

УДК 582.26(571.56)

СТРУКТУРА И ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОДОРΟΣЛЕЙ ТЕХНОГЕННЫХ ВОДОЕМОВ (БАССЕЙН Р. АНАБАР, СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЯКУТИЯ)

Копырина Л.И.

ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны» СО РАН, Якутск, e-mail: l.i.kopyrina@mail.ru

На основании полевых и стационарных исследований приведены структура и видовой состав, численность, биомасса и эколого-географические характеристики водорослей техногенного Участка-1 бассейна реки Анабар. По результатам исследований с 2012 по 2015 г. выявлено всего 34 таксона из 5 отделов водорослей. Наибольшим видовым разнообразием отличились диатомовые и сине-зеленые водоросли. По численности и биомассе клеток лидируют сине-зеленые и зеленые и диатомовые. Однако, по сравнению с исходной речной биотой, структура и видовой состав исследованной альгофлоры Участка-1 по-прежнему остаются бедными, что можно объяснить продолжительным периодом формирования фитопланктона при экстремально суровых экологических условиях местообитания. Экологический анализ выявленных видов свидетельствует о том, что в изученном Участке-1 преобладают бентосные и эврибионтные виды.

Ключевые слова: водоросли, видовой состав, численность, биомасса, бассейн, река, Анабар, Республика Саха (Якутия).

STRUCTURE AND SPECIES COMPOSITION OF ALGAE OF TECHNOGENIC RESERVOIRS (OF THE RIVER BASIN ANABAR, NORTH WEST YAKUTIA)

Kopyrina L.I.

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, e-mail: l.i.kopyrina@mail.ru

Based on field and stationary surveys the structure and species structure, number, biomass and ekologo-geographical characteristics of algae of a technogenic Site-1 of a river basin Anabar are given. By results of researches from 2012 to 2015 only 34 taxons from 5 divisions of algae are revealed. Diatomovy and blue-green seaweed have caused a stir in the greatest specific variety. On the number and biomass of cages are in the lead blue-green and green and diatomovy. However, in comparison with an initial river biota, the structure and specific structure researched Site-1 algoflor still remains to the poor that it is possible to explain with the long period of forming of phytoplankton under extremely severe ecological conditions of a habitat. The ecological analysis of the revealed types demonstrates that in the studied Site-1 bentosny and evribiontny types prevail.

Keywords: algae, species composition, number, biomass, pool, river, Anabar, Republic of Sakha (Yakutia).

Река Анабар – самая крупная река у северо-западной границы Республики Саха (Якутия). Берет начало от слияния рек Большая и Малая Куонамка и впадает в море Лаптевых. Длина реки – 939 км (с Большой Куонамкой), площадь её водосборного бассейна – 100 тыс. км². Большая часть бассейна р. Анабар расположена в пределах Северо-Сибирской низменности и верхняя часть на Анабарском массиве. Питание в основном снеговое и дождевое. Средний годовой расход 498 м³/сек. Ледостав с конца сентября по начало июня составляет около 253 суток [13].

Исследуемый район находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Нижняя граница многолетней мерзлоты предположительно находится на глубине около 800 м. Верхняя граница определяется мощностью деятельного слоя, достигающей в конце июля 0,8 м.

Водоросли бассейна реки Анабар изучены недостаточно, и изучение касалось лишь водорослей самой реки. Первые альгологические сборы по реке Анабар, от устья р. Эбелях до устья р. Анабар, были проведены ихтиологом Кирилловым А.Ф., в июне-июле 1967 г. Результаты исследований опубликованы в работах [2; 3; 7; 8]. Впоследствии эти работы стали основой систематического списка водорослей реки Анабар и её бассейна в обобщающих монографиях: «Разнообразие растительного мира Якутии» [10], «Флора Якутии: географический и экологический аспекты» [12] и «Flora of Yakutia: Composition and Ecological Structure» [14]. В дальнейшем альгологические исследования проводились на пойменных озерах [9] и на р. Анабар [5].

Водоросли техногенных водоемов в бассейне реки Анабар, сформировавшихся в результате добычи открытого месторождения россыпного алмаза, изучаются впервые.

Цель настоящей работы – изучение структуры, видового состава и экологических характеристик водорослей в техногенных водоемах бассейна реки Анабар.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили результаты полевых наблюдений, выполненных автором в период 2012-2015 гг. на техногенных водоемах, отработанных в 2005, 2007, 2013 гг. в районе деятельности ОАО «Алмазы Анабара». Большинство исследованных участков были обследованы во время биологической рекультивации на водоемах. Наблюдения проводились с 2012 по 2015 г. в разное время: в 2012-2013, 2015 годах поздней осенью (август-сентябрь), а в 2014 году ранним летом (июнь). Собрано и обработано более 200 проб фитопланктона и фитоперифитона. Для дальнейшего изучения собранного материала фиксировали его 40%-ным раствором формалина.

При проведении полевых исследований на всех точках отбора проб измерялась температура воды, определялась прозрачность, цвет, запах и pH. Сбор и обработка материалов проводились по общепринятым в альгологии методам исследований [4; 6; 11], идентификация их проведена автором в лаборатории флористики и геоботаники ИБПК СО РАН с использованием отечественных и зарубежных определителей и микроскопа Микмед-6. Для определения диатомовых водорослей изготовлено 25 постоянных препаратов путем прокаливания и заключения клеток (створок) в формальдегидную смолу.

Экология и географическое распространение водорослей даны по литературным источникам [1]. При этом учитывались не только виды, но и внутривидовые таксоны, т.к. многие из них обладают характерной экологией и распространением.

Результаты исследования и их обсуждение

Техногенный водоем Участок-1 отработан в 2005 году, нами исследуется с 2012 г. Длина составляет 105 м, ширина от 80 м, глубина в некоторых местах достигает до 5 м.

Температура воды в разные периоды отбора проб воды колебалась от 7.0 до 16.2 °С, прозрачность от 0.45 до 1.5-2 м.

По гидрохимическому составу воды не агрессивные, обладают нейтрально-слабощелочной реакцией. Кислородный режим в пределах нормы. По компонентному составу главных ионов воды гидрокарбонатно-сульфатного класса, магниевой группы, II-III типа, мало-среднеминерализованные, мягкие-среднежесткие. Для данных водоемов характерно повышенное содержание азота аммонийного, азота нитритного и показателей цветности. Также характерно повышенное содержание нефтепродуктов, которое указывает на локальное антропогенное воздействие.

В 2012 г. по результатам исследований водорослей фитоперифитона Участка-1 выявлено 13 видов водорослей: диатомовых 5 видов, зеленых и сине-зеленых по 4 вида. Диатомовые водоросли представлены широко распространенными видами, обитающими в обрастаниях всех типов водоемов: *Fragilaria berolinensis* (Lemm.) Lange-Bertalot – встречался на растительном субстрате в виде пучковидно-звездчатой колонии; *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun. – на различных субстратах, криофил, индифферент, олигогалоб, космополит; *Cymbella cistula* (Ehr.) Kirchn.– олигогалоб, литоральный вид; *Navicula lanceolata* (Ag.) Kütz. – пресноводно-солонатоводный вид, олигогалоб, индифферент, встречен в грунтах литорали водоема. В этом же году найден новый для альгофлоры Якутии вид из диатомовых *Cymbella cistula* var. *arctica* Lagerst., известен из устья реки Енисей, Медвежьих островов (оз. Байкал), а также редко встречающийся пресноводный арктический вид *Achnanthes fragilarioides* Krasske, который известен в планктоне стоячих водоемов Земли Франца-Иосифа и острова Ян-Майен.

Немаловажным фактором было отсутствие пригодных для развития водорослей субстратов. В то же время в мелководной части отстойника отличались обилием диатомовые водоросли - в обрастаниях породы камней виды родов *Fragilaria*, *Navicula*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Gomphonema*.

Сине-зеленые в планктоне и в обрастаниях постоянны: *Merismopedia glauca* (Ehr.) Näg. – обитающий в стоячих и слабо текущих водах между другими водорослями; *Oscillatoria planctonica* Wołosz. – в планктоне стоячих и текущих водах; *Lyngbya kützingii* (Kütz.) Schmidle – в стоячих и текущих водах эпифитно на нитчатых водорослях и высших водных растениях.

Хлорококковые зеленые водоросли представлены видами *Tetraëdron incus* (Teil.) G.M. Smith и *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., предпочитающими загрязненные воды, встречены в толще воды, единично. Обнаружен обычный вид *Oedogonium undulatum* (Bréb.)

A.Br. – развивающийся в обрастаниях мхов и высших водных растений. Из десмидиевых водорослей обнаружен *Closterium attenuatum* Ehr., который развивался в бентосе.

Если сравнить видовой состав альгофлоры Участка-1 в разные годы исследования, то можно отметить, что число видов практически одинаковое, но меняются доминирующие отделы. Так в 2012 году – 13 видов, в 2013 – 14, в 2014 – 13 видов с доминированием диатомовых водорослей, а в 2015 году выявлено 11 видов, где преобладали сине-зеленые виды водорослей.

В летне-осенний период 2015 г., кроме ранее найденных видов, выявлены в толще воды виды из сине-зеленых водорослей: *Oscillatoria amoena* (Kütz.) Gom., *O. deflexoides* Elenk. et Kossinsk., *O. geminata* (Menegh.) Gom., *O. mirabilis* Böcher., *O. planctonica* и *Anabaena verrucosa* V.-Peters. Известно, что в отличие от других водорослей некоторые представители сине-зеленых встречаются на почвах, участвуя в почвообразовании, и способны фиксировать свободный азот атмосферы, способствуя тем самым ее обогащению. Как существенная составная часть планктона, они играют некоторую роль в питании рыб (главным образом в качестве пищи для зоопланктона, поедаемого рыбами). И являются одним из важных компонентов экосистемы грунта и дна водоемов.

Кроме сине-зеленых, найдены диатомовые – *Neidium iridis* var. *diminutum* (Pant.) Wisl. et Kolbe. Неблагоприятными физико-химическими условиями водной среды объясняется преобладание в составе семейств *Naviculaceae* и *Cymbellaceae*, в совокупности они составляют более половины общего числа видов. Семейства, характерные для альгофлоры естественных тундровых озер, представлены слабо. Наиболее разнообразными в отстойниках являются роды – *Navicula*, *Neidium* и *Cymbella*, формирующие основную часть видового состава. Эти особенности таксономической структуры определяются устойчивостью и высокой приспособляемостью многих представителей данных родов.

Зеленые водоросли немногочисленны, всего обнаружено три вида: нитчатая форма *Oedogonium undulatum* и планктонные виды – *Closterium tumidum* Grun., *Cosmarium botrytes* Menegh.

Из представителей желто-зеленых водорослей, предпочитающих кислую реакцию среды, встречен один вид с нитчатой формой – *Tribonema spirotaenia* Ettl.

Показатели количественного развития водорослей в среднем для Участка-1 составляют 243 тыс. кл./л и 0.0001 мг/л. По численности клеток лидируют сине-зеленые, зеленые и диатомовые. Значительную долю в общей численности составляют желто-зеленые, вклад золотистых невелик. Значительную роль в формировании биомассы играют сине-зеленые и зеленые водоросли.

В целом за четыре года исследований в техногенном водоеме Участка-1 зарегистрировано 34 вида водорослей из 5 отделов, с доминированием диатомовых – 15 видов, сине-зеленых – 9, и зеленых - 8 видов. Золотистых и желто-зеленых выявлено по 1 виду. Малое обилие и разнообразие водорослей обусловлено, в первую очередь, низкой температурой вод (от 7.0 до 16.2 °С).

Анализ таксономической структуры фитопланктона исследованных водоемов характеризуется бедностью видового состава и низким уровнем развития. Количественные показатели распределения видового разнообразия в таксономических спектрах обнаруживают большой разрыв между первым (ведущим) и следующим за ним членом спектра на уровне отделов, семейств и родов. Высокая степень асимметричности таксономической структуры позволяет судить об упрощенной организации альгоценозов, что объяснимо экстремальностью экологических условий периода становления водорослей. Таксономические спектры являются отражением гидрологических и физико-гидрохимических условий исследованных водоемов субарктической зоны Якутии: искусственные водоемы, с низкой температурой и минерализацией воды, невысокое содержание биогенных элементов и органических веществ. Это приводит к медленному развитию фитопланктона или приспособлению от речного к стоячим условиям обитания.

В экологическом анализе по местообитанию преобладали бентосные виды, по солености индифференты, по рН среды алкалифилы, по географическому распространению космополиты. Среди них имеются виды с широкой экологической амплитудой (эврибионты), способные обитать в широком спектре местообитаний: *Oscillatoria planctonica*, *Dinobryon divergens* Imh., *Achnanthes lanceolata*, *Scenedesmus quadricauda*. Меньше всего выявлены золотистые и желто-зеленые виды водорослей.

Выводы

Таким образом, за периоды исследований в составе альгофлоры Участка-1 зарегистрировано 34 вида водорослей из 22 родов, 19 семейств и 5 отделов. Значительным видовым разнообразием отличились диатомовые и сине-зеленые водоросли. По численности клеток лидируют сине-зеленые, зеленые и диатомовые, а по биомассе сине-зеленые и зеленые.

Систематический список за 2015 год показал преобладание представителей сине-зеленых за счет родов *Oscillatoria* и *Anabaena*, а также видов-обрастателей из диатомовых – *Neidium iridis* var. *diminutum*; желто-зеленых – *Tribonema spirotaenia* и зеленых – *Oedogonium undulatum*. Все представители этих родов – донные прикрепленные и неприкрепленные виды, обитатели грунтов. Однако видовой состав альгофлоры по-прежнему остается бедным. Это объясняется экстремальностью экологических условий, где таксономические спектры

являются отражением гидрологических и физико-гидрохимических условий исследованных водоемов субарктической зоны Якутии: с низкой температурой, минерализацией воды и невысоким содержанием биогенных элементов и органических веществ.

Найденный в 2012 г. новый вид для водоемов Якутии *Symbella cistula* var. *arctica* в настоящее время отсутствует, вид уязвим в связи с краткой продолжительностью жизни, узкой экологической амплитудой. Лимитирующими факторами для этого вида, видимо, как и для других видов, являются: нарушение местообитаний, температура воды, снижение прозрачности и текучести.

Экологический анализ выявленных видов свидетельствует о том, что в изученном водоеме преобладают бентосные и эврибионтные виды.

Выражаю свою признательность сотрудникам ОАО «Алмазы Анабара»: отдела экологии, геохимической лаборатории и всем, кто оказал всемерную поддержку в ходе проведения полевых работ (в т.ч. студентам кафедры экологии ИЕН СВФУ).

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме проекта 52.1.11. «Разнообразие растительного мира таежной зоны Якутии: структура, динамика, сохранение» (№ 0376-2014-002).

Список литературы

1. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. – М. : ВНИИприроды, 2000. – 150 с.
2. Васильева И.И. Пресноводные эвгленовые и желто-зеленые водоросли водоемов Якутии. – Л. : Наука, 1987. – 265 с.
3. Васильева И.И. Анализ видового состава и динамика развития водорослей водоемов Якутии. Препринт. – Якутск : Изд-во ЯНЦ СО АН СССР, 1989. – 48 с.
4. Водоросли : справочник. – Киев : Наукова думка, 1989. – 608 с.
5. Габышев В.А., Габышева О.И. Водоросли планктона реки Анабар // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 324. – С. 354-359.
6. Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение. – М. : Сов. наука, 1951. – Вып. 1. – 178 с.
7. Комаренко Л.Е., Васильева И.И. Пресноводные диатомовые и сине-зеленые водоросли водоемов Якутии. – М. : Наука, 1975 а. – 424 с.
8. Комаренко-Васильева Л.Е., Васильева И.И. Водоросли бассейна р. Анабар // Ботанические материалы по Якутии. – Якутск : Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1975 б. – С. 78-86.
9. Пшенникова Е.В., Копырина Л.И. Водоросли бассейна среднего течения реки Анабар (Якутия) // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии : матер. докл.

Всерос. конф. (Иркутск, 15–19 сент. 2010 г.). - Иркутск, 2010. – С. 62-67.

10. Разнообразие растительного мира Якутии. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 328 с.
11. Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем. – СПб. : Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
12. Флора Якутии: Географический и экологический аспекты. – Новосибирск : Наука, 2010. – 192 с.
13. Чистяков Г.Е. Водные ресурсы рек Якутии. – М. : Наука, 1964. – С. 255.
14. Algae. Flora of Yakutia: Composition and Ecological Structure V. 3. – Springer : Dordrecht Heidelberg London NewYork, 2010. – 390 p.