



ЦИАНОПРОКАРИОТЫ/ЦИАНОБАКТЕРИИ: систематика, экология, распространение

Материалы докладов
II Международной научной школы-конференции

II Международная
научная школа-конференция



«Цианопрокариоты/цианобактерии:
систематика, экология, распространение»

СУКТУВКАР
2019

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук
Коми отделение Русского ботанического общества
Коми отделение Общества физиологов растений России
Российский фонд фундаментальных исследований

II Международная научная школа-конференция
«ЦИАНОПРОКАРИОТЫ/ЦИАНОБАКТЕРИИ:
СИСТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ,
РАСПРОСТРАНЕНИЕ»

16–21 сентября 2019 г., Сыктывкар, Россия

Материалы докладов

II International scientific Conference
«CYANOPROKARYOTA/CYANOBACTERIA:
SYSTEMATIC, ECOLOGY, DISTRIBUTION»

September 16–21, 2019, Syktyvkar, Russia

Proceedings

СЫКТЫВКАР
ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
2019

УДК 579.2

Цианопрокариоты/цианобактерии: систематика, экология, распространение: Материалы докладов II Международной научной школы-конференции, 16–21 сентября 2019 г., Сыктывкар, Россия. Сыктывкар: ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019. 304 с.

DOI: 10.31140/book-2019-03

В издании представлены материалы исследования цианопрокариот/цианобактерий с позиций альгологических и микробиологических подходов по различным направлениям: флора, биогеография и экология; полифазный подход в систематике; молекулярная экофизиология; метагеномные исследования различных сообществ с участием цианобактерий; вторичные метаболиты: структура, биосинтез, физиологическая функция, значение в природе, способы обнаружения, биотехнологическое применение; цианобактериальные «цветения» в водных экосистемах; участие в природных сообществах водных и наземных экосистем; симбиотические ассоциации; роль цианобактерий в эволюции биосферы; современные подходы и методы сбора и культивирования цианобактерий. Сборник рассчитан на специалистов альгологов и микробиологов, связанных с изучением цианопрокариот в водных и наземных экосистемах, экологов, гидробиологов, геологов, преподавателей, аспирантов, студентов биологических и экологических специальностей.

Редакционная группа

Е.Н. Патова (отв. ред.), И.Н. Стерлягова, Л.Я. Огородова

Cyanoprokaryota/Cyanobacteria: systematic, ecology, distribution: Proceedings of the 2nd International scientific Conference, September 16–21, 2019, Syktyvkar, Russia. Syktyvkar: Institute of Biology, Komi Scientific Center, UB RAS, 2019. – 304 p.

DOI: 10.31140/book-2019-03

The proceedings of the 2nd International scientific conference «Cyanoprokaryota/Cyanobacteria: systematic, ecology, distribution» (Syktyvkar, 2019) is a collection of materials in various areas of the Cyanoprokaryota/Cyanobacteria research. The topics including (I) flora, biogeography and ecology (II) systematics (III) molecular ecophysiology (V) metagenomic studies of various communities with presence of cyanobacteria (VI) secondary metabolites: structure, biosynthesis, physiological function, their role in nature, methods of detection (V) biotechnological application (VI) cyanobacterial «blooms» in aquatic ecosystems (VI) cyanobacteria participation in natural communities of aquatic and terrestrial ecosystems (VII) symbiotic associations (VIII) cyanobacteria's and their part in evolution of the biosphere (IX) modern approaches and methods to collect and cultivate cyanobacteria. The proceedings are aimed to help algologists, microbiologists, ecologists, hydrobiologists, geologists, teachers, graduate students, students of biological and environmental specialties who are interested in research of Cyanoprokaryota/Cyanobacteria in aquatic and terrestrial ecosystems.

Preparation for printing

E.N. Patova (ed.), I.N. Sterlyagova, L.Ya. Ogorodovaya



Издание осуществлено при поддержке гранта
Российского фонда фундаментальных исследований № 19-04-20031

ISBN 978-5-6042182-6-6

© ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019

3. Komárek J. Cyanoprokaryota 3. Heterocytous genera // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/3. Berlin, Heidelberg: Springer-Spektrum, 2013. 1130 p.

4. Патова Е.Н. Разнообразие Cyanophyta в ледниковых озерах бассейна реки Малый Паток (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») // Новости систематики низших растений. 2005. Т. 39. С. 51–61.

5. Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») / отв. ред. С.В. Дегтева. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 483 с.

CYANOPROKARIOTA IN WATER BODIES OF THE SCHUGOR RIVER BASIN (SUBPOLAR AND NORTHERN URALS)

I.N. Sterlyagova

Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of RAS, Syktyvkar, Russia

In the investigated reservoirs of the Schugor River Basin we found a fairly diverse composition of cyanoprokaryotes: 87 species with intraspecific taxa belonging to 4 orders, 23 families, 38 genera. The greatest variety of cyanoprokaryotes was found for the Schugor River. The obtained information gives the first idea of the algal flora of lakes, mires, small watercourses and supplemented the data on the cyanobacteria of the Schugor River in the protected area of the Yugyd Va National Park.

ЦИАНОБАКТЕРИИ ПОДВОДНОЙ ПЕЩЕРЫ САКАСКА (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Н.В. Суханова¹, С.Р. Ходжазода¹, А.Ю. Никулин², Р.З. Аллагуватова²,
Л.А. Гайсина¹

¹ Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,
Уфа, Россия

² ФИЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
Владивосток, Россия

E-mail: n_suhanova@mail.ru

На территории Республики Башкортостан на сегодняшний день насчитывается порядка тысячи учтенных спелеокадастром пещер. Многие из них являются природным и культурно-историческим наследием. Пещеры республики достаточно хорошо изучены на предмет выявления биоразнообразия цианобактерий и водорослей [1]. Объектом нашего исследования стала подводная пещера Сакаска – уникальный природный объект, расположенный на юго-западе Республики Башкортостан на территории Юмагузинского водохранилища. Пещера является выходом подземной реки, которая течет по Сумганскому плато. На сегодняшний день исследовано около 1 км пещерных ходов и залов. Сакаска претендует на звание самой глубокой и самой длинной подземной пещеры России, предположительно длина ее ходов может достигать порядка 20 км.

Целью данной работы являлось изучение разнообразия цианобактерий пещеры Сакаска.

В результате первой крупной спелеоэксспедиции в пещеру в октябре 2017 г. были отобраны две пробы (грунта и толщи воды) на глубине 60 м примерно в 500 м от входа в пещеру. Пробы изучали с использованием классических альгологических методов [2]: 1 мл пробы добавили в жидкую питательную среду Болда [3], далее несколько капель получившейся суспензии помещали в чашки Петри, в которые заранее заливали агаризованную питательную среду Болда. Чашки Петри помещали в люминостат и культивировали при 12 ч/12 ч света/темноты при 20 °С в течение двух недель, далее при 10 °С в течение двух месяцев. Затем выделяли клональные культуры, которые депонировали в коллекцию водорослей и цианобактерий Башкортостана (Bashkortostan Collection of Algae and Cyanobacteria – BCAC).

Морфологическую идентификацию цианобактерий производили с использованием микроскопа **Axio Imager A2 (Carl Zeiss) с реализацией ДИК-контраста** и системой визуализации **Axio Vision 4.9**, применив современные определители [4]. Микрофотографии выполняли при помощи камеры Axio Cam MRc при увеличении $\times 1000$.

Для определения ряда сопутствующих штаммов водорослей использовали методы молекулярно-генетического анализа. Выделение ДНК проводили с использованием набора GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit (Thermo Scientific). Предварительно производился отбор культуры во время экспоненциальной фазы роста и последующая концентрация клеточной массы центрифугированием с удалением супернатанта. Амплификация ITS-региона производилась в амплификаторе T100 Thermal Cycler (Bio-Rad Laboratories, Inc., США) с использованием набора MaximaTM Hot Start Master Mix (2X) (Fisher Scientific) и праймерами 1400m-F (5'-TTTGATACACCGCCCGTCGC-3') и Vir28S-D10R (5'-CGATTA GTCTTTCGCCSTATACCCAAAGTC-3'). Для проверки эффективности ПЦР и определения длины ПЦР-продукта фрагменты ДНК с маркером длин 100+ bp DNA Ladder (Евроген, Россия) разделяли горизонтальным электрофорезом в 1%-ном агарозном геле в присутствии бромистого этидия (0.3 мкл/мл) в 1Ч ТВЕ буфере (89 мМ трис-борат, 89 мМ борная кислота, 2 мМ ЭДТА, рН 8.0) при напряжении 120 В в течение 20 мин. при комнатной температуре. После проведения электрофореза гель фотографировали в проходящих УФ-лучах ($\lambda=290$ нм), используя систему гель-документации (Gel Doc XR, Bio-Rad Inc., Великобритания).

Циклическое секвенирование, которому предшествовала энзиматическая очистка ПЦР-продукта с реактивом ExoSAP-IT PCR Product Cleanup Reagent (Affymetrix Inc., США), проходило с

BigDye terminator v. 3.1 sequencing kit (Applied Biosystems, США) и праймерами 1400F и ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'). Нуклеотидные последовательности прямых и обратных цепей определяли на генетическом анализаторе ABI 3500 (Applied Biosystems, США) в Центре коллективного пользования «Биотехнология и генетическая инженерия» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток и собирали с помощью пакета программ Staden Package [5]. Полученные последовательности ITS-региона были аннотированы в базу данных GenBank под номерами доступа LT222500–LT223120 и сравнивались с таковыми, уже доступными в базе, посредством механизма поиска BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

В пробе толщи воды цианобактерии не выявлены. В ходе анализа пробы грунта со дна водоема пещеры Сакаска были выявлены 14 видов цианобактерий: *Calothrix elenkinii* Kossinskaja, cf. *Trichocoleus hospita* (Hansgirg ex Forti) Anagnostidis, *Cylindrospermum licheniforme* Kützing ex Bornet & Flahault, *Leptolyngbya foveolarum* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *L. tenuis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, cf. *Leptolyngbya*, cf. *Lynngbya*, *Microcoleus vaginatus* Gomont ex Gomont, *Nostoc* cf. *punctiforme* Hariot, *Phormidium* sp., *Pseudanabaena galeata* Böcher, *P. papillaterminata* (Kiselev) Kukk, cf. *Pseudanabaena*, *Stenomitos frigidus* (F.E. Fritsch) Miscoe & J.R. Johansen in Miscoe et al.

78.5% цианобактерий пещеры Сакаска представлены нитчатыми безгетероцистными видами, среди которых по видовому разнообразию преобладали виды родов *Leptolyngbya* Anagnostidis & Komárek и *Pseudanabaena* Lauterborn. Три вида (21.5% от числа обнаруженных видов) принадлежали к гетероцистным спорообразующим формам. Интересной морфологической особенностью цианобактериального сообщества являлась специфическая окраска трихом большинства видов, которая была серой, светло-серой либо светлой сине-зеленой. 64% видов имели ширину трихомов, не превышающую 1.5 мкм. Доминировали *Nostoc* cf. *punctiforme* и *Leptolyngbya foveolarum*.

Сопутствующие фотосинтезирующие микроорганизмы представлены одноклеточными зелеными водорослями *Deasonia proliferata* (T.R. Deason) H. Ettl & J. Komárek, *Mychonastes homosphaera* (Skuja) Kalina & Puncochárová, cf. *Chlorococcum*, cf. *Chlorolobion lunulatum* Hind, *Coelastrella corcontica* (T. Kalina & M. Puncochárová) E. Hegewald & N. Hanagata, *C. rubescens* (Vinatzer) Kaufnerová & Eliás, *Desmodesmus* sp. Кроме того, обнаружен панцирь диатомовой водоросли рода *Navicula* sp.

Молекулярно-генетический анализ штамма, по морфологическим признакам определенного как «*Chlorella vulgaris*», показал, что последовательность участка ITS имела наибольшее сходство со

штаммом *Coelastrella corcontica* (Kalina & Puncochárová) Hegewald & Hanagata CCALA GU461406 (идентичность 89–91%). Эти результаты еще раз подтверждают большую генетическую гетерогенность мелкоклеточных зеленых водорослей сферической формы и важность использования молекулярно-генетических методов для их корректной идентификации.

Таким образом, предварительное исследование таксономического состава цианобактерий подводной пещеры Сакаска показало их невысокое видовое разнообразие. Это можно объяснить тем, что представленные результаты не окончательны, предстоит работа по дальнейшему культивированию, выделению и определению видов. Представители отдела *Cyanobacteria* в цианобактериально-водорослевом ценозе доминируют. Это можно объяснить тем, что цианобактерии способны вегетировать в экстремальных местообитаниях, какими являются пещеры. Изучение пещеры Сакаска представляет большой интерес с точки зрения получения новых знаний о биоразнообразии микроорганизмов экстремальных местообитаний.

Литература

1. Абдуллин Ш.Р., Миркин Б.М. Экосистемный анализ пещер Республики Башкортостан // Вестник Академии наук РБ. 2013. Т. 18, № 2. С. 5–12.
2. Гайсина Л.А., Фазлутдинова А.И., Кабилов Р.Р. Современные методы выделения и культивирования водорослей : учебное пособие. Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. 152 с.
3. Bischoff H.W., Bold H.C. Phycological studies. IV. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. University of Texas Publications 6318, Austin, 1963. 95 p.
4. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. Elsevier GmbH, Munchen, 2005. 759 p.
5. Bonfield J.K., Smith K.F., Staden R. A new DNA sequence assembly program. Nucl. Acids. 1995. V. 23. P. 4992–4999. doi: 10.1093/nar/23.24.4992

CYANOBACTERIA OF THE UNDERWATER CAVE OF SAKASKA (REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

N.V. Sukhanova¹, S.R. Khojazoda¹, A.Yu. Nikulin², R.Z. Allaguvatova², L.A. Gaysina¹

¹ M. Akmulla Bashkir State Pedagogical University, Ufa, Russia

² Federal Scientific Center for the Biodiversity of Terrestrial Biota of East Asia, Far East Branch of the RAS, Vladivostok, Russia

Preliminary data on the biodiversity of cyanobacteria of a unique natural object – the underwater cave Sakaska, located in the southwest of the Republic of Bashkortostan, were obtained. 14 species of cyanobacteria in the soil sample from the bottom of the cave pond were identified. 78.5% of cyanobacteria were represented by filamentous non-heterocyst species, among which species of the genus *Leptolyngbia* Anagnostidis & Komárek and *Pseudanabaena* Lauterborn were dominated. The color of trichomes of the most species was gray, light gray, or light blue-green. 64% of species of cyanobacteria had a tri-

chomes narrow than 1.5 μm . The most frequent species were *Nostoc* cf. *punctiforme* Hariot and *Leptolyngbya foveolarum* (Gomont) Anagnostidis & Komárek. Associated photosynthetic microorganisms are represented by 7 species of unicellular green and one species of diatom algae.

ЦИАНОПРОКАРИОТЫ КАК КОМПОНЕНТ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *PELTIGERA*

Г.Н. Табаленкова, О.В. Дымова, Т.К. Головки
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия
E-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

Лишайники – устойчивая ассоциация гетеротрофного микобионта и фотобионта. У подавляющего большинства видов основным фотобионтом является зеленая водоросль, и только 10% всех лишайников содержат цианобактерию. Лишайники некоторых родов содержат оба типа фотобионтов. В таких случаях роль основного фотобионта, снабжающего гриб продуктами фотосинтетической ассимиляции, выполняют зеленые водоросли. Цианобактерии локализируются в цефалодиях и осуществляют процесс биологической азотфиксации, обеспечивая все компоненты ассоциации органическим азотом. В результате прямой фиксации N_2 из атмосферы цианолишайники вносят заметный вклад в азотный цикл экосистем, в некоторых случаях он может достигать 20 кг $\text{N}/\text{га}$ год. Азотфиксация является энергетически зависимым процессом. Для превращения одной молекулы N_2 в две молекулы NH_3 необходимо восемь электронов и 16 Mg-зависимых АТФ. Ионы аммония токсичны и быстро превращаются в другие азотсодержащие продукты (например, глутамин), которые могут накапливаться, не проявляя токсичности, или используются в процессах аминирования альфа-кетокислот и трансаминирования.

Бореальные леса европейского северо-востока России благодаря разнообразию типов (ельники, сосняки, осинники и др.), стабильности микроклимата, наличию разнообразных субстратов, сравнительно небольшому антропогенному давлению благоприятны для обитания лишайников. В Республике Коми в настоящее время известно 983 вида лишайников, из них 113 (т.е. 11.5%) являются цианобионтными [1].

Нами получены данные о накоплении азота, азотсодержащих соединений и содержании фотосинтетических пигментов в талломах 10 видов наиболее распространенных цианолишайников рода *Peltigera* (*P. malacea*, *P. canina*, *P. membranacea*, *P. scarbosa*, *P. ponoen-jensis*, *P. rufescens*, *P. leucophlebia*, *P. praetextata*, *P. neopolydactyla*, *P. aphtosa*). Цианобактерии у этих лишайников представлены вида-

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-------------------|---|
| Предисловие | 3 |
|-------------------|---|

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|--|----|
| Астафьева М.М. Древнейшие ископаемые цианобактерии | 5 |
| Барина С.С. Экологические группировки цианобактерий и макроклиматические факторы, влияющие на их распространение | 9 |
| Белых О.И., Тихонова И.В., Кузьмин А.В., Сороковикова Е.Г., Потапов С.А., Галкин А.В., Федорова Г.А. Токсин-продуцирующие цианобактерии в озере Байкал и водоемах Байкальского региона | 13 |
| Воякина Е.Ю., Русских Я.В., Чернова Е.Н., Жаковская З.А. Распространение цианобактерий и их метаболитов в озерах северо-запада Российской Федерации | 17 |
| Давыдов Д.А., Патова Е.Н., Шалыгин С.С., Вильнет А.А., Новаковская И.В. Проблема скрытого разнообразия цианопрокариот арктических территорий | 22 |
| Кокшарова О.А. Функции вторичных метаболитов цианобактерий: история вопроса и современное состояние | 29 |
| Корнева Л.Г. Состав и экология цианобактерий в водохранилищах Волго-Донского бассейна | 32 |
| Лось Д.А., Миронов К.С., Синетова М.А. Молекулярные триггеры стрессовых ответов у цианобактерий | 37 |
| Намсараев З.Б. Массовое развитие фототрофных микроорганизмов в водоемах России: экологические и социально-экономические эффекты | 40 |
| Новаковский А.Б., Новаковская И.В. ExStatR – расширение Excel для статистической обработки данных в экологии | 41 |
| Патова Е.Н., Сивков М.Д. Бриофитные ассоциации азотфиксирующих цианобактерий бореальных болот средней тайги | 45 |
| Prashant Singh The taxonomy of the heterocytous cyanobacteria: the past, the present and the future | 48 |

| | |
|--|----|
| Садогурская С.А., Белич Т.В., Садогурский С.Е. Суанорокагуота эпилитона супралиторали морских берегов Крымского полуострова | 49 |
| Сиделев С.И., Семенова А.С. Экологическая роль цианобактериальных токсинов (микроцистинов) в водных экосистемах | 54 |
| Shalygin S.S. Utilization of the megaphylogenies in cyanobacterial systematic | 58 |

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|--|----|
| Аверина С.Г., Полякова Е.Ю., Гаврилова О.В., Карапетян М.А., Пиневич А.В. Описание новых кластеров одноклеточных цианобактерий в рамках ревизии полифилетичного рода <i>Synechocystis</i> | 59 |
| Аллагуватова Р.З., Абдуллин Ш.Р. Изучение биоразнообразия цианобактерий вулканических грунтов и почв Курило-Камчатского вулканического пояса | 62 |
| Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А., Тарадайко М.Н. Экотоксичность воды Цимлянского водохранилища в период цианобактериального «цветения» по набору биотестов | 64 |
| Барсукова Н.Н. Цианопрокариоты нижнего течения реки Иртыш и его притоков | 68 |
| Бачура Ю.М. Цианобактерии почв Гомельского региона | 71 |
| Безденежных К.А., Кондакова Л.В. Цианофлора в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» | 74 |
| Благодатских Я.Ю., Домрачева Л.И., Ковина А.Л., Вахмянина С.А., Огородникова С.Ю. Влияние цианобактерии <i>Fisherella muscicola</i> и ее культуральной жидкости на подавление действия фузариозной инфекции ячменя сорта Изумруд | 78 |
| Briškaitė R., Rasimavičius M. Collection of cyanobacteria in Vilnius University Herbarum | 81 |
| Величко Н.В., Павлечко А.Г., Макеева А.С., Пиневич А.В. Таксономический состав антарктических микробиомов с участием цианобактерий (цианопрокариотов) | 83 |
| Веселова Е.В., Фокина А.И., Огородникова С.Ю. Особенности использования тетразольно-топографического метода определения токсичности растворов с помощью почвенных цианобактерий | 84 |
| Виноградова О.Н. Род <i>Scytonema</i> sensu lato во флоре Украины: экологическое разнообразие и перспективы его выявления в рамках комплексного подхода | 87 |

| | |
|---|-----|
| Воденеева Е.Л., Охалкин А.Г., Кулизин П.В., Старцева Н.А., Шарагина Е.М. | |
| Цианобактерии Чебоксарского водохранилища и его притоков (Нижегородская область) | 91 |
| Габышев В.А., Иванова А.П. | |
| Суанорокарыота устьевого области реки Лены | 94 |
| Gaysina L.A., Saraf A., Allaguvatova R.Z., Polokhin O.V., Singh P. | |
| Taxonomic evaluation of new genus of cyanobacteria from Kuril Islands ... | 98 |
| Гайсина Л.А., Фазлутдинова А.И., Мухина О.Н., Ахмадеева Л.Ф., Бульгин А.О., Рогозин Д.Ю. | |
| Предварительные сведения о цианобактериально-водорослевых сообществах литорали меромиктического озера Шира (Республика Хакасия, Россия) | 100 |
| Глущенко Г.Ю. | |
| Цианопрокариоты нижнего Дона в 2017-2018 годах | 104 |
| Гольдин Е.Б. | |
| Современные представления о биоцидном действии цианобактерий: токсичность или проявление биологической активности | 108 |
| Горин К.К., Белякова Р.Н. | |
| Предварительные данные о бентосных Суанорокарыота восточной части Финского залива Балтийского моря | 112 |
| Григорьева Н.Ю., Жангиров Т.Р., Перков А.С., Иванова С.А., Лисс А.А., Снарская Д.Д., Чистякова Л.В. | |
| Использование нейронных сетей при мониторинге токсичных цианобактериальных «цветений» | 115 |
| Домрачева Л.И., Фокина А.И. | |
| Роль цианобактерий в стабилизации почвенных экосистем | 119 |
| Дорохова М.Ф., Двуреченская Е.Б. | |
| Реакция цианобактерий на загрязнение почвы углеродным топливом в полевом эксперименте | 123 |
| Дуб С.А., Мельничук О.Ю. | |
| Известковые цианобактерии и кальцимикробы в верхнем девоне и нижнем карбоне восточного склона Среднего Урала | 127 |
| Егорова И.Н., Максимова Е.Н., Тушикова (Шамбуева) Г.С. | |
| Цианопрокариоты из наземных местообитаний гор Южной Сибири и Северной Монголии | 131 |
| Еремкина Т.В. | |
| Суанорокарыота (Cyanobacteria) водоемов Свердловской области (Средний Урал) | 133 |
| Жегалло Е.А. | |
| Биогенное происхождение фосфоритов и роль цианобактерий в их образовании | 138 |
| Женавчук О.Ф., Карбышева Е.А., Михеева Л.Е. | |
| Гетероцистные цианобактерии в ассоциации с <i>Marchantia polymorpha</i> : новые изоляты из Подмосковья | 142 |
| Зайцева Л.В. | |
| Тромболиты и строматолиты лагуны де Лос-Сиснес (Чилийская Патагония) | 146 |

| | |
|---|-----|
| Зубишина А.А., Матвеева К.А., Зайцева Ю.В., Сиделев С.И. Поиск штаммов бактерий с антицианобактериальной активностью для биологического контроля «цветения» воды | 151 |
| Каткова В.И., Митюшева Т.П. Биокристаллогенезис в цианобитах из водных систем европейского Севера | 156 |
| Кезля Е.М., Мальцев Е.И., Мартыненко Н.А., Кривова З.В., Куликовский М.С. Разнообразие цианопрокариот некоторых водоемов города Москва | 160 |
| Коваль Е.В., Огородникова С.Ю. Влияние цианобактериальной инокуляции на жизнедеятельность растений в условиях химического загрязнения | 162 |
| Колотилова Н.Н. Вопросы изучения цианобактерий («циановых водорослей») в научном наследии Г.А. Надсона | 166 |
| Куприянова Е.В., Синетова М.А., Миронов К.С., Леусенко А.В., Габриелян Д.А., Пронина Н.А. Потенциальное участие наружных карбоангидраз цианобактерий в CO ₂ -концентрирующем механизме | 171 |
| Курашов Е.А., Батаева Ю.В., Крылова Ю.В., Саткалиева М.С. Изучение состава низкомолекулярных метаболитов цианобактерий и микроводорослей в накопительной культуре и оценка перспектив их применения в борьбе с «цветением» воды | 175 |
| Макаренко С.Н., Иванов А.А. Микробиальные микроструктуры в нижнекембрийских отложениях Сибири | 180 |
| Макеева Е.Г. Цианопрокариоты некоторых водных объектов урочища Сорочаозерки (Республика Хакасия) | 182 |
| Малахова Н.А. Участие <i>Syano bacteria</i> в структуре почвенной биоты дерново-подзолистых почв зрелых таежных экосистем Западной Сибири | 186 |
| Мальцев Е.И., Кезля Е.М., Мальцева С.Ю., Куликовский М.С. Разнообразие представителей рода <i>Nostoc</i> в степной зоне Украины | 188 |
| Мартыненко Н.А., Гусев Е.С., Кезля Е.М., Куликовский М.С. Молекулярно-генетическая идентификация токсигенных цианопрокариот в некоторых водоёмах города Москвы | 192 |
| Матвеев В.А. Строматолиты – индикаторы биогеологических событий в раннем палеозое (Тимано-Североуральский регион) | 193 |
| Миронов К.С., Леусенко П.А., Куприянова Е.В., Синетова М.А., Лось Д.А. Секвенирование генома консорциума IPPAS B-1204, состоящего из цианобактерии <i>Leptolyngbya</i> sp. и альфа-протеобактерии <i>Porphyrobacter</i> sp. | 197 |

Мирошниченко Е.С.

Разработка методики количественного учета цианобактерий при микробиологическом исследовании эпилитона 199

Михайлюк Т.И., Глазер К., Карстен У.

Роль цианобактерий в формировании биологических почвенных корочек приморских песчаных дюн (Балтийское море, Германия) 203

Новаковская И.В., Дубровский Ю.А., Патова Е.Н., Новаковский А.Б., Стерлягова И.Н.

Влияние основных экологических факторов на видовое разнообразие цианопрокариот и водорослей в наземных экосистемах Северного Урала 207

Патова Е.Н., Анисимова О.В.

Азотфиксирующие цианопрокариоты лесного заболоченного озера (район Кандалакшского залива) 211

Петрухина Д.И.

Низкотемпературная консервация *Glaucospira laxissima* (G.S. West) ... 212

Родина О.А., Никитина В.Н., Власов Д.Ю.

Экологические характеристики цианопрокариот в литобионтных сообществах на поверхности гранитов-рапакиви 215

Самойленко В.М., Свирид А.А.

Роль цианопрокариот в фитопланктоне водоема-охладителя 219

Самылина О.С., Намсараев З.Б., Турова Т.П.

Роль цианобактерий в фиксации азота в содовых озерах Кулундинской степи 222

Сапожников Ф.В., Калинина О.Ю.

Структура и пространственная организация цианобактериальных сообществ оазиса Бангера (Антарктида) 226

Семенова Л.А., Ярушина М.И.

К флоре Суанорпрокариота Тазовской губы (Западная Сибирь) 231

Сенатская Е.В., Аверина С.Г., Пиневиц А.В.

Новые представители цианобактерий с пигментами, поглощающими дальний красный свет 234

Singh Ya.

Diversity of Cyanobacteria in Hot Water Springs and Cold Desert of North-Western Himalayas, India 238

Синетова М.А., Стариков А.Ю., Маркелова А.Г., Сидоров Р.А., Габриелян Д.А., Мессинева Е.М., Козлова А.Ю., Александрова Е.А., Самылина О.С.

Экофизиологическая характеристика штаммов рода *Cyanobacterium* ... 239

Смирнова С.В.

Водорослевые сообщества водоемов оазиса Ширмахера, Восточная Антарктида 243

Снарская Д.Д., Емельянова М.С., Григорьева Н.Ю., Чернова Е.Н., Русских Я.В., Чистякова Л.В.

Перспективы использования коллекции CALU в исследовании различных аспектов цианобактериальных «цветений» 247

| | |
|--|-----|
| Сниттько Л.В. Разнообразие цианобактерий в загрязненных металлургическим производством водных экосистемах (Южный Урал) | 250 |
| Стерлягова И.Н. Цианопрокариоты в водоемах бассейна реки Щугор (Приполярный и Северный Урал) | 253 |
| Суханова Н.В., Ходжазода С.Р., Никулин А.Ю., Аллагуватова Р.З., Гайсина Л.А. Цианобактерии подводной пещеры Сакаска (Республика Башкортостан) | 255 |
| Табаленкова Г.Н., Дымова О.В., Головки Т.К. Цианопрокариоты как компонент лишайников рода <i>Peltigera</i> | 259 |
| Теренько Г.В. Аномальное «цветение» воды в Одесском заливе Черного моря водорослью <i>Nodularia spumigena</i> Mertens ex Bornet et Flahault (Суаноргокагуота) в июне 2019 года | 263 |
| Тикушева Л.Н., Патова Е.Н. Изменение альгоценозов в зоне влияния магистрального газопровода (Большеземельская тундра, Полярный Урал) | 268 |
| Tikhonova I.V., Timoshkin O.A., Sorokovikova E.G., Kuzmin A.V., Ivacheva M.A., Krasnopeeov A.Yu., Galachyants A.D., Zhuchenko N.A., Belykh O.I. Biofouling cyanobacteria <i>Microcoleus autumnalis</i> from lake Baikal | 272 |
| Трухницкая С.М. Цианопрокариоты в почвах Красноярского края | 273 |
| Фокина А.И., Домрачева Л.И., Скугорева С.Г., Трушников П.А. Цианобактерии <i>Nostoc paludosum</i> как тест-организмы, продуценты биологически активных веществ и сорбенты тяжелых металлов | 276 |
| Фокина А.И., Домрачева Л.И., Ковина А.Л., Вахмянина С.А., Трушников П.А. Исследование биологической активности экзаметаболитов цианобактерии <i>Nostoc paludosum</i> | 279 |
| Цыренова Д.Д., Бархутова Д.Д. Цианобактерии экстремальных экосистем Забайкалья | 283 |
| Шарагина Е.М., Воденеева Е.Л., Бондарев О.О., Охупкин А.Г. Состав и экологическая характеристика цианопрокариот устьевоего участка реки Оки | 286 |
| Широких И.Г., Домрачева Л.И., Ковина А.Л., Фокина А.И., Козылбаева Д.В., Короткова А.В., Назарова Я.И., Малинина А.И. Эффекты взаимодействия цианобактерий и стрептомицетов для экологически безопасной защиты растений от фитопатогенов | 290 |
| Яровой С.А. Морфологические особенности и возрастные изменения <i>Hydrocoleum homoeotrihum</i> Kützing ex Gomont 1892 в условиях культуры | 294 |