

УДК 582.232 (481-922.1)

ЦИАНОПРОКАРИОТЫ ЗОНАЛЬНЫХ И ГОРНЫХ ТУНДР МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. А. Давыдов

Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского научного центра РАН

На территории зональных и горных тундр Мурманской области было обнаружено 163 вида цианопрокариот, которые объединяются в 56 родов, 19 семейств, относящихся к 4 порядкам. Число видов, выявленных в тундре, составляет 51 % от общего числа видов Мурманской области. Зональная тундра насчитывает 116 видов, горные тундровые экосистемы – 74 вида. Общих для зональных и горных тундр видов насчитывается 27. Выявлены закономерности распределения цианопрокариот в биотопах тундровых экосистем.

Ключевые слова: *Cyanoprokaryota*, *Cyanophyta*, *Cyanobacteria*, флора, тундра, экология, Мурманская область.

D. A. Davydov. CYANOPROKARYOTES OF ZONAL AND ALPINE TUNDRAS OF THE MURMANSK REGION

Zonal and alpine tundras of the Murmansk Region are known to harbour 163 species of cyanoprokaryotes, belonging to 56 genera, 19 families of four orders. The number of species found in tundra is 51 % of the total number of species in the Murmansk Region. Zonal tundra holds 116 species, alpine tundra ecosystems – 74 species. Zonal and alpine tundras have 27 species in common. Patterns were identified in the distribution of cyanoprokaryotes across the habitats of tundra ecosystems.

Key words: *Cyanoprokaryota*, *Cyanophyta*, *Cyanobacteria*, flora, tundra, ecology, Murmansk Region.

Введение

Цианопрокариоты (*Cyanoprokaryota*, *Cyanophyta*) относятся к важнейшим автотрофным организмам тундровой биоты. Особое их положение связано со способностью к азотфиксации, определяющей важную роль *Cyanoprokaryota* в создании органического вещества. Целью настоящей работы было выявить видовой состав цианопрокариот зональных и горных тундр Мурманской области, проанализировать экологические и географические особенности изученной флоры, определить ее специфические черты.

Изучение цианопрокариот зональных и горных тундр Мурманской области началось в конце XIX века. F. Elfving в 1895 г. публикует работу, в которой приводит результаты своих исследований коллекций А. О. Kihlman, N. I. Fellman, V. T. Brotherus, E. Nylander [Elfving, 1895]. Их сборы относятся преимущественно к баренцевоморскому побережью, Хибинам и Ловозерским горам. Автор приводит 15 видов нитчатых цианопрокариот. К. М. Levander [1901] публикует свои находки с о. Еретик в Ура-губе. Один из основателей российской школы, изучающей синезеленые водоросли, А. А. Еленкин [1906] по

результатам полевых изысканий 1905–1906 года в районе современного г. Полярный приводит *Stigonema informe*. В Печенгском районе области ряд видов обнаружены С. Cedercreutz [1929, 1931]. Е. К. Косинской [1934] изучены районы реки Пурнач и о. Данилов в юго-восточной части полуострова, из которых приводится 5 видов. Ю. Д. Цинзерлинг и Е. К. Косинская [1935] в ходе работы Естественно-географического отряда Кольской экспедиции АН 1928 года обследовали северо-восточную часть полуострова и выявили 17 видов цианопрокариот. Большая часть из них обитала в небольших пресных озерах и реках, но указываются и амфибиальные виды (*Anabaena cylindrica*, *Trichormus catenula*, *Chroococcus turgidus*, *Cylindrospermum minutissimum*, *Merismopedia glauca*, *M. elegans*, *M. tenuissima*, *Stigonema mamillosum*), найденные в лужах и болотах. Н. Н. Воронихин [1936] публикует статью о водорослях Хибин с указанием 10 видов цианопрокариот. В 1975 г. В. Н. Никулина приводит для двух озер (Зеленецкое и Акулькино) баренцевоморского побережья сведения о 31 виде цианопрокариот – обитателей планктона и частично бентоса [Никулина, 1975]. С. Ф. Комулайнен [1996] исследовал перифитон рек Печенга, Западная Лица, Ура, Кола, Йоканьга, в которых обнаружил значительное число видов цианопрокариот. В водоемах с переменной соленостью на Мурманском побережье Баренцева моря 22 вида обнаружено А. А. Улановой [2003]. Собственные и литературные данные по цианопрокариотам Восточного Мурмана обобщены Р. Н. Беляковой [2005].

Всего для территории зональных и горных тундр Мурманской области до начала наших исследований было известно 78 видов цианопрокариот.

Материалы и методы

В работе применялся традиционный маршрутный метод сбора образцов. Пробы отбирались в 2008–2010 гг. с июня по сентябрь в наземных и водных местообитаниях. Отбор проводился стандартными способами, описанными ранее [Давыдов, 2010б]. При сборе материала мы старались охватить все возможные типы растительных сообществ и местообитаний. В зональной тундре выделяются следующие типы местообитаний: 1) водные и околотовные, 2) типично тундровые сообщества, 3) болота, 4) скалы, 5) каменистые осыпи и россыпи, 6) приморские, 7) редколесья, 8) антропогенные. В горной тундре выделены аналогичные типы местообитаний за исключением приморских. По среде обитания выделены следующие типы: 1) планктон, 2) пе-

рифитон, 3) аэрофитон. По субстратам выделены: 1) древесина, 2) камень, 3) растительные остатки, 4) кора, 5) почва, 6) мохообразные, 7) животные остатки, 8) мелкозем.

Образцы водорослевых обрастаний отбирались по возможности вместе с субстратом, помещались в бумажные пакеты из крафта и высушивались для дальнейшего хранения, если непосредственное определение было невозможно.

Обследованные районы: Айновы острова, Хибин, Сальные тундры, Монче-тундра, Нявка-тундра, Чуна-тундра. Собрано и определено около 700 образцов цианопрокариот.

Для определения использованы «Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2» [Голлербах и др., 1953], определители J. Komárek, K. Anagnostidis [1998, 2005], L. Greitler [1932]. При выделении отделов принята система J. Komárek, K. Anagnostidis [1989, 1998, 2005; Anagnostidis, Komárek, 1990].

Графы сходства построены с использованием программного модуля GRAPHIS [Новаковский, 2004].

Результаты и обсуждение

На территории зональных и горных тундр Мурманской области было обнаружено 163 вида цианопрокариот, которые объединяются в 56 родов, 19 семейств, относящихся к 4 принятым порядкам (табл.). Число видов, выявленных в тундре, составляет 51 % от общего числа видов, известных для альгофлоры Мурманской области [Давыдов, 2010б]. Родовой спектр беднее на 16 родов. Число семейств лишь на 2 меньше, чем в целом во флоре области. Зональная тундра насчитывает 116 видов, горные – 74 вида. Видовое богатство флоры цианопрокариот зависит от разнообразия микроместообитаний, влажности и гористости местности.

Особенности флоры нагляднее всего проявляются при сравнении с флорой других территорий. Нами составлен список видов цианопрокариот восточноевропейских тундр [Давыдов, Патова, 2010], обобщающий данные по флоре всех крупных районов Европейской России, включая архипелаг Шпицберген, относящихся к Арктике и Гипоарктике. Наиболее богатой цианофлорой, насчитывающей 305 видов, обладает Большеземельская тундра [Гецен и др., 1994; Патова, 2004]. Все остальные районы содержат меньшее число видов: арх. Шпицберген – 204 [Перминова, 1990; Sculberg, 1996; Давыдов, 2010в, 2011; Matula et al., 2007; Королева и др., 2008], Полярный Урал – 172 [Воронихин, 1930; Шубина, 1986; Патова, Демина, 2007, 2008; Patova, Demina, 2008; Стерлягова, Патова, 2008а, б; Биоразнооб-

разие, 2010], Малоземельская тундра – 153 [Стенина, Патова, 2007; Патова, 2007], арх. Земля Франца-Иосифа – 72 [Borge, 1899; Косинская, 1933; Ширшов, 1935; Новичкова-Иванова, 1963], арх. Новая Земля – 55 [Wille, 1879; Флеров, 1925; Ширшов, 1935].

Таким образом, флору цианопрокариот тундровых экосистем Мурманской области можно охарактеризовать как недоизученную, и внимания заслуживает в первую очередь горная тундра.

Коэффициент сходства Серенсена-Чекановского показывает (рис. 1), что флора цианопрокариот Мурманской области наиболее близка к флоре Шпицбергена. Флоры Большеземельской тундры, Малоземельской тундры и Полярного Урала схожи более чем на 50 %. Слабоизученные флоры Земли Франца-Иосифа и Новой Земли выделяются в отдельный кластер.

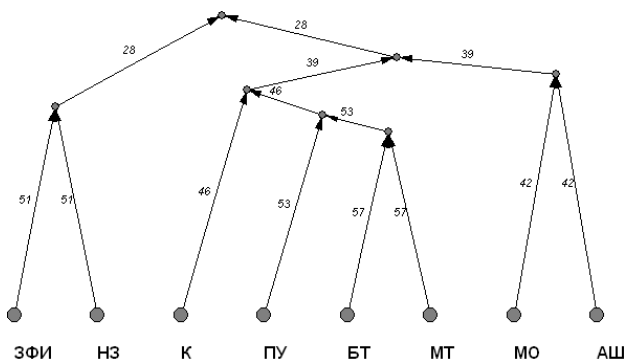


Рис. 1. Граф сходства флор на основе коэффициента Серенсена-Чекановского (среднее расстояние). Значение коэффициента отображено цифрами: АШ – арх. Шпицберген, БТ – Большеземельская тундра, К – Карелия, МО – Мурманская область, МТ – Малоземельская тундра, НЗ – Новая Земля, ПУ – Полярный Урал, ЗФИ – арх. Земля Франца-Иосифа

Флоры зональных и горных тундр имеют лишь 27 общих видов. Отличия заключаются, во-первых, в наличии в зональных ландшафтах приморских видов, таких как *Calothrix fusca*, *Cylindrospermum stagnale*, *Gloeocapsopsis crepidinum* и др., во-вторых, в лучшей представленности планктонных цианопрокариот, что связано с большим числом водоемов и лучшей их изученностью. Почти все специфические для зональных тундр виды (57) – планктонные формы, обитающие в озерах и реках (*Anabaena echinospora*, *Chroococcus limneticus*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Dolichospermum circinalis*, *D. lemmermanii* и др.). Горно-тундровые ландшафты редко включают в себя крупные водоемы, и обычно они характеризуются низким уровнем трофности, а следовательно, и обедненным видовым составом. Цианопрокариоты наземных местообитаний, встретившиеся в тундровой

зоне, часто обнаруживаются и в горах: *Aphanocapsa incerta*, *A. muscicola*, *Calothrix parietina*, *Chroococcus minimus*, *Cyanotheca major*, *Gloeocapsa atrata* и др. Специфичность флоры горных районов в первую очередь обуславливается наличием монтанных и арктомонтанных цианопрокариот, предпочитающих скальные обнажения: *Chamaesiphon minutus*, *Gloeocapsa compacta*, *G. kuetzingiana*, *G. sanguinea*, *Gloeocapsopsis pleurocapsaoides*, *Phormidium interruptum*, *Tolypothrix fasciculata* и др.

Цианопрокариоты всех горных массивов Мурманской области нуждаются в дальнейшем изучении. На сегодняшний день имеются данные по видовому составу цианопрокариот Хибин, Ловозерских гор, Монче-тундры, Чуна-тундры, Сальных тундр, Волчьих тундр, Панских тундр, Кейв и Кандакшских гор. Наиболее изученными горными массивами являются Сальные тундры, Монче-тундра и Хибин. Горно-тундровый пояс этих территорий насчитывает 75, 54 и 40 видов соответственно. Сходство видового состава флор этих территорий не превышает 32 %. Известны единичные находки для тундровых поясов Кандакшских тундр (17 видов цианопрокариот), Кейв (2) и Панских тундр (1). Обычными видами, обнаруженными в большинстве горных массивов, являются широко распространенные *Aphanocapsa muscicola*, *Chroococcus cohaerens*, *C. pallidus*, *Cyanotheca aeruginosa*, *C. major*, *G. kuetzingiana*, *Gloeocapsopsis magma*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Nostoc commune*, *Stigonema informe*, *S. minutum*, *S. ocellatum*, *Symplocastrum muelleri*, *Synechococcus elongatus*, *Synechocystis aquatilis*.

Наиболее часто встречаются в тундровых экосистемах *Aphanocapsa incerta*, *A. muscicola*, *A. parietina*, *Calothrix parietina*, *Chroococcus cohaerens*, *Ch. turgidus*, *Cyanotheca aeruginosa*, *Dichothrix gipsophila*, *Gloeocapsa kuetzingiana*, *Gloeocapsopsis magma*, *Nostoc commune*, *N. punctiforme*, *Stigonema informe*, *S. minutum*, *S. ocellatum*, *Synechocystis aquatilis*. Только три вида (*Aphanocapsa parietina*, *Chroococcus cohaerens*, *Gloeocapsa kuetzingiana*) из вышеперечисленных приурочены к горным местообитаниям, остальные встречаются и в зональных, и в горных тундрах. К эвритопным видам, обнаруженным в нескольких биотопах, относятся: *Aphanocapsa incerta*, *A. muscicola*, *Chroococcus turgidus*, *Cyanotheca aeruginosa*, *Dichothrix gipsophila*, *Gloeocapsa kuetzingiana*, *Gloeocapsopsis magma*, *Hapalosiphon fontinalis*, *Nostoc commune*, *N. linckia*, *N. paludosum*, *N. punctiforme*, *Scytonema mirabile*, *Stigonema informe*, *S. ocellatum*, *Synechococcus elongatus*, *Synechocystis aquatilis*. Большинство цианопрокариот приурочены к одному типу местообитаний.

Цианопрокариоты тундры Мурманской области

Вид	Зональные тундры					Горные тундры				Пл	Пф	Аэрофитон					Географическая характеристика	
	В	Т	Б	Ск	П	В	Т	Ск	Ос			Субстраты						
	К	РО	По	Мхи	М											Г. эл.	Т. ар.	
<i>Anabaena echinospora</i> Skuja	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	б	е	
<i>A. minima</i> Tschern.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	нр	нр	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	к	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. West et G. S. West var. <i>irregularis</i> J. B. Pet.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	а	еа	
<i>A. fusco-lutea</i> Hansg.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	аб	г	
<i>A. grevillei</i> (Hass.) Rabenh.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	г	
<i>A. holsatica</i> (Lemm.) Cronb. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	г	
<i>A. incerta</i> (Lemm.) Cronb. et Komárek	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	к	г	
<i>A. muscicola</i> (Menegh.) Wille	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	к	к	
<i>A. parietina</i> Näg.	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	аб	еа	
<i>A. planctonica</i> (G. M. Smith) Komárek et Anagn.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	к	
<i>A. testacea</i> Näg.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	аб	еа	
<i>Aphanothece castagnei</i> (Bréb.) Rabenh.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	к	к	
<i>A. nidulans</i> P. Richt.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	аб	еа	
<i>A. saxicola</i> Näg.	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	к	к	
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) A. Braun	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	к	
<i>Aulosira implexa</i> Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	нр	нр	
<i>Calothrix braunii</i> Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	к	г	
<i>C. columbiana</i> G. S. West	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	нр	нр	
<i>C. elenkinii</i> Kossinsk.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	аб	бп	
<i>C. fusca</i> (Kütz.) Born. et Flah.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	к	к	
<i>C. kossinskajae</i> V. Poljansk.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	абм	еа	
<i>C. parietina</i> (Näg.) Thur. ex Born. et Flah.	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	к	к	
<i>C. ramenskii</i> Elenk.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	аб	е	
<i>Capsosira brebissonii</i> Kütz.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	нр	нр	
<i>Chamaesiphon conferviculus</i> A. Braun	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	к	к	
<i>Ch. minutus</i> (Rost.) Lemm.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	ам	цп	
<i>Chroococcus cohaerens</i> (Bréb.) Näg.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	к	к	
<i>Ch. helveticus</i> Näg.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	к	к	
<i>Ch. limneticus</i> Lemm.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	к	
<i>Ch. minimus</i> (Keissl.) Lemm.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	абм	бп	
<i>Ch. minor</i> (Kütz.) Näg.	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	к	к	
<i>Ch. minutus</i> (Kütz.) Näg.	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	к	к	
<i>Ch. montanus</i> Hansg.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	к	г	
<i>Ch. pallidus</i> (Nägeli) Nägeli	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	б	цп	
<i>Ch. spelaeus</i> Erceg.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	нр	нр	
<i>Ch. tenax</i> (Kirchn.) Hieron.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	м	цп	
<i>Ch. turgidus</i> (Kütz.) Näg.	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	к	к	
<i>Ch. varius</i> A. Braun	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	к	к	
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	к	
<i>Cyanosarcina chroococcoides</i> (Geitl.) Kováčik	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	нр	нр	
<i>Cyanothece aeruginosa</i> (Näg.) Komárek	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	ам	бп	
<i>C. major</i> (Schröt.) Komárek	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	ам	бп	
<i>Cylindrospermum minutissimum</i> Coll.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	б	бп	
<i>C. stagnale</i> (Kütz.) Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	к	к	
<i>Dichothrix baueriana</i> (Grun.) Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	б	е	
<i>D. gypsophila</i> (Kütz.) Born. et Flah.	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	к	к	
<i>D. orsiniana</i> (Kütz.) Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	нр	нр	
<i>Dolichospermum circinalis</i> (Rabenh. ex Born. et Flah.) Wacklin et al.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	к	к	
<i>D. lemmermanii</i> (P. Richt.) Wacklin et al.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	б	цп	
<i>Gloeocapsa alpina</i> (Näg.) Brand	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	ам	цп	
<i>G. atrata</i> Kütz.	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	абм	цп	
<i>G. caldarium</i> Rabenh.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	к	к	
<i>G. compacta</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	ам	еа	
<i>G. decorticans</i> (A. Braun) P. Richt.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	нр	нр	
<i>G. kuetzingiana</i> Näg.	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	ам	бп	
<i>G. punctata</i> Näg.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	к	к	
<i>G. rupestris</i> Kütz.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	к	к	
<i>G. rupicola</i> Kütz.	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	м	е	
<i>G. sanguinea</i> (C. Ag.) Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	ам	е-г	
<i>G. violascea</i> (Corda) Rabenh.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	нр	нр	
<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thur.) Geitl. ex Komárek	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	б	амф.	

<i>G. magma</i> (Bréb.) Komárek et Anagn.	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	ам	цп
<i>G. pleurocapsaoides</i> (Nováč.) Komárek et Anagn.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	м	д
<i>Gloeotheca confluens</i> Näg.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	абм	д
<i>G. rupestris</i> (Lyngb.) Born.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	к	к
<i>Gloeotrichia intermedia</i> (Lemm.) Geitl.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>G. pisum</i> (C. Ag.) Thur. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	б	бп
<i>Hapalosiphon fontinalis</i> (C. Ag.) Born.	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	к	к
<i>H. welwitschii</i> W. West et G. S. West	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	б	бп
<i>Heteroleibleinia kuetzingii</i> (Schmidl.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	к	к
<i>Jaaginema kuetzingianum</i> (Näg.) Anagn. et Komárek	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	б	бп
<i>J. pseudogeminatum</i> (G. Schmid) Anagn. et Komárek	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	аб	бп
<i>Komvophoron crassum</i> (Vozž.) Anagn.	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	нр	нр
<i>Leibleinia epiphytica</i> (Hieron. ex Kirchn.) Comp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	к	к
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. West et G. S. West) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	к	к
<i>L. compacta</i> (Kütz.) Komárek	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	нр	нр
<i>L. foveolarum</i> (Rabenh. ex Gom.) Anagn. et Komárek	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	к	к
<i>L. mucicola</i> (Lemm.) Anagn. et Komárek	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	б	еа
<i>L. nostocorum</i> (Born. ex Gom.) Anagn. et Komárek	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	к	к
<i>L. tenuis</i> (Menegh. ex Gom.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	к	г
<i>L. valderiana</i> (Gom.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Limnothrix planctonica</i> (Wolosz.) Meffert	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Merismopedia convoluta</i> Bréb.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>M. elegans</i> A. Braun	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>M. glauca</i> (Ehrenb.) Kütz.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>M. punctata</i> Meyen	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Microcoleus vaginatus</i> Gom. ex Gom.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	к	к
<i>Microcrocys geminata</i> (Lagerh.) Geitl.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>M. flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchn.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	б	бп
<i>M. wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>Nodularia harveyana</i> (Thw.) Thur. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>N. spumigena</i> Mert. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	к	г
<i>Nostoc coeruleum</i> Lyngb. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	к	к
<i>N. commune</i> Vauch. ex Born. et Flah.	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	к	к
<i>N. linckia</i> Born. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	к	к
<i>N. microscopicum</i> Carm. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	к	к
<i>N. paludosum</i> Kütz. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	к	к
<i>N. punctiforme</i> (Kütz.) Hariot	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	к	к
<i>N. verrucosum</i> Vauch. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	к	к
<i>Oscillatoria anguina</i> Bory ex Gom.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	к	к
<i>O. annae</i> Van Goor	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>O. limosa</i> C. Ag. ex Gom.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>O. nitida</i> Škorb.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>O. sancta</i> Kütz. ex Gom. f. <i>Tenuis</i> V. Poljansk.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Osillatoria tenuis</i> C. Ag. ex Gom.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Petalonema crustaceum</i> (C. Ag.) Kirchn. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	нр	нр
<i>Phormidiochaete nordstedtii</i> (Born. et Flah.) Komárek	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	нр	нр
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom. ex Gom.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	к	к
<i>Ph. autumnale</i> [C. Ag.] Trev. ex Gom.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	к	к
<i>Ph. breve</i> (Kütz. ex Gom.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	к	к
<i>Ph. chalybeum</i> (Mert. ex Gom.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Ph. corium</i> Gom.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к

<i>Ph. interruptum</i> Kütz. ex Gom.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	ам	еа
<i>Ph. irriguum</i> (Kütz. ex Gom.) Anagn. et Komárek	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	а	еа
<i>Ph. kuetzingianum</i> (Kirchn.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	аб	цп
<i>Ph. lividum</i> Näg. ex Gom.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	к	к
<i>Ph. papyraceum</i> Gom. ex Gom.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Planktolingbya bipunctata</i> (Lemm.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	к	к
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek et Komarkova	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Pleurocapsa aurantiaca</i> Geitl.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	м	е
<i>P. minor</i> Hansg.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	к	к
<i>Porphyrosiphon luteus</i> (Gom. ex Gom.) Anagn. et Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>Pseudanabaena frigida</i> (Fritsch) Anagn.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>P. limnetica</i> (Lemm.) Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>P. mucicola</i> (Naum. et H.-Pest.) Schwabe	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>Pseudophormidium</i> cf. <i>indicum</i> (Dixit) Anagn. et Komárek	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	нр	нр
<i>Pulvinularia suecica</i> Borzi	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	нр	нр
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schmidl. et Lauterb.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	б	цп
<i>Rhabdogloea smithii</i> (R. Chod. et F. Chod.) Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	б	бп
<i>Rivularia beccariana</i> (De Not.) Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>R. biasolettiana</i> Menegh. ex Born. et Flah.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Schizothrix cuspidata</i> (W. West et G.S. West) W. West et G. S. West	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	к	к
<i>R. borealis</i> P. Richt.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>R. dura</i> Roth.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>R. planctonica</i> Elenk.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>Scytonema mirabile</i> (Dillw.) Born.	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	абм	бп
<i>S. myochrous</i> (Dillw.) C. Ag. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	к	к
<i>S. ocellatum</i> Lyngb. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	к	к
<i>Spirulina subtilissima</i> Kütz. ex Gom.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	к	к
<i>Stigonema hormoides</i> Kütz. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	к	к
<i>S. informe</i> Kütz. ex Born. et Flah.	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	к	к
<i>S. mamillosum</i> (Lyngb.) C. Ag. ex Born. et Flah.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	б	бп
<i>S. minutum</i> (C. Ag.) Hass.	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	к	к
<i>S. ocellatum</i> (Dillw.) Thur.	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	к	к
<i>Symplocastrum muelleri</i> (Näg. ex Gom.) Anagn.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	к	к
<i>Synechococcus elongatus</i> (Näg.) Näg.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	б	цп
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	к	к
<i>S. parvula</i> Perf.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>S. pevalekii</i> Erceg.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр
<i>S. sallensis</i> Skuja	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	абм	бп
<i>Tolypothrix distorta</i> Kütz.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	к	г
<i>T. elenkinii</i> Hollerb.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	б	е
<i>T. fasciculata</i> Gom.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	м	е
<i>T. limbata</i> Thur.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	ам	цп
<i>T. penicillata</i> Thur. ex Born. et Flah.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	а	бп
<i>T. rivularis</i> Hansg.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	б	е
<i>T. saviczii</i> Kossinsk.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	аб	е
<i>T. tenuis</i> Kütz.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	аб	бп
<i>Trichormus catenula</i> (Kütz. ex Born. et Flah.) Komárek et Anagn.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	к	г
<i>Xenotholos kernerii</i> (Hansg.) Gold-Morgan	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	нр	нр

Примечание. В – водоемы, Т – тундровые сообщества, Б – болота, Ск – скалы, П – приморские местообитания, Ос – осыпи, Пл – планктон, ПФ – перифитон, К – камень, РО – растительные остатки, По – почва, М – мелкозем, Г. эл. – географический элемент: а – арктический, аб – арктобореальный, ам – арктомонтанный, абм – арктобореальномонтанный, б – бореальный, к – космополитный, м – монтанный, нр – вид с неясным распространением; Т. ар. – тип ареала: амф. – амфиокеанический, е – европейский, еа – евразийский, е-г – европейско-гренландский, бп – биполярный, г – голарктический, д – дизъюнктивный, цп – циркумполярный.

Для флоры тундровых сообществ характерно достаточно большое число видов (19 в зональной и 36 в горной, 11 общих: *Aphanocapsa muscicola*, *Chroococcus minimus*, *C. turgidus*, *Cyanotheca major*, *Gloeocapsa punctata*, *Nostoc commune*, *N. punctiforme*, *Stigonema informe*, *S. minutum*, *S. ocellatum*, *Synechocystis aquatilis*). Цианопрокариоты в этих местообитаниях встречаются, как правило, среди мхов и реже – на голых грунтах.

Для расселения цианопрокариот более характерны голые скальные выходы, где их колонии могут занимать значительные площади. Данные местообитания предпочтительны из-за слабой насыщенности видами других групп и, следовательно, не столь высокой конкуренции. В зональной тундре цианопрокариоты практически не изучались, а в горной демонстрируют высокое разнообразие (40 видов). К типичным для скал относятся виды, не встречавшиеся в других биотопах (17): *Aphanocapsa testacea*, *Chroococcus helveticus*, *C. montanus*, *C. spe-laeus*, *C. tenax*, *C. varius*, *Dichothrix baueriana*, *Gloeocapsa caldariorum*, *G. compacta*, *G. decorticans*, *G. sanguinea*, *Gloeocapsopsis pleurocapsaoides*, *Hapalosiphon welwitschii*, *Jaaginema pseudogeminatum*, *Leptolyngbya compacta*, *Scytonema ocellatum*, *Tolypothrix fasciculata*. Некоторые типичные для скальных биотопов виды могут встречаться на морском побережье (*Calothrix parietina*, *Hapalosiphon fontinalis*).

Экологический анализ

Наибольшее число видов цианопрокариот обнаружено в водных и околотоводных местообитаниях зональной тундры (98 видов). Много цианопрокариот найдено на скалах (40) и в тундровых сообществах (36) в горно-тундровом поясе гор. Менее изученными и, как следствие, менее богатыми оказались водные и околотоводные местообитания в горных экосистемах (24), типичные зональные тундровые сообщества (19) и приморские местообитания (18). Единичные виды обнаружены в болотах (2) и на скалах (1) в равнинной части тундровой зоны, а также на осыпях и россыпях в горах (3). Нет находок цианопрокариот в антропогенных местообитаниях в зональных и горных тундровых экосистемах, на осыпях и россыпях в зональных тундрах и болотах в горных тундрах.

Высокий коэффициент сходства видового состава Серенсена-Чекановского, выявленный для сообществ горных осыпей и скал, расположенных в зональной тундре, обусловлен низким числом видов. Довольно схожи по видовому

составу флоры типичных тундровых сообществ зональных и горных экосистем. Также близки друг другу флоры водных и околотоводных экотопов горно-тундровых поясов и флора скал горно-тундровых поясов (рис. 2). Последнее свидетельствует о наличии ряда видов, предпочитающих и затопляемые скальные участки водоемов и водотоков, и типичные скальные обнажения. К таким видам относятся: *Aphanocapsa muscicola*, *A. parietina*, *Aphanotheca saxicola*, *Cyanotheca aeruginosa*, *Dichothrix gipsophila*, *Gloeocapsa kuetzingiana*, *Gloeocapsopsis magma*, *Nostoc linckia*, *Scytonema mirabile*, *Stigonema hormoides*, *S. ocellatum*.

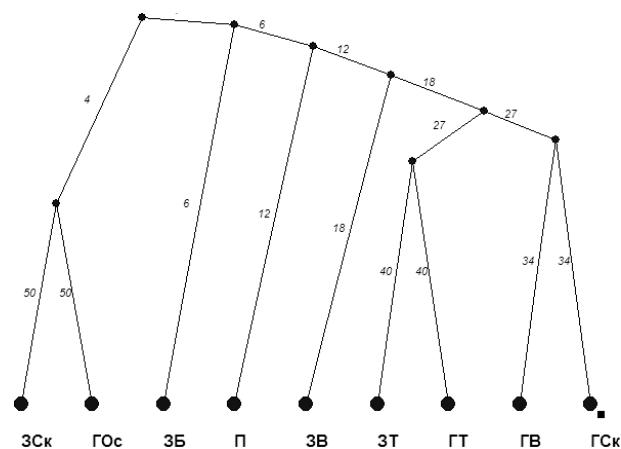


Рис. 2. Сравнение видового состава цианопрокариот различных биотопов на основе коэффициента сходства Серенсена-Чекановского (среднее расстояние). Значение коэффициента отображено цифрами: ЗСк – скалы в зональной тундре, ЗБ – болота в зональной тундре, П – приморские местообитания в зональной тундре, ЗВ – водоемы в зональной тундре, ЗТ – тундровые сообщества в зональной тундре, ГТ – тундровые сообщества в горно-тундровом поясе, ГВ – водоемы в горно-тундровом поясе, ГСк – скалы в горно-тундровом поясе, ГОс – осыпи в горно-тундровом поясе

Разнообразна флора Cyanoprokaryota в планктоне (72) и перифитоне (52). Изученные аэрофитные виды цианопрокариот обнаружены в большинстве случаев на каменистом субстрате (76 видов) и на мхах (46). Значительно меньше видов произрастает на растительных остатках (16), мелкоземе (10) и почве (6). Такие субстраты, как древесина, кора и животные остатки, цианопрокариотами не заселяются.

Кластерный анализ (рис. 3) демонстрирует предсказуемую картину: в один кластер попадают виды, найденные на камнях и мохообразных, в другой – произрастающие на почве и на мелкоземе.

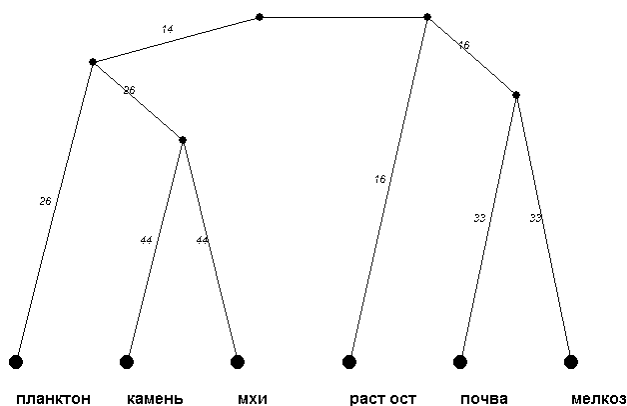


Рис. 3. Сравнение видового состава цианопрокариот различных субстратов на основе коэффициента сходства Серенсена-Чекановского (среднее расстояние). Значение коэффициента отображено цифрами: раст. ост. – растительные остатки; мелкоз. – мелкозем

Большинство видов имеют узкие экологические ниши и предпочитают один субстрат. Так, почти все планктонные формы не встречаются в наземных условиях. Исключение составляют *Aphanocapsa incerta*, *Chroococcus minor*, *C. minutus*, *C. turgidus*, *Stigonema informe* и др. Типичными представителями планктона являются: *Anabaena echinospora*, *Aphanocapsa planctonica*, *Chroococcus limneticus*, *Dolichospermum lemmermanii*, *Limnothrix planctonica*, *Merismopedia* spp., *Oscillatoria* spp.

В наземных местообитаниях типичными субстратами являются камни и мохообразные. 32 вида цианопрокариот встречаются только на камнях, 20 – только среди *Bryophyta*.

Для некоторых видов цианопрокариот известны их экологические характеристики [Барина и др., 2006]. Так, четыре вида (*Aphanocapsa fusco-lutea*, *Calothrix braunii*, *Phormidium ambiguum*, *Synechocystis aquatilis*) относятся к теплолюбивым, а *Aphanocapsa grevillei* – к индифферентным. По отношению к текучести воды: выделены виды стоячих водоемов (5) – *Hapalosiphon fontinalis*, *Nostoc paludosum*, *Oscillatoria sancta*, *Rhabdogloea smithii*, *Tolypothrix tenuis* и стояче-текучих (10) – *Calothrix braunii*, *C. fusca*, *C. parietina*, *Dichothrix gipsophila*, *Phormidium ambiguum*, *P. autumnale*, *P. breve*, *P. papyraceum*, *Pleurocapsa minor*, *Spirulina subtilissima*. По сапробности преобладают олигосапробионты (10 видов – *Aphanocapsa holsatica*, *Calothrix braunii*, *C. fusca*, *C. parietina*, *Chroococcus minutus*, *C. turgidus*, *Leibleinia epiphytica* и др.). По галобности преобладают олигогалобы. Среди них: галофобы (4 вида – *Aphanocapsa grevillei*, *Chroococcus cohaerens*, *Rhabdoderma lineare*, *Rhabdogloea smithii*), гало-

филы (9 видов – *Aphanothece stagnina*, *Chroococcus minimus*, *C. montanus*, *C. turgidus*, *Gloeocapsa punctata*, *Merismopedia tenuissima*, *Oscillatoria tenuis*, *Porphyrosiphon luteus*, *Synechocystis aquatilis*) и индифференты (21 вид – *Aphanocapsa holsatica*, *A. incerta*, *Aphanothece saxicola*, *Chroococcus minutus*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Cylindrospermum stagnale*, *Dolichospermum circinalis* и др.) По отношению к pH выделены ацидофилы (*Aphanocapsa grevillei*), алкалофилы (*Chroococcus turgidus*) и индифференты (7 видов – *Aphanothece stagnina*, *Chroococcus minutus*, *Gloeocapsopsis magma*, *Merismopedia elegans*, *M. glauca*, *M. punctata*, *Phormidium ambiguum*).

Географический анализ

Большинство цианопрокариот, обнаруженных во флоре тундр Мурманской области, характеризуются космополитным распространением (70 видов).

К группе арктических относятся виды, распространенные главным образом в пределах арктической флористической области, в понимании Б. А. Юрцева и др. [1978]. Типичных представителей, не встречающихся в других зонах, нет, все виды проникают в соседние районы Субарктики. Выявлено 3 арктических вида (*Aphanocapsa elachista* var. *irregularis*, *Phormidium irriguum*, *Tolypothrix penicillata*). Незначительное число арктических цианопрокариот является характерной чертой флоры данной территории [Давыдов, 2010а]. Факт слабой приуроченности цианопрокариот к высокоширотным регионам объясняется широкой экологической амплитудой большинства видов, их пластичностью, что позволяет занимать различные, несхожие экотопы.

Значительно число видов (9), относящихся к арктомонтанному элементу: *Chamaesiphon minutus*, *Cyanothece aeruginosa*, *Cyanothece major*, *Gloeocapsa alpina*, *G. compacta*, *G. kuetzingiana*, *G. sanguinea*, *Gloeocapsopsis magma*, *Phormidium interruptum*. Это виды, встречающиеся в Арктике, а также в горах, преимущественно в верхних поясах. Экологические условия в обоих случаях сходны – каменистые осыпи, скальные выходы, реже пятна голого грунта и т. п. Арктомонтанными являются в основном субаэрофитные и амфибионтные виды. Из арктомонтанных видов только *Gloeocapsa alpina* встречается исключительно в зональной тундре. *Cyanothece aeruginosa*, *Cyanothece major*, *Gloeocapsopsis magma* обнаружены и в зональной, и в горной тундре, остальные виды – в горно-тундровом поясе.

Монтанные виды, в отличие от арктомонтанных, не встречаются в Арктике. Эти виды не приурочены к какому-либо поясу, а разбросаны по всему профилю гор. Сюда включены виды, редко обнаруживаемые в водоемах и водотоках, – в основном это аэрофитные цианопрокариоты, предпочитающие свободные от другой растительности субстраты (скалы, каменистые выходы, голый грунт). К монтанным отнесены 5 цианопрокариот: *Chroococcus tenax*, *Gloeocapsa rupicola*, *Gloeocapsopsis pleurocapsaoides*, *Pleurocapsa aurantiaca*, *Tolypothrix fasciculata*.

Число арктобореальных цианопрокариот относительно велико – это 9 видов: *Aphanocapsa fusco-lutea*, *A. parietina*, *A. testacea*, *Aphanothece nidulans*, *Calothrix elenkinii*, *Jaaginema pseudogeminatum*, *Phormidium kuetzingianum*, *Tolypothrix saviczii*, *T. tenuis*. Виды одинаково широко распространены в пределах арктической и бореальной зон, при этом не проявляют определенной приуроченности к какой-либо из них. Экологическая ниша таких видов позволяет им находить подходящие местообитания как в тундровой зоне, так и в тайге.

Арктобореальномонтанные виды (их 5 – *Chroococcus minimus*, *Gloeocapsa atrata*, *Gloeothece confluens*, *Scytonema mirabile*, *Synechocystis sallensis*) встречаются как в тундровой, так и в лесной зоне; в горных областях обитают обычно по всему профилю.

К бореальным отнесены виды, распространение которых приурочено в основном к бореальной зоне. Некоторые из них заходят и в арктическую флористическую область, и в зону широколиственных лесов, однако чаще всего встречаются именно в таежной зоне. Как и во флоре цианопрокариот Мурманской области в целом, бореальные виды занимают второе место (14 видов – *Anabaena echinospora*, *Chroococcus pallidus*, *Cylindrospermum minutissimum*, *Dichothrix baueriana*, *Dolichospermum lemmermanii*, *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Hapalosiphon welwitschii*, *Jaaginema kuetzingianum*, *Leptolyngbya mucicola*, *Microcystis flos-aquae*, *Rhabdoderma lineare*, *Rhabdogloea smithii*, *Stigonema mammosum*, *Synechococcus elongatus*) после космополитных.

Из 14 бореальных видов 7 являются гидрофитами, обитание в водной среде «увеличивает интразональность» цианопрокариот. В наземных биотопах бореальные виды встречаются на приморских скалах (*Leptolyngbya mucicola*), на горных осыпях (*Synechococcus elongatus*) и скалах (*Dichothrix baueriana*, *Hapalosiphon welwitschii*), а также в типичных тундровых сообществах (*Chroococcus pallidus*).

Имеющийся объем доступных данных не позволил отнести 16 видов (*Aulosira implexa*, *Calothrix columbiana*, *Chroococcus spelaesus*, *Gloeocapsa decorticans*, *G. violascea*, *Gloeotrichia intermedia*, *Komvophoron crassum*, *Leptolyngbya compacta*, *Oscillatoria annae*, *Petalonema crustaceum*, *Phormidiochaete nordstedtii*, *Porphyrosiphon luteus*, *Pseudanabaena mucicola*, *Pseudophormidium cf. indicum*, *Synechocystis parvula*, *S. pevalekii*) к какому-либо географическому элементу. Большинство из них имеют в своем ареале значительные дизъюнкции.

Заключение

На территории зональных и горных тундр Мурманской области было обнаружено 163 вида цианопрокариот, что составляет 51 % от общего числа видов, известных в настоящее время для альгофлоры Мурманской области. Флора цианопрокариот тундровых экосистем Мурманской области требует дальнейшего изучения с уделением внимания горным тундрам. По видовому составу флора цианопрокариот Мурманской области наиболее близка к флоре Шпицбергена.

Зональная тундра насчитывает 116 видов, горные тундровые экосистемы – 74 вида. Специфичность флоры горных районов в первую очередь обусловлена наличием монтанных и арктомонтанных цианопрокариот, предпочитающих скальные обнажения. Наибольшее число видов цианопрокариот обнаружено в водных и околоводных типах местообитаний зональной тундры (98 видов). Велико число видов, обитающих на скалах (40) и в тундровых сообществах (36) в горно-тундровом поясе гор.

Большинство видов имеют узкие экологические ниши и предпочитают один субстрат. Для наземных экотопов типичными субстратами являются камни и мхи. Большинство найденных цианопрокариот характеризуются космополитным распространением (70 видов).

Литература

- Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. 498 с.
- Белякова Р. Н. Цианопрокариоты Восточного Мурман (Баренцево море) // Новости систематики низших растений. 2005. Т. 38. С. 8–21.
- Биоразнообразие водных и наземных экосистем бассейна реки Кожым (северная часть национального парка «Югыд ва»). Сыктывкар: Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2010. 192 с.

- Воронихин Н. Н. Водоросли Полярного и Северного Урала // Тр. Ленингр. об-ва естествоисп. Л., 1930. Т. 60, вып. 3. С. 3–80.
- Воронихин Н. Н. Водоросли, собранные в окрестностях Горной станции Академии наук СССР в Хибинах // Тр. Бот. инст. Акад. наук СССР. Спорывые растения. Сер. II, вып. 3. М.; Л., 1936. С. 395–399.
- Гецен М. В., Стенина А. С., Патова Е. Н. Альгофлора Большеземельской тундры в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург: Наука, 1994. 147 с.
- Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. М.: Советская наука, 1953. 653 с.
- Давыдов Д. А. Особенности географического распределения и анализа цианопрокариот (Cyanoprokaryota/Cyanobacteria) на примере биоты Мурманской области // Бюл. МОИП. Отдел биологический. 2010а. Т. 115, вып. 4. С. 43–54.
- Давыдов Д. А. Цианопрокариоты и их роль в процессе азотфиксации в наземных экосистемах Мурманской области. М.: ГЕОС, 2010б. 184 с.
- Давыдов Д. А. Cyanoprokaryota Шпицбергена, состояние изученности флоры // Ботанический журнал, 2010в. Т. 95, № 2. С. 169–176.
- Давыдов Д. А. Видовой состав Cyanoprokaryota западного берега залива Грен-фьорд (архипелаг Шпицберген) // Ботан. журн., 2011. Т. 96, № 11. С. 1409–1420.
- Давыдов Д. А., Патова Е. Н. База данных Cyanoprokaryota/Cyanophyta Европейской Арктики // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: материалы всероссийской конференции, посвященной памяти Л. В. Бардунова (1932–2008). Иркутск, 2010. С. 665–666.
- Еленкин А. А. Предварительный отчет о командировке на Мурманскую биологическую станцию летом 1906 г. // Тр. С.-Петерб. о-ва естествоисп., 1906. Т. 37, вып. 1. С. 1–11.
- Комулайнен С. Ф. Перифитон рек Ленинградской, Мурманской областей и Республики Карелия. Оперативно-информационные материалы. Петрозаводск, 1996. 39 с.
- Королева Н. Е., Константинова Н. А., Белкина О. А., Давыдов Д. А., Лихачев А. Ю., Савченко А. Н., Урбанавичене И. Н. Флора и растительность побережья залива Грен-фьорд (архипелаг Шпицберген). Апатиты: К&М, 2008. 132 с.
- Косинская Е. К. Критический список пресноводных водорослей, собранных В. П. Савичем в Арктической правительственной экспедиции 1930 г. // Тр. Бот. ин-та. Акад. наук СССР. Сер. II, вып. 1. Л., 1933. С. 35–51.
- Косинская Е. К. Материалы к флоре водорослей Кольского полуострова // Тр. Бот. инст. Акад. наук СССР. Спорывые растения. Сер. II, вып. 2. М.; Л., 1934. С. 57–99.
- Никулина В. Н. Фитопланктон // Биологическая продуктивность северных озер. Тр. Зоол. ин-та. Л., 1975. Т. LVII. С. 37–52.
- Новаковский А. Б. Возможности и принципы работы программного модуля «GRAFS». Сыктывкар: Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2004. 28 с.
- Новичкова-Иванова Л. Н. Смены синузид почвенных водорослей Земли Франца-Иосифа // Ботан. журн. 1963. Т. 48, № 1. С. 42–53.
- Патова Е. Н., Демина И. В. Водоросли водоемов Полярного Урала, не подверженных антропогенному воздействию // Биол. внутр. вод. 2008. № 1. С. 58–67.
- Патова Е. Н. Cyanophyta в водоемах и почвах восточноевропейских тундр // Ботан. журн. 2004. Т. 89, № 9. С. 1403–1419.
- Патова Е. Н. Цианопрокариотическое «цветение» водоемов восточноевропейских тундр (флористические и функциональные аспекты) // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 3. С. 4–10.
- Патова Е. Н., Демина И. В. Водоросли // Биоразнообразие экосистем Полярного Урала. Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 2007. С. 69–89.
- Перминова Г. Н. Почвенные водоросли некоторых районов севера Евразии и Дальнего Востока. Киров, 1990. 41 с. Деп. в ВИНТИ, № 4471-В-90.
- Стенина А. С., Патова Е. Н. Водоросли // Систематические списки видов флоры и фауны государственного природного заповедника «Ненецкий» 2001–2006 гг. (Тр. ГПЗ «Ненецкий»). 2007. Вып. 1. С. 5–21.
- Стерлягова И. Н., Патова Е. Н. Водоросли водоемов в бассейнах рек Кожым и Щугор (Приполярный Урал) // Науч. докл. Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2008а. Вып. 499. 37 с.
- Стерлягова И. Н., Патова Е. Н. Водоросли водоемов бассейна реки Печора (Приполярный Урал) // Ботан. журн., 2008б. Т. 93, № 7. С. 1011–1029.
- Уланова А. А. Водоросли водоемов с нестабильной соленостью побережий Белого и Баренцева морей: дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2003. 250 с.
- Флеров Б. К. Пресноводные водоросли Белушье-го полуострова на Новой Земле // Тр. Плов. морск. ин-та. 1925. Т. 1, вып. 12. С. 13–48.
- Цинзерлинг Ю. Д., Косинская Е. К. Материалы к характеристике пресноводной растительности северо-востока Кольского полуострова // Ю. Д. Цинзерлинг. Материалы по растительности северо-востока Кольского полуострова. М.; Л., 1935. С. 151–162.
- Ширшов П. П. Эколого-географический очерк пресноводных водорослей Новой Земли и Земли Франца-Иосифа // Тр. Аркт. ин-та. Л., 1935. Т. 14. С. 73–162.
- Шубина В. Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала. Л.: Наука, 1986. С. 25–38.
- Юрцев Б. А., Толмачев А. И., Ребристая О. В. Флористические ограничения и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л.: Наука, 1978. С. 9–164.
- Anagnostidis K., Komárek J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5 – Stigonematales // Arch. Hydrobiol. 1990. Suppl. 86 (Algological Studies 59). P. 1–73.
- Borge O. Süßwasseralgen von Franz Josefs Land, gesammelt von der Jackson-Harmsworth'schen Expedition // Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-akademiens förhandlingar, 1899. N. 7. P. 751–766.
- Cedercreutz C. Susswasseralgen aus Petsamo I // Mem. Soc. Fauna Flora Fennica. 1929. 13. 5. P. 140–158.

Cedercreutz C. Süsswasseralgen aus Petsamo II // Mem. Soc. Fauna Flora Fennica. 1931. 7. 3. P. 236–248.

Elfvig F. Anteckningar om Finlands Nostochaceae heterocystee // Meddel. Soc. Pro. Fauna et Flora Fennica. 1895. H. 21. P. 25–50.

Geitler L. Cyanophyceae // Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, Akad. Verlagsges., Leipzig, 1932. Vol. 14. P. 1–1196.

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. I. Chroococcales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. / H. Ettl, G. Gartner, H. Heynig, D. Mollenhauer (eds.). Bd. 19 (1). Jena etc., 1998. 548 p.

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. II. Oscillatoriales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19 (2). München, 2005. 759 p.

Komárek J., Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4 – Nostocales // Arch. Hydrobiol. 1989. Suppl. 82, H. 3 (Algological Studies 56). P. 247–345.

Levander K. M. Fauna und algenflora der süßen gewässer an der Murmanküste // Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica, 1901. Vol. 20, N. 8. P. 1–35.

Matula J., Pietryka M., Richter D., Wojtun B. Cyanoprokaryota and algae of Arctic terrestrial ecosystems in the Hornsund area, Spitsbergen // Pol. Polar Res. 2007. Vol. 28, N. 4. P. 283–315.

Patova E. N., Demina I. V. Algae in Anthropogenically Unaffected Water Bodies of the Polar Urals // Inland Water Biology, 2008. Vol. 1, N. 1. P. 54–63.

Sculberg O. M. Terrestrial and limnic algal and cyanobacteria // A catalog of Svalbard plants, fungi, algae and cyanobacteria / A. Elvebakk, P. Prestrud (eds.). Nork Polarinstitut Scifter, 1996. P. 383–395.

Wille N. Ferskvandsalger fra Novaja Semlja samlede af Dr. F. Kjellman paa Nordenskiöld's Expedition 1875 // Öfversigt af kongl. Vet.-Akad. Forhandl. 1879. N. 5. S. 13–74.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Давыдов Денис Александрович

старший научный сотрудник, к. б. н.
Полярно-альпийский ботанический сад-институт
им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН
ул. Ферсмана, 18а, г. Апатиты, Мурманская область,
Россия, 184209
эл. почта: d_disa@mail.ru
тел.: 89210470067

Davydov, Denis

Polar-Alpine Botanical Garden-Institute,
Kola Science Centre, Russian Academy of Sciences,
18a Fersman St., 184209 Apatity,
Murmansk Region, Russia
e-mail: d_disa@mail.ru
tel.: 89210470067