

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 2, Number 314 (2016), 34 – 40

PHYTOPLANKTON OF THE KOLSAI LAKES NATIONAL PARK (KUNGEI ALATAU, SOUTH-EAST KAZAKHSTAN)

E. G. Krupa¹, N. A. Mademarova²

¹Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almatu, Kazakhstan,

²LLC Kazakh Agency of Applied Ecology, Almatu, Kazakhstan.

E-mail: elena_krupa@mail.ru, m.mademarova@kapo.kz

Key words: phytoplankton, structure, mountain lakes, natural park, South-East Kazakhstan.

Abstract. The Kolsai Lakes is located at an altitude of 1829-2642 m. above sea level on the territory of the National Natural Park. Hydrofauna of these alpine lakes is studied very poorly. Phytoplankton of the Kolsai alpine lakes was first investigated in August 2015. The phytoplankton number reached 11.7-51.2 mil. ind/m³, and phytoplankton biomass were 78.3-477.3 mg/m³. Cyanobacteria dominated in numbers in Nizhny Kolsay. Diatoms dominated by number in the Middle and Upper Kolsay. Green algae dominated by number in the Nizhny Kolsay and in the lake pass Sarybulak. Diatoms dominated by biomass in the three lakes and green algae dominated in the lake below the pass Sarybulak. The values of Shannon-Weaver index reached an average of 2.16-2.67 bits/ind and 1.14-2.25 bit/mg. Margalef index values decreased in the direction of a high-rise, and Pielou and Simpson index values, on the contrary, increased. The average cells weight was increased in the direction from the bottom to the uppermost lake.

УДК 591.524.11

ФИТОПЛАНКТОН ОЗЕР ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОЛЬСАЙСКИЕ ОЗЕРА» (КУНГЕЙ АЛАТАУ, ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Е. Г. Крупа¹, Н. А. Мадемарова²

¹РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

²ТОО Казахское Агентство прикладной экологии, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: фитопланктон, структура, горные озера, природный парк, Юго-Восточный Казахстан.

Аннотация. В августе 2015 г. разнообразие фитопланктона Кольсайских озер изменилось от 5 до 15 видов. Сообщества планктона водорослей Нижнего Кольсая и озера под перевалом Сарыбулак имели своеобразный видовой состав. Фитопланктон озер Средний и Верхний Кольсай был близок по видовому составу. Численность растительных клеток достигала 11,7-51,2 млн. экз/м³, при биомассе 78,3-477,3 мг/м³. В Нижнем Кольсае по численности доминировали синезеленые водоросли, в Среднем и Верхнем Кольсае – диатомовые, в озере под перевалом Сарыбулак – зеленые. По биомассе доминировали диатомовые, за исключением озера под перевалом, где основу суммарного показателя формировали зеленые водоросли. Значения индекса Шеннона-Уивера достигали в среднем 2,16-2,67 бит/экз и 1,14-2,25 бит/мг. Значения индекса Маргалефа снижались в высотном направлении, а значения индексов Пиелоу и Симпсона, напротив, возрастили. Средняя масса клетки возрастала в направлении от нижнего к самому верхнему озеру.

Введение. Кольсайские озера расположены в горах Кунгей Алатау (Юго-Восточный Казахстан) на территории Государственного национального природного парка «Кольсайские озера». Озера Нижний, Средний и Верхний Кольсай находятся в еловом поясе на высотах 1829–2642 м. над у.м. Питание озер осуществляется за счет одноименной реки, берущей начало на северных и западных склонах Кунгей Алатау. Площадь озер достигает 0,20–0,58 км², максимальная глубина – 30,0–36,6 м, прозрачность воды – 8,0–9,0 м. Четвёртое озеро без названия находится в субальпийском поясе под перевалом Сарыбулак на высоте 3170 м. Оно имеет площадь 0,02 км², при глубине 2,5 м и прозрачности воды до дна. Питание осуществляется за счет подземных вод и атмосферных осадков.

В силу труднодоступности Кольсайские озера являются чрезвычайно плохо изученными. Отрывочные сведения имеются только по минерализации воды [1] и зоопланктону двух нижних озер [2-4]. В данной статье впервые приводятся сведения по фитопланктону четырех озер – Нижний, Верхний, Средний Кольсай и без названия под перевалом Сарыбулак.

Материал и методики

Исследования проводили в августе 2015 г. На каждом озере отобраны пробы фитопланктона объемом 1 л. Каждая проба состояла из субпроб, отобранных в трех-пяти различных частях озера. Субпробы смешивались, и затем отбиралась одна интегрированная проба нужного объема.

Видовую идентификацию одноклеточных водорослей проводили по определителям для соответствующих отделов [5-10]. Для обработки проб фитопланктона применялся осадочный метод, при окончательном объеме концентрированной пробы 5–10 мл [11]. Кластерный анализ и расчет индексов разнообразия фитопланктона сообществ выполнены с использованием программы Primer.

Результаты и их обсуждение

В составе фитопланктона Кольсайских озер было выявлено 28 видов, из которых наибольшим разнообразием (15 видов) характеризовались диатомовые (Bacillariophyta) (таблица 1). Зеленые (Chlorophyta) были представлены 8, синезеленые (Cyanophyta) – 3, эвгленовые (Euglenophyta) – 2 видами. Наиболее высоким разнообразием характеризовался фитопланктон Нижнего Кольсая. Минимальное число видов выявлено в составе фитопланктоценоза озера под перевалом Сарыбулак. Синезеленые водоросли были обнаружены только в Нижнем Кольсайе. Наибольшее разнообразие диатомовых зафиксировано в Среднем и Верхнем Кольсайе. Небогатое в видовом отношении сообщество озера под перевалом Сарыбулак состояло преимущественно из представителей зеленых водорослей. Фоновыми видами являлись диатомовые *Cyclotella planctonica*, *Cyclotella comata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Achnanthes minutissima*.

Таблица 1 – Видовой состав фитопланктона Кольсайских озер, август 2015 г.

Название вида	Озеро			
	Нижний Кольсай	Средний Кольсай	Верхний Кольсай	без названия под перевалом Сарыбулак
1	2	3	4	5
Bacillariophyta (Диатомовые)				
<i>Achnanthes lanceolata</i> Grunow		+		
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	+	+	+	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg		+	+	
<i>Cyclotella comata</i> Kützing		+	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+	+	+	
<i>Cyclotella planctonica</i> Brunnthaler	+	+	+	
<i>Cymbella parva</i> Kirchner	+			
<i>Cymbella ventricosa</i> C. Agardh	+			
<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent			+	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
<i>Gomphonema longiceps</i> Ehrenberg			+	
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenberg ex Kützing		+		
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brügger	+		+	
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard		+		
<i>Synedra acus</i> Kützing	+			
<i>Tetraclysis lacustris</i> Ralfs			+	
Chlorophyta (Зеленые)				
<i>Chlorolobion braunii</i> (Ndgeli) Komárek	+			
<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmermann	+			+
<i>Crucigenia quadrata</i> var. <i>quadrata</i> Morren			+	
<i>Monoraphidium contortum</i> Komárek-Legnerová in Fott				+
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárek-Legnerová	+			
<i>Monoraphidium obtusum</i> (Korshikov) Komárek-Legnerová				+
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly in Fott			+	
<i>Spirogyra</i> sp.				+
Cyanophyta (Синезеленые)				
<i>Lyngbya contorta</i> Lemmermann	+			
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemmermann	+			
<i>Oscillatoria amphibia</i> C. Agardh ex Gomont	+			
Euglenophyta (Евгленовые)				
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein	+			
<i>Trachelomonas intermedia</i> P.A. Dangeard	+			
Всего:	15	9	10	5

Большая часть (80%) выявленных в составе фитопланктоценозов видов является космополитами. К представителям арктоальпийского комплекса относятся *Cyclotella planctonica* и *Tetraclysis lacustris*. Бореальный элемент флоры представлен *Cymbella parva*, бореально-средиземноморский – *Monoraphidium obtusum*.

Численность фитопланктона изменялась на порядок величин с максимальным значением показателя в Нижнем Кольсае (рисунок 1). Прослеживалась тенденция снижения величины показателя с высотой. В Нижнем Кольсае 90% суммарной численности сообщества формировали синезеленые. В Среднем Кольсае фитопланктон был представлен только диатомовыми. В Верхнем Кольсае по численности доминировали диатомовые (69,7%), при субдоминирующем положении зеленых (30,3%). В озере под перевалом Сарыбулак соотношение групп в численности фитопланктоценоза было обратным – зеленые формировали 85,5%, диатомовые 14,5% суммарного показателя.

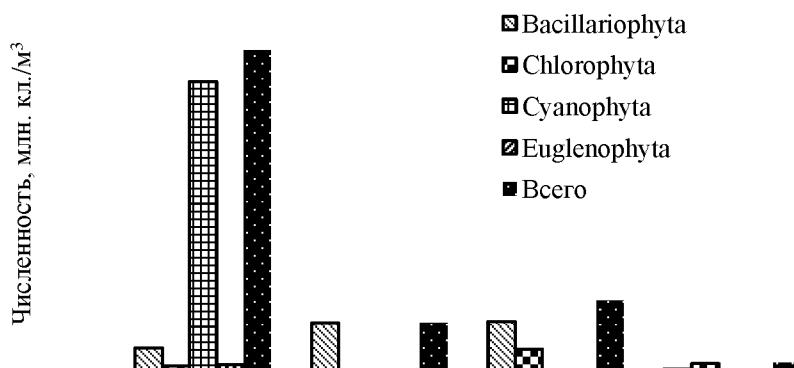


Рисунок 1 – Численность фитопланктона Кольсайских озер, август 2015 г.

Биомасса фитопланктона изменялась куполообразно, с максимальными показателями в Среднем и Верхнем Кольсae (рисунок 2). За исключением самого верхнего озера, ее основу – 69,7–100,0% формировали диатомовые. В Нижнем Кольсae субдоминирующее положение занимали евгленовые – 22,9% суммарного показателя. В озере под перевалом Сарыбулак, в отличие от других озер, основной вклад (81,6%) в формирование биомассы фитопланктона вносили зеленые водоросли, а диатомовые занимали субдоминирующее положение (18,4%).

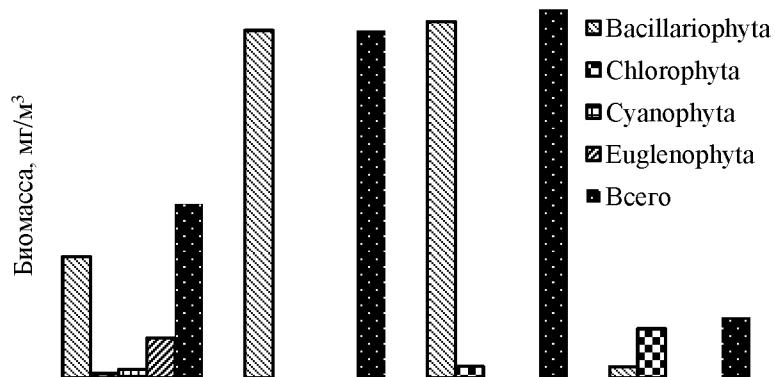


Рисунок 2 – Биомасса фитопланктона Кольсайских озер, август 2015 г.

Состав доминирующих видов в фитопланктоне Нижнего Кольсая и озера под перевалом Сарыбулак существенно различался как между собой, так и по сравнению с двумя другими озерами (таблица 2). В Среднем и Верхнем Кольсae основу численности формировали и биомассы фитопланктона формировали три вида диатомовых. В последнем из упомянутых озер доминантный комплекс видов был дополнен зеленою *Sphaerocystis planctonica*. Описанные различия сохранились и при анализе полных видовых списков (рисунок 3). Близкий видовой состав имел фитопланктон Среднего и Верхнего Кольсая. Фитопланктоценозы двух других озер – Нижнего Кольсая и озера под перевалом Сарыбулак – почти не имели общих с другими сообществами видов.

Таблица 2 – Относительная численность и биомасса доминирующих видов фитопланктона Кольсайских озер, август 2015 г.

Вид	Кольсай Нижний	Кольсай Средний	Кольсай Верхний	Под перевалом Сарыбулак
Численность, %				
<i>Lyngbya contorta</i>	20,6			
<i>Lyngbya limnetica</i>	36,3			
<i>Oscillatoria amphibia</i>	33,3			
<i>Cyclotella comta</i>		24,4	9,1	14,5
<i>Cyclotella meneghiniana</i>		20,0	21,2	
<i>Cyclotella planctonica</i>		37,7	27,2	
<i>Sphaerocystis planctonica</i>			24,3	
<i>Closteriopsis longissima</i>				14,5
<i>Monoraphidium contortum</i>				28,2
<i>Monoraphidium obtusum</i>				14,5
<i>Spirogyra sp.</i>				28,2
Биомасса, %				
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	35,4	20,0	29,3	
<i>Cyclotella planctonica</i>	27,2	38,5	38,6	
<i>Cyclotella comta</i>		34,4	17,8	18,4
<i>Trachelomonas intermedia</i>	15,5			
<i>Spirogyra sp.</i>				74,5

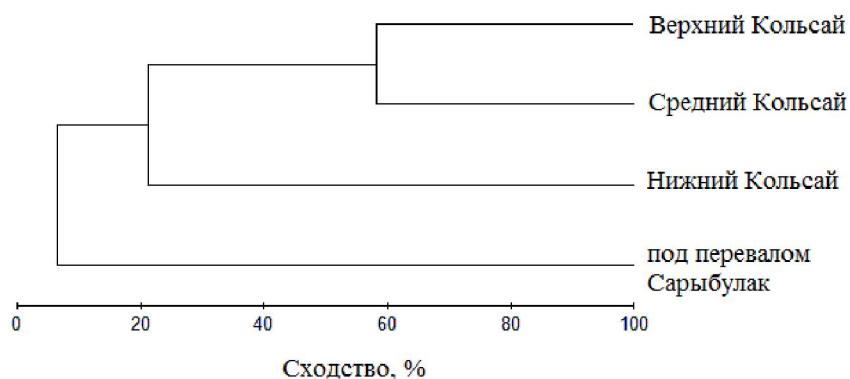


Рисунок 3 – Дендрограмма сходства видового состава фитопланктона Кольсайских озер, август 2015 г.

Расчисленные индексы характеризовали умеренный уровень разнообразия фитопланктона во всех озерах (таблица 3). Значения индекса Маргалефа снижались в высотном направлении, а значения индексов Пиелоу и Симпсона, напротив, возрастали. Это обусловлено тем, что разнообразие фитопланктона по числу видов от нижнего к верхнему озеру снижалось, а распределение видов в суммарных количественных показателях становилось более равномерным. Значения индекса Шеннона-Уивера, расчисляемые по доле видов в суммарной численности, изменились куполообразно, с максимумом в Среднем и Верхнем Кольсай. В фитопланктонном сообществе Нижнего Кольсая средняя масса клетки была минимальной относительно сообществ других озер. Величина показателя возрастала в высотном направлении, с максимумом в озере под перевалом Сарыбулак.

Таблица 3 – Показатели разнообразия и средняя масса клетки в фитопланктона Кольсайских озер, август 2015 г.

Озеро	Индексы					Ср. масса клетки 10^{-6} , мг	
	Шеннона-Уивера		Маргалефа d	Пиелоу J'	Симпсона λ-1		
	бит/экз	бит/мг					
Нижний Кольсай	2,16	2,61	2,25	0,55	0,72	0,442	
Средний Кольсай	2,38	1,94	1,85	0,75	0,76	6,009	
Верхний Кольсай	2,67	2,25	1,91	0,80	0,81	4,335	
Озеро под перевалом Сарыбулак	2,24	1,14	1,63	0,97	0,85	6,692	

Таким образом, исследования 4 ультрапресных высокогорных озер Юго-Восточного Казахстана выявили невысокий уровень разнообразия летнего фитопланктона как по числу видов (5-15), так и по их выравненности. Несмотря на территориальную близость, на уровне сходства видового состава фитопланктона более 50%, озера образовали три кластера, два из которых включали Нижний Кольсай и озеро под перевалом Сарыбулак. Третий кластер объединил фитопланктонные сообщества Среднего и Верхнего Кольсая.

Анализ литературных данных показал, что фитопланктон горных озер других регионов характеризовался таким же невысоким разнообразием. В оз. Илчир (Восточные Саяны, высота 1963 м над ур. м.) в августе 1999 г. планктонные водоросли были представлены 25 видами, из которых диатомовых 10, синезеленых – 5, зеленых – 4, криптофитовых – 4, золотистых – 2 [12]. В Альпийских озерах (высота 1840-2796 м над ур. м.) среднее число видов одноклеточных водорослей на пробу не превышало 12-25 [17].

Количественные показатели фитопланктона Кольсайских озер (11,7-51,2 млн. экз/м³ и 78,3-477,3 мг/м³) были характерны для чистых вод [13], однако массовое появление в прибрежной зоне Нижнего Кольсая нитчатых водорослей свидетельствовало об избыточном поступлении биогенных элементов с водосборного бассейна. Доминирование в Нижнем Кольсай синезеленых водорослей и размерная структура фитопланктона с преобладанием мелкоклеточных видов также указывали на то, что это озеро эвтрофируется. Средняя масса растительной клетки возрастала в направлении от

нижнего к самому верхнему озеру, что связано с изменением структуры фитопланктона. В отличие от Нижнего Кольсая, в Среднем и Верхнем Кольсae основу численности сообщества формировали крупные диатомовые водоросли, характерные для чистых вод. По биомассе в трех основных озерах доминировали диатомовые, а в озере под перевалом доминантами, как по численности, так и по биомассе являлись зеленые.

Расчисленные индексы характеризовали умеренный и низкий уровень разнообразия фитопланктона во всех озерах. Индекс Шеннона-Уивера изменялся в пределах 2,16-2,67 бит/экз, что близко к его значениям, приводимым для фитопланктона Альпийских озер [14]. Значения индекса Маргалефа снижались в высотном направлении, а значения индексов Пиелоу и Симпсона, напротив, возрастали.

При отсутствии токсического загрязнения структурные показатели фитопланктона Кольсайских озер в целом были характерны для чистых вод. Признаки эвтрофирования, особенно выраженные в Нижнем Кольсae, могут быть связаны как с ежегодно усиливающейся рекреационной нагрузкой, так и с наблюдающимся понижением уровня озер как следствие климатических изменений [15].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крупа Е.Г. Зоопланктон лимнических и лотических экосистем Казахстана. Структура, закономерности формирования. – Saarbrucken: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 346 с.
- [2] Крупа Е.Г. О зоопланктоне горных и предгорных водоемов Казахстана и Кыргыстана // Мат-лы междунар. конф. «Биоразнообразие животного мира Казахстана, проблемы сохранения и использования». – Алматы: Институт зоологии, 2007. – С. 71-72.
- [3] Курмангалиева Ш.Г. Сезонная динамика зоопланктона оз. Нижний Кульсай // Биологические науки. – 1974. – Вып. 7. – С. 87-91.
- [4] Смирнова Д.А. Состояние зоопланктоценозов озер Средний и Нижний Кульсай (бассейн р. Чилик) в период начала их рекреационного использования // Вестник КазГУ. Сер. биол. – 2000. – № 4. – С. 54-60.
- [5] Голербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 2. Синеватые водоросли. – М.: Советская наука, 1953. – 654 с.
- [6] Забелина М.М., Киселев И.А., Пропшина-Лавренко А.И., Шептукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Советская наука, 1951. – 622 с.
- [7] Попова Т.Г. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 7. Эвгленовые водоросли. – М.: Советская наука, 1955. – 213 с.
- [8] Мошкова Н.А., Голербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 10(1). Зеленые водоросли. Класс Улотриковые. Порядок Улотриковые. – М.: Советская наука, 1986. – 361 с.
- [9] Паламарь-Мордвинцева Г.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 11(2). Зеленые водоросли. Класс Коньюгаты. Порядок Десмидиевые (2). – М.: Советская наука, 1982. – 621 с.
- [10] Матвиенко А.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 3. Золотистые водоросли. – М.: Советская наука, 1954. – 189 с.
- [11] Киселев И.А. Методы исследования планктона // В кн.: Жизнь пресных вод СССР. – Т. 4. – М.; Л.: АН СССР, 1956. – С. 183-265.
- [12] Bondarenko N.A., Sheveleva N.G., Domysheva V.M. Structure of plankton communities in Ilchir, an alpine lake in eastern Siberia // Limnology. – 2002. – Vol. 3. – P. 127-133.
- [13] Tollotti M., Manca M., Angelini N., Morabito G. et al. Phytoplankton and zooplankton associations in a set of Alpine high altitude lakes: geographic distribution and ecology // Hydrobiologia. – 2006. – Vol. 562. – P. 99-122.
- [14] Романенко В.Д., Оксюк О.П., Жукинский В.Н., Столберг Ф.В., Лаврик В.И. Эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод супши. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. – Киев: Наукова Думка, 1990. – 256 с.
- [15] Jeppesen E., Brucet S., Naselli-Flores L., Papastergiadou E., Stefanidis K., Noges T. et al. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity // Hydrobiologia. – 2015. – Vol. 750. – P. 201-227. – DOI 10.1007/s10750-014-2169-x.

REFERENCES

- [1] Krupa E.G. Zooplankton of lothic and limnetic ecosystems of Kazakhstan. Structure, pattern formation. Saarbrucken: Palmarium Academic Publishing, 2012, 346 p. (in Russian)
- [2] Krupa E.G. About zooplankton of mountain and foothill Kazakhstan and Kyrgyzstan waterbodies. *Proceedings of the International Conference "Biodiversity of Kazakhstan fauna, the conservation and use."* Almaty: MES, Institute of Zoology, 2007, p.71-72. (in Russian)
- [3] Kurmangaliyeva Sh. Seasonal dynamics of the Lower Kulsai Lake zooplankton. *Biological Sciences*, 1974, Vol. 7, pp. 87-91. (in Russian)

- [4] Smirnova D.A. Zooplankton of the Middle and Lower Kulsai Lakes (basin of Chilik River) in the beginning of their recreational use. *Vestnik KSU*, sir. biol., **2000**, № 4, pp. 54-60. (in Russian)
- [5] Golerbah M.M., Kosinskaya E.K., Polyansky V.I. Key to freshwater algae USSR. Vol. 2. – Blue-green algae. M.: Soviet science, **1953**, 654 p. (in Russian)
- [6] Zabelina M.M., Kiselev I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. Key to freshwater algae USSR. Vol. 4. Diatoms. M.: Soviet science, **1951**, 622 p. (in Russian)
- [7] Popova T.G. Key to freshwater algae USSR. Vol. 7. Euglenophyta. M.: Soviet science, **1955**, 213 p. (in Russian)
- [8] Moshkova N.A., Golerbah M.M. Key to freshwater algae USSR. Vol. 10(1). Green algae. Class Ulotrichovye. Ulotrichovye. M.: Soviet science, **1986**, 361 p. (in Russian)
- [9] Palamar-Mordvintseva G.M. Key to freshwater algae USSR. Vol. 11(2). Green algae. Class conjugates. Desmidieye (2). M.: Soviet science, **1982**, 621 p. (in Russian)
- [10] Matvienko A.M. Key to freshwater algae USSR. Vol. 3. Golden algae. M.: Soviet science, **1954**, 189 p. (in Russian)
- [11] Kiselev I.A. Methods of study of plankton. Life of freshwaters of the USSR. 4. T. M., L.: USSR Academy of Sciences, **1956**, pp. 183–265 (in Russian)
- [12] Bondarenko N.A., Sheveleva N.G., Domysheva V.M. Structure of plankton communities in Ilchir, an alpine lake in eastern Siberia. *Limnology*, 2002, Vol. 3, pp. 127–133. (in Eng.)
- [13] Tollotti M., Manca M., Angeli N., Morabito G. et al. Phytoplankton and zooplankton associations in a set of Alpine high altitude lakes: geographic distribution and ecology. *Hydrobiologia*, 2006, Vol. 562, pp. 99–122. (in Eng.)
- [14] Romanenko V.D., Oksiyuk O.P., Zhukovsky V.N., Stolberg F.V., Lavrik V.I. Ecological and sanitary classification of surface water quality. Environmental impact assessment of hydraulic construction on water bodies. *Naukova Dumka*, **1990**, 256 p. (in Russian)
- [15] Jeppesen E., Brucet S., Naselli-Flores L., Papastergiadou E., Stefanidis K., Noges T. et al. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. *Hydrobiologia*, **2015**, Vol. 750, pp. 201–227. DOI 10.1007/s10750-014-2169-x (in Eng.)

«КӨЛСАЙ КӨЛДЕРІ» МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИФИ БАҒЫ КӨЛДЕРІ ФИТОПЛАНКТОНЫ (КҮНГЕЙ АЛАТАУЫ, ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ШЫҒЫСЫ)

Е. Г. Крупа¹, Н. А. Мадемарова²

¹РМК ШДК «Зоология институты» ФК БФМ ҚР, Алматы, Қазақстан,

²ЖШС Қазақ қолданбалы экология агенттігі, Алматы, Қазақстан

Түйін сөздер: фитопланктон, құрылым, таулық көлдер, табиғи бақ, Оңтүстік-Шығыс Қазақстан.

Аннотация. 2015 ж. тамыз айында Көлсай көлдері фитопланктоны алуантурлілігі 5-тен 15 түр аралығында болды. Тәменгі Көлсай және бірінші асу астындағы Сарыбулақ көлдері планктондық балдырлар қауымдастырында өзіндік түрлік құрамы болды. Органғы және жоғарғы Көлсай фитопланктонында түрлік құрамдары бойынша ұқсастық байқалды. Өсімдік клеткалары саны 78,3-477,3 мг/м³ биомассада 11,7-51,2 млн. экз/м³ жетті. Тәменгі Көлсайдың көкжасыл балдырлар саны бойынша, ал органғы және жоғарғы Көлсайды диатомды, асу астындағы Сарыбулақ көлінде жасыл балдырлар доминанттылық көрсетті. Биомассасы бойынша жиынтық көрсеткішінің негізін қалыптастырыған жасыл балдырлар болып келген асу астындағы көлден басқаларында диатомды балдырлар доминантты болды. Шенон-Уивер индексі мәні орта есеппен 2,16-2,67 бит/экз және 1,14-2,25 бит/мг. Маргалеф индексі мәні жоғарлаған сайын тәмендеді, ал Пиело және Симпсон индексі мәні көрініше артты. Клеткалардың орташа массасы ен тәменгі көлден жоғарғы көлге қарай артты.

Поступила 05.04.2016 г.