



УДК (574.583+556.531.4)(282.256.65)

ФИТОПЛАНКТОН И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ СРЕДНЕЙ ЛЕНЫ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

П. А. Ремигайло,

Директор, Институт Биологических Проблем Криолитозоны СО РАН, v.a.gabyshev@ibpc.ysn.ru

В. А. Габышев,

старший научный сотрудник, Институт Биологических Проблем Криолитозоны СО РАН, v.a.gabyshev@ibpc.ysn.ru

О. И. Габышева

младший научный сотрудник, Институт Биологических Проблем Криолитозоны СО РАН, oi_gabysheva@mail.ru

Впервые для участка средней Лены выполнен таксономический и эколого-флористический анализ структуры фитопланктона, определены количественные показатели сезонных изменений численности и биомассы водорослей, проведена оценка сапробного состояния вод и гидрохимическая характеристика. Выявлены основные очаги и степень антропогенного воздействия на фитопланктон и химический состав воды средней Лены.

Ecological-floristical analysis of phytoplankton structure, quantitative indices of seasonal change in algae number and biomass, estimation of saprobic state of water and chemical indices of the middle Lena River, were first received. We obtained information about base impact points on middle Lena River and degree of this impact.

Ключевые слова: средняя Лена, фитопланктон, зона антропогенного воздействия.

Key words: Middle Lena River, phytoplankton, impact zone.

Река Лена — одна из главных водных артерий Сибири, входит в десятку крупнейших рек мира. Протяженность ее 4400 км, площадь бассейна 2490 тыс. км². В последние годы в регионе интенсивно идет реализация крупных всероссийских мегапроектов: строительство нефтепровода системы ВСТО, развитие Южно-Якутского промышленного района. В связи с этим возрастает антропогенная нагрузка на водную экосистему реки, усиливается необходимость биомониторинговых наблюдений, в частности изучения особенностей структуры и динамики развития фитопланктона, как одного из чувствительных биоиндикаторов состояния водной среды, а также химического состава воды. Однако имеющиеся публикации по биомониторингу водной экосистемы среднего течения р. Лены, посвящены лишь небольшому участку реки в районе г. Якутска, и основаны на наблюдениях 15-ти летней давности [1, 2, 3].

Цель работы: изучение особенностей состава и распределения фитопланктона и химического состава вод средней Лены; оценка качества вод данного участка реки по сапробным водорослям планктона.

Материалом для решения поставленных задач послужили сборы проб, сделанные в 2002, 2005 и 2006 гг. на участке среднего течения р. Лены длиной 580 км, от устья р. Лабыя до устья р. Вилюй по фиксированной сетке станций.

Систематический состав фитопланктона р. Лена

Отдел	Число						% от общего числа видов (456)
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разнообразностей	
Cyanophyta	3	4	15	21	77	85	16,9
Dinophyta	1	2	2	3	4	4	0,9
Chrysophyta	1	2	4	8	29	34	6,4
Xanthophyta	2	2	6	6	15	15	3,3
Bacillariophyta	2	6	18	36	211	299	46,3
Euglenophyta	1	1	1	2	3	3	0,7
Rhodophyta	1	1	1	1	1	1	0,2
Chlorophyta	2	7	22	46	116	124	25,4
ВСЕГО	13	25	69	123	456	565	100,0

При сборе, обработке и анализе альгологического материала применены унифицированные методы [4—6]. Химический анализ проб воды выполнен по общепринятым методикам [7].

Результаты и обсуждение. В планктоне среднего течения р. Лены зарегистрировано 456 видов (565 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида), относящихся к 123 родам, 69 семействам и 25 порядкам из восьми отделов (табл. 1). По числу видов преобладают диатомовые — 46,3%, им уступают зеленые — 25,4%, разнообразно представлены синезеленые — 16,9%, золотистые — 6,4% и желтозеленые — 3,3%. Беден видовой состав динофитовых, эвгленовых и красных, суммарная доля которых — 1,8%. Основу фитопланктона исследованного участка реки составляют диатомовые, зеленые и синезеленые. Это является характерной чертой северных проточных водоемов [8—13].

На уровне классов выделяются Rhenatophyceae (42,5% видовой состава), Chlorophyceae (18,4%), Hormogoniophyceae (12,7%); на уровне порядков — Raphales (34,0%), Chlorococcales (16,2%) и Araphales (8,6%). Самые высокие позиции в спектре семейств принадлежат Naviculaceae (10,7% видовой состава), Oscillatoriaceae (7,0%), Fragilariaceae (6,8%), Nitzschiaceae (5,7%), Cymbellaceae и Scenedesmaceae (по 4,8%). К ведущим родам относятся Navicula (5,5% видовой состава), Nitzschia (5,3%), Oscillatoria (5,0%), Cymbella (4,4%), Synedra (3,9%), Ana-

baena (3,5%). Одно- и двувидовых семейств — 27, что составляет 39,1% от их общего количества. Одно- и двувидовые роды составляют 63,4% списка родов, на их долю приходится 23,5% видовой состава. Преобладание мало-видовых семейств и родов характерно для северных флор [8]. Пропорции флоры 1:1,7:3,4:3,6. Родовая насыщенность 2,0. Варибельность вида 1,0. Новым для флоры Якутии является 22 таксона водорослей.

По результатам эколого-географического анализа в фитопланктоне реки преобладают планктонные и планктонно-бентосные виды (44,3% видовой состава), со значительным участием донных форм (39,1%), что характерно для проточных водоемов. Воды р. Лены среднеминерализованы, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (64,8%). Число солоноватоводных видов невелико (мезогалобов — 13, полигалоб — 1). Присутствие в планктоне исследованного участка р. Лены видов, тяготеющих к большей солености вод, объясняется тем, что река в условиях криолитозоны испытывает влияние поверхностного стока и смыва с засоленных мерзлотных почв прибрежных территорий. В целом исследованный водоток имеет нейтральную реакцию среды, поэтому здесь значительна доля индифферентов (21,1% от общего числа видов и разновидностей водорослей). По географической принадлежности основу фитопланктона исследованного участка р. Лены составляют космополиты и бореальные

виды (67,4%), что характерно для водоемов Севера Евразии. Суровые природные условия объясняют присутствие в планктоне реки стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacosira distans*, *A. distans* var. *alpigena*, *A. islandica*, *A. italica*, *Diatoma anceps*, *D. hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Gyrosigma acuminatum*, *Eunotia praerupta* и *Gomphonema ventricosum*. Анализ видового состава фитопланктона исследованного участка р. Лены по отношению к скорости течения свидетельствует о преобладании индифферентов (18,4% от общего числа таксонов).

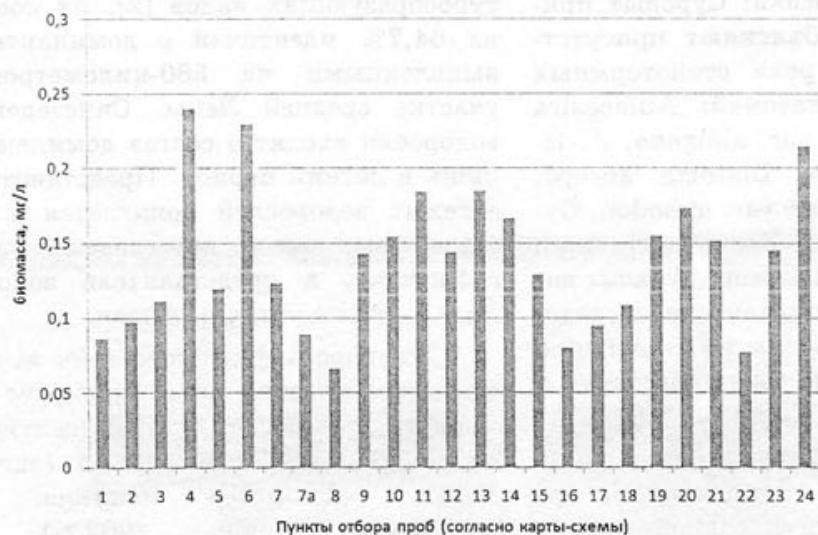
По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей-показателей сапробности участка р. Лены на 18,2% образован β -мезосапробными формами, олигосапробов — 18,2%, видов, развивающихся в переходной зоне между β -мезо- и олигосапробной — 32,2%. Таксонов, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (в сумме 9,7%) и с очень низкими (21,6%), меньше. Средний показатель сапробности исследованного участка р. Лены — 1,79 (что соответствует олиго- β -мезосапробной зоне загрязнения). Средний показатель сапробности для 75-километрового участка р. Лены за период наблюдений 1994—1996 гг. — 1,80 [2]. Таким образом, воды р. Лены по классификации Сладчека относятся к слабозагрязненным.

На исследуемом участке реки выявлено 28 таксонов водорослей доминирующих в сообществе по биомассе, это представители отделов диатомовых, зеленых, синезеленых и золотистых: *Anabaena aequalis*, *Asterionella formosa*, *A. gracillima*, *Aulacosira distans*, *A. granulata*, *A. italica*, *Chlorococcum infusum*, *Closterium parvulum*, *C. peracerosum*, *Cosmoastrum punctulatum*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Dinobryon divergens*, *D. sertularia*, *D. sociale*, *Fragilaria crotonensis*, *Hannaea arcus*, *Melosira varians*, *Monoraphidium arcuatum*, *Synedra tabulata*, *S. ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. fenestrata* var. *intermedia*, *T. flocculosa*. Следует отметить, что для 75-километрового

участка реки было выявлено 17 структурообразующих видов [2], их состав на 64,7% идентичен с доминантами выявленными на 580-километровом участке средней Лены. Синезеленые водоросли входят в состав доминантов лишь в летний период. Представитель зеленых водорослей появляется в составе доминантов на участке ниже г. Якутска, а представитель золотистых — ниже устья р. Алдан.

Численность фитопланктона исследованного участка реки варьирует по сезонам от 60,4 тыс. кл./л (сентябрь 2002 г.) до 433,2 тыс. кл./л (август 2005 г.). Биомасса меняется от 0,0479 мг/л (июнь 2002 г.) до 0,1386 мг/л (конец июня — начало июля 2006 г.). Самые низкие показатели индекса биологического разнообразия отмечены в сентябре и октябре 2002 г., соответственно — 2,09 и 2,55; самые высокие — в августе 2005 г. (3,19), июле 2005 г. (3,55) и конце июня 2006 г. (3,88).

Основу фитопланктона реки составляют диатомовые, доля которых в численности планктона варьирует от 43,5% летом (июль 2005 г.) до 92,4% весной (июнь 2002 г.) и 87,5% осенью (сентябрь-октябрь 2002 г.); по биомассе доля диатомей варьирует от 21,8% (в конце лета 2002 г.) до 90,3% (в начале лета 2005 г.) и 70,5% (в октябре 2002 г.). На втором месте по количественному развитию находятся зеленые водоросли, их доля в сложении численности фитопланктона участка реки варьирует от 5,0% весной (начало июня 2002 г.) до 49,1% летом (июль 2005 г.) и 11,4% осенью (начало октября 2002 г.); по биомассе доля зеленых меняется от 15,6% весной (начало июня 2002 г.) до 67,2% в конце лета (начало сентября 2002 г.). Доля синезеленых водорослей в численности планктона выше в начале и середине лета — 17,8% (июнь-июль 2002 г.) и 9,9% (август 2005 г.); весной 0,7% (начало июня 2005 г.) и осенью 1,1% (начало октября 2002 г.) — ниже. Значение синезеленых в биомассе фитопланктона невелико и достигает пика в середине биологического лета — до



Средние значения биомассы фитопланктона
исследованного участка р. Лены по пунктам отбора проб в 2005 г.

2,4% (август 2005 г.). Золотистые лучше вегетируют в весенний период, достигая 6,2% общей численности (июнь 2006 г.) и 3,1% биомассы (июнь 2002 г.). Роль других отделов водорослей в сложении численности и биомассы фитопланктона участка реки незначительна.

На исследованном участке реки находится несколько населенных пунктов, наиболее крупные из них: п. Мохсоголлох (цементный завод), г. По-

кровск, г. Якутск, п. Сангар. Влияние инфраструктуры этих населенных пунктов на планктон русловой части реки незначительно и не сказывается на формирование состава доминирующих видов. Однако как видно на графике (рис.), ниже п.п. Мохсоголлох, Покровск, г. Якутска и в устье р. Вилюй отмечается некоторое повышение общей биомассы фитопланктона. Это связано с поступлением биогенов антропогенного характера со стоками с

Таблица 2
Биогенные компоненты и загрязняющие вещества неорганического происхождения вод участка среднего течения р. Лены в 2006 г.

№ станции	Наименование участка отбора проб	Дата отбора проб	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂	N-NO ₃	P-PO ₄ ³		Ре общ.	Раств. O ₂
						минер.	общий		
1	р. Лена устье р. Ботомы	23.06	0,14	0,003	0,175	0,004	0,024	0,20	1,3
4	р. Лена ниже пос. Мохсоголлох	23.06	0,20	0,050	0,110	0,000	0,024	0,16	1,1
6	р. Лена Табагинский мыс	23.06	0,15	0,000	0,125	0,004	0,024	0,16	1,1
7	р. Лена в районе пос. Нижний Бестях	23.06	0,21	0,000	0,175	0,006	0,006	0,12	1,1
7а	р. Лена в районе техучастка (Водоканал)	23.06	0,18	0,018	0,170	0,005	0,006	0,16	1,2
8	р. Лена ниже пос. Жатай	26.06	0,15	0,003	0,110	0,00	0,00	0,10	1,1
10	р. Лена ниже пос. Октемцы (выше Намцев)	27.06	0,31	0,015	0,150	0,004	0,024	0,10	1,1
12	р. Лена в районе пос. Маймага (ниже Намцев)	27.06	0,25	0,015	0,170	0,006	0,024	0,10	1,2
15	р. Лена устье р. Алдан	27.06	0,21	0,010	0,120	0,004	0,004	0,05	1,2
17	р. Лена ниже пос. Батамай	27.06	0,31	0,015	0,170	0,005	0,006	0,05	1,1
20	р. Лена выше пос. Сангар	28.06	0,18	0,006	0,150	0,006	0,007	0,10	1,0
22	р. Лена ниже пос. Сангар	28.06	0,34	0,003	0,120	0,005	0,020	0,14	1,1
24	р. Лена устье р. Вилюй	28.06	0,29	0,010	0,120	0,003	0,021	0,16	1,7

прибрежных территорий в районе перечисленных населенных пунктов. Сведения о концентрации в воде р. Лены основных биогенов приводятся в таблице 2. Повышенное содержание аммонийного азота было отмечено на р. Лене ниже пос. Сангар. Подобные величины аммонийного азота отмечены ниже пос. Октемцы, Маймага и в районе устья р. Вилюй. Самые высокие показатели содержания нитритов были отмечены ниже пос. Мохсоголлох, в районе Якутска и пригорода.

Выводы. Фитопланктон исследованного участка р. Лены по таксономическому составу имеет характерные черты голарктических рек, текущих с Юга на Север и богат в видовом отношении. Наличие во флоре реки большого числа новых таксонов свидетельствует об оригинальности полученных

материалов. Состав доминантов фитопланктона исследованного участка реки сохраняет значительное сходство с таковым по данным середины 90-х годов. По уровню количественного развития фитопланктон р. Лены характеризуется как северный олиготрофный. Индекс биоразнообразия фитопланктона р. Лены высокий для речного планктона и повышается в летний период. По системе Сладечека исследованный участок р. Лены слабозагрязненный.

Антропогенное воздействие на фитопланктон участка реки сосредоточено ниже наиболее крупных населенных пунктов: п. Мохсоголлох, г. Покровск, г. Якутск, п. Сангар и проявляется в некотором повышении концентрации биогенных элементов и общей биомассы фитопланктона.

Библиографический список

1. Габышев В. А. Видовой состав фитопланктона р. Лены в районе г. Якутска (Россия) // Альгология. — 1998. — Т. 8, № 3. — С. 260—267.
2. Габышев В. А. Водоросли планктона р. Лены в зоне влияния г. Якутска: Автореф. дис. канд. биол. наук. — Новосибирск, 1999. — 16 с.
3. Габышев В. А. Оценка влияния г. Якутска и пригорода на качество воды р. Лены по сапробности водорослей планктона // Республиканская научно-практич. конф. «Экологическая безопасность р. Лены (мониторинг, природные и технические катаклизмы)». — Якутск, 2001. — С. 78—79.
4. Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. Водоросли: Справочник. — Киев: Наукова думка, 1989. — 608 с.
5. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. — Л.: Наука, 1981. — 32 с.
6. Сладчек В. Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология: Материалы I съезда ВГБО. — М.: Наука, 1967. — С. 26—31.
7. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семенова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 540 с.
8. Гецен М. В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. — Л.: Наука, 1985. — 165 с.
9. Васильева И. И. Анализ видового состава и динамики развития водорослей водоемов Якутии. — Якутск: Изд-во ЯНЦ СО АН СССР, 1989. — 48 с.
10. Комаренко Л. Е. Флора водорослей бассейна среднего течения р. Лены и р. Индигирки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Л., 1956. — 19 с.
11. Воробьева С. С. Фитопланктон водоемов Ангары. — Новосибирск: Наука, 1995. — 126 с.
12. Науменко Ю. В. Фитопланктон реки Оби: Дис. ... докт. биол. наук. — Новосибирск, 1996. — 274 с.
13. Чайковская Т. С. Фитопланктон р. Енисей и Красноярского водохранилища // Биологические исследования Красноярского водохранилища. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. — С. 43—91.