоразнообразия на ООПТ европейского севера России : Матер. научно-практич. конфер. (2–5 сентября 2014 г., пос. Пинега, Архангельская обл.). – Ижевск, 2014. – С. 107–110.

36. Сезонная изменчивость липидного состава крупнолистоватого лишайника *Lobaria pulmonaria* [Seasonal variability of lipid composition of the large-foliose lichen *Lobaria pulmonaria*] / Г. Н. Табаленкова, О. А. Розенцвиг, Е. В. Коковкина, Т. К. Головки // Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий : Материалы Годичного собрания ОФР, Международной научной конференции и школы молодых ученых (19–24 мая 2014 г., Калининград). – Калининград : Аксиос, 2014. – Т. 2. – С. 433–435.

37. Семенова, Н. А. Оценка влияния рекреационных нагрузок на состояние лишайникового покрова горных тундр хребта Маньпупунер (Печоро-Илычский заповедник) [Assessment of the impact of recreational loads on the lichen cover of the mountain tundra ridge Manpupuner (Pechora-Puch reserve)] / Н. А. Семенова, Т. Н. Пыстина // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников : Сб. матер. Всерос. научно-практич. конфер., посвящ. 20-летию Государственного природного заповедника «Нургуш» (10–11 сентября 2014 г., Киров). – Киров : Типография «Старая Вятка», 2014. – С. 133–139.

38. Экофизиология листоватого лишайника *Lobaria pulmonaria* в среднетаёжной зоне на европейском северо-востоке России [Ecophysiology of foliose lichen *Lobaria pulmonaria* in the middle taiga zone in the European North-East of Russia] / Т. К. Головки, И. В. Далькэ, И. Г. Захожий, Р. В. Малышев, М. А. Шелякин, Г. Н. Табаленкова, О. В. Дымова // Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований : Матер. II Междунар. конф., посвящ. 300-летию Ботанического института РАН и 100-летию Института споровых растений (5–8 ноября 2014 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2014. – С. 69–74.

39. Елсаков, В. В. Спутниковые методы в анализе изменений запаса лишайников в фитоценозах заповедника «Пасвик» / В. В. Елсаков, Н. В. Поликарпова [Satellite methods in the analysis of lichen stock changes in phytocenosis of «Pasvik» reserve] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12, № 3. С. 87–97.

40. Коллекции гербария Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO) [The collection of the Herbarium of the Institute of Biology Komi Science Center UB RAS (SYKO)] / И. И. Полетаева, С. В. Дегтева, Л. В. Тетерюк, Г. В. Железнова, Т. Н. Пыстина, М. А. Паламарчук, Е.Н. Палтова // Ботанические коллекции – национальное достояние России : Ма-

тер. Всерос. науч. конфер. с междунар. участием, посвящ. 120-летию Гербария им. И.И. Спрыгина и 100-летию РБО (17–19 февраля 2015 г., Пенза). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – С. 172–174.

41. Первые итоги изучения экосистем хребта Маньпупунер (Печоро-Илычский заповедник) [The first results of the study of ecosystems of the Manpupuner ridge (Pechora-Ilych reserve)] / Т. Н. Пыстина, ..., С. В. Дегтева, И. И. Полетаева, Ю. А. Дубровский, ..., В. А. Канев // Современное состояние и перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий европейского Севера и Урала : Матер. докл. Всерос. научно-практич. конфер. – Сыктывкар, 2015. – С. 70–78.

42. Первые итоги эколого-физиологического изучения лишенобиоты бореальной зоны европейского северо-востока России [The first results of ecological and physiological studies of the lichen biota in the boreal zone of European North-East Russia] / Т. К. Головки, И. В. Далькэ, О. В. Дымова, И. Г. Захожий, Р. В. Малышев, Е. В. Силина, Г. Н. Табаленкова, М. А. Шелякин // Современное состояние и перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий европейского Севера и Урала : Матер. докл. Всерос. научно-практич. конфер. – Сыктывкар, 2015. – С. 279–286.

43. Разнообразие и физиолого-биохимические адаптации лишайников бореальной зоны европейского Северо-Востока [Diversity and physiological and biochemical adaptations of lichens in the boreal zone of the European North-East] / Т. К. Головки, Т. Н. Пыстина, И. В. Далькэ, И. Г. Захожий, О. В. Дымова, Р. В. Малышев, Г. Н. Табаленкова, Н. А. Семенова // Принципы и способы сохранения биоразнообразия : Матер. VI Всерос. конфер. с междунар. участием (11–14 марта 2015 г., Йошкар-Ола). – Йошкар-Ола : ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет», 2015. – С. 9–11.

44. Структура таллома и динамика дегидринов у лишайника *Lobaria pulmonaria* в таежной зоне на европейском Северо-Востоке [Thallus structure and dehydrin dynamics in *Lobaria pulmonaria* in the taiga zone of the European North-East] / Т. К. Головки, С. Н. Плюснина, Н. Е. Коротаева, Г. Н. Табаленкова, Г. Б. Боровский // Биоразнообразие и экология грибов и грибоподобных организмов северной Евразии : Матер. Всерос. конфер. с междунар. участием (20–24 апреля 2015 г., Екатеринбург). – Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2015. – С. 53–55.

45. Фотосинтетические пигменты и азот в талломах лишайников бореальной флоры [Photosynthetic pigments and nitrogen in thalli of lichens of the boreal flora] / Т. К. Головки, О. В. Дымова, Г. Н. Табаленкова, Т. Н. Пыстина // Теоретическая и прикладная экология. – 2015. – № 4. – С. 74–80.

46. Шелякин, М. А. Физиологические аспекты дыхания лишайников [Physiological aspects of lichens respiration] / М. А. Шелякин, Т. К. Головки // Фундаментальные и прикладные проблемы современной экспериментальной биологии растений : Матер. Всерос. науч. конфер. с междунар. участием и школы для молодых ученых, посвящ. 125-летию Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН (23–27 ноября 2015 г., Москва). – Москва : ИФР РАН, 2015. – С. 728–731.

47. Пыстина, Т. Н. Редкие и охраняемые виды лишайников южной части национального парка «Югыд ва» и прилегающей территории [Rare and protected lichens of the southern part of the Yugyd Va National Park and the surrounding area] / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Матер. XIV Всерос. научно-практич. конфер. с междунар. участием (5–8 декабря, 2016 г., Киров,.) : в 2 кн. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2016. – Кн. 2. – С. 76–80.

48. Табаленкова, Г. Н. Элементный состав некоторых видов лишайников бореальной зоны на европейском Северо-Востоке [Element composition of some lichens species in the taiga zone in the European North-East] / Г. Н. Табаленкова, И. В. Далькэ, Т. К. Головки // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 221–225.

49. Устойчивость лишайников бореальной зоны к воздействию природных и антропогенных факторов [Tolerance of lichens to the natural and anthropogenic factors in the boreal zone] / Т. К. Головки, И. Г. Захожий, И. В. Далькэ, Р. В. Малышев, М. А. Шелякин, О. В. Дымова, Г. Н. Табаленкова, Т. Н. Пыстина // Биологические аспекты распространения, адаптации и устойчивости растений : Матер. Всерос. (с междунар. участием) науч. конфер. (15–18 мая 2016 г., Саранск). – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 94–97.

50. Физиолого-биохимические реакции лишайников в зоне воздействия бокситового рудника / Т. К. Головки, М. А. Шелякин, И. В. Далькэ, И. Г. Захожий, Г. Н. Табаленкова, О. В. Дымова, Р. В. Малышев, Т. Н. Пыстина // Факторы устойчивости растений и микроорганизмов в экстремальных природных условиях и техногенной среде : матер. Всерос. науч. конфер. с междунар. участием и школа молодых ученых (12–15 сентября 2016 г., Иркутск). – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. В. Соचाва СО РАН, 2016. – С. 202–203.

51. Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») [Flora, lichen- and mycobiota of protected landscapes river basins of Kosju and the Bolshaya Synya (the Subpolar Urals, the Yugyd Va National Park)] / С. В. Дегтева, Р. Бришкяйте, Н. Н. Гончарова, Ю. А. Дубровский, А. А. Дымов, М. В. Дулин, В. В. Елсаков, Е. В. Жангуров, Г. В. Железнова, В. А. Канев, Д. В. Кириллов, И. А. Кириллова, И. А. Козлова, Е. Е. Кулюгина, В. А. Мартыненко, И. В. Новаковская, Л. Я. Огородова, М. А. Паламарчук, В. Д. Панова, Е. Н. Патова, И. И. Полетаева, А. М. Пыстин, Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова, А. С. Стенина, И. Н. Стерлягова, Б. Ю. Тетерюк, Л. В. Тетерюк, Л. Н. Тикушева, Я. Херманссон, Ю. Н. Шабалина, Т. П. Шубина, В. М. Щанов ; отв. ред. С. В. Дегтева. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 483 с.

52. Биодиагностика среды в зоне добычи бокситового сырья на основе оценки функционального состояния лишайников [Environment biodiagnosics based on the assessment of the functional state of lichens in the zone of bauxite mining] / И. Г. Захожий, М. А. Шелякин, И. В. Даль-

кэ, Р. В. Малышев, О. В. Дымова, Г. Н. Табаленкова, Т. К. Головки // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Матер. XV Всерос. научно-практич. конфер. с междунар. участием (4–6 декабря 2017 г., Киров) : в 2 кн. – Киров : ВятГУ, 2017. – Кн. 1. – С. 195–198.

53. Елсаков, В. В. Анализ валового запаса и проективного покрытия лишайников в напочвенном покрове фитоценозов Государственного природного заповедника «Пасвик» » [The analysis of projective coverage and biomass storage of epigeous lichens in vegetation communities of “Pasvik” reserve] / В. В. Елсаков, В. М. Щанов, Н. В. Поликарпова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14, № 2. – С. 72–83.

54. Пыстина, Т. Н. Данные мониторинга популяций реликтового лишайника *Dendrocosticta wrightii* (Tuck.) B. Moncada et Lucking в южных районах Республики Коми [Monitoring data on populations of relict lichen *Dendrocosticta wrightii* (Tuck.) B. Moncada et Lucking in the southern regions of the Komi Republic] / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Матер. XV Всерос. научно-практич. конфер. с междунар. участием (4–6 декабря 2017 г., Киров) : в 2 кн. – Киров : ВятГУ, 2017. – Кн. 2. – С. 205–209.

55. Семенова, Н. А. Новые находки охраняемых видов лишайников в южной части национального парка «Югыд ва» [New findings of protected lichens in the southern part of the Yugyd Va National Park] / Н. А. Семенова, Т. Н. Пыстина // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Матер. XV Всерос. научно-практич. конфер. с междунар. участием (4–6 декабря 2017 г., Киров) : в 2 кн. – Киров : ВятГУ, 2017. – Кн. 2. – С. 209–212.

56. Табаленкова, Г. Н. Аминокислотный состав биомассы некоторых видов лишайников таежной зоны на европейском северо-востоке России [Amino acid composition of biomass of some lichens species in the taiga zone in the European North-East of Russia] / Г. Н. Табаленкова, И. В. Далькэ, И. Г. Захожий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19, № 2 (3). – С. 556–560.

57. Дымова, О. В. Оптимизация способа экстракции фотосинтетических пигментов и их содержание в талломах лишайников [Optimization of the method of extraction of photosynthetic pigments and their contents in the thalli of lichens] / О. В. Дымова, О. А. Кузванова // Химия растительного сырья. – 2018. – № 2. – С. 137–144. – DOI: 10.14258/jcrpm.2018023013

58. Елсаков, В. В. Пространственные различия в аккумуляции элементов талломами лишайника *Cladonia rangiferina* на территории заповедника «Пасвик» [The spatial differences at elements accumulation by lichen *Cladonia rangiferina* of “Pasvik” reserve] / В. В. Елсаков, А. Б. Новаковский, Н. В. Поликарпова // Труды КарНЦ РАН. Сер. Экологические исследования. – 2018. – № 5. – С. 3–14.

59. Изменение дыхания и соотношения дыхательных путей при адаптации лишайников к действию УФ-В радиации [The changes of

respiration and the respiration pathway ratio in the lichens under UV-B radiation] / М. А. Шелякин, И. Г. Захожий, Т. К. Головки // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2018. – № 3 (5). – С. 100–104.

60. Находки редких и нуждающихся в охране видов мхов и лишайников в Республике Коми [Finds of rare and in need of protection species of mosses and lichens in the Komi Republic] / М. В. Дулин, Г. В. Железнова, Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. – 2018. – № 1 (13). – С. 70–73.

61. Пыстина, Т. Н. Редкие и охраняемые виды лишайников горно-тундровых экосистем национального парка «Югыд ва» [Rare and protected lichen species of mountain-tundra ecosystems of Yugyd Va National Park] / Т. Н. Пыстина, Я. Херманссон, Н. А. Семенова // Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана : Матер. III Всерос. науч. конфер. – Сыктывкар, 2018. – С. 196–202.

62. Реакция лишайников на загрязнение среды при добыче бокситовой руды в таежной зоне [Reaction of lichens to environmental pollution under the bauxite mining in the taiga zone] / Т. К. Головки, М. А. Шелякин, И. Г. Захожий, Г. Н. Табаленкова, Т. Н. Пыстина // Теоретическая и прикладная экология. – 2018. – № 2. – С. 44–53. – DOI: 10.25750/1995-4301-2018-2-044/2-053/1

63. Функциональная экология лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в таежной зоне на европейском северо-востоке России [Functional ecology of lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in the taiga zone in the European North-East of Russia] / Т. К. Головки, И. В. Далькэ, О. В. Дымова, Р. В. Малышев, С. Н. Плюснина, Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова, Г. Н. Табаленкова, М. А. Шелякин // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2018. – № 3 (35). – С. 23–33.

СОДЕРЖАНИЕ

Организационный комитет	3
Основные направления работы конференции	5
Научная программа	7
Тезисы докладов	
Андреев М.П. Флора лишайников Антарктиды: современный взгляд	18
Beckett R.P., Minibayeva F.V. Safety valves for photosynthesis in lichens	19
Бирюкова Е.В., Мучник Е.Э., Леднев С.А. Новые виды лишайников для Тунгусского заповедника (Красноярский край, Россия)	20
Bhat M., Verma S., Upreti D.K. Quantitative lichen diversity of Pir Panjal ranges of Himalaya, India	22
Casanova-Katny A., Bartak M. Long term passive warming effect on antarctic lichens	23
Cherepenina D.A., Muchnik E.E. The study of the lichen biota of old-world parks in the Moscow region	23
Чесноков С.В., Прокопьев И.А., Конорева Л.А. <i>Arctoparmelia aleuritica</i> – уснин-дефицитный хемотип <i>Arctoparmelia centrifuga</i> или самостоятельный таксон?	25
Чирва О.В., Андросова В.И., Никерова К.М., Игнатенко Р.В. Активность каталазы и супероксиддисмутазы в талломах лишайника <i>Lobaria pulmonaria</i>	26
Далькэ И.В., Малышев Р.В. СО ₂ -газообмен лишайников бореальной зоны	27

Домнина Е.А., Огородникова С.Ю., Пестов С.В., Т.Я. Ашихмина Т.Я. Реакция эпифитного лишайника <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl. на загрязнение атмосферного воздуха соединениями фосфора	28
Дымова О.В., Захожий И.Г. Фотосинтетические пигменты в лишайниках и оценка состояния фотобионта на основе изучения флуоресценции хлорофилла <i>a</i>	30
Enkhtuya O., Javkhlan S. Rare and remarkable species in fragmented forests as influence of microclimate stability	31
Елсаков В.В. Оценка запаса лишайников с использованием спектрозональных спутниковых съемок	32
Елсаков В.В., Новаковский А.Б., Шуйский А.С. Особенности накопления тяжелых металлов в лишайнике кладония оленья на европейском севере России	33
Евдокимов Г.С., Конарева Л.А., Чесноков С.В. Лишайники природного парка «Полуостров Рыбачий и Средний» ...	35
Fadeeva M.A., Kravchenko A.V. Overgrowing abandoned meadows: a case study in Kostomuksha Nature Reserve, North West Russia	36
Golovko T.K. Functional biology and ecology of lichens in the tajga zone of European North East of Russia (Komi Republic)	37
Гончаров С.В., Козлов А.Е., Матвеевков М.В. Фотозащитные свойства экстрактов лишайника <i>Ramalina pollinaria</i> in vivo и в культурах клеток	38
Грищенко Е.Р., Рипинская К.Ю., Канделинская О.Л., Белый П.Н., Прокопьев И.А., Филиппова Г.В. Некоторые аспекты биохимической адаптации <i>Cetraria islandica</i> в условиях Беларуси и Якутии	40
Harańczyk H., Casanova-Katny A., Kubat K., Kijak P., Olech M., Jakubiec D., Strzałka K. Gaseous phase hydration of lichens from Atacama Desert and from Antarctica	41
Иванова Н.В., Шанин В.Н., Шашков М.М. Моделирование долговременной динамики популяций <i>Lobaria pulmonaria</i> при разных лесохозяйственных сценариях	42

Игнатенко Р.В., Тарасова В.Н. Многолетняя динамика ценопопуляций <i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm. в лесных сообществах с разной антропогенной нагрузкой (Республика Карелия)	43
Истомина Н.Б., Лихачева О.В. К изучению эпилитных лишайников Псковской области	44
Jüriado I., Kaasalainen U., Rikkinen J. Relationships between mycobiont identity, photobiont specificity and ecological preferences in the genus <i>Peltigera</i> (Ascomycota)	46
Кондакова Г.В., Ступин Д.А. Особенности распространения эпифитной лишайнобиоты в условиях города	47
Konoreva L.A., Chesnokov S.V. <i>Micarea</i> Fr. on Russian Far East	48
Корчиков Е.С., Овчинникова Д.Ю. Лишайники в составе степных сообществ Самарской области	49
Кубик О.С., Шамрикова Е.В., Заварзина А.Г. Растворимые органические соединения в различных видах лишайников	50
Лиханова И.А., Пыстина Т.Н., Шушпанникова Г.С., Железнова Г.В. Восстановление сосняков лишайниковых на карьерах среднетаежной подзоны европейского северо-востока России	52
Лиштва А.В. Эпифитные лишайники долинных лесов Предбайкалья (Восточная Сибирь)	54
Лушникова Т.А., Бронских Е.Д. Особенности физиологии кустистых лишайников рода <i>Cladonia</i> в Курганской области	55
Малышев Р.В. Сезонные изменения температуры замерзания воды и количество замерзающей воды в таломмах <i>Lobaria pulmonaria</i>	56
Magain N., Miadlikowska J., Sérusiaux E., Lutzoni F. Evolutionary dynamics of <i>Peltigera</i>	57
Мейсунова А.Ф. Некоторые итоги спектрального анализа лишайников в рамках программы экологического мониторинга Верхневолжья	58

Михайлова И.Н. Восстановление сообществ эпифитных лишайников после снижения выбросов медеплавильного завода	59
Минибаева Ф.В., Рассабина А.Е., Beckett R.P. Меланины лишайников: структура, биосинтез, функции	61
Мучник Е.Э. Лихенологические исследования в Центральной России: результаты, проблемы и пути решения	62
Нотов А.А. Биоразнообразии лишайников Верхневолжья: некоторые итоги и перспективы исследований	63
Патова Е.Н., Шадрин Д.М., Сивков М.Д. Характеристика цианобактерии <i>Stigonema</i> в составе лишайника <i>Erbebe</i> на северном Урале	65
Пауков А.Г., Давыдов Е.А., Ширяева А.С. Разнообразие представителей <i>Megasporaceae</i> в России (предварительные данные)	66
Плюснин С.Н. Экологические закономерности в структуре лишайникового покрова горных тундр Полярного Урала	68
Пыстина Т.Н., Херманссон Я. Итоги и перспективы изучения разнообразия лишайников Республики Коми	69
Прокопьев И.А., Филиппова Г.В., Филиппов Э.В., Кан М.У., Воронов И.В. Энантимеры усниновой кислоты и их биологическая активность ...	71
Пунгин А.В., Чайка К.В., Федураев П.В., Парфенова Д.А. Оценка влияния городской среды на лишайнофлору	73
Саитова З.Р., Фархутдинов Р.Г. Физиолого-биохимические показатели лишайника <i>Physcia stellaris</i> Nyl. в условиях промышленного города	74
Селиванов А.Е., Печенкина К.О., Лебединский И.А., Щипанова Е.А. Исследование физико-химических характеристик субстратов эпилитных лишайников	75
Семенова Н.А. Состояние популяции эпифитного лишайника <i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm. в Республике Коми	78

Silina E.V., Ermolina K.V., Tabalenkova G.N., Golovko T.K. The effect of UV-B radiation on the antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation level in two lichen species of the <i>Peltigera</i> genus	79
Simon A., Spribille T., Goffinet B., Wang L.-S., Goward T., Pystina T., Semenova N., McCutcheon J.P., Magain N., Sérusiaux E. Photomorphism in the lichen genus <i>Dendroscosticta</i> (<i>Lobariaceae</i> , <i>Lecanoromycetes</i>): a case of dual personality in lichens ...	81
Shelyakin M.A. The response of boreal and antarctic lichens cytochrome and alternative respiration rate to temperature	82
Скирина И.Ф. Редкие и охраняемые лишайники Еврейской автономной области ...	83
Скирина И.Ф., Родникова И.М., Скирин Ф.В. Охраняемые лишайники Приморского края	84
Сонина А.В. Экологические и субстратные характеристики эпилитной группы лишайников на северо-западе России	86
Степанчикова И.С., Родионова А.А., Гимельбрант Д.Е. Лишайники внешних островов Финского залива (<i>Suomenlahden ulkosaaret</i>)	87
Щипанова Е.А., Селиванов А.Е. Охраняемые лишайники в Уватском и Тобольском районах (Тюменская область)	88
Суетина Ю.Г. Динамика структуры популяций <i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach. и <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl. в различных экологических условиях	90
Табаленкова Г.Н., Захожий И.Г., Головки Т.К. Аминокислотный и элементный состав лишайников	91
Тарасова В.Н., Андросова В.И., Горшков В.В., Игнатенко Р.В., Калачёва Л.А., Швецова В.О., Жулай И.А., Обабко Р.П. Восстановление лишайникового компонента после катастрофических нарушений в таёжных экосистемах: видовое разнообразие, покрытие, ценопопуляции	93
Валекжанин А.А., Тарасова В.Н. Лишайники северной части национального парка «Водлозерский» (Архангельская область)	94

Елькина Г.Я., Денева С.В., Лаптева Е.М. Тяжелые металлы в лишайниках Большеземельской тундры	95
Захожий И.Г., Шелякин М.А., Табаленкова Г.Н., Головкин Т.К. Накопление и локализация металлов в талломах лишайников вблизи Средне-Тиманского бокситового рудника	97
Загирова С.В., Мигловец М.Н. Потоки CO_2 и CH_4 в лишайниковых сообществах крупнобугристого болота Субарктики	98
Научные лихенологические экскурсии	100
Библиографический указатель	107

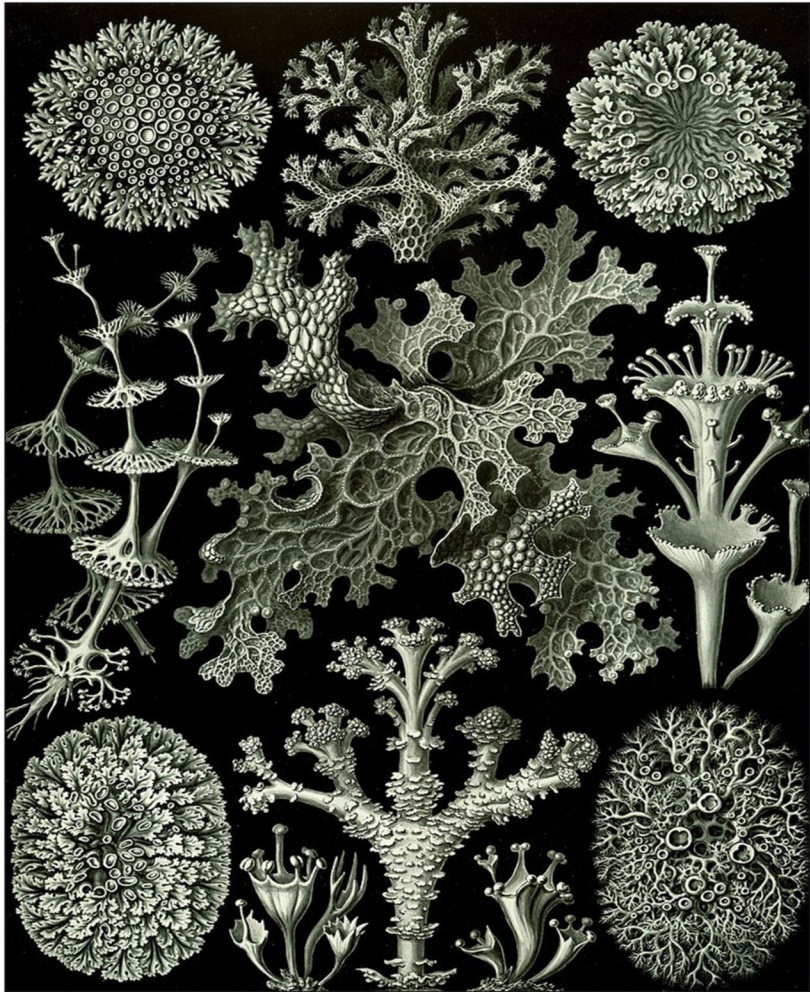
Научно-информационное издание

Международная конференция
«ЛИШАЙНИКИ: ОТ МОЛЕКУЛ ДО ЭКОСИСТЕМ»

Программа и тезисы докладов

Оригинал-макет и корректура Е.А. Волкова

Издание электронное. DOI: 10.31140/book-2019-04



Lichens from «Artforms of Nature»
(Ernst Haeckel)