


М.О. Аубакирова^{1,2*} , Е.Г. Крупа³,
А. Минат², Б.И. Абилов²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Научно-производственный центр рыбного хозяйства, Казахстан, г. Алматы

³Институт зоологии, Казахстан, г. Алматы,

*e-mail: aubakirovamdirkaznukz@gmail.com

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ ОЗЁР АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследования малых озёр являются актуальными для понимания их роли в сохранении биологического разнообразия. Изучение семи малых озёр Алматинской области (Малая Подкова, Большая Подкова, Косагаш, Деревянное, Алтынколь, Али, Первомайка) было выполнено в июне и августе 2019 г. Отбор и обработка проб зоопланктона были проведены стандартными методами. В период исследований зоопланктон был представлен 54 таксонами. Минимальное число видов планктонных беспозвоночных было зафиксировано в озере Большая Подкова, максимальное – в оз. Первомайка. Фоновыми видами являлись *A. priodonta*, *K. cochlearis*, *K. quadrata*, *A. rectangula*, *B. longirostris*, *T. crassus*. В озерах Али, Деревянное, Косагаш, Алтынколь существенных различий в составе зоопланктона от начала к концу лета не выявлено, при четырехкратном снижении этого показателя в озерах Большая Подкова, Малая Подкова и Первомайка. Сравнительный анализ комплекса фоновых видов зоопланктона выявил большое сходство с таковыми водоемов, находящихся под влиянием рыб планктофагов. Специфические черты зоопланктонофауны малых озёр Алматинской области обусловлены совокупным влиянием факторов среды, прежде всего, уровня зарастания, кормовой базы, гидрохимического режима и распространения рыб планктофагов.

Ключевые слова: малые озёра, зоопланктон, видовое богатство.

М.О. Aubakirova^{1,2*}, E.G. Krupa³, A. Minat², B.I. Abilov²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²Fisheries Research and Production Center, Kazakhstan, Almaty

³Institute of Zoology, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: aubakirovamdirkaznukz@gmail.com

Species richness of zooplankton in small lakes of Almaty region

Studies of small lakes are topical for awareness of their role in the conservation of biological diversity. A study of seven small lakes in the Almaty region (Malaya Podkova, Bolshaya Podkova, Kosagash, Derevyannoe, Altynkol, Ali, Pervomaika) was carried out in June and August 2019. Standard methods performed the sampling and processing of samples. Zooplankton was represented by 54 taxa. The minimum number of species of planktonic invertebrates was recorded in Lake Bolshaya Podkova, the maximum one in Pervomaika lake. Species *A. priodonta*, *K. cochlearis*, *K. quadrata*, *A. rectangula*, *B. longirostris*, *T. crassus* were widespread. There were no significant differences in the composition of zooplankton from the beginning to the end of summer in lakes Ali, Derevyannoe, Kosagash, Altynkol. However, in the lakes Bolshaya Podkova, Malaya Podkova, and Pervomaika, the value decreased four times. A comparative analysis of the complex of widespread species of zooplankton revealed a significant similarity with those of water bodies, which are under the influence of planktivorous fish. The specific features of the zooplankton fauna of small lakes in the Almaty region are due to the combined impact of environmental factors, primarily the development of macrophytes, food resources, hydrochemical regime, and distribution of planktivorous fish.

Key words: small lakes, zooplankton, species richness.

М.О. Аубакирова^{1,2*}, Е.Г. Крупа³, А. Минат², Б.И. Абилов²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Қазақстан, Алматы қ.

³Зоология институты, Қазақстан, Алматы қ.,

*e-mail: aubakirovamoldirkaznukz@gmail.com

Алматы облысындағы шағын көлдердің зоопланктонының түрлік байлығы

Шағын көлдерді зерттеу биологиялық әртүрлілікті сақтаудағы олардың рөлін түсіну үшін өзекті болып табылады. Алматы облысының жеті шағын көлін зерттеу (Кіші Подкова, Үлкен Подкова, Қосағаш, Деревянное, Алтынкөл, Әли, Первомайка) 2019 жылдың маусым және тамыз айларында орындалды. Зоопланктон сынамаларын іріктеу және өңдеу стандартты әдістермен жүргізілді. Зоопланктонды зерттеу кезінде 54 таксон табылған. Планктонды омыртқасыздардың ең аз түрлер саны Үлкен Подкова көлінде, ең көп саны Первомайка көлінде тіркелген. Фондық түрлер қатарына колвраткалар *A. priodonta*, *K. cochlearis*, *K. quadrata*, бұтақмұрттылар *A. rectangula*, *B. longirostris*, ескекаяқты шаян *T. crassus* кірді. Әли, Деревянное, Қосағаш, Алтынкөл көлдерінде зоопланктон құрамындағы елеулі айырмашылық жаздың басынан аяғына дейін анықталған жоқ, алайда бұл көрсеткіш Кіші Подкова, Үлкен Подкова және Первомайка көлдерінде төрт рет төмендеген. Зоопланктонның фондық түрлері кешенінің салыстырмалы талдауы планктофаг балықтарының ықпалында болатын су қоймаларынан үлкен ұқсастықты анықтады. Алматы облысының шағын көлдері зоопланктонофаунасының ерекше белгілері орта факторларының, ең алдымен, су өсімдіктері өсу деңгейінің, коректік базаның, гидрохимиялық режимнің және планктофаг балықтарының таралу деңгейінің әсерімен шартталған.

Түйін сөздер: шағын көлдер, зоопланктон, түрлік байлық.

Введение

Видовое богатство биологических сообществ в лентических экосистемах имеет тенденцию увеличиваться от небольших временных водоемов к более крупным и постоянным [1, 2]. Растущий интерес к малым водоемам, таким как родники, реки, пруды, небольшие озера [3], обусловлен своеобразием их фауны [4, 5]. Специфический облик фауны малых водоемов связан с ее формированием в течение длительных геологических периодов за счет видов, приспособленных к изменчивым условиям среды [4, 6, 7, 8]. Высокая зарастаемость макрофитами мелководных слабо проточных водоемов [9, 10] обеспечивает гетерогенность местообитаний, что создает предпосылки для поддержания высокого разнообразия гидроценозов [11, 12].

Актуальность исследования малых водоемов для понимания их роли в сохранении биологического разнообразия [3] была признана сравнительно недавно [3, 13]. Очевидно, именно по этой причине сравнительно немного публикаций, посвященных исследованию гидрофауны этой категории водоемов [14, 15, 16]. Также как и в других регионах, в Казахстане гидробиологические исследования охватывают преимущественно важные в хозяйственном отношении водные объекты – крупные озера, реки,

водохранилища [17, 18, 19, 20, 21]. Существенно меньше публикаций, посвященных изучению гидробиологического режима малых водоемов [21, 22, 23, 24].

Данная работа частично восполняет этот пробел. Ее целью является исследование видового богатства зоопланктонных сообществ некоторых малых озёр Алматинской области, характеризующихся разнообразием физико-химических условий.

Материалы и Методы

Исследования 7 малых озёр были выполнены в июне и августе 2019 г. Согласно административно – территориальному делению, озера относятся к трем районам Алматинской области: Уйгурскому, Панфиловскому и Илийскому (рисунки 1).

Все озёра небольшие по площади, при более существенных различиях по глубине. Наибольшие глубины (таблица 1) и относительно высокая прозрачность (около 2 м) характерны для озёр Деревянное и Первомайка. Их питание осуществляется за счет рек Теренкара и Шарын. Минимальные глубины и прозрачность (0,8 м) отмечены в оз. Большая Подкова. В наполнении остальных, более мелководных озёр большую роль играют подземные воды.



Рисунок 1 – Карта – схема малых озёр Алматинской области: 1 – Малая Подкова, 2 – Большая Подкова, 3 – Косагаш, 4 – Деревянное, 5 – Алтынколь, 6 – Али, 7 – Первомайка

Озера тепловодные. В июне температура воды изменялась от 24° в озёрах Большая Подкова и Алтынколь до 27° в озере Малая Подкова. В августе температура воды снизилась до

23° в оз. Малая Подкова и до 23–24° в оз. Первомайка и Деревянное. Зарастаемость озёр макрофитами варьировала от 35% в оз. Большая Подкова до 50 % в оз. Первомайка.

Таблица 1 – Физико-географическая и гидрологическая характеристика малых озёр Алматинской области, 2019 г.

Водоем	Координаты		Длина, км	Ширина, км		Площадь, км ²	Глубина, м	
	Широта	Долгота		сред.	макс.		сред.	макс.
Панфиловский район								
Алтынколь	44°6'31.60»	80°19'3.94»	0,94	0,40	0,42	0,38	2,5	4,0
Малая Подкова	43°48'54.86»	80°26'23.27»	2,80	0,15	0,20	0,44	2,0	3,5
Большая Подкова	43°48'44.41»	80°24'9.62»	3,70	0,20	0,40	0,76	1,8	2,5
Уйгурский район								
Деревянное	43°50'28.36»	79°25'2.75»	1,20	0,52	0,80	0,62	2,0	10,0
Косагаш	43°38'52.58»	79°52'30.93»	1,0	0,17	0,26	0,17	3,0	4,0
Илийский район								
Первомайка	43°23'29.10»	76°54'47.82»	3,0	0,13	0,2	0,40	3,0	6,0
Али	43°33'56.53»	77° 2'34.01»	0,2	0,14	0,2	0,03	2,0	4,0

Отбор 32 проб зоопланктона был осуществлен стандартными методами [25]. На каждой станции с помощью GPS-навигатора Garmin eTrex определяли географические координаты. Температуру воды измеряли с помощью датчика модели U50-HORIBA. Прозрачность воды определяли по диску Секки. Зарастаемость водной

растительностью оценивалось визуально.

Пробы зоопланктона обрабатывали стандартными методами [26]. Для видовой идентификации планктонных беспозвоночных использовали определители [27–32] и микроскоп МСХ–300. Количество особей каждого вида в пробе подсчитывали с применением микроско-

па МБС–10. Частоту встречаемости видов (%) находили как отношение числа проб, в которых вид встречен, к общему числу отобранных проб. Сравнение видового сообществ зоопланктона исследованных озер выполнено на основе кластерного анализа с использованием программы PRIMER 5 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).

Результаты и Обсуждение

В составе зоопланктона было выявлено 54 таксона, в том числе коловраток – 30, ветвистоу-

рых ракообразных – 13, веслоногих – 8, факультативных планктеров – 3 (таблица 2). Видовое богатство зоопланктона существенно изменялось по обследованным озерам. Минимальное число видов планктонных беспозвоночных было зафиксировано в озере Большая Подкова, максимальное в оз. Первомайка (таблица 3). Основной вклад в разнообразие зоопланктонных сообществ вносили преимущественно коловратки. В оз. Алтынколь наибольшее число видов было зарегистрировано среди ветвистоусых ракообразных. В озере Большая Подкова наиболее разнообразными были веслоногие.

Таблица 2 – Таксономический состав и частота встречаемости зоопланктона малых озёр Алматинской области, июнь (I) и август (II) 2019 г.

Название таксона	Частота встречаемости, %						
	Деревян-ное	Косагаш	Алтынкол	Малая Подкова	Большая Подкова	Перво-майка	Али
	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
Rotifera – Коловратки							
<i>Bdelloida</i> gen.sp.	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0	67–67	0–0
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse)	100–100	50–50	100–100	100–50	100–0	100–100	100–100
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof)	67–33	0–0	0–0	100–0	0–0	67–0	100–50
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse)	0–0	0–0	0–0	0–0	50–0	0–0	0–0
<i>Brachionus plicatilis</i> (Muller)	33–0	0–0	0–0	0–0	0–0	33–0	0–0
<i>B. quadridentatus</i> (Hermann)	33–33	50–0	0–0	0–0	0–0	67–0	0–100
<i>B. quadridentatus brevispinus</i> (Ehrenberg)	0–0	0–0	0–0	50–0	0–0	0–0	0–0
<i>Brachionus calyciflorus anureiformis</i> Brehm	0–0	0–50	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0
<i>B. calyciflorus dorcas</i> Gosse	0–0	0–100	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday)	0–0	0–0	0–0	0–50	0–0	0–0	0–0
<i>Conochilus dossuarius</i> (Hudson)	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0	67–0	0–0
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	33–0	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0	100–100
<i>Keratella quadrata</i> (Muller)	0–0	0–0	0–0	50–0	0–0	100–100	0–0
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg)	33–0	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0	50–100
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson)	33–33	0–50	0–0	0–0	0–0	33–33	50–50
<i>Polyarthra euryptera</i> (Wierzejski)	0–0	0–0	0–100	0–0	0–0	0–0	0–0
<i>Polyarthra</i> sp.	0–0	0–0	0–50	0–0	0–0	0–0	50–50
<i>Synchaeta stylata</i> (Wierzejski)	0–33	0–0	0–50	0–0	50–0	0–0	50–100
<i>Synchaeta tremula</i> (Muller)	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0	0–50
<i>Synchaeta</i> sp.	0–0	0–0	0–0	0–0	0–0	67–33	0–0
<i>Trichocerca (Diurella) heterodactyla</i> (Tschugunoff)	0–0	0–50	0–0	0–0	0–0	33–0	0–0
<i>Trichocerca</i> sp.	0–0	0–0	0–50	100–0	0–0	33–33	50–50

Название таксона	Частота встречаемости, %						
	Деревян- ное	Косагапш	Алтынокол	Малая Подкова	Большая Подкова	Перво- майка	Али
	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse)	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	33-33	0-0
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski)	0-0	0-0	0-50	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Trichotria pocillum</i> (Muller)	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	50-0
<i>Testudinella patina</i> (Hermann)	0-0	0-50	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Hexarthra oxyuris</i> (Zernov)	0-0	0-0	0-0	50-0	0-0	0-0	0-0
<i>Lecane (s.str.) unguolata</i> (Gosse)	0-0	0-0	0-0	50-0	0-0	0-0	0-0
<i>Lecane (s.str.) luna</i> (Muller)	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	67-0	50-0
<i>Lepadella ovalis</i> (Muller)	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	67-0	0-0
Cladocera – Ветвистоусые							
<i>Alona rectangula</i> (Sars)	67-33	50-100	0-0	100-0	0-0	0-0	100-100
<i>Alona sp.</i>	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	100-33	0-0
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Muller)	100-100	100-50	50-0	100-100	100-100	100-100	100-100
<i>Camptocercus sp.</i>	33-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	0-0	0-0	50-0	0-0	0-0	33-67	0-0
<i>D. macrophtalma</i> (Korovch. Et Mirabd.)	0-0	50-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Diaphanosoma sp.</i>	0-0	0-0	50-100	50-0	50-0	0-0	0-0
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Muller)	0-0	0-0	100-50	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Moina micrura</i> (Kurz)	0-0	0-50	0-100	100-0	50-0	0-0	0-0
<i>Daphnia (Daphnia) galeata</i> (G.O. Sars)	33-33	0-0	100-50	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Daphnia (Daphnia) hyalina</i> (Leydig)	0-0	0-0	0-50	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	0-100	0-0	50-0	0-0	0-0	0-0	0-0
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Muller)	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	100-0
Copepoda – Веслоногие							
<i>Eucyclops (s.str.) macruroides</i> (Lilljeborg)	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	33-0	0-0
Cyclopoida gen.sp.	100-0	50-100	100-100	100-100	100-100	100-0	100-100
<i>Thermocyclops taihokuensis</i> (Harada)	0-33	100-0	0-0	0-0	0-0	0-67	0-0
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer)	0-0	100-0	100-100	0-0	50-0	0-0	0-0
<i>Acanthodiptomus denticornis</i> (Wierzejski)	0-0	0-0	0-0	50-0	0-0	0-0	0-0
<i>Arctodiptomus bacillifer</i> (Koelbel)	0-0	0-0	0-0	0-0	50-0	0-0	0-0
Diaptomidae gen.sp.	0-0	0-0	0-100	100-0	0-0	0-0	0-0
Harpacticoida gen.sp.	0-0	0-0	0-0	0-0	50-0	0-0	0-0
Others – Факультативные планктеры							
Nematoda gen.sp.	100-33	50-0	0-100	50-0	0-0	67-100	0-0
Trematoda gen.sp.	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	33-0	0-0
Bivalvia gen.sp.	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-33	50-50
Bcero	16	15	18	16	10	23	17

Таблица 3 – Видовое богатство зоопланктона малых озер Алматинской области, 2019 г.

Озеро	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Факультативные планктеры	Всего
Деревянное	8	5	2	1	16
Косагаш	7	4	3	1	15
Алтынколь	6	8	3	1	18
Малая Подкова	8	4	3	1	16
Большая Подкова	3	3	4	0	10
Первомайка	14	3	3	3	23
Али	12	3	1	1	17

Повсеместно встречались только два вида – коловратка *A.priodonta* и кладоцера *Bosmina (B.) longirostris*. В большинстве обследованных озёр зарегистрированы коловратки *B. hudsoni*, *B.quadridentatus*, *P. dolichoptera*, *S. Stylata* и ветвистоусый рачок *A. rectangula*. Ряд видов характеризовались локализацией в отдельных озерах. Только в озере Первомайка встречались коловратки *C. dossuarius*, *T. elongata*, *L. ovalis* и циклоп *E. macruioides*. Коловратка *B. angularis* и и веслоногий рачок *A.bacillifer* обнаружены в озере Большая Подкова. Коловратки *P. euryptera*, *T. similis*, а также кладоцеры *S. vetulus* и *D.(D.) hyalina* встречены лишь в озере Алтынколь. Уникальность планктонной фауны озера Малая Подкова была связана с присутствием в ее составе коловраток *B. diversicornis*, *B.quadridentatus brevispinus*, *L.ungulata*, *H.oxyuris* и веслоногого

рачка *A.denticornis*. Коловратки *T.pocillum* и *S. tremula* не отмечены ни в одном из озер, кроме оз. Али, а *B. calyciflorus anureiformis* и *B. calyciflorus dorcas* зафиксированы лишь в озере Косагаш.

На основе кластерного анализа было выполнено сравнение планктонной фауны обследованных озер (рисунок 2). На уровне сходства видового состава более 50%, зоопланктонные сообщества образовали 5 кластеров. В отдельные кластеры выделились планктонные зоопланктоценозы озёр Алтынколь и Большая Подкова, а также Деревянное и Али. Видовой состав зоопланктонных сообществ двух последних озёр имел около 50% общих видов, не смотря на территориальную удаленность и различия по площади и глубине. Остальные три кластера включали по одному озеру, при уровне сходства около 40%.

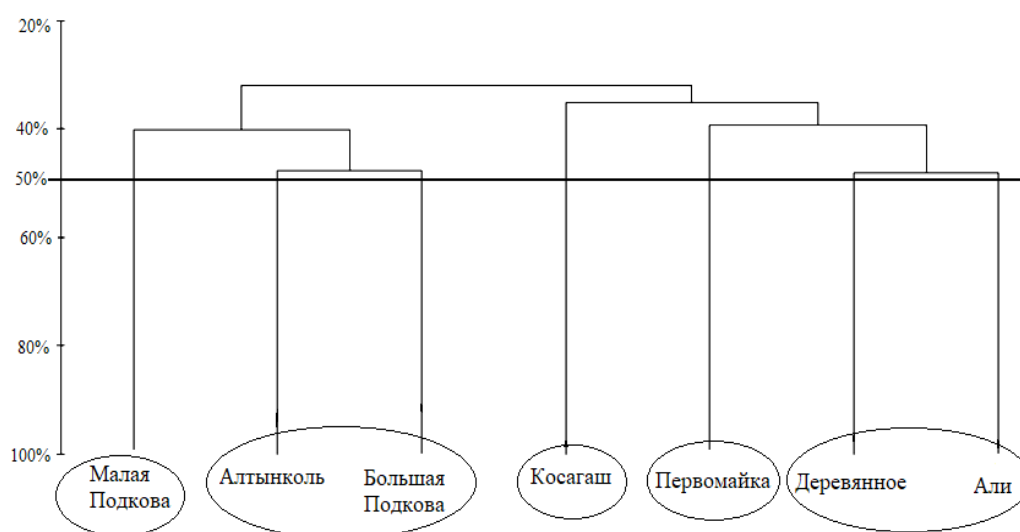


Рисунок 2 – Дендрограмма сходства видового состава зоопланктона малых озер Алматинской области, 2019

В целом для всех озер, видовое богатство зоопланктона снизилось от 43 таксонов в июне до 34 таксонов в августе. Изменения числа видов и состава зоопланктона обследованных озер имели различные тенденции. В озерах Деревянное, Косагаш, Алтынколь существенных различий в составе зоопланктона от начала к концу лета не выявлено. Число видов в зоопланктоне озера Али, в оба месяца оставалось практически без изменений, *при сокращении этого показателя более чем в 4 раза в озерах Большая Подкова, Малая Подкова и Первомайка*. В зоопланктоне озера Большая Подкова к августу выпали все виды, отмеченные в июне, кроме *B. longirostris* и циклопов на ранних стадиях развития. Состав зоопланктона озера Малая Подкова также значительно изменился, и в августе в сообществе сохранились только *A. priodonta*, *B. diversicornis*, *B. longirostris* и младшевозрастные стадии циклопов. С понижением температуры воды к августу из состава зоопланктона оз. Первомайка выпали *B. plicatilis*, *B. quadridentatus*, *C. dossuarius*, *L. luna*, *L. ovalis*, *P. dolichoptera*, *T. heterodactyla*, *B. hudsoni*, *E. macruroides*.

Летом в 2019 г. в зоопланктоне малых озер Алматинской области было зарегистрировано 54 таксона, при размахе колебаний этого показателя по озерам от 10 до 23 таксонов. Сравнение с литературными данными [33] показало близкий уровень видового богатства (52), выявленных для зоопланктона некоторых других малых водоемов региона с непостоянными гидролого-гидрохимическими условиями (Баклан, Ушколь-2, Ушколь-3, Байбалы, Райские озера). Видовое богатство зоопланктона в этих водоемах варьировало от 9 до 16 видов, что близко к полученным нами результатам.

Основной вклад в видовое богатство обследованных озер вносили коловратки, что характерно и для других зарастающих водоемов [14, 15, 33, 34, 35, 36, 37]. Такие виды как *B. hudsoni*, *B. angularis*, *A. rectangulara*, *Ch. sphaericus*, *D. galeata*, *T. crassus* встречались и в других малых водоемах региона [33, 35]. Видовой состав ветвистоусых ракообразных озер Деревянное, Алтынколь, Первомайка включал *A. rectangulara*, *D. brachyurum* которые были выявлены в составе зоопланктонных сообществ прудов г. Алматы [22, 23]. Фауна веслоногих в сравниваемых озерах характеризовалась специфическим видовым составом.

Комплекс фоновых видов в обследованных малых озерах Алматинской области включал коловраток *A. priodonta*, *K. quadrata*, *K. cochlearis*, ветвистоусых *A. rectangulara*, *Bosmina (B.) longirostris* и циклопа *T. crassus*. В водоеме

Кайрат, который расположен в том же регионе, из перечисленных выше видов были зарегистрированы *A. priodonta*, *B. longirostris*, а также *B. calyciflorus dorcias*, *B. forficula*, *K. tropica*, *L. bulla*, *D. dubium*, *Th. taihokuensis* [35]. Ряд из перечисленных выше видов имеют относительно широкое распространение в малых озерах Финляндии, Польши и Китая [38, 39], в условиях влияния на планктонные сообщества рыб планктонфагов [16]. Анализ литературных данных показал, что при отсутствии прессы рыб-планктофагов, в водоемах как нашего [33], так и европейского региона [40], фоновыми видами являлись более крупные виды, такие как *Daphnia pulex*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Arctodiaptomus (Rh.) salinus*. Такой же комплекс крупных фоновых видов планктонных беспозвоночных характерен для европейских водоемов с высоким развитием макрофитов [41].

В целом для всех обследованных озер видовое богатство зоопланктона снизилось от 43 таксонов в июне до 34 таксонов в августе. От начала к концу лета наиболее заметные изменения видового состава зоопланктона, преимущественно за счет коловраток, произошли в озерах *Большая Подкова, Малая Подкова и Первомайка*. В оз. Большая Подкова хищная коловратка *A. priodonta* была широко распространена в начале лета, но в конце сезона полностью выпала из состава зоопланктона. Известно, что массовое развитие этой коловратки обычно совпадает с периодом высокой численности мирных видов коловраток [42], которые полностью отсутствовали в этот период в озере Большая Подкова. Помимо ухудшения кормовой базы, возможной причиной сокращения видового богатства зоопланктона обследованных нами малых водоемов может быть повышение минерализации воды. Например, в Райских озерах, при росте минерализации воды, число видов коловраток снизилось от 9 до 2 [33].

Сравнительный анализ полученных нами и литературных данных [22, 23, 33, 36] позволил выделить комплекс видов, наиболее характерных для малых водоемов региона. Он включает коловраток *A. priodonta*, *B. hudsoni*, *B. angularis*, ветвистоусых ракообразных *A. rectangulara*, *Ch. sphaericus*, *Bosmina (B.) longirostris* и циклопа *T. crassus*.

Заключение, выводы

Летом 2019 г. зоопланктон озер Алматинской области был представлен 54 таксонами. Наибольшее количество таксонов (23) выявлено в зоопланктоне озера Первомайка. Наименьшее число таксонов (10) обнаружено в зоопланктоне

озера Большая Подкова. В озерах повсеместно встречались истинные планктёры – коловратки *A. priodonta*, *K. quadrata*, *K. cochlearis*, ветвистоусые *A. rectangula*, *Bosmina (B.) longirostris* и циклоп *T. crassus*. Видовой состав зоопланктона малых водоемов Алматинской области отличался от такового водоемов с высоким уровнем развития макрофитов и отсутствием прессы рыб-планктофагов. Специфические черты зоопланктонофауны малых озера Алматинской области обусловлены совокупным влиянием факторы среды, прежде всего, уровня зарастания, кормовой базы, гидрохимического режима и распространения рыб планктофагов.

Источник финансирования

Работа выполнена в ходе комплексных экологических исследований резервных водоёмов

Алматинской области, проводимых ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» при НАО «Национальный аграрный научно-образовательный Центр» в рамках подготовки биологического обоснования «Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований предельно допустимых уловов рыбы и других водных животных, режиму и регулированию рыболовства на рыбохозяйственных водоемах международного, республиканского значений и водоемах ООПТ Балкаш-Алакольского бассейна, а также оценка состояния рыбных ресурсов на резервных водоемах местного значения».

Конфликт интересов

Авторы не имеют конфликта интересов.

Литература

- 1 De Bie, T., S. Declerck, K. Martens, L. De Meester, L. Brendonck. A comparative analysis of cladoceran communities from different water body types: patterns in community composition and diversity // *Hydrobiologia*. –2008. -Vol.597. -P. 19–27.
- 2 Davies, B.R., Biggs, J., Williams, P.J., Lee, J.T., Tompson, S. A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape // *Hydrobiologia*. –2008. -Vol. 579. -P.7–17.
- 3 Kelly-Quinn M., Biggs J., Fumetti S., 2017. The Importance of Small Water Bodies: Insights from Research // *Hydrobiologia*. –2017. -Vol. 793. -P.1–2. DOI 10.1007/s10750-016-3077-z.
- 4 Williams, P., M. Whitfield, J. Biggs, S. Bray, G. Fox, P. Nicolet & D. Sear. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England // *Biological Conservation*. –2004. -Vol. 115. -P. 329–341.
- 5 Clarke A., MacNally R., Bond N., Lake P. S. Macroinvertebrate diversity in headwater streams: a review // *Freshwater Biology*. –2008. -Vol. 53. -P. 1707–1721.
- 6 Demars, B. O. L. & A. C. Edwards. A seasonal survey of surface water habitats within the River Spey basin, Scotland: major nutrient properties // *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. –2007. -Vol. 17. -P.565–583.
- 7 Gooderham, J. P. R., L. A. Barmuta & P. E. Davies. Upstream heterogeneous zones: small stream systems structured by a lack of competence? // *Journal of the North American Benthological Society*. –2007. -Vol. 26. -P.365–374.
- 8 Lischeid, G., Kalettka T. Grasping the heterogeneity of kettle hole water quality in Northeast Germany // *Hydrobiologia*. –2012. -Vol. 689. -P. 63–77.
- 9 Scheffer M., Geest G. J., Zimmer K., Jeppesen E., Sondergaard M., Butler M. G., Hanson M. A., Declerck S., De Meester L. // Small habitat size and isolation can promote species richness: second-order effects on biodiversity in shallow lakes and ponds. *Oikos*. –2006. -Vol. 112. -P. 227–231.
- 10 Moss crop L. E., Paterson A. M., DeSellas A. M., Kurek J., Weeber R., Smol J. P. Long-term stability of cladoceran assemblages in small, shallow, Canadian Shield lakes experiencing marked calcium declines // *Aquatic Sciences*. –2015. -Vol. 77. -P. 547–561.
- 11 Spoljar M., Drazina T., Sargac J., Kralj Borojevic K., Zutinic P. Submerged macrophytes as a habitat for zooplankton development in two reservoirs of a flow-through system (Papuk Nature Park, Croatia) // *International Journal Limnology*. –2012. -Vol 48. -P. 161–175.
- 12 Choi J. Y., Jeong K. S., La G. H., Joo G. J. Effect of removal of free-floating macrophytes on zooplankton habitat in shallow wetland // *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. –2014. -Vol. 414. -P.11–22.
- 13 Biggs J., Williams P., Whitfield M., Nicolet P., Weatherby A. 15 years of pond assessment in Britain: results and lessons learned from the work of Pond Conservation // *Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst*. 15. –2005. -P. 693–714.
- 14 Ismail A. H., Adnan A. A. Zooplankton Composition and Abundance as Indicators of Eutrophication in Two Small Man-made Lakes // *Tropical Life Sciences Research*. –2016. -Vol. 27(1). -P. 31–38. DOI : 10.21315/tlsr2016.27.3.5.
- 15 Umana-Villalobos G., Avies-Vargas L., Esquivel-Garrote Octavio. 2018. Zooplankton variation in Fraijanes Lake (Costa Rica) during the course of one year // *Int. J. Trop. Biol*. –2018. Vol. 66. -P.123–131. DOI 10.15517/RBT.V66I1.33267.

- 16 Williams A.E., Moss B. Effect of different fish species and biomass on plankton interactions in a shallow lake // *Hydrobiologia*. – 2003. – Vol. 491. – P. 331 – 346
- 17 Шарапова Л.И. Результаты мониторинга зоопланктона Северного Каспия в условиях сейсмозаведки // *Вестник КазНУ Сер. экол.* – 2012. – № 1 – С. 9–12.
- 18 Шарапова Л.И. Дифференциация летнего зоопланктона по биотопам водохранилища на р. Иле // *Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед.* – 2013. – № 1 – С. 19–22.
- 19 Крупа Е.Г., Балымбетов К. Динамика количественных показателей зоопланктона в зависимости от солености и уровня воды Малого Аральского моря // *Известия НАН РК.* – 2014. – № 2. – Сер. биологическая и медицинская. – С. 7–12.
- 20 Krupa E.G. Structural Characteristics of Zooplankton of the Shardarinskoe Reservoir and Their Use in Water Quality Assessment // *Water Resources*. – 2007. – Vol. 34(6). – P.712–717.
- 21 Трошина Т.Т. Структура и экологическое состояние зоопланктона литоральной зоны оз. Алаколь в весенне–летний период 2013 г. // *Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед.* – 2015. – № 308. – С. 15–19.
- 22 Крупа Е. Г. О фауне низших ракообразных водоемов г. Алматы // *Известия МН–АН РК. Сер. биолог.* – 1997. – № 4. – С. 57–60.
- 23 Крупа Е.Г. Видовой состав и сезонная динамика численности и биомассы низших ракообразных пруда Центрального Парка Культуры и Отдыха г. Алматы // *Известия МН–АН РК. Сер. биолог.* – 1998. – 3 (207). – С.72–75.
- 24 Аубакирова М.О., Крупа Е.Г., Айнабаева Н.С. Разнообразие зоопланктона горных озер Юго-Востока Казахстана // *Материалы международной научно-практической конференции «Экология и сохранения животного мира»* – Алматы: КазНПУ им. Абая. – 2018. – С. 49-54.
- 25 Винберг Г. Г., Лаврентьева Г. М. (под ред.). Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
- 26 Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос) Алматы, 2006. – 27 с.
- 27 Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. – М., Л.: Наука, 1964. – 328 с.
- 28 Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод. – СПб.: Наука, 1991. – 504 с.
- 29 Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л., 1970. – 744 с.
- 30 Рылов В.М. Фауна СССР. Ракообразные. Cyclopoida пресных вод. – Т. 3. – Вып. 3. – М., Л.: АН СССР, 1948. – 320 с.
- 31 Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – С-Пб: Наука, 1995. – 628 с.
- 32 Orlova-Bienkowskaja M.Y. Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: genus Simocephalus. – Leiden: Backhuys Publishers, 2001. – 130 с.
- 33 Трошина Т.Т. Биоразнообразие и структурные характеристики летнего зоопланктона Алматинской области (июль и август 2010, 2012 гг.) // *Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед.* – 2013. – № 3. – С. 13–19.
- 34 Barrabin J M. The rotifers of Spanish reservoirs: Ecological, systematical and zoogeographical remarks // *Limnetica*. – 2000. – Vol.19. – P.91–144.
- 35 Saler S. Observation on the seasonal variation of rotifer fauna of Keban Dam Lake (Cemisgezcek Region). *Science and Engineering Journal of Firat University*. –2004. –Vol. 16(4). –P.695–701.
- 36 Аубакирова М.О. О зоопланктоне малых водоемов г. Алматы и Алматинской области // *Материалы международной конференции студентов и молодых учёных «Фараби элеме»*, 8–11 апреля 2019 г. –С. 8–9.
- 37 Castilho–Noll MSM, Camara CF, Chicone MF, Shibata EH. Pelagic and littoral cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Stenopoda) from reservoirs of the Northwest of São Paulo State // *Brazil. Biota Neotrop.* –2010. –Vol. 10. –P. 21–30.
- 38 Hu B., Hu X., Nie X., Zhang X., Wu N., Hong Y., Qin H. Seasonal and inter–annual community structure characteristics of zooplankton driven by water environment factors in a sub–lake of Lake Poyang, China // *PeerJ*:e7590. –2019. –P. 2-29. <http://doi.org/10.7717/peerj.7590>
- 39 Kuczynska–Kippen N., Joniak T. Zooplankton diversity and macrophyte biometry in shallow water bodies of various trophic state *Hydrobiologia*. –2016. –Vol. 774. –P. 39–51. DOI 10.1007/s10750–015–2595–4.
- 40 Diéguez, M.C., Gilbert, J.J. Daphnia–rotifer interactions in Patagonian communities // *Hydrobiologia*. –2011. –Vol. 662(1). –P. 189–195.
- 41 Stefanidis K., Parastergiadou E. Influence of hydrophyte abundance on the spatial distribution of zooplankton in selected lakes in Greece // *Hydrobiology*. –2010. –Vol. 656. –P. 55–65.
- 42 Kwang–Hyeon Chang, Hideyuki, Yuichiro Nishibe. Shin–ichi NAKANO Feeding habits of omnivorous Asplanchna: comparison of diet composition among Asplanchna herricki, A. priodonta and A. girodi in pond ecosystems // *J. Limnol.* –2010. –Vol. 69(2). –P. 209–216. DOI: 10.3274/JL10–69–2–03

References

- 1 De Bie, T., S. Declerck, K. Martens, L. De Meester & L. Brendonck. (2008) A comparative analysis of cladoceran communities from different water body types: patterns in community composition and diversity. *Hydrobiologia*. vol.597, pp. 19–27.
- 2 Davies, B.R., Biggs, J., Williams, P.J., Lee, J.T., Tompson, S. (2008) A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. *Hydrobiologia*. vol. 579, pp. 7–17.

- 3 Kelly–Quinn M., Biggs J., Fumetti S. (2017) The Importance of Small Water Bodies: Insights from Research. *Hydrobiologia*. vol. 793, pp. 1–2. DOI 10.1007/s10750–016–3077–z
- 4 Williams, P., M. Whitfield, J. Biggs, S. Bray, G. Fox, P. Nicolet & D. Sear. (2004) Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*. vol. 115, pp. 329–341.
- 5 Clarke, A., R. MacNally, N. Bond & P. S. Lake, 2008. Macroinvertebrate diversity in headwater streams: a review. *Freshwater Biology*. vol. 53, pp. 1707–1721.
- 6 Demars, B. O. L. & A. C. Edwards. (2007) A seasonal survey of surface water habitats within the River Spey basin, Scotland: major nutrient properties. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. vol. 17, pp. 565–583.
- 7 Gooderham, J. P. R., L. A. Barmuta & P. E. Davies, 2007. Upstream heterogeneous zones: small stream systems structured by a lack of competence? *Journal of the North American Benthological Society*. vol. 26, pp. 365–374.
- 8 Lischeid, G. & T. Kalettka. (2012) Grasping the heterogeneity of kettle hole water quality in Northeast Germany. *Hydrobiologia*. vol. 689, pp. 63–77.
- 9 Scheffer, M., G. J. van Geest, K. Zimmer, E. Jeppesen, M. Sondergaard, M. G. Butler, M. A. Hanson, S. Declerck & L. De Meester, 2006. Small habitat size and isolation can promote species richness: second–order effects on biodiversity in shallow lakes and ponds. *Oikos*. vol. 112, pp. 227–231.
- 10 Moss crop, L. E., A. M. Paterson, A. M. DeSellas, J. Kurek, R. Weeber & J. P. Smol, 2015. Long–term stability of cladoceran assemblages in small, shallow, Canadian Shield lakes experiencing marked calcium declines. *Aquatic Sciences*. vol. 77, pp. 547–561.
- 11 Spoljar M., Drazina T., Sargac J., Kralj Borojevic K., Zutinic P. (2012) Submerged macrophytes as a habitat for zooplankton development in two reservoirs of a flow–through system (Papuk Nature Park, Croatia), *Ann. Limnol. Int. J. Lim.* vol. 48, pp. 161–175.
- 12 Choi J. Y., Jeong K. S., La G. H., Joo G. J. (2014) Effect of removal of free-floating macrophytes on zooplankton habitat in shallow wetland, *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. vol. 414, pp. 11–22.
- 13 Biggs, J., Williams, P., Whitfield, M., Nicolet, P., Weatherby, A. (2005) 15 years of pond assessment in Britain: results and lessons learned from the work of Pond Conservation. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* vol. 15, pp. 693–714.
- 14 Ismail A. H., Adnan A. A. (2016) Zooplankton Composition and Abundance as Indicators of Eutrophication in Two Small Man-made Lakes. *Tropical Life Sciences Research*. vol. 27(1), pp. 31–38. DOI : 10.21315/tlsr2016.27.3.5
- 15 Umana-Villalobos G, Avies-Vargas L, Esquivel-Garrote Octavio. (2018) Zooplankton variation in Fraijanes Lake (Costa Rica) during the course of one year // *Int. J. Trop. Biol.* vol. 66(Suppl. 1), pp. 123–131. DOI 10.15517/RBT.V66I1.33267.
- 16 Williams A.E., Moss B. (2003) Effect of different fish species and biomass on plankton interactions in a shallow lake, *Hydrobiologia*. vol. 491, pp. 331 – 346.
- 17 SHarapova L.I. (2012) Rezul'taty monitoringa zooplanktona Severnogo Kaspiya v usloviyah sejsmorazvedki // *Vestnik KazNU Ser. ekol.*, no 1, pp. 9–12.
- 18 SHarapova L.I. (2013) Differenciatsiya letnego zooplanktona po biotopam vodohranilishcha na r. Ile // *Izv. NAN RK. Ser. biol. i med.* no 1 – S, pp. 19–22.
- 19 Krupa E.G., Balymbetov K. (2012) Dinamika kolichestvennykh pokazatelej zooplanktona v zavisimosti ot solenosti i urovnya vody Malogo Aral'skogo morya // *Izvestiya NAN RK. – Ser. biologicheskaya i medicinskaya.* no 2, pp. 7–12.
- 20 Krupa E.G. (2007) Structural Characteristics of Zooplankton of the Shardarinskoe Reservoir and Their Use in Water Quality Assessment // *Water Resources*. vol. 34, no. 6, pp. 712–717.
- 21 Troshina T.T. (2013) Bioraznoobrazie i strukturnye karakteristiki letnego zooplanktona Almatinskoy oblasti (iyul' i avgust 2010, 2012 g.g.) // *Izv. NAN RK. Ser. biol. i med.* No 3, pp. 13–19.
- 22 Krupa E.G. (1998) Vidovoj sostav i sezonnaya dinamika chislennosti i biomassy nizshih rakoobraznykh pruda Central'nogo Parka Kul'tury i Otdyha g. Almaty // *Izvestiya MN–AN RK. Ser. biolog.* No 3 (207), pp. 72–75.
- 23 Vinberg G. G., Lavrenteva G. M. (pod red.). (1984) Zooplankton i ego produktsiya. Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh [Zooplankton and its products. Guidelines for the collection and processing of materials in hydrobiological studies on freshwater bodies]. – P 33.
- 24 Aubakirova M.O., Krupa E.G., Ajnabaeva N.S. (2018) Raznoobrazie zooplanktona gornyykh ozer YUgo-Vostoka Kazahstana // *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekologiya i sohraneniya zhivotnogo mira» – Almaty: KazNPU im. Abaya*, – pp. 49–54.
- 25 Krupa E. G. (1997) O faune nizshih rakoobraznykh vodoemov g. Almaty // *Izvestiya MN–AN RK. Ser. biolog.* no 4, pp. 57–60.
- 26 Metodicheskoe posobie pri gidrobiologicheskikh rybohozyajstvennykh issledovaniyakh vodoemov Kazahstana (plankton, zoobentos) (2006). – 27 s.
- 27 Manuylova E.F. (1970) *Vetvistousyie rachki fauny SSSR [Crustaceans of the USSR fauna]*. – P 328.
- 28 Borutskiy E.V., Stepanova L.A., Kos M.S. *Opredelitel Calanoida presnykh vod [Freshwater Calanoida identification key]*. – SPb.: Nauka, 1991. – 504 s.
- 29 Kutikova L.A. (1970) *Kolovratki fauny SSSR [Rotifers of the USSR fauna]* – P 744.
- 30 Ryilov V.M. *Fauna SSSR. Rakoobraznyie. Cyclopoida presnykh vod. – T. 3. – Vyip. 3. – M., L.: AN SSSR, 1948. – 320 s.*
- 31 *Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredelnykh territoriy (1995)[Key to freshwater invertebrates in Russia and adjacent territories]*. – P 628.
- 32 Orlova-Bienkowskaja M.Y. (2001) *Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: genus Simocephalus. – P130.*

- 33 Troshina T.T. (2015) Struktura i ekologicheskoe sostoyanie zooplanktona litoral'noj zony oz. Alakol' v vesenne–letnij period 2013 g. // *Izv. NAN RK. Ser. biol. i med.* No 308, pp. 15–19.
- 34 Barrabin J.M. (2000) The rotifers of Spanish reservoirs: Ecological, systematical and zoogeographical remarks. *Limnetica*. vol.19, pp.91–144.
- 35 Saler S. (2004) Observation on the seasonal variation of rotifer fauna of Keban Dam Lake (Cemisgezek Region). *Science and Engineering Journal of Firat University*. vol 16(4), pp. 695–701.
- 36 Aubakirova M.O. (2019) O zooplanktone malyh vodoemov g. Almaty i Almatinskoj oblasti // *Materialy mezhdunarodnoj konferencii studentov i molodyh uchyonyh «FARABI ƏLEMI»*, 8–11 aprelya. pp. 8–9.
- 37 Castilho–Noll MSM, Câmara CF, Chicone MF, Shibata EH. (2010) Pelagic and littoral cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from reservoirs of the Northwest of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop.* vol.10, pp.21–30.
- 38 Hu B., Hu X., Nie X., Zhang X., Wu N., Hong Y., Qin H. (2019) Seasonal and inter–annual community structure characteristics of zooplankton driven by water environment factors in a sub–lake of Lake Poyang, China. *PeerJ*:e7590. pp. 2–29. <http://doi.org/10.7717/peerj.7590>
- 39 Kuczynska–Kippen N., Joniak T. (2016) Zooplankton diversity and macrophyte biometry in shallow water bodies of various trophic state *Hydrobiologia*. vol. 774, pp. 39–51. DOI 10.1007/s10750–015–2595–4
- 40 Diéguez, M.C., Gilbert, J.J. (2011) Daphnia–rotifer interactions in Patagonian communities. *Hydrobiologia*. vol. 662(1), pp. 189–195.
- 41 Stefanidis K., Parastergiadou E. (2010) Influence of hydrophyte abundance on the spatial distribution of zooplankton in selected lakes in Greece // *Hydrobiology*. vol.656, pp. 55–65.
- 42 Kwang–Hyeon Chang, Hideyuki, Yuichiro Nishibe, Shin–ichi NAKANO. (2010) Feeding habits of omnivorous Asplanchna: comparison of diet composition among *Asplanchna herricki*, *A. priodonta* and *A. girodi* in pond ecosystems. *J. Limnol.* vol. 69(2), pp. 209–216, DOI: 10.3274/JL10–69–2–03