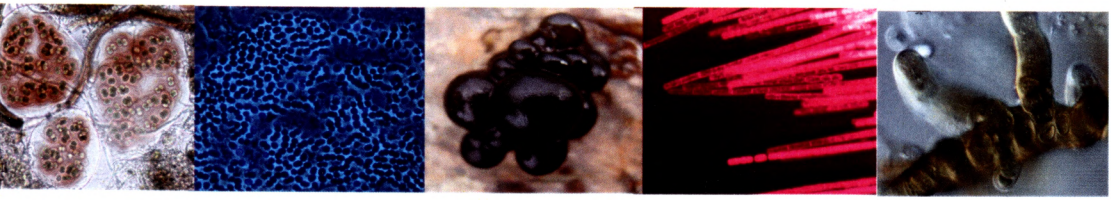


ЦИАНОПРОКАРИОТЫ/ЦИАНОБАКТЕРИИ: систематика, экология, распространение

Материалы докладов II Международной научной школы-конференции

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

II Международная
научная школа-конференция

«Цианопрокариоты/цианобактерии:
систематика,экология,распространение»

SYKTYVKAR
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

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

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. Огродовая

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. Ogrodovaya

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

ISBN 978-5-6042182-7-3

© ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

РОЛЬ ЦИАНОПРОКАРИОТ В ФИТОПЛАНКТОНЕ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ

В.М. Самойленко[1], А.А. Свирид[2]
[1] Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
[2] Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка, Минск, Беларусь
E-mail: *versam@tut.by*

Озеро Лукомское (Витебская область, Беларусь) является одним из крупнейших в Беларуси, его площадь составляет 36.7 км^2, средняя глубина – 6.7 м, максимальная глубина – 11.5 м. С начала 1970-х гг. используется в качестве водоема-охладителя тепловой электростанции. В 1989 г. на сбросном канале ТЭС введен в эксплуатацию садковый комплекс по выращиванию карпа, который стал мощным источником биогенных элементов. Результаты первых исследований фитопланктона, относящиеся к 1930-м гг. [1], свидетельствовали о преобладании в фитопланктоне, в том числе летом, диатомовых водорослей. Отмечались кратковременные «вспышки» численности *Gloeotrichia echinulata* (J.S. Smith.) P. Richt., вызывающие «цветение» воды. Численность фитопланктона колебалась от 23.5 до 43.2 млн кл./дм^3.

В первое 10-летие после пуска ТЭС летняя биомасса фитопланктона была невысокой – 1.4–5.4 г/м^3. В этот период влияние подогрева на экосистему компенсировалось бурным развитием популяции дрейссены, вселившейся в водоем в конце 1960-х гг. Цианопрокариоты развивались слабо, их летняя численность варьировала в диапазоне 0.01–3.21 млн кл./дм^3, биомасса – 0.02–0.48 г/м^3. Цианеи составляли 21% общей численности и 4% биомассы. Обычными представителями были виды родов *Gomphosphaeria* Kütz., *Oscillatoria* Vauch., *Gloeocapsa* (Kütz.) et Hollerb., *Microcystis pulverea* (Wood.) Elenk. f. *pulverea*. Ни один из видов не развивался массово.

В 1980-е гг. с ростом фосфорной нагрузки все большее значение приобретают цианопрокариоты. Их средняя удельная численность возросла по сравнению с 1970-ми гг. в 2.5 раза, биомасса – в шесть раз. В течение летней стагнации наблюдались один или два максимума биомассы, отмечалось «цветение» воды, которое со временем усиливалось. В разные годы агентами «цветения» выступали *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *M. pulverea*, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Born. et Flah., *Merismopedia tenuissima* Lemm., *Sinechocystis aquatilis* Sauv. Иногда фиксировали несколько кратковременных вспышек *Gloeotrichia echinulata*. Часто в период «цветения» происходила смена одного вида другим. Численность видов рода *Microcystis* в период «цветения» в поверхностных горизонтах

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

достигала 75.0 млн кл./дм^3, а в среднем для этого периода – около 10 млн кл./дм^3. Суммарная биомасса водорослей колебалась в пределах 3.5–8.3 г/м^3 и в среднем составила 5.8 г/м^3. Доля цианопрокариот достигала 89% численности и 53% биомассы сообщества.

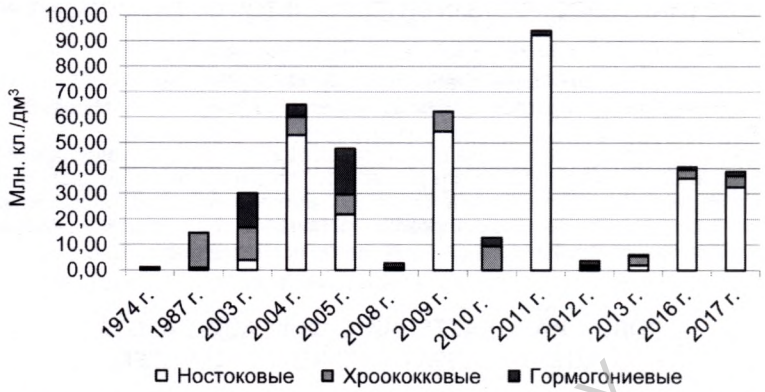
Усиление вегетации цианопрокариот продолжалось в 1990-е гг. Основная роль принадлежала представителям рода *Microcystis*. Так, в 1992 г. численность их клеток в 1 л поверхностных горизонтов достигала 284.3 млн при средней для озера 80.1 млн. Вклад в общую численность достигал 90%, общую биомассу – 80%. Интенсификация эвтрофирования была обусловлена вводом в эксплуатацию садкового комплекса. Не утилизированные корма и экскременты рыб стали мощным дополнительным источником биогенных элементов в экосистеме водоема. Средняя численность водорослей для этого периода составила 38.2 млн кл./дм^3, биомасса – 5.6 г/м^3.

Начало 2000-х гг. характеризуется значительным усилением темпов эвтрофирования. В этот период наряду с ростом вегетации цианопрокариот возрастает значение диатомовых водорослей, которые составляли 21% численности и 62% биомассы сообщества. Диапазон численности фитопланктона укладывался в пределы 53–90 при средней для данного периода 76.5 млн кл./дм^3. Относительная численность цианей достигала в среднем 72%. Общая биомасса фитопланктона заключалась в пределах 31.8–42.4 г/м^3, в среднем составила 37.2 г/м^3. На долю цианопрокариот приходилось 23% всей биомассы.

До 2005 г. сообщество носило полидоминантный характер. Как правило, комплекс доминант составляли цианеи, и только в 2003 г. доминировала *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim. с численностью 22 млн кл./дм^3. Массовыми видами цианей в разные годы были *Aphanizomenon flos-aquae, Aph. elenkinii* Kissel., *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom. Преобладавший ранее *Microcystis aeruginosa* стал менее многочисленным и перешел в ранг субдоминантов. Максимальных значений в этот период достигала плотность *Aphanizomenon flos-aquae* (50 млн кл./дм^3 в 2004 г.).

Последующие годы характеризуются значительными колебаниями интенсивности вегетации цианопрокариот, которые определяют уровень развития всего сообщества в целом: периоды слабой вегетации фитопланктона (5.8 млн кл./дм^3 – 2008 г.) чередуются с максимально высокими значениями численности (98.7 млн кл./дм^3 – 2011 г.), что в значительной мере обусловлено погодно-климатическими условиями на фоне сохраняющейся высокой фосфорной нагрузки. В августе 2011 г. содержание PO_4^{3-} в водной толще достигло наибольшего за весь период значения – 0.16 мгР/дм^3. Облик фитопланктона определяет *Aphanizomenon flos-aquae*, который все чаще становится единственным доминантом, достигая числен-

РЕПОЗИТОРИЙ БГУ



Изменение численности водорослей разных классов цианопрокариот в процессе эвтрофирования водоема-охладителя.

ности 27.03–92.34 млн кл./дм³ (62–94% всей численности сообщества). Рекордно высокая плотность афанизоменона отмечена в августе 2011 г. в подогреваемой части акватории водоема-охладителя – 172 млн кл./дм³. В годы со слабым развитием *Aph. flos-aquae* сообщество имело полидоминантный характер с преобладанием представителей рода *Anabaena* (*A. spiroides* Kleb., *A. flos-aquae* Bréb. ex Born, *A. planctonica* Brunnth.), *Aphanizomenon elenkinii*, *Sinechocystis aquatilis*, *Planktolyngbia sp.*

Изменение численности водорослей разных классов цианопрокариот в процессе эвтрофирования водоема-охладителя представлено на рисунке.

Таким образом, сукцессия доминирующего комплекса фитопланктона водоема-охладителя по мере нарастания его эвтрофирования заключается в смене хроококковых, представленных в основном микроцистисами, ностоковыми с преобладанием афанизоменонов. Гормогониевые, среди которых преобладала *Pseudanabaena limnetica* Lemm., играли заметную роль на первых этапах интенсификации эвтрофирования водоема.

Преобладание гетероцистных форм, способных фиксировать атмосферный азот, свидетельствует о высокой концентрации фосфора в экосистеме, несмотря на прекращение работы садкового комплекса.

Литература

1. Акимова О.Д. К флоре озер Белоруссии // Ученые записки химического и биологического факультетов БГУ. 1936. Т. 28. С. 129–175.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ