РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

ACADEMIA SCIENTIARUM ROSSICA
INSTITUTUM BOTANICUM NOMINE V. L. KOMAROVII

НОВОСТИ СИСТЕМАТИКИ НИЗШИХ РАСТЕНИЙ

Том 30

NOVITATES SYSTEMATICAE PLANTARUM NON VASCULARIUM

Tomus XXX

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ (PETROPOLIS)
„НАУКА"
1995

parietina, Phaeophyscia orbicularis, Phlyctis argena, Ramalina fastigiata. Эти же виды обнаружены и с другой стороны ограды в Нижнем парке.

Таким образом, судя по лишайникам, общее экологическое состояние парка в целом удовлетворительное, хотя отдельные части его испытывают разную степень антропогенного воздействия.

Литература

Дубяго Т. Б. Русские регулярные сады и парки. Л., 1963. – Инвентаризационное описание Ломоносовского парка: Пояснительная записка. 1982. (Рукопись хранится в дирекции Государственного музея-заповедника „Ораниенбаум"). – Шварц В. С. Пригороды Ленинграда. Л.; М., 1967.

Н. В. Малышева **N. V. Malyscheva**

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОМОРФОЛОГИИ ЛИШАЙНИКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

DE PATHOMORPHOLOGIA OECOLOGICA LICHENUM IN VICINITATE PETROPOLIS

Лишайники являются хорошими биоиндикаторами неблагоприятных экологических условий (Малышева, 1977; Голубкова, Малышева, 1978). К сожалению, работ, в которых отмечались бы патоморфологические изменения у лишайников при действии неблагоприятных факторов, хотя бы попутно с решением других вопросов, чрезвычайно мало (Showman, 1975; Jahns, Neumann, 1981; Olech, Dudek, 1981; Goyal, Seaward, 1982; Малышева, 1984; Kišzka, Kozik, 1986). Исследований, специально посвященных патоморфологии лишайников, до сих пор не проводилось.

Целью данной работы являлось изучение патоморфологических изменений у лишайников окрестностей Санкт-Петербурга в неблагоприятных экологических условиях.

Исследования проводились в зоне экологического воздействия Северной станции аэрации сточных вод очистных сооружений Петербурга – в окрестностях станций Горская и Ольгино, а также по трансекте „Северное побережье Невской губы–ст. Горская–Северная станция аэрации сточных вод". Были использованы методики флористического исследования, геоботанические методы (трансектный метод, учет проективного покрытия талломами субстратов), морфометрия, рентгенофлуоресцентный анализ на содержание тяжелых металлов в талломах, статистическая обработка данных.

Лишайники собирались с различных субстратов – коры деревьев, почвы, обработанной древесины, пней, валунов, и в различных

местообитаниях – в хвойных и смешанных лесах, на сфагновых болотах, на берегу залива, в поселках и вдоль дорог, у очистных сооружений, расположенных в лесу. Собрано, обработано и определено свыше 400 образцов лишайников. Проведено 108 описаний проективного покрытия эпифитных лишайников, растущих на стволах деревьев на уровне 120 см от поверхности почвы, при помощи квадратной сетки 20 × 20 см. Определение видов лишайников и морфометрия проводились в лабораторных условиях. Патоморфологический анализ собранных образцов осуществлялся по следующим признакам: размеры и форма талломов, изменение характера поверхности таллома, значительные изменения типичной окраски, некрозы слоевищ, патология генеративных частей. У двух наиболее распространенных листоватых лишайников – *Parmelia sulcata* Tayl., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. производилось измерение площади пораженной поверхности с помощью мерной сеточки под бинокуляром при увеличении 8 × 2. Полученные данные обрабатывались статистически.

В районе исследования в зоне экологического воздействия Северной станции аэрации сточных вод очистных сооружений Санкт-Петербурга обнаружено 62 вида лишайников:

Anaptychia ciliaris (L.) Körb.
Bacidia circumspecta (Nyl. ex Vain.) Malme
B. inundata (Fr.) Körb.
Biatora helvola Körb. ex Hellb.
Bryoria implexa (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw.
Buellia disciformis (Fr.) Mudd
Caloplaca holocarpa (Hoffm. ex Ach.) A. E. Wade
C. lobulata (Flörke) Hellb.
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.
C. vitellina (Hoffm.) Müll. Arg.
Cetraria chlorophylla (Willd.) Vain.
C. sepincola (Ehrh.) Ach.
Chaenotheca chrysocephala (Turner ex Ach.) Th. Fr.
Ch. ferruginea (Turner et Borrer) Mig.
Cladonia botrytes (K. G. Hagen) Willd.
C. cenotea (Ach.) Schaer.
C. coniocraea (Flörke) Spreng.
C. cornuta (L.) Hoffm.
C. fimbriata (L.) Fr.
C. furcata (Huds.) Schrad.
C. subulata (L.) Weber ex F. H. Wigg.
Evernia prunastri (L.) Ach.
Hypocenomyce scalaris (Ach.) M. Choisy
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.
Lecania cyrtella (Ach.) Th. Fr.
L. dubitans (Nyl.) A. L. Sm.
L. fuscella (Schaer.) A. Massal.
L. prasinoides Elenk. var. **suaveolens** Elenk.
Lecanora allophana Nyl.
L. argentata (Ach.) Malme
L. carpinea (L.) Vain.
L. crenulata Hook.
L. hagenii (Ach.) Ach.
L. impudens Degel.

L. pulicaris (Pers.) Ach.
L. symmicta (Ach.) Ach.
Lecidella euphorea (Flörke) Hertel
Lepraria incana (L.) Ach.
Melanelia exasperatula (Nyl.) Essl.
M. septentrionalis (Lynge) Essl.
Neofuscelia verruculifera (Nyl.) Essl.
Opegrapha herpetica Ach.
Parmelia sulcata Taylor
Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl.
Peltigera canina (L.) Willd.
P. didactyla (With.) Laundon
P. polydactyla (Neck.) Hoffm.
P. rufescens (Weiss) Humb.
Phaeophyscia ciliata (Hoffm.) Moberg
Ph. orbicularis (Neck.) Moberg
Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier
Ph. dubia (Hoffm.) Lettau
Ph. stellaris (L.) Nyl.
Ph. tenella (Scop.) DC.
Physconia distorta (With.) Laundon
Rinodina exigua (Ach.) Gray
Scoliciosporum chlorococcum (Graewe ex Stenh.) Vězda
Usnea hirta (L.) Weber ex F. H. Wigg.
Vulpicida pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson et M. J. Lai
Xanthoria fallax (Hepp) Arnold
X. parietina (L.) Th. Fr.
X. polycarpa (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber

По трансекте „Северное побережье Невской губы–ст. Горская–Северная станция аэрации сточных вод" происходит значительное уменьшение числа видов эпифитных лишайников (на побережье произрастает 22 вида, а у Северной станции аэрации всего 3 вида – *Lecanora hagenii, Parmelia sulcata, Hypogymnia physodes*) (рис. 1).

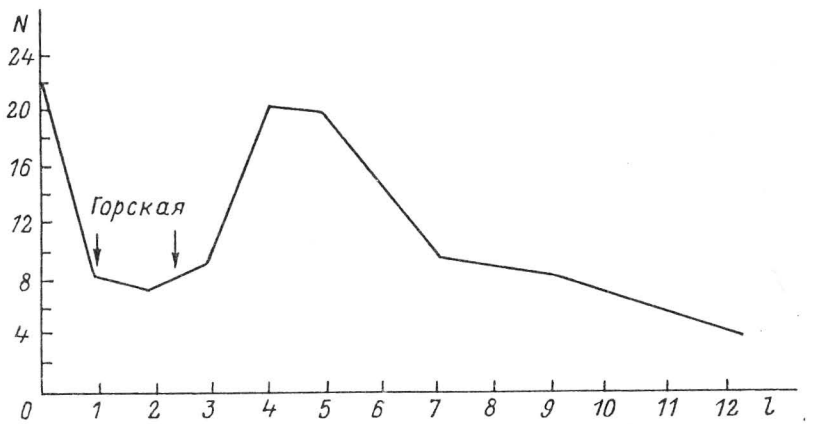

Рис. 1. График изменения числа видов эпифитных лишайников по трансекте „Северное побережье Невской губы–ст. Горская–Северная станция аэрации сточных вод": *N* – число видов лишайников; *l* – расстояние от побережья до станции аэрации (км).

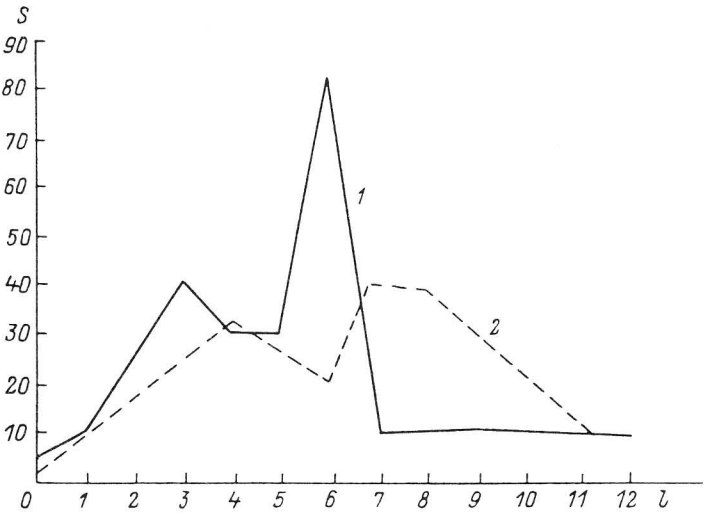

Рис. 2. График изменения проективного покрытия *Parmelia sulcata* (*1*) и *Hypogymnia physodes* (*2*) по трансекте „Северное побережье Невской губы—ст. Горская—Северная станция аэрации сточных вод": *S* — проективное покрытие (%), *l* — расстояние от побережья до станции аэрации (км).

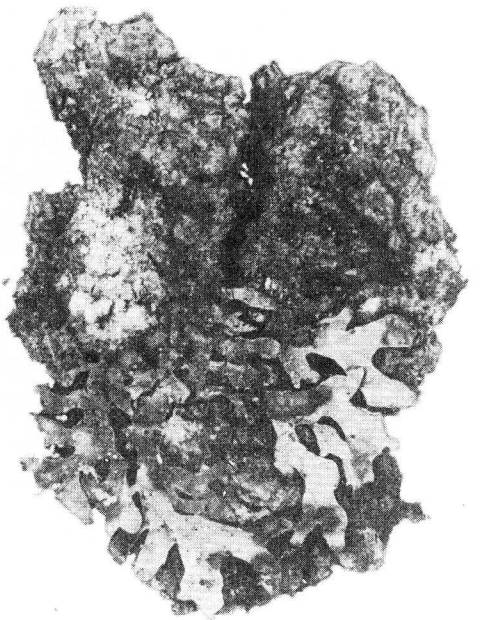

Рис. 3. Изменение типичной окраски таллома *Parmelia sulcata*, пораженные участки.

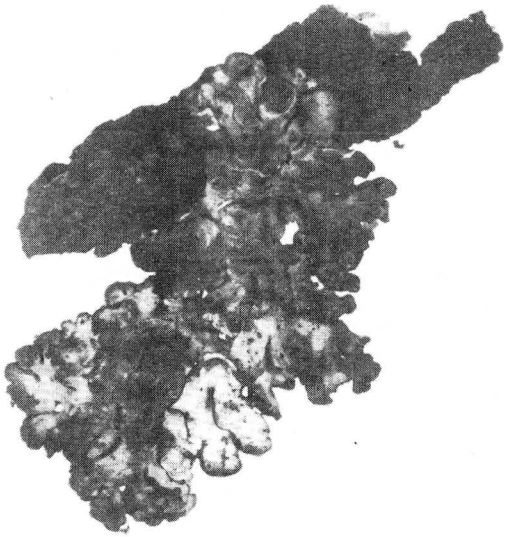

Рис. 4. Некроз таллома *Hypogymnia physodes*.

Снижается общее проективное покрытие эпифитных лишайников по трансекте от залива к потенциальному источнику загрязнения: их проективное покрытие в лесу равно 60.0 %, у станции аэрации – 14.4, на побережье – 14.0 %. И хотя для отдельных видов этот показатель значительно варьирует (например, для *Parmelia sulcata* он составляет 80.0 % в лесу, 10.0 у очистных сооружений и 5.0 % на побережье), общая тенденция уменьшения проективного покрытия сохраняется (рис. 2).

Отмечается увеличение размера пораженных участков слоевищ лишайников по трансекте. Например, у *Hypogymnia physodes* на побережье таллом нормальный, в 4 км от станции аэрации поражение достигает 9 % площадей талломов, у станции аэрации уже 52 %.

Площадь пораженных участков таллома и расстояние от их местопроизрастания до потенциального источника загрязнения связаны прямой корреляционной зависимостью: коэффициент корреляции для *Hypogymnia physodes* составляет 0.88, для *Parmelia sulcata* – 0.28.

Площадь же пораженных участков таллома и размеры их диаметров связаны гораздо более слабой корреляционной зависимостью: коэффициент прямой корреляции для *Hypogymnia physodes* в данном случае составляет 0.13, а для *Parmelia sulcata* – 0.06. По-видимому, площадь поражения талломов у лишайников в большей мере зависит от степени воздействия источника загрязнения и расстояния от него, чем от возраста слоевищ.

На это же указывают данные рентгенофлуоресцентного анализа по содержанию тяжелых металлов в талломах. Наибольшее содержание

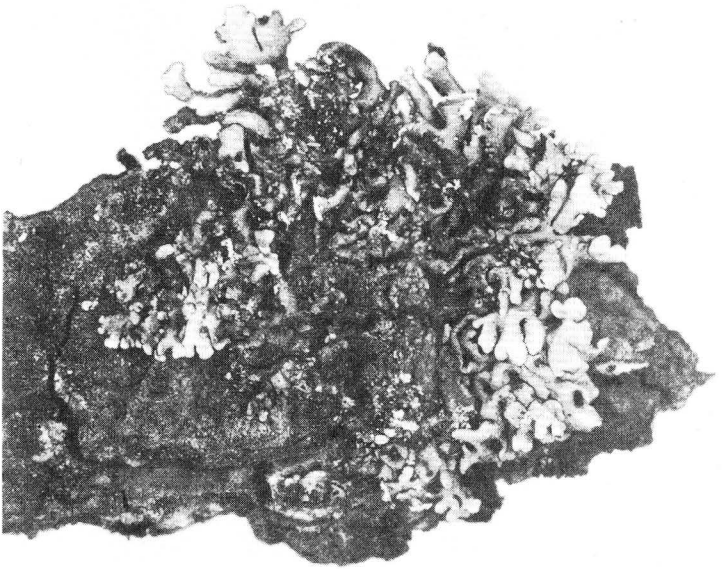

Рис. 5. Изменение характера поверхности таллома *Hypogymnia physodes* (появление бугорчатости).

свинца, цинка, никеля, кобальта, железа, марганца отмечалось у образцов, собранных вблизи очистных сооружений, так же как и наибольшее число морфологических отклонений и более выраженный их характер.

При развитии в загрязненных фитоценозах у лишайников возникает ряд патоморфологических изменений. Наблюдаются значительные изменения типичной окраски талломов (у 100 % талломов *Cetraria chlorophylla,* 48 – *Parmelia sulcata,* 33 – *Evernia prunastri,* 29 – *Physcia adscendens,* 22 – *Vulpicida pinastri,* 17 – *Hypogymnia physodes,* 16 – *Physcia stellaris,* 14 – *Xanthoria parietina,* 8 % – *Cladonia coniocraea*). Например, у *Parmelia sulcata* вместо типично серой окраски слоевищ появляется розовая или буроватая (рис. 3), у *Hypogymnia physodes* вместо серых слоевищ малиново-буроватые, почернение таллома наблюдается у *Physcia stellaris,* побурение части слоевища у *Xanthoria parietina* и т. д.

Отмечается некроз 21 % талломов *Parmelia sulcata,* 17 – *Physcia stellaris,* 13 % – *Hypogymnia physodes* (рис. 4).

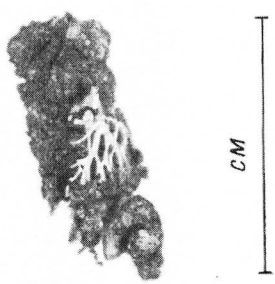

Рис. 6. Значительное уменьшение размера таллома *Evernia prunastri.*

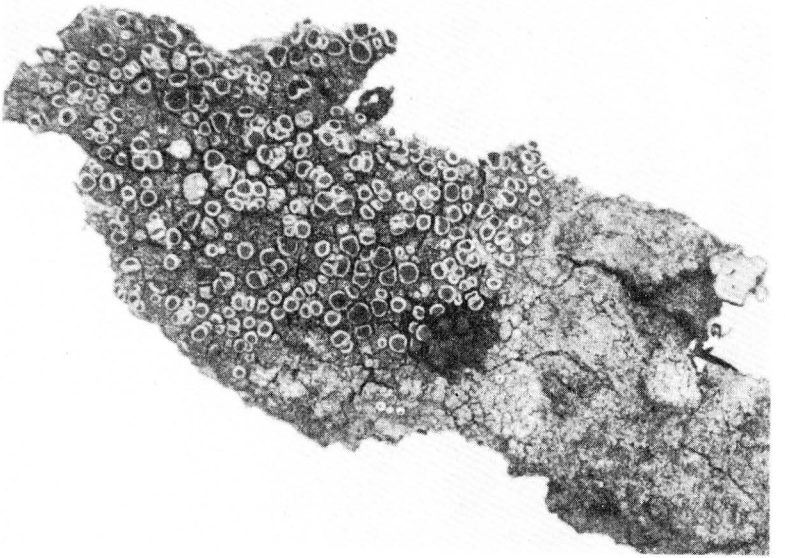

Рис. 7. Пролификация апотециев *Lecanora allophana.*

Изменяется характер поверхности таллома, появляется бугорчатость у 2 % слоевищ *Hypogymnia physodes* (рис. 5).

Значительно уменьшаются размеры слоевищ (талломы в 10–20 раз меньше обычного) у 3 видов кустистых лишайников – 100 % талломов *Evernia prunastri, Bryoria implexa, Usnea hirta* (рис. 6).

Наблюдается отсутствие гимения в апотециях у 4 % талломов *Lecanora argentata,* имеет место пролификация апотециев у 7 % талломов *Lecanora allophana* (рис. 7).

Таким образом, в зоне воздействия Северной станции аэрации очистных сооружений наблюдается значительное влияние неблагоприятных экологических факторов на лишайники, которое выражается в снижении числа видов и проективного покрытия эпифитных лишайников, значительном уменьшении размеров кустистых лишайников, увеличении площади пораженных участков слоевищ, изменении типичной окраски талломов и некрозах их, изменении характера поверхности талломов, отсутствии гимения у апотециев, пролификации апотециев. Патоморфологический анализ лишайников может использоваться при оценке экологического состояния окружающей среды.

Литература

Голубкова Н. С., Малышева Н. В. Влияние роста города на лишайники и лихеноиндикация атмосферных загрязнений г. Казани // Ботан. журн. 1978. Т. 63, № 8. – Малышева Н. В. Влияние атмосферных загрязнений на лишайники города Казани // Материалы к VII симпозиуму прибалтийских и белорусских микологов и лихенологов. Вильнюс, 1977. – Малышева Н. В. Об особенностях морфологического строения лишайников в городских условиях //

Тез. докл. VII конф. по споровым раст. Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата, 1984. – Goyal R., Seaward M. R. Metal uptake in terricolous lichens. II. Effects on the morphology of Peltigera canina and Peltigera rufescens // New Phytol. 1982. Vol. 90, N 1. – Jahns H. M., Neumann K. Flechtenwachstum im Frankfurter Raum // Natur und Mus. 1981. H. 111, N 10. – Kišzka J., Kozik R. Rozmieszczenie i degeneracja plech gatunrow porostow (Lichenes) z rodzaju Usnea wpotnocnej czesci Puszczy Sandomierskiej jako obraz degradaciji zbiorowick lesnych // Rocz. przem. 1986 (1988). T. 24. – Olech M., Dudek K. Epiphytic lichens of Skawia (Southern Poland) // Zesz. nauk. UJ. Pr. bot. 1981. N 8. – Showman R. E. Lichens as indicators of air quality around a coal-fired power generating plant // Bryologist. 1975. Vol. 78, N 1.

М. А. Поташева **M. A. Potasheva**

ВЛИЯНИЕ АЭРОТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ КОСТОМУКШСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА НА ЭПИФИТНЫЙ ЛИШАЙНИКОВЫЙ ПОКРОВ СОСНЫ

DE INFLUXU EJECTIONUM AËROTECHNOGENARUM COMPLEXUS MINERAE CONCENTRANDAE DESTINATI KOSTOMUKSHENSIS IN LICHENES EPIPHYTICOS PINI

Лишайники, особенно эпифитные, обладают высокой чувствительностью к различного рода промышленным загрязнениям и потому являются общепризнанными индикаторами качества окружающей среды. В настоящее время накоплен обширный материал по данной проблеме (Ferry et al., 1973; Инсарова, 1982; Мартин, 1984; Трасс и др., 1987; Инсарова, Инсаров, 1989). Однако большинство исследований проводится около эмитентов, действующих длительное время на территориях, где в процессе деградации лишайниковый покров прошел все основные стадии, включая образование лишайниковой пустыни (Jürging, 1975; Laaksovirta, Olkkonen, 1977, 1979; Крючков, Макарова, 1989; Горшков, 1991). Особый интерес, с нашей точки зрения, представляет изучение изменений, происходящих в структуре лихеноценозов на ранних стадиях их интоксикации, что и явилось причиной проведения настоящих исследований.

Территория западной части Карелии до недавнего времени мало подвергалась антропогенному воздействию. В 1982 г. в районе Костомукши вступил в строй крупный промышленный комплекс, ядром которого является горно-обогатительный комбинат по производству железорудных окатышей. Из более чем 60 тыс. т загрязненных веществ, ежегодно выбрасываемых предприятием, свыше 90 % составляет сернистый газ, около 7 % – техногенная пыль, обогащенная железом. С 1986 г. сотрудниками Института леса Карельского НЦ РАН ведутся комплексные исследования по изучению влияния выбросов Костомукшского ГОКа на лесные биогеоценозы. В рамках этой