

ГИДРОБИОЛОГИЯ, ИХТИОЛОГИЯ

УДК 574.583+627.8.03(571.5)

СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОД КОЛЫМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

В. А. Габышев, О. И. Габышева

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск
E-mail: v.a.gabyshev@ibpc.ysn.ru*

Получены первые сведения о фитопланктоне и химическом составе вод Колымского водохранилища. Формирование химического состава и физических параметров его вод происходит под действием природных факторов, связанных, главным образом, с влиянием вечномёрзлых грунтов. В планктоне данного водоема выявлено 108 видов водорослей. Основу видового списка фитопланктона на 83,4% составляют Chlorophyta и Bacillariophyta, что характерно для водоемов Севера. Развитие фитопланктона лимитируется низким содержанием минеральных солей и большинства биогенных элементов. Отмечено значительное влияние на фитопланктон верхней зоны водохранилища стока р. Колыма. Выявлены закономерные изменения таксономического и эколого-географического состава фитопланктона, структуры планктонных сообществ водорослей, связанные со сменой гидрологического режима после постройки плотины ГЭС. Проведена комплексная оценка качества воды Колымского водохранилища по физико-химическим показателям и биоиндикационным свойствам водорослей планктона.

Ключевые слова: Колымское водохранилище, Магаданская область, фитопланктон, физико-химические характеристики воды, качество воды.

ВВЕДЕНИЕ

Колымское водохранилище было образовано перекрытием русла р. Колыма в 1980 г. До образования водохранилища р. Колыма на этом участке имела горный характер, протекая в узком извилистом русле со множеством порогов (Чистяков, 1964). Длина Колымского водохранилища 134 км (рис. 1), объем – 14,5 км³, площадь зеркала – 440 км². Берега сложены песком, крупной и мелкой галькой. Глубина водохранилища – от 4,5 м в верхней зоне до 110 м у плотины ГЭС. Водоем расположен в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых грунтов, климат – резкоконтинентальный.

Район расположения Колымского водохранилища до сих

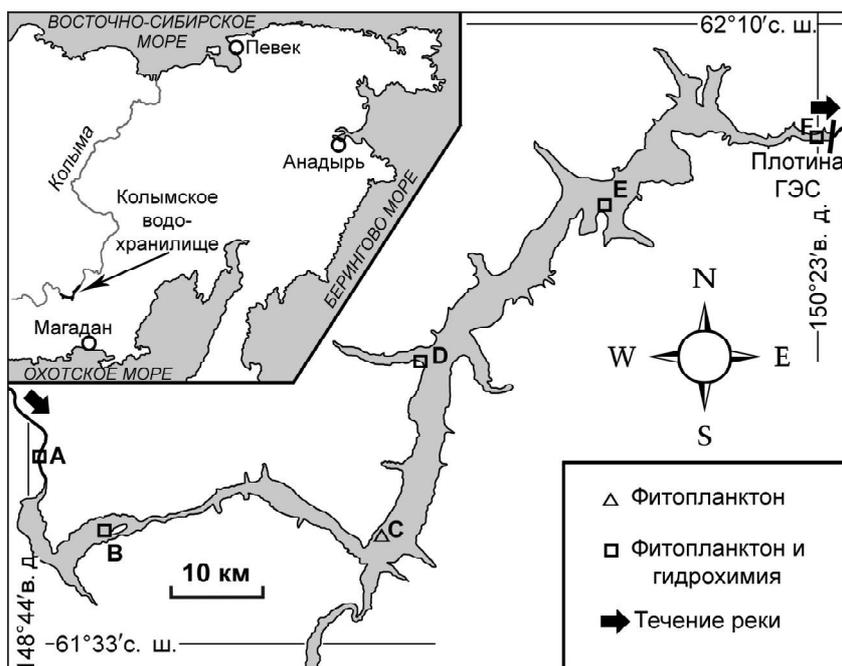


Рис. 1. Географическое расположение Колымского водохранилища и участки отбора проб

Fig. 1. The geographic position of the Kolyma Reservoir and sampling sites

пор остается труднодоступным для исследователей. Публикации, посвященные изучению водорослей и гидрохимии данного водоема, отсутствуют. Есть две работы (Кузьмин, 1985, 1987), в которых даны результаты изучения видового состава, а также количественных показателей развития и структуры фитопланктона р. Колыма на участке зоны затопления Колымской ГЭС до ее постройки.

Цели работы – выявить особенности таксономического и эколого-географического состава и количественного развития фитопланктона и гидрохимии вод Колымского водохранилища в летний период; используя имеющиеся данные о фитопланктоне р. Колыма до постройки плотины, оценить основные изменения состава и структуры фитопланктона Колымского водохранилища после его образования; оценить качество воды на основе биоиндикационных свойств водорослей планктона и по гидрохимическим параметрам.

МЕТОДЫ

Исследование основано на сборах, выполненных с 22 по 24 июля 2010 г., наблюдения проводились на шести участках Колымского водохранилища (см. рис. 1). Всего собрано и обработано 12 планктонных альгологических проб и 5 проб воды для гидрохимического анализа. Отбор проб произведен в прибрежной зоне или по фарватеру из поверхностного горизонта воды (0–0,3 м).

Химический анализ проб воды выполнен по общепринятым методикам (Алекин и др., 1973; Семенов, 1977). Компоненты газового режима (O_2 , BPK_5 , CO_2) и некоторые физические показатели (прозрачность, запах, вкус, взвешенные вещества) определены на месте отбора проб. Содержание остальных химических компонентов выявлено в условиях лаборатории. Компоненты солевого состава определены: сульфат-анион – турбидиметрическим методом, хлориды – меркурометрическим методом, гидрокарбонаты – методом обратного титрования, жесткость – комплексонометрическим методом с эриохромчерным, кальций – титриметрическим методом с трилоном Б, катионы калия и натрия – пламенно-фотометрическим методом. Запах и вкус – органолептическим методом с применением балловой шкалы. Физические показатели: прозрачность – при помощи диска Секки, цветность – методом определения светопогложительной способности на приборе СФ-26. Показатели токсического загрязнения воды: железо общее – фотометрическим методом с роданистым аммонием на приборе СФ-26, фенолы, нефтепродукты и АПАВ – люминесцент-

ным хроматографированием на приборе «Флюорат-02». Другие химические показатели: водородный – электрометрическим методом на приборе «Мультитест ИПЛ-101», растворенный диоксид углерода – титриметрическим методом с фенолфталеином, растворенный кислород – методом Винклера (йодометрическое определение); на приборе СФ-26: азот аммонийный – фотометрическим методом с реактивом Несслера, азот нитритный – фотометрическим методом с реактивом Грисса, азот нитратный – фотометрическим методом с салицилатом натрия, фосфаты – методом образования фосфорномолибденового комплекса, фосфор общий – методом персульфатного окисления, ТООВ (по величине ХПК) – фотометрическим методом на приборе «Флюорат-02», ЛООВ (по величине BPK_5) – методом Винклера (йодометрическое определение).

Образцы для изучения количественного развития фитопланктона объемом 1,5 л концентрированы на мембранных фильтрах «Sartorius» (диаметр пор 1,2 мкм) путем фильтрации под избыточным давлением при помощи устройства для сгущения фитопланктона нашей конструкции (Габышев, 2009). Отбор проб на качественный состав произведен планктонной сетью Апштейна (фильтровальная ткань SEFAR NITEX, размер ячеек 30 мкм). Микроскопирование препаратов выполнено с применением микроскопа Olympus BH-2. Подсчет численности клеток водорослей проведен на счетной камере Нажотта объемом 0,01 см³. Для определения биомассы водорослей применен счетно-объемный метод (Вассер и др., 1989). Объем тела водорослей определен стереометрическим методом и рассчитан по данным собственных измерений клеток. При переводе объемных величин в весовые удельный вес водорослей условно принят равным единице. Анализ таксономической структуры фитопланктона проведен с использованием методов, принятых в сравнительной флористике (Шмидт, 1984). При флористическом анализе использован коэффициент Серенсена. Для оценки биологического разнообразия водорослей применен индекс Шеннона – Уивера (Magurran, 1988). Сведения об экологической принадлежности водорослей приведены по работе С. С. Бариновой с соавторами (2006).

Для проведения комплексной оценки качества воды использованы классификации В. Сладечека (Sladeček, 1973), О. П. Оксийук с соавторами (1993), а также применены нормативы ПДК рыбохозяйственного назначения (Перечень..., 1995).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Физико-химические данные

Воды Колымского водохранилища не имеют вкуса и запаха, обладают высокой степенью прозрачности (2,00–2,70 м по диску Секки). Температура воды колеблется по пунктам наблюдений от 9,5 до 19,4°C. Содержание растворенного кислорода меняется в сравнительно узких пределах от 7,83 до 9,49 мг/л и составляет 84–97% насыщенности. Кислородный режим благоприятный. Содержание диоксида углерода невысокое – от 3,96 до 4,84 мг/л. Воды имеют нейтральную реакцию (рН 6,92–7,20). Концентрация взвешенных веществ невысокая – 14,00–14,20 мг/л на всем протяжении водохранилища. Показатель цветности низкий – 5–14°, это свидетельствует о высокой светопропускной способности воды. По физическим параметрам и компонентам газового режима водохранилища характеризуется как «чистое» 2-го класса качества.

Воды Колымского водохранилища пресные, маломинерализованные (89,44–113,36 мг/л), очень мягкие (0,98–1,32 мг-экв./л). По компонентному составу главных ионов воды относятся к гидрокарбонатному классу (21–26%-экв.), группе кальция (21–30%-экв.), II типу. На различных участках водохранилища концентрация компонентов солевого состава меняется в относительно узких пределах и характеризуется невысокими показателями. Концентрация гидрокарбонатов – 32,95–45,15 мг/л, сульфат-ионов – 29,78–32,66, ионов кальция – 10,82–18,84, магния – 3,89–7,78, натрия – 5,50–7,00, хлоридов – 3,90–6,03, калия – 0,50. Превышений ПДК по компонентному составу главных ионов не обнаружено.

Для Колымского водохранилища характерна невысокая концентрация азота нитратного (0,07–0,08 мг/л), кремния (1,54–1,74 мг/л), фосфора минерального (0,000–0,005 мг/л) и фосфора общего (0,02–0,03 мг/л). По содержанию этих химических соединений воды являются «чистыми» 1–2-го классов качества. Концентрация азота аммонийного (0,36–0,50 мг/л) и азота нитритного (0,011–0,018 мг/л) превышает ПДК в 1,5–2 раза. По данным компонентам воды «умеренно загрязненные» 3-го класса качества.

Зафиксировано повышенное содержание органических веществ: трудноокисляемые органические вещества (по значению ХПК) – 38,00–38,70 мг/л, значение перманганатной окисляемости – 10,08–14,40 мг/л, что характеризует воды как «умеренно загрязненные» 4-го класса качества. Индекс соотношения легкоокисляемых органических веществ (по величине

БПК₅) к перманганатной окисляемости 9 ед. По комплексу органических веществ воды «умеренно загрязненные».

По комплексу показателей токсического загрязнения воды Колымского водохранилища характеризуются как «слабо загрязненные» и относятся к 3-му классу качества. Концентрация железа общего – 0,17–0,27, фенолов – 0,0003, анионоактивных поверхностных веществ – 0,01–0,02, нефтепродуктов – 0,004–0,005 мг/л. Среди перечисленных компонентов повышенное содержание имеет только железо общее – 1,7–2,7 ПДК.

Фитопланктон

В планктоне Колымского водохранилища выявлено 108 видов водорослей (табл. 1) (111 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 10 классов, 14 порядков, 30 семейств, 53 родов.

По видовому богатству преобладают представители отдела Chlorophyta (49,1% от общего количества видов). На втором месте Bacillariophyta (34,3%). Разнообразно представлены водоросли отдела Chrysophyta (6,5%); Cyanophyta и Dinophyta (по 3,7%) – меньше, Euglenophyta – двумя видами, а Xanthophyta – одним.

На уровне классов выделены Conjugatophyceae (40,7% видового состава) и Pennatophyceae (32,4%); на уровне порядков – Desmidiaceae (40,7%), Raphales (20,4%) и Araphales (12,0%).

Наиболее крупные по количеству видов 12 семейств включают 84 вида водорослей (77,8% от общего количества видов), которые

Таблица 1. Абсолютное соотношение числа видов в таксономическом спектре фитопланктона

Table 1. The absolute relationship between the number of phytoplankton species in the phytoplankton taxonomic range

Отдел	Колыма*	Вдхр**
Cyanophyta	2	4
Cryptophyta	1	–
Dinophyta	1	4
Chrysophyta	5	7
Xanthophyta	4	1
Bacillariophyta	81	37
Euglenophyta	3	2
Chlorophyta	16	53
Всего	113	108

* Колыма (р. Колыма до постройки плотины) – по данным Г. В. Кузьмина (1985).

** Вдхр – Колымское водохранилище).

принадлежат к отделам Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta и Dinophyta (табл. 2). Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона Колымского водохранилища – 18, т. е. 60,0% от их общего количества.

Анализ родового спектра водорослей планктона из Колымского водохранилища указывает на неравномерность распределения видов по родам. Ведущих по видовому богатству 12 родов всего 22,6% от всего родового состава, они охватывают 54,6% общего количества видов. Это представители отделов Chlorophyta, Bacillariophyta и Chrysophyta (см. табл. 2). Одно- и двувидовыми являются 77,4% всех родов водорослей планктона причем на их долю приходится 43,8% всего видового состава. Пропорции флоры – 1 : 1,8 : 3,6 : 3,7. Родовая насыщенность – 2,0. Вариабельность вида – 1,0.

В фитопланктоне Колымского водохранилища преобладают планктонные формы (29,5% видового состава) и водоросли смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний (26,8%), бентосных форм меньше (19,6%). Видов, предпочитающих непроточные воды, – 10, индифферентов к скорости течения – 30. Видов, характерных для проточных водоемов, – 2, и они

встречаются лишь в верхней зоне водохранилища, где влияние оказывает сток р. Колыма.

Воды Колымского водохранилища маломинерализованные, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (64,3%). Активная реакция вод нейтральная, поэтому значительна доля индифферентов (15,2%), алкалифилов (12,5%), алкалибионтов (1,8%) и ацидофилов (13,4%) – меньше. Ацидобионты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона составляют космополиты (57,1%). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий региона, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в планктоне водохранилища 8,0%. К ним относятся распространенные в планктоне водохранилища водоросли *Dinobryon bavaricum* Imhof и *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kutzing. Доля представителей голарктического географического царства – 7,1%, среди них широко распространенный в водохранилище планктонный вид *Pandorina charkoviensis* Korsch. Бо-реальных и циркумбореальных видов меньше – 4,5%, среди них лишь один широко распространенный в водохранилище вид – *Raphidiastrum lunatum* (Ralfs) Pal.-Mordv. Географическое по-

Таблица 2. Ранговые места ведущих (по количеству видов) семейств и родов фитопланктона

Table 2. Ranks of the species-richest families and genera according to the number of phytoplankton species

Семейство	Колыма	Вдхр	Род	Колыма	Вдхр
Naviculaceae	1	8–12	Nitzschia	1	–
Nitzschiaceae	2	8–12	Navicula	2–3	–
Cymbellaceae	3	8–12	Cymbella	2–3	10–12
Fragilariaceae	4	2	Pinnularia	4	–
Gomphonemataceae	5	4–5	Gomphonema	5	6–9
Diatomaceae	6–7	8–12	Synedra	6–7	6–9
Selenastraceae	6–7	–	Monoraphidium	6–7	–
Desmidiaceae	–	1	Tribonema	8–12	–
Closteriaceae	–	3	Aulacoseira	8–12	–
Dinobryonaceae	–	4–5	Fragilaria	8–12	–
Peridiniaceae	–	6–7	Diatoma	8–12	10–12
Surirellaceae	–	6–7	Stauroneis	8–12	–
Volvocaceae	–	8–12	Staurodesmus	–	1
Synuraceae	8–12	–	Staurastrum	–	2
Tribonemataceae	8–12	–	Closterium	–	3–4
Aulacosiraceae	8–12	–	Cosmarium	–	3–4
Tabellariaceae	8–12	–	Dinobryon	–	5
Euglenaceae	8–12	–	Cosmoastrum	–	6–9
–	–	–	Raphidiastrum	–	6–9
–	–	–	Surirella	–	10–12

ложение Колымского водохранилища объясняет присутствие в планктоне stenothermных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans* (Ehr.) Simon., *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib., *D. hiemale var. mesodon* (Ehr.) Grun., *Eunotia praerupta* Ehr.

По отношению к концентрации органических веществ в водной толще состав водорослей-индикаторов водохранилища на 14,3% образован β -мезосапробными формами, на 21,4% – олигосапробными, на 24,3% – видами, развивающимися в переходной зоне между β -мезо- и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (β - α , α - β , α , ρ - α , β - ρ , ρ), – 11,4, с низкими (χ , χ - α , α - χ , χ - β) – 28,6%.

Участок А. Фитопланктон здесь насчитывает 51 вид из семи отделов. Основу биоразнообразия фитопланктона составляют Bacillariophyta (52,9% от общего количества видов) и Chlorophyta (35,3%). Chrysophyta встречено два вида, Cyanophyta, Dinophyta, Euglenophyta и Xanthophyta – по одному. Индекс биоразнообразия участка А – 4,25, индекс сапробности – 1,48.

Численность фитопланктона на этом участке – 19,3 тыс. кл/л, биомасса – 0,0232 мг/л. По количественному развитию преобладают водоросли отдела Bacillariophyta (99,5% от общей численности и 94,5% от общей биомассы фитопланктона).

Структурообразующими видами фитопланктона этого участка являются водоросли отдела Bacillariophyta: доминант – *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. и субдоминант – *Diatoma tenuis* Agardh. Это космополиты, водоросли смешанно-планктонно-бентосного типа местообитаний.

Участок В. В фитопланктоне выявлено 50 видов водорослей из пяти отделов. Доля представителей Chlorophyta в видовом составе фитопланктона увеличивается по сравнению с предыдущим участком до 62,0%, а Bacillariophyta – уменьшается до 24,0%. Повышается видовое разнообразие Chrysophyta (8,0% от общего количества видов фитопланктона) и Dinophyta (4,0%), из Xanthophyta встречен один вид. Индекс биоразнообразия участка В – 4,11, индекс сапробности – 1,65.

Уровень вегетации фитопланктона Колымского водохранилища на этом участке несколько снижается – 6,6 тыс. кл/л и 0,0162 мг/л. По численности в планктоне преобладают Bacillariophyta (49,2% от общей численности фитопланктона) и Chrysophyta (48,6%). По уровню развития биомассы основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (82,2% от общей биомассы), доля Chlorophyta (8,6%) и Chrysophyta (8,0%) меньше. Значение представ

вителей других отделов водорослей в количественном развитии фитопланктона участка В невелико.

Набор структурообразующих видов фитопланктона остается таким же, как и на участке А.

Участок С. Видовой состав фитопланктона здесь обедняется – 30 видов из пяти отделов. По количеству видов преобладают представители отдела Bacillariophyta (40,0% от общего количества видов), на втором месте Chlorophyta (30,0%). Разнообразие Chrysophyta увеличивается в сравнении с вышерасположенными участками (20,0%); из Dinophyta встречены два вида, из Euglenophyta – один. Индекс биоразнообразия – 3,64, индекс сапробности – 1,45.

Показатели количественного развития фитопланктона участка С в сравнении с вышерасположенными участками снижаются – 6,5 тыс. кл/л, 0,0020 мг/л. Основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (98,8% от общей численности и 74,4% от общей биомассы).

В числе структурообразующих видов фитопланктона представители Bacillariophyta. Доминанты – *Asterionella formosa* Hass. и *Diatoma tenuis*, субдоминант – *Synedra ulna*. Это планктонные и планктонно-бентосные водоросли, космополиты.

Участок D. В планктоне выявлены 40 видов водорослей из шести отделов. Как и на участке С, здесь по количеству видов преобладают представители Bacillariophyta (42,5% от общего количества видов). Водоросли отдела Chlorophyta на втором месте (27,5%). Разнообразно представлены Chrysophyta (17,5%), Dinophyta (7,5%) – меньше; из Xanthophyta и Cyanophyta встречено по одному виду. Индекс биоразнообразия – 2,97, индекс сапробности – 1,53.

Численность фитопланктона в сравнении с участком С снижается – 3,4 тыс. кл/л, биомасса остается на прежнем уровне – 0,0023 мг/л. По количественному развитию в планктоне преобладают водоросли отдела Chrysophyta (69,4% от общей численности и 64,9% от общей биомассы фитопланктона) и Bacillariophyta (28,4 и 22,3%). Вклад водорослей других отделов в формирование численности и биомассы фитопланктона незначителен.

Состав структурообразующих видов фитопланктона меняется в сравнении с вышерасположенными участками. Это космополиты, планктонные водоросли из отделов Chrysophyta и Bacillariophyta. Доминирует *Dinobryon divergens* Imhof, субдоминант – *Asterionella formosa*.

Участок Е. Фитопланктон здесь образован 53 видами из пяти отделов. Доля Chlorophyta в видовом составе фитопланктона по сравнению

с участком D увеличивается (56,6% от общего количества видов), а Bacillariophyta – сокращается (28,3%). Разнообразно представлены Chrysophyta (9,4%); из Dinophyta встречено два вида, из Cyanophyta – один. Индекс биоразнообразия – 4,35, индекс сапробности – 1,47.

Количественные показатели развития фитопланктона увеличиваются в сравнении с выше-расположенными участками – 47,8 тыс. кл/л, 0,0367 мг/л. Основу фитопланктона составляют Chrysophyta (99,6% от общей численности и 90,1% от общей биомассы).

В состав видов-эдификаторов входят представители Chrysophyta, планктонные формы, космополиты: доминант – *Dinobryon divergens*, субдоминант – *Dinobryon cylindricum* Imhof.

Участок F. Фитопланктон здесь насчитывает 24 вида из шести отделов. По количеству видов преобладают представители Chlorophyta (37,5% от общего количества видов), Bacillariophyta на втором месте (25,0%). Разнообразно представлены водоросли отдела Chrysophyta (16,7%); из Dinophyta встречены три вида, из Cyanophyta и Xanthophyta – по одному. Индекс биоразнообразия снижается до 2,03, индекс сапробности – 1,69.

Показатели количественного развития фитопланктона несколько ниже, чем на участке E, – 19,1 тыс. кл/л, 0,0119 мг/л. Chrysophyta преобладают в фитопланктоне как по численности (99,5%), так и по биомассе (82,4%). Состав структурообразующего комплекса видов фитопланктона остается таким же, как и на участке E.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для вод Колымского водохранилища характерно невысокое содержание большинства химических элементов. Низкие показатели минерализации и жесткости обусловлены влиянием

многолетнемерзлых грунтов, ограничивающих дренаж почвы и вымывание минеральных солей. Индекс соотношения легкоокисляемых органических веществ (по величине БПК₅) к перманганатной окисляемости указывает на то, что в водохранилище происходят естественные процессы разложения донных отложений, которые ведут к накоплению органических веществ. Повышенное содержание железа общего, азота нитритного, азота аммонийного типично для северных водоемов (Венглинский и др., 1987). Это явление вызвано интенсивными процессами оттаивания и размывания многолетнемерзлых грунтов в летне-осенний период и имеет природный характер.

Основу видового списка фитопланктона Колымского водохранилища на 83,4% составляют водоросли отделов Chlorophyta и Bacillariophyta, что характерно для водоемов Севера (Гецен, 1985; Prescott, 1959; Hilliard, 1959; Sheath, Munawar, 1974). Типичны для флор северного полушария отмеченные в фитопланктоне Колымского водохранилища высокая позиция в спектре семейств Desmidiaceae и преобладание семейств и родов, включающих один или два вида.

Выявлено некоторое обеднение видового состава фитопланктона водохранилища по направлению от его верхней зоны к плотине. Индекс биоразнообразия снижается в этом же направлении.

На участках A, B на фитопланктон сильное воздействие оказывает сток р. Колыма. Это проявляется в преобладании в фитопланктоне Bacillariophyta как по численности, так и по биомассе (рис. 2). Структурообразующие виды на этих участках – крупноклеточные, они попадают в планктон из донных обрастаний. Этому способствуют быстрое течение в верховье р. Колыма и множество перекатов с небольшо-

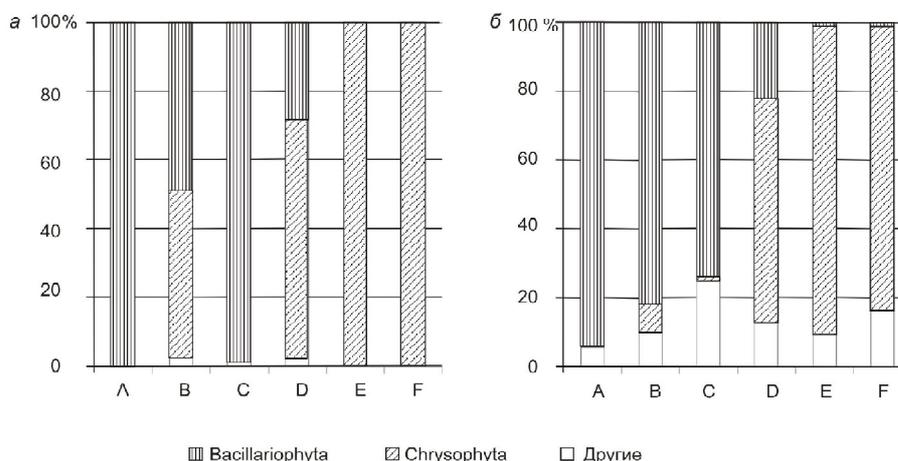


Рис. 2. Доля доминирующих отделов водорослей в общей численности (а) и биомассе (б) фитопланктона на различных участках наблюдений Колымского водохранилища

Fig. 2. The relative density (a) and biomass (b) share of dominant phytoplankton phyla at different sampling sites of the Kolyma Reservoir

ми глубинами. Заносом в планктон крупноклеточных форм водорослей из обрастаний объясняется повышенный уровень биомассы фитопланктона на участках А, В при его относительно небольшой численности. Далее, по направлению к плотине водохранилища, в комплексе структурообразующих видов фитопланктона сначала происходит замещение крупноклеточных заносных форм на истинно планктонные из Bacillariophyta, а затем (на участках D, E и F) планктеры из Bacillariophyta замещаются планктонными формами из Chrysophyta. На участках, расположенных ближе к плотине, в фитопланктоне по количественным показателям развития преобладают Chrysophyta (см. рис. 2). Доминирование Chrysophyta летом и осенью в фитопланктоне северных и горных олиготрофных непроточных и слабопроточных водоемов неоднократно отмечено исследователями (Кухаренко, 1989; Матвеев и др., 2006; Tolotti, 2001).

Общее количество видов фитопланктона олиготрофного в Колымском водохранилище не увеличилось в сравнении с этим же участком р. Колыма до затопления (см. табл. 1). Тогда как в мезотрофных (Чайковская, 1975; Воробьева, 1987) и эвтрофных (Приймаченко, 1981) водохранилищах исследователи отмечают значительное увеличение биоразнообразия фитопланктона, которое зафиксировано после зарегулирования речного стока.

Сильно изменился видовой состав фитопланктона – коэффициент флористического сходства, рассчитанный для флоры планктона р. Колыма (до постройки плотины) и Колымского водохранилища, крайне низкий – 0,19. Видовой состав Bacillariophyta в водохранилище стал беднее, чем был в р. Колыма, а Chlorophyta – богаче (см. табл. 1). Изменение гидрологического режима привело к полному обновлению ведущих таксонов планктонной флоры на уровне семейств и родов (см. табл. 2). В головной части списков появились таксоны из Chlorophyta и Chrysophyta. А таксоны из Bacillariophyta, занимавшие ведущие позиции в планктоне р. Колыма, переместились в конец списков ведущих семейств и родов Колымского водохранилища. В фитопланктоне увеличилась доля истинно планктонных видов (с 14,7% в р. Колыма до 29,5% в Колымском водохранилище), а бентосных – сократилась (с 58,1 до 19,6%). Количество альпийских и арктоальпийских видов уменьшилось незначительно (с 12 видов в р. Колыма до 9 – в Колымском водохранилище); сократилось количество холодолюбивых видов (с 11 до 4) и реофилов (с 7 до 2), а количество видов, предпочитающих непроточные воды, увеличилось (с 8 до 10). В планктоне р. Колыма были выявлены два вида водорослей, предпочитающих хорошо аэрированные

воды, а в планктоне Колымского водохранилища таковые отсутствуют.

Уровень количественного развития фитопланктона в Колымском водохранилище низкий, показатели численности и биомассы варьируют в пределах 3,4–47,8 тыс. кл/л и 0,0020–0,0367 мг/л. Эти данные сопоставимы с показателями фитопланктона р. Колыма до постройки плотины – 1,0–202,0 тыс. кл/л и 0,0020–0,0343 мг/л (Кузьмин, 1987). По данным Г. В. Кузьмина, основу численности и биомассы фитопланктона р. Колыма составляли Bacillariophyta и Chlorophyta. В Колымском водохранилище водоросли Bacillariophyta преобладают лишь в верхней зоне, а в нижней – доминируют Chrysophyta (см. рис. 2).

По классификации В. Сладечека (Sladěček, 1973), воды Колымского водохранилища относятся к слабозагрязненным. По классификации О. П. Оксийук с соавторами (1993), относительно уровня биомассы фитопланктона воды имеют разряд «предельно чистые», по индексу сапробности – «чистые – удовлетворительной чистоты», по комплексу физико-химических показателей – «чистые – умеренно загрязненные» 1–4-го классов качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование химического состава и физических параметров вод Колымского водохранилища происходит под действием природных факторов, связанных, главным образом, с влиянием вечномерзлых грунтов.

Развитие фитопланктона в Колымском водохранилище лимитируется низким содержанием минеральных солей и большинства биогенных элементов. Основываясь на анализе структуры планктонных сообществ водорослей, в акватории Колымского водохранилища следует выделить верхнюю и нижнюю зоны. В верхней зоне фитопланктон формируется под воздействием стока р. Колыма, в нижней – приобретает черты, характерные для непроточных водоемов. Выявленные изменения таксономического и эколого-географического состава фитопланктона, структуры планктонных сообществ водорослей закономерны и связаны со сменой гидрологического режима после постройки плотины ГЭС.

ЛИТЕРАТУРА

Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 269 с.

Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. – 498 с.

- Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др.* Водоросли : справочник. – Киев : Наук. думка, 1989. – 608 с.
- Венглинский Д. Л., Лабутина Т. М., Огай Р. И. и др.* Особенности экологии гидробионтов нижней Лены. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1987. – 184 с.
- Воробьева С. С.* Фитопланктон // Биология Усть-Илимского водохранилища. – Новосибирск : Наука, СО, 1987. – С. 8–82.
- Габышев В. А.* Устройство для концентрирования фитопланктона под давлением // Альгология. – 2009. – Т. 19, № 3. – С. 318–320.
- Гецен М. В.* Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. – Л. : Наука, 1985. – 165 с.
- Кузьмин Г. В.* Биомасса и структура планктонных фитоценозов пойменных водоемов зоны затопления Колымской ГЭС // Экология, распространение и жизненные формы растений Магаданской области. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1987. – С. 83–98.
- Кузьмин Г. В.* Видовой состав фитопланктона водоемов зоны затопления Колымской ГЭС. Препринт. – Магадан : ИБПС ДВНЦ АН СССР, 1985. – 41 с.
- Кухаренко Л. А.* Водоросли пресных водоемов Приморского края. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – 152 с.
- Матвеев А. Н., Самусенок В. П., Рожкова Н. А. и др.* Биота Витимского заповедника: структура биоты водных экосистем. – Новосибирск : Гео, 2006. – 256 с.
- Оксиюк О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П. и др.* Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
- Перечень ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов.* – М., 1995. – 141 с.
- Приймаченко А. Д.* Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ. – Киев : Наук. думка, 1981. – 280 с.
- Семенов А. Д.* Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л. : Гидрометеоздат, 1977. – 540 с.
- Чайковская Т. С.* Фитопланктон реки Енисей и Красноярского водохранилища // Биологические исследования Красноярского водохранилища. – Новосибирск : Наука, СО, 1975. – С. 43–113.
- Чистяков Г. Е.* Водные ресурсы рек Якутии. – М. : Наука, 1964. – 255 с.
- Шмидт В. М.* Математические методы в ботанике. – Л. : ЛГУ, 1984. – 288 с.
- Hilliard D. K.* Notes on the phytoplankton of Karluk Lake, Kodiak Island, Alaska // Can. Field-Natur. – 1959. – Vol. 73. – P. 135–143.
- Magurran A. E.* Ecological diversity and its measurement. – New Jersey : Princeton Univ. Press, 1988. – 192 p.
- Prescott G. W.* Ecology of freshwater algae in the Arctic // Recent Adv. Botany. – 1959. – Vol. 1. – P. 201–207.
- Sheath R. G., Munawar M.* Phytoplankton composition of a small subarctic lake in the Northwest Territories, Canada // Phycologia. – 1974. – Vol. 13(2). – P. 149–161.
- Sladeček V.* System of water quality from the biological point of view // Archiv fur Hydrobiologie und Ergebnisse Limnologie. – 1973. – Vol. 7(1). – S. 1–218.
- Tolotti M.* Phytoplankton and littoral epilithic diatoms in high mountain lakes of the Adamello-Brenta Regional Park (Trentino, Italy) and their relation to trophic status and acidification risk // J. Limnol. – 2001. – Vol. 60, No. 2. – P. 171–188.

Поступила в редакцию 25.02.2012 г.

THE STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE KOLYMA RESERVOIR IN THE SUMMERTIME

V. A. Gabyshev, O. I. Gabysheva

Obtained are the first data on phytoplankton and the chemical composition of the Kolyma Reservoir waters (Northeast Siberia). The water chemical composition and physical characteristics are formed by environmental factors, mainly permafrost soils. A total of 108 phytoplankton species was identified in the reservoir. Chlorophyta and Bacillariophyta make 83,4% of the total reservoir species, which is characteristic of water bodies in the North. Phytoplankton development is limited by low concentrations of mineral salts and most biogenic elements. Phytoplankton composition in the upper course of the reservoir was found to be affected by the inflow of the Kolyma River. The study exposed a number of regular changes in the taxonomic and ecologic-geographic composition of the phytoplankton, phytoplankton communities structure, associated with the change in the hydrological regime after the hydropower station dam construction. A complex assessment of water quality by physico-chemical characteristics and phytoplanktic bioindicators has been conducted.

Key words: Kolyma Reservoir, Northeast Siberia, phytoplankton, physico-chemical characteristics, water quality.