

Е. Г. КРУПА, Г. Г. СЛИВИНСКИЙ

(РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, г. Алматы)

СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА ТЕНИЗ-КОРГАЛЖЫНСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР

Аннотация

Исследован зоопланктон Тениз-Коргалжынской системы озер в условиях неблагоприятного гидрологического режима. Минерализация воды в водоемах достигала 1,50-154,66 г/дм³. Разнообразие зоопланктона изменялось от 2 до 75 видов, при размахе колебаний количественных показателей на порядок величин. Разнообразие и численность зоопланктона в градиенте минерализации воды линейно снижались, при нелинейном изменении величины биомассы. Главными факторами, определяющими сходство зоопланктофаун различных участков, являлась минерализация воды, наличие или отсутствие течения, преобладающий тип грунта, время образования и пространственная близость водоемов.

Ключевые слова: Тениз-Коргалжынские озера, зоопланктон, структура, факторы среды.

Кілт сөздер: Теңіз-Қорғалжын көлдері, зоопланктон, құрылым, орта факторлары.

Keywords: Tengiz-Korgalzhyn lakes, zooplankton, structure, environmental factors.

Тениз-Коргалжынские озера характеризуются неустойчивым гидрологическим режимом, что обуславливает существенные межгодовые колебания их морфометрических, гидрохимических и гидробиологических показателей. Общая площадь озер системы (2330-2600 км²) зависит от объема поступающего речного стока и общей увлажненности территории бассейна. При суммарной среднегодовой норме осадков 288 мм, величина показателя за последние 25-30 лет варьировала от 170 до 370 мм [1]. Период с 2000 по 2005 гг. был многоводным и характеризовался среднегодовым количеством осадков на уровне выше средних значений (350 мм). В последующие маловодные годы произошло обмеление и высыхание многих озер региона. В 2011-2012 гг. Нура не достигала оз. Тениз и заканчивалась в урочище Базарал. По сравнению с 2011 г., в 2012 г. уровень оз. Султан-келды упал на 10 см, а на оз. Есей поднялся на 0,5 м. Озеро Большой Тениз отступило от коренного берега на 1 км. Река Куланотпес разделилась на отдельные плесы без выраженного течения.

Первые исследования зоопланктона Тениз-Коргалжынской системы водоемов были проведены в середине прошлого века [2] и впоследствии продолжены специалистами различных научных направлений [1, 3]. Целью настоящей работы является характеристика структурных показателей зоопланктона основных водоемов Тениз-Коргалжынской системы в условиях понижения уровня воды.

Материал и методы. В июле 2012 г. исследован зоопланктон 10 водоемов системы (оз. Кокай, Табан, Табанказы, Султанкелды, Бозарал, Есей, Большой Тениз, прудов Улкен Табылгысай №1 и №2, р. Куланотпес). Отбор и обработку проб зоопланктона проводили стандартными методами [4]. Для идентификации видов использовали определители для соответствующих групп [5-6]. Гидрохимические показатели определяли в соответствии с принятыми методами [7]. Анализ сходства зоопланктонных сообществ проводили с помощью программы Primer-6 по коэффициенту Брэй-Кертиса [8].

Результаты и обсуждение. Глубина озер достигала 1,0-2,7 м. Прозрачность воды варьировала от 0,10-0,15 м в оз. Кокай и Большой Тениз до 0,5-1,8 м в остальных озерах. Грунты были представлены серыми, светло-серыми, реже черными илами с запахом сероводорода. Температура воды достигала 20,0-23,0° С. За исключением оз. Кокай, все водоемы в сильной степени (30-95%) заросли урутью и рдестами.

Минерализация воды варьировала в широких пределах (таблица 1). Согласно классификации [8], в большей части исследованных водоемов вода являлась солоноватой, в озерах Базарал и Есей – соленой. Наибольшая величина показателя отмечалась для конечного бессточного оз. Большой Тениз. В ионном составе повсеместно преобладали хлориды и ионы натрия. Озера Султанкелды, Табанказы и р. Куланотпес имели воду средней жесткости. В озерах Табан, Кокай, Базарал, Есей вода была жесткой, в озере Большой Тениз – очень жесткой.

Таблица 1 – Ионный состав и минерализация воды водоемов Тениз-Коргалжынской системы, июль 2012 г.

Водоем	Жесткость, мг-экв/дм ³	Ионный состав, мг/дм ³						М., г/дм ³
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	N ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	
Султанкелды	4,8	61,3	20,7	816,5	260,3	664,2	791,7	2,62
	4,5	58,1	19,5	434,7	237,9	375,9	415,3	1,54
Табан	8,4	58,1	66,9	782,0	211,7	777,7	1045,5	2,95
Кокай	8,5	68,1	62,0	825,7	333,5	695,4	866,7	2,85
Бозарал	11,3	78,1	90,0	1094,1	357,9	822,6	1264,7	3,72
Есей	12,7	84,2	103,4	1718,1	390,4	1470,3	1789,2	5,56
Табанказы	4,7	70,8	14,6	441,6	213,5	399,6	428,3	1,50
Большой Тениз	43,6	244,5	381,8	58330,3	329,4	15419,7	79759,6	154,66
Р. Куланотпес	6,1	74,1	29,2	602,6	658,8	252,5	575,1	2,19

По сравнению с более многоводным 2005 г., в 2012 г. минерализация воды оз. Большой Тениз возросла почти в 3 раза – от 40,6-54,9 [1] до 154,7 г/дм³, р. Куланотпес более чем в 2 раза – от 1,01 [1] до 2,19 г/дм³. Произошло некоторое распреснение озера Базарал, при изменении величины показателя от 4,5 г/дм³ в 2005 г. до 3,7 г/дм³ в 2012 г.

Летом 2012 г. в составе зоопланктона было выявлено 144 таксона (коловраток – 73, ветвистоусых – 38, веслоногих – 25, факультативных планктеров – 8). Широкое распространение имели коловратки *Asplanchna silvestris*, *Brachionus angularis*, *Keratella quadrata*, ракообразные *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Eurytemora affinis*. Наибольшим разнообразием зоопланктона характеризовались слабо минерализованные озера Табанказы и Султанкельды (таблица 2).

Таблица 2 – Разнообразие основных групп зоопланктона в водоемах Тениз-Коргалжынской системы, лето 2012 г.

Водоем	Число видов				
	коловратки	ветвистоусые	веслоногие	прочие	всего
Табанказы	39	16	13	7	75
Султанкелды	25	16	10	3	54
Кокай	9	6	10	0	25
Табан	23	9	6	0	38
Есей	6	4	3	0	13
Большой Тениз	0	0	1	1	2
Р. Куланотпес	12	8	4	0	24
Улкен Табылгысай №1	17	1	2	0	20
Улкен Табылгысай №2	6	4	5	1	16

Численность планктонных беспозвоночных основных озер системы достигала высокого уровня (таблица 2). Еще более высоким обилием характеризовался зоопланктон степных прудов – Улкен Табылгысай №1 (1276,0 тыс. экз/м³) и Улкен Табылгысай №2 (786,5 тыс. экз/м³). Основу численности повсеместно формировали коловратки, реже веслоногие.

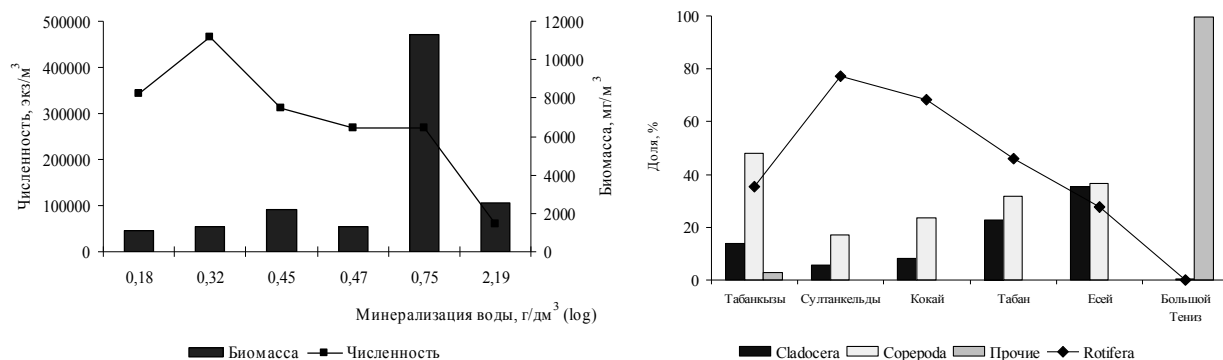
Биомасса зоопланктоценозов варьировала в пределах 0,5-11,3 г/м³. Доминировали ракообразные, реже коловратки. В оз. Большой Тениз основу численности (2274 экз/м³) и биомассы (2518 мг/м³) зоопланктона формировал жаброногий рачок артемия. В р.

Куланотпес, разделив-шейся на отдельные плесы при отсутствии течения, зоопланктон был обилен – 404,1 тыс. экз/м³, при биомассе 1936,4 мг/м³. Доминировали веслоногие (55,8-58,8%). Субдоминировали коловратки (21,4-24,7%) и ветвистоусые (16,5-22,8%). В состав доминантного комплекса входили ракообразные *Thermocyclops oithonoides*, *Mesocyclops leuckarti*, *Bosmina longirostris*, коловратки *Polyarthra euryptera*, *Asplanchna priodonta*.

Таблица 2 – Количественные показатели зоопланктона озер Тениз-Коргалжынской системы, июль 2012 г.

Озеро	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Прочие	Всего
	Численность, экз/м ³				
Табанказы	120,5±50,3	47,2±7,7	164,5±54,8	10,1±4,5	342,3±100,9
Султанкелды	359,4±267,5	25,9±11,8	79,3±24,5	0,08±0,05	464,6±302,6
Кокай	212,4±84,4	25,5±7,8	73,6±14,9	–	311,5±106,6
Табан	123,4±80,4	61,0±32,1	85,1±28,8	–	269,6±123,8
Есей	74,4±6,9	94,7±21,3	98,4±26,7	–	267,4±44,7
Бозарал	10,1±2,4	39,2±2,1	92,5±2,9	0,03±0,03	141,8±1,34
Биомасса, мг/м ³					
Табанказы	73,8±42,4	518,0±196,0	450,4±149,3	54,1±28,6	1096,3±262,
Султанкелды	428,0±250,9	287,9±98,8	582,3±216,7	1,0±0,06	1299,2±502,
Кокай	798,4	814,4±317,4	566,4±119,2	–	2179,2±867,
Табан	162,3±97,5	826,4±452,7	333,3±124,2	–	1322,0±672,
Есей	142,2±13,8	7355,8±243,4	3841,9±1087,1	–	11339,9±112
Бозарал	4,4±0,8	690,0±90,3	363,8±20,3	0,4±0,4	1058,7±76,6

В градиенте минерализации воды численность зоопланктона снижалась на фоне нелинейного увеличения биомассы (рисунок 1, А). Динамика биомассы зоопланктона по водоемам системы была обусловлена изменениями доли таксономических групп в суммарной численности (рисунок 1, Б). Доля коловраток вначале несколько возрастала, а затем резко снижалась. Относительная численность более крупных, по сравнению с коловратками, ракообразных, напротив, при росте минерализации воды от 1,5 до 2,0 г/дм³ снижалась, а в интервале значений показателя 2,08-5,56 г/дм³ вновь возрастала.



А

Б

Рисунок 1 – Изменение количественных показателей (А) и доли таксономических групп (Б)

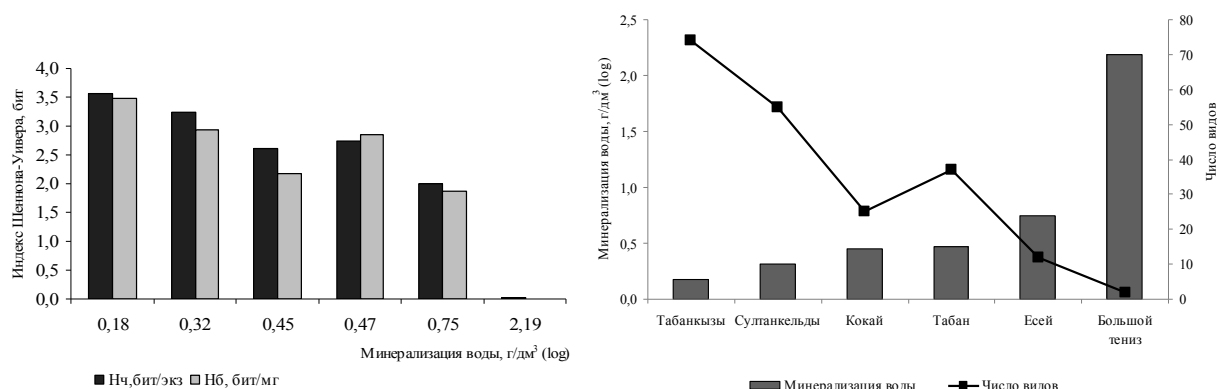
в численности зоопланктона в зависимости от минерализации воды озер Тениз-Коргалжынской системы, июль 2012 г.

Таблица 3 – Структурные показатели зоопланктона озер Тениз-Коргалжынской системы, июль 2012 г.

Водоем	Число видов	Нч, бит/экз	Нб, бит/мг	Ср. масса особи, мг
Табанказы	43,0±3,0	3,57±0,53	3,47±0,20	0,0034±0,0009
Султанкелды	25,8±2,3	3,23±0,10	2,93±0,18	0,0045±0,0019
Табан	22,0±3,5	2,75±0,05	2,84±0,07	0,0049±0,0004
Есей	8,0±1,0	2,00±0,10	1,88±0,14	0,0438±0,0044
Бозарал	25,0±0,0	2,98±0,16	2,78±0,25	0,0075±0,0006

Зоопланктоценозы исследованных водоемов характеризовались в целом высоким и умеренным уровнем разнообразия по индексу Шеннона-Уивера (таблица 3). Разнообразие зоопланктона степных прудов (Улкен Табылгысай №1 и №2) существенно различалось. В первом из них, более старом, значения индекса Шеннона-Уивера были выше (3,23 бит/экз и 2,73 бит/мг), чем во втором, недавно образованном (1,79 бит/экз и 1,53 бит/мг). За исключением оз. Есей и Большой Тениз, зоопланктон остальных водоемов был представлен особями мелких размеров, при величине показателя менее 0,0075 мг.

Аналогично динамике количественных показателей, при увеличении суммарного содержания растворенных солей значения индекса Шеннона-Уивера снижались (рисунок 2, А). Уменьшение величины показателя связано как с редукцией разнообразия ценозов по общему числу видов (рисунок 2, Б), так и с усилением доминирования одного-двух видов, наиболее приспособленных к повышенной минерализации воды.



А

Б

Рисунок 2 – Изменение разнообразия зоопланктона в зависимости от минерализации воды водоемов Тениз-Коргалжынской системы, июль 2012 г.

А – число видов, Б – значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера

Таблица 4 – Деление водоемов Тениз-Коргалжынской системы на кластеры и основные факторы,

влияющие на уровень сходства зоопланктофаун, июль 2012 г.

Кластер	Водоем	Минерализация воды, г/дм ³	Другие факторы
А	Большой Тениз	154,66	
Б	Улкен Табылгысай №2	нет данных	Время образования
В	Есей	5,56	
Г	Улкен Табылгысай №1	нет данных	Время образования
Д	Р. Куланотпес	2,19	
Е	Кокай, Султанкелды (ст. 2-4)	2,62-2,85	Пространственная близость, тип грунта
Ж	Табан	2,95	
З	Бозарал	3,72	
И	Озеро и протока Табанказы, Султанкелды (ст.1)	1,40-1,54	Пространственная близость, течение, тип грунта

Согласно значениям коэффициента Брэя-Кертиса, водоемы образовали 9 кластеров, при уровне сходства зоопланктофаун менее 30-40% (рисунок 3). Исключение представляло оз. Султанкелды (таблица 5) – его различные участки попали в разные кластеры, что свидетельствовало о неодно-родности внешних условий в этом водоеме. Основным, но не единственным фактором, определяющим сходство и различия структуры зоопланктона в водоемах системы, являлась минерализация воды. По составу фауны резко выделялось наиболее минерализованное оз. Большой Тениз, где толщу воды населяли всего два вида – жаброног *Artemia sp.* и веслоногий рачок *Cletocamptus retro-*

gressus. При пространственной близости, близких значениях минерализации воды и однотипном грунте (серый ил) зоопланктофауна озер Кокай и большей части акватории оз. Султанкелды (ст. 2-4) была аналогична по составу и соотношению численности видов. Верхний участок оз. Султанкелды (ст. 1) выделился в один кластер с оз. Табанказы и протокой. Помимо близких величин минерализации воды, сходство фаун было связано с пространственной близостью участков, переносом организмов по протоке и типом грунта. Для всех участков этого кластера было характерно наличие мелкого детрита в грунте и слабого запаха сероводорода, свидетельствующего о преобладании восстановительных процессов.

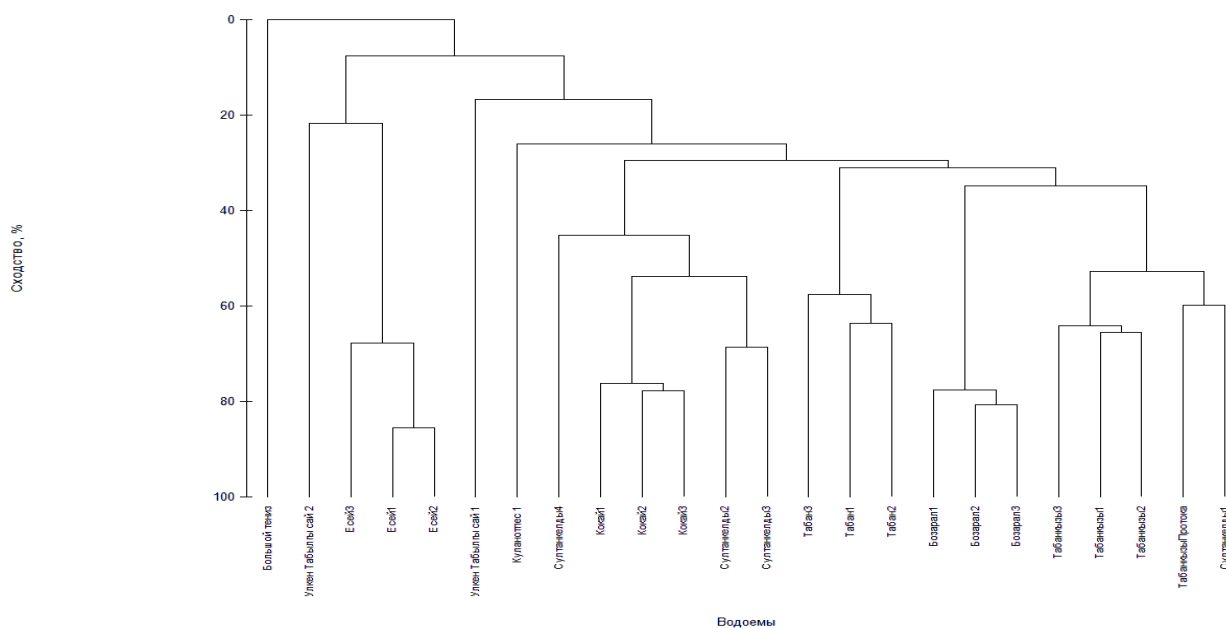


Рисунок 3 – Сходство зоопланктона Тениз-Коргалжынской системы водоемов по коэффициенту Брэя-Кертиса,

июль 2012 г.

Интерес представляет очень низкое сходство фауны планктонных беспозвоночных степных прудов (Улкен Табылгысай №1 и №2), расположенных в непосредственной близости друг к другу. Очевидно, основным фактором, определяющим различия в составе гидроценозов этих водоемов, явилось время их заполнения водой. В более старом из них (№1) структура зоопланктоценоза (высокие значения численности при умеренной величине биомассы, доминирование коловраток по численности, веслоногих по биомассе, мелко размерный состав сообщества) свидетельствовала о сравнительно далеко зашедших процессах эвтрофирования. Второй пруд на момент обследования существовал лишь в течение нескольких месяцев и существенно отличался по структуре зоопланктона от первого пруда. При наличии всего двух общих видов (*Keratella quadrata*, *Cyclops vicinus*), более низкой численности (в 1,6 раз), биомасса зоопланктона этого вновь образованного водоема была в 2,9 раза выше, чем в пруду №1. Ее основу формировали ветвистоусые ракообразные, что обусловило более высокие значения средней индивидуальной массы особи – 0,0076 мг против 0,0016 мг. Мелководность этого водоема

способствовала быстрому прохождению началь-ных стадий сукцессии, и на момент обследования его трофический статус уже соответствовал мезотрофному уровню.

Таким образом, в условиях обмеления большей части водоемов Тениз-Коргалжынской систе-мы, разнообразие зоопланктона изменялось от 2 до 75 видов, при размахе колебаний количест-венных показателей на порядок величин. Высокие значения численности и биомассы планктонных беспозвоночных в водоемах системы отмечались и ранее [1-3]. По сравнению с более многовод-ным 2005 г., на фоне изменения гидролого-гидрохимического режима всех озер системы в 2012 г., структура зоопланктонных сообществ изменилась. Численности зоопланктона озер Султанкельды и Кокай возросли в 5,4 и 1,8 раза, соответсвенно, биомасса – в 2,7 и 2,2 раза, при разнонаправ-ленном изменении значений индекса разнообразия Шеннона-Уивера. В озере Есей, на фоне сни-жения численности планктонных беспозвоночных от 2005 к 2012 г., формируемая ими биомасса возросла почти в 2 раза за счет снижения доминирования коловраток и усиления роли ракооб-разных. В условиях существенно более высокой величины минерализации воды в 2012 г., численность зоопланктона оз. Большой Тениз, без учета яиц артемии, была на два порядка ниже, чем в 2005 г. (115,5 тыс.экз/м³ и 6,9 г/м³). Основу количественных показателей формировали ракообразные. Артемия была малочисленна. Разнообразие зоопланктона по индексу Шеннона-Уивера находилось на более высоком уровне – в среднем 1,21-1,66 бит.

Главными факторами, определяющими сходство зоопланктофаун различных участков, являлась минерализация воды, наличие или отсутствие течения, преобладающий тип грунта, время обра-зования водоема, пространственная близость. Разнообразие и численность зоопланктона в гра-диенте минерализации воды линейно снижались, при нелинейном изменении величины биомассы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана. Тениз-Коргалжынская система озер. – Астана, 2007. – 286 с.
- 2 Диканская А.Г. Зоопланктон озер Коргалжынской системы (Целиноградская область КазССР): Автореф... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1972. – 34 с.
- 3 Стуге Т.С. Состав и структура сообщества планктонных ракообразных водоемов Кургальджинского заповедника // Selevinia. – 2004. – С. 47-55.
- 4 Винберг Г.Г., Лаврентьева Г.М. (под ред.). Зоопланктон и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
- 5 Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л., 1970. – 744 с.
- 6 Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – СПб.: Наука, 1995. – 628 с.
- 8 Алекин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава вод // Жизнь пресных вод. – М.: Изд. АН СССР, 1973. – Т. 4. – С. 214-298.
- 8 Гусева Т. В. (под ред.) Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Социально-экологический Союз, 2002. – 148 с.
- 9 Clarke K.R., Warwick R.M. Change in Marine communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth, 2001. – 198 p.

REFERENCES

- 1 Dikanskaja A.G. Zooplankton ozer Korgalzhynskoj sistemy (Celinogradskaja oblast' KazSSR): *avtoref. ... kand. biol. nauk.* Alma-Ata, **1972**. 34 s (in Russ.).
- 2 Stuge T.S. Sostav i struktura soobshhestva planktonnyh rakoobraznyh vodoemov Kurgal'dzhinskogo zapovednika // *Selevinia*. **2004**. S. 47-55 (in Russ.).
- 3 Global'no znachimye vodno-bolotnye ugod'ja Kazahstana. Teniz-Korgalzhynskaja sistema ozer. Astana, **2007**. 286 s (in Russ.).
- 4 Vinberg G.G., Lavrent'eva G.M. (pod red.). Zooplankton i ego produkcija. L.: GosNIORH, **1984**. 33 s. (in Russ.).
- 5 Kutikova L.A. Kolovratki fauny SSSR. L., **1970**. 744 s. (in Russ.).
- 6 Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Rossii i sopredel'nyh territorij. S-Pb: Nauka, **1995**. 628 s (in Russ.).
- 7 Alekin O.A. Metody issledovanija fizicheskikh svojstv i himicheskogo sostava vod // *Zhizn' presnyh vod*. M.: Izd. ANSSSR, **1973**. T. 4. S. 214-298 (in Russ.).
- 8 Guseva T. V. (pod red.) Gidrohimicheskie pokazateli sostojanija okruzhajushhej sredy. M.: Social'no-jekologicheskij Sojuz, 2002. 148 s. (in Russ.).
- 9 Clarke K.R., Warwick R.M. Change in Marine communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth, **2001**. 198 p. (in English).

Е. Г. Крупа, Г. Г. Сливинский

(ҚР БЖҒМ Зоология институты, Алматы қ.)

ТЕҢІЗ-ҚОРҒАЛЖЫН КӨЛДЕР ЖҮЙЕСІ

ЗООПЛАНКТОННЫ ҚҰРЛЫМЫ

Теңіз-Қорғалжын көлдер жүйесі зоопланктоны құрлымы гидрологиялық режимі қолайсыз жағдайында зерттелінді. Су айдынындағы судың минерализациясы 1,50-154,66 г/дм³ жетті. Сандық көрсеткіші тербелісі бір қатар артқанда, зоопланктонның алуантүрлілігі 2-ден 75 түрге дейін өзгерді. Судың минерализациясы градиенті біркелкі өзгерісінде зоопланктонның алуантүрлілігі мен саны, ал біртекті өзгерісінде биомассасы мөлшері төмендеді. Әртүрлі бөліктердегі зоопланктондық фауна ұқсастығын анықтаушы

басты фактор судың минерализациясы, ағысты немесе ағыссыз болуы, топырағының басым типі, суқоймаының пайда болуы уақыты, кеңістіктік жақындығы болып табылды.

E. G. Krupa, G. G. Slivinsky

(Institute of zoology of the MES of the RK, Almaty)

ZOOPLANKTON STRUCTURE IN TENIZ-KORGALZHYN LAKE SYSTEM

Zooplankton of Teniz-Korgalzhyn lake system in unfavorable hydrological conditions was studied. Mineralization of water in the reservoirs reached 1,50-154,66 g/dm³. The diversity of zooplankton varied from 2 to 75 species, with significant quantitative differences. The diversity and abundance of zooplankton in the water salinity gradient decreased linearly, with a nonlinear change in the value of the biomass. The main factors determining the similarity zooplanktofauna various sites, was salinity, the presence or absence of flow, the predominant type of soil, the formation of the reservoir and the spatial proximity.

Keywords: Tengiz-Korgalzhyn lakes, zooplankton, structure, environmental factors.

Поступила 4.07.2013 г.