

УДК 631.445.11:631.466.3:574.2 (234.851)

Разнообразие почвенных водорослей и цианопрокариот в наземных сообществах Полярного и Приполярного Урала

© 2014. Е. Н. Патова, к.б.н., зав. лабораторией, И. В. Новаковская, к.б.н., н.с.,
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
e-mail: patova@ib.komisc.ru, novakovskaya@ib.komisc.ru

Проведено сравнительное изучение разнообразия почвенных водорослей и цианопрокариот растительных сообществ высотных поясов Полярного и Приполярного Урала. Всего выявлено 172 вида водорослей и цианопрокариот из пяти отделов, 10 классов, 27 порядков, 57 семейств и 81 род. Основу альгогруппировок формируют космополитные, эдафотфильные виды из отделов Chlorophyta и Cyanoprokaryota. Ведущие позиции в альгофлоре занимают виды из семейств Phormidiaceae, Chlamydomonadaceae, Chlorococcaceae. Отмечено высокое сходство видового состава изученных почвенных альгофлор Полярного и Приполярного Урала.

Abstract

Diversity of soil algae and cyanoprokaryota in plant communities was studied in altitude zones of Polar and Sub Polar Urals. 172 species of algae and cyanoprokaryota from 5 divisions, 10 classes, 27 orders, 57 families and 81 genera were identified. The basis of algae groups was formed by cosmopolitan and edaphofilic species from divisions Chlorophyta and Cyanoprokaryota. The species from Phormidiaceae, Chlamydomonadaceae, Chlorococcaceae families occupied leading positions in algae flora. The high similarity in specie's composition of the Polar and Sub Polar Urals was noted.

Ключевые слова: почвенные водоросли и цианопрокариоты,
Полярный и Приполярный Урал

Keywords: soil algae and cyanoprokaryota, Polar and Subpolar Urals

Полярный и Приполярный Урал – северные части Уральских гор с суровым, резко континентальным климатом, где выражены в той или иной степени горно-лесной, подгольцовый горно-тундровый и гольцовый вертикальные пояса. Почвенные водоросли являются одними из основных ценозообразователей на обнажённых в результате криогенных процессов грунтах в гольцовом и горно-тундровом высотном поясах. Наряду с другими споровыми растениями и лишайниками они участвуют в круговороте основных биогенных элементов и создании органического вещества почвы горных экосистем. Исследования почвенных водорослей Полярного и Приполярного Урала немногочисленны. В литературе имеются единичные сведения о неподвижных зелёных микроводорослях Полярного Урала [1], о цианопрокариотах западного и восточного склонов Северного и Полярного Урала [2–4], а также о водорослях Приполярного Урала на территории национального парка «Югыд ва» [5]. Цель работы – сравнительный анализ видового разнообразия почвенных водорослей в разных типах растительных сообществ гольцового и горно-тундрового поясов Полярного и Приполярного Урала.

Сборы водорослей проведены в июле-августе 2009–2011 гг. на Приполярном Урале в бассейне р. Балбанью (левый приток реки Кожым), на Полярном Урале в районе г. Константинов Камень и г. Малый Манясей. Сборы выполнены общепринятыми в почвенной альгологии методами. Выявление видового разнообразия проводили прямым микроскопированием криптогамных корочек, а также использовали накопительные культуры с последующим выделением из них монокультур. Выращивание водорослей проводили на жидких и агаризованных средах 3N-BBM и BG 11.

В течение трёх лет в горно-тундровых почвах на Полярном Урале выявлено 163 вида из 75 родов [4], на Приполярном Урале – 146 видов из 71 рода [5], коэффициент флористического сходства Сьёренсена-Чекановского для альгофлор составил 61%. Всего для этих двух районов Урала было выявлено 172 вида водорослей из пяти отделов, 10 классов, 27 порядков, 57 семейств и 81 род. В ходе проведённого исследования выявлены новые виды: *Porphyrosiphon lomniczensis* (Kol) Anagn. et Kom. – для почв России, *Gloeocapsopsis dvorakii* (Novaček) Kom. et Anagn. – для Российской Арктики и Урала, зелёные водоросли *Dictyococcus varians* Gerneck, *Graesiella*

vacuolata (Shihira et Krauss) Kalina et Punč., *Scenedesmus abundans* Meyen, *Pseudococcomyxa* cf. *pringsheimii* (Jaag) Kostikov et al., *Elliptochloris reniformis* (Watanabe) Ettl et Gärtner, *Neocystis broadiensis* Kostikov et al. – для почв европейского Севера. Наибольшее число видов относится к отделам Chlorophyta и Цианопрокариота. Ведущие семейства: *Phormidiaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Chlorococcaceae*. Представители семейств *Leptolyngbyoideae*, *Choricystidaceae* и *Myrmeciaceae* также довольно часто встречались в почвах гольцового и горно-тундрового поясов как Полярного, так и Приполярного Урала. В альгофлорах обоих регионов преобладают виды из родов *Phormidium*, *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*.

В исследованных альгофлорах Полярного и Приполярного Урала высока доля маловидовых (содержащих от 1 до 4 видов) семейств и родов, что свидетельствует об упрощённой организации сообществ водорослей горных почв. Эта закономерность в целом характерна для флор споровых и сосудистых растений в северных широтах [2].

В изученных сообществах водорослей горных местообитаний Урала преобладают в основном типично почвенные виды, незначительна доля гидрофильных и амфибиальных форм. В исследованных пробах достаточно часто встречались типичные обитатели почв: *Leptolyngbya foveolarum* (Rabh. ex Gom.) Anagn. et Kom., *Eustigmatos magnus* (B. Peters.) Hibberd, *Elliptochloris reniformis*, *Chlorella vulgaris* Beijer. var. *vulgaris* и виды рода *Pseudococcomyxa*. Доминирование эдафотрофных видов является характерной особенностью тундровых почв. Ранее она неоднократно отмечена другими авторами [1, 2]. Основная масса выявленных таксонов (более 65% от общего числа видов, для которых известна географическая приуроченность) относится к космополитам. Присутствие в списках арктоальпийских видов (12%) подчёркивает экстремальность условий горно-тундрового пояса Полярного и Приполярного Урала. Водоросли и цианопрокариоты представлены преимущественно коккоидными и нитчатые формами, также встречаются виды с сарциноидными и монадными талломами. Преобладание таксонов с коккоидной организацией в сообществах водорослей горно-тундровых фитоценозов объясняется их высокой устойчивостью к экстремальным условиям среды благодаря мелким размерам, утолщению клеточных оболочек, быстрому размножению и способности многих представителей образовывать слизи-

стые колонии. Нитчатые водоросли активно развиваются на поверхности почвы, формируя тонкие кожистые плёнки и дерновинки. Разнообразие таксонов данной жизненной формы в условиях резких колебаний температуры и влажности определяется свойствами протопласта, а также способностью выделять слизи или формировать полисахаридные чехлы, обеспечивающие устойчивость водорослей к резким перепадам влажности.

На больших высотах доминируют мелкие одноклеточные неподвижные зелёные водоросли из родов *Elliptochloris* и *Pseudococcomyxa* (в основном это лихенофильные виды – фотобионты лишайников). Среди цианопрокариот в гольцовом поясе с высокими частотой встречаемости и обилием отмечаются *Stigonema minutum* (Ag.) Hass. ex Born. et Flah. и виды рода *Nostoc*. С понижением высоты в горно-тундровых почвах становится более разнообразным состав доминантов, появляются крупноклеточные и нитчатые формы из родов *Calothrix*, *Chlamydomonada*, *Mesotaenium*, *Parietochloris*, *Scotiellopsis*, *Klebsormidium* и *Leptosira*.

В горно-тундровых почвах с низким содержанием азота возрастает роль видов-азотфиксаторов. Из 39 выявленных видов цианопрокариот 13 являются гетероцитными видами, способными фиксировать молекулярный азот. Наиболее часто массовое развитие азотфиксаторов в криптогамных корках отмечали в горно-тундровом поясе. Максимальное число азотфиксаторов (4) было обнаружено в альгогруппировках кустарничково-мохового (Полярный Урал) и разнотравно-злаково-ивнякового (Приполярный Урал) сообществ с высокой влажностью почвы. Известно, что для азотфиксирующих видов необходимы относительно высокая влажность, нейтральная реакция среды, а также обеспеченность почвы фосфором и кальцием [6], сочетание этих факторов в горно-тундровых почвах Урала встречается довольно редко.

Максимальное число видов (42 и 37) выявлено в пробах, отобранных на Приполярном Урале в пятнисто-каменисто-лишайниковом (высота около 700 м над ур. м.) и разнотравно-злаково-ивняковым (630 м над ур. м.) сообществах. Наименьшее видовое разнообразие (3 вида) отмечено в пробе из гольцового пояса мохово-лишайникового сообщества Полярного Урала (486 м над ур. м.). При помощи программного модуля «Graphs» [7] рассчитан коэффициент взаимного включения видов (рис.). Максимальное разнообразие водорослей зафиксировано для сообществ горно-

тундрового пояса Приполярного Урала, в список видов которого входит и большинство таксонов, обнаруженных в гольцовом поясе Приполярного Урала (коэффициент включения 70%) и горно-тундровом поясе Полярного Урала (56%). Наименьшее число видов обнаружено в гольцовом поясе на Полярном Урале. Это можно объяснить суровыми экологическими условиями местообитаний данного района Арктики в результате сочетанного воздействия широтной зональности и высотной поясности. Несомненно, экстремальные условия Полярного Урала (короткий вегетационный период, недостаток тепла, резкие перепады температуры и влажности, дефицит основных биогенных элементов в почве) негативно влияют на развитие альгогруппировок. При этом максимальные коэффициенты взаимного включения видов были получены для группировок водорослей, обитающих в соседних высотных поясах в пределах одного географического района (рис.).

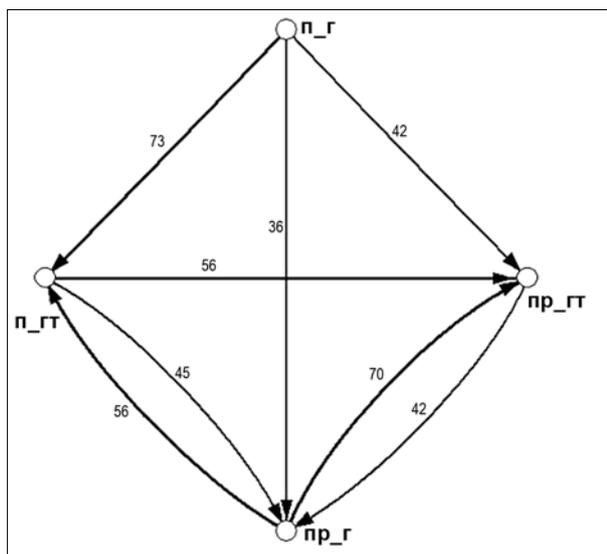


Рис. Коэффициент взаимного включения видов, рассчитанный для гольцового (г) и горно-тундрового (гт) поясов Полярного (п) и Приполярного (пр) Урала.

Заключение

Таким образом, в растительных сообществах гольцового и горно-тундрового пояса Полярного и Приполярного Урала отмечено относительно высокое видовое разнообразие почвенных цианопрокариот и водорослей. Сводный список насчитывает 172 вида из 81 рода, 57 семейств, 27 порядков 10 классов и пяти отделов. Отмечено высокое сходство видового состава изученных почвенных альгофлор Полярного и Приполярного Урала

(коэффициент Сьёренсена-Чекановского составил 61%). В них преобладают в основном космополитные, эдафотфильные виды из отделов Chlorophyta и Cyanoprokaryota. Ведущие позиции в альгофлорах занимают в структуре семейств – *Phormidiaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Chlorococcaceae*, в родовом спектре – *Phormidium*, *Chlamydomonas* и *Chlorococcum*.

Характерной особенностью видового состава почвенных альгогруппировок высотных поясов северных районов Урала является преобладание мелкоклеточных видов и колониальных форм с мощными слизистыми оболочками. Наиболее разнообразны по составу альгогруппировки горно-тундрового пояса Приполярного Урала. Большая часть обнаруженных видов выделена в культуру и поддерживается в живой коллекции водорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 10-04-01446, совместного проекта конкурсных программ научных исследований УрО РАН и СО РАН «Водоросли наземных экстремальных местообитаний арктических и бореальных горных регионов России» (№ 12-С-4-1002) и программе фундаментальных исследований УрО РАН «Арктика», № 12-4-7-006-Арктика.

Литература

1. Андреева В.М., Чаплыгина О.Я. Почвенные неподвижные зеленые микроводоросли (Chlorophyta) Полярного Урала // Новости систематики низших растений. 2007. Т. 41. С. 15–19.
2. Гецен М.В., Стенина А.С., Патова Е.Н. Альгофлора Большеземельской тундры в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург. 1994. 148 с.
3. Давыдов Д.А., Патова Е.Н. База данных Cyanoprokaryota европейской части Российской Арктики и прилегающих районов. 2009. http://ib.komisc.ru/add/j2/index.php?option=com_wrapper&Itemid=241
4. Новаковская И. В., Патова Е. Н. Цианопрокариоты и водоросли горно-тундровых почв северной оконечности Полярного Урала // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 2013. Т. 118. Вып. 5. С. 57–66.
5. Новаковская И.В., Патова Е.Н., Шабалина Ю.Н. Почвенные водоросли горно-тундровых сообществ Приполярного Урала (национальный парк «Югыд ва») // Бот. журн. 2012. Т.97. № 3. С. 305–320.
6. Lennihan R., Dickson L.G. Distribution, abundance and physiological aspects of *N. commune* in a high Arctic ecosystem // J. Phycology. 1989. 25. № 2. P. 16.
7. Новаковский А.Б. Обзор современных программных средств, используемых для анализа геоботанических данных // Растительность России. 2006. № 9. С. 86–96.