

З.Ш. Замандинова* , **Л.И. Шарапова** 

ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Казахстан, г. Алматы

*e-mail: iamzarina@mail.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООПЛАНКТОНА ПРЭСНОВОДНЫХ ОЗЕР АЛАКОЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ В 2021 Г.

Состав зоопланктона пресноводных озер Алакольской системы в весенне-летний период 2021 г. был представлен 33 разновидностями. В оз. Сасыкколь число таксонов по сезонам не менялось и составило 14 наименований. В оз. Кошкарколь их количество снижалось от весны к лету – с 11 до 6. Биомасса зоопланктона оз. Сасыкколь увеличивалась от 1220,17 до 1973,39 мг/м³. В мае более продуктивнее был юго-восточный район -1607,01 мг/м³, а летом – северо-восточный – 2575,24 мг/м³. Уровень трофности зоопланктона в оз. Сасыкколь за весенне-летний период соответствовал умеренному классу. В оз. Кошкарколь показатель биомассы варьировал от 940,12 до 2856,54 мг/м³. В среднем по акватории озера, зоопланктон соответствовал «умеренному» классу трофности. Относительно 2020 г., весной биомасса зоопланктона оз. Сасыкколь повысилась на 73%, летом – на 69%. В мае, по сравнению с данными прошлого года, биомасса оз. Кошкарколь увеличились на 65%, а в августе – на 32%. За период наблюдений с 2017 г. продуктивность зоопланктона оз. Сасыкколь и Кошкарколь в весенне-летний период соответствовала умеренному классу.

Ключевые слова: зоопланктон, численность, биомасса, коловратки, ветвистоусые рачки, веслоногие рачки.

Z.Sh. Zamandinova, L.I. Sharapova

TOO "Scientific and Production Center of fisheries", Kazakhstan, Almaty

*e-mail: iamzarina@mail.ru

Biodiversity and quantitative indicators zooplankton of freshwater lakes of alakol systems in 2021

The composition of zooplankton of freshwater lakes of the Alakol system in the spring-summer period of 2021 was represented by 33 varieties. In oz. Sasykkol the number of taxa did not change by season and amounted to 14 names. In oz. Koshkarkol their number decreased from spring to summer – from 11 to 6. The biomass of zooplankton of the lake. Sasykkol increased from 1220.17 to 1973.39 mg/m³. In May, the south-eastern region was more productive -1607.01 mg/m³, and in summer – the north-eastern region – 2575.24 mg/m³. The level of zooplankton trophicity in the lake. Sasykkol for the spring-summer period corresponded to a moderate class. In oz. Koshkarkol biomass index ranged from 940.12 to 2856.54 mg/m³. On average in the lake's water area, zooplankton corresponded to a «moderate» trophic class. Relative to 2020, the weight of zooplankton biomass of the lake. Sasykkol increased by 73%, in summer – by 69%. In May, compared with last year's data, the biomass of the lake. Kosh-karkol increased by 65%, and in August – by 32%. During the observation period since 2017, the productivity of zooplankton of the lake. Sasykkol and Koshkarkol in the spring-summer period corresponded to a moderate class.

Key words: zooplankton, abundance, biomass, rotifers, branched crustaceans, paddlefoot crustaceans.

З.Ш. Замандинова¹, Л.И. Шарапова²

«Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: iamzarina@mail.ru

Алакөл жүйесі тұщы су көлдерінің 2021 жылдағы зоопланктонның биоалуантүрлілігі және сандық көрсеткіштері

Алакөл жүйесіндегі 2021 жылдың көктем-жаз мезгілінде тұщы су көлдерінің зоопланктонының құрамы 33 түрмен ұсынылды. Сасықкөл көлінде таксондар саны маусым бойынша өзгерген жоқ және 14 атауды құрады. Қошқаркөлде олардың саны көктемнен жазға 11-ден 6-ға дейін төмендеді.

Сасықкөл көлінің зоопланктон биомассасы. 1220,17-ден 1973,39 мг/м³-ге дейін ұлғайды. Мамыр айында оңтүстік-шығыс ауданы – 1607,01 мг/м³, ал жазда–Солтүстік-Шығыс-2575,24 мг/м³ өнімді болды. Сасықкөл көліндегі көктемгі-жазғы кезеңде зоопланктонның трофикалық деңгейі. қалыпты класқа сәйкес келді. Қошқаркөлде биомасса көрсеткіші 940,12-ден 2856,54 мг/м³-ге шегінде өзгерді. Көлдің зоопланктон көрсеткіші трофизмнің «қалыпты» класына сәйкес келді. 2020 ж. салыстырғанда, Сасықкөл көлінің зоопланктонның биомассасы көктемде 73%-ке, жазда 69%-ке өсті. Мамыр айында өткен жылғы мәліметтермен салыстырғанда, Қошқаркөлдін зоопланктон биомассасы. 65%-ке, ал тамыз айында-32%-ке өсті. 2017 жылдан бастап бақылау кезеңінде, Сасықкөл мен Қошқаркөл көлдерінің зоопланктон өнімділігі көктемгі-жазғы кезеңде қалыпты класқа сәйкес келді.

Түйін сөздер: зоопланктон, сан, биомасса, коловраткалар, ескекаяқтылар, бұтақмұрттылар.

Введение

Алакольская система озер (АСО) расположена в равнинной части Балхаш-Алакольской впадины и включает пресноводные озера Сасыкколь, Кошкарколь и солонатоводный Алаколь, соединенные между собой [1]. Ежегодное наблюдение за кормовой базой популяций рыб АСО проводится для наблюдения динамики разнообразия и продуктивности с целью кормового ресурса, а также его организмов и сохранения, хозяйственного использования и повышения продуктивности рыбных ресурсов.

Беспозвоночные животные планктона составляют основу кормовой базы молоди и взрослых видов рыб. В связи с этим мониторинг биоразнообразия и количественного развития зоопланктона является обязательным звеном в комплексных исследованиях водоемов по определению их рыбопродуктивности, разработке биологических обоснований и выдаче рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства.

Начало наблюдений по оценке состояния зоопланктона было положено в 1940 г. Балхашским отделением Всесоюзного научно – исследовательского института озёрного и речного рыбного хозяйства (ВНИОРХ). Проводятся они по настоящее время.

Целью статьи является оценка современного состояния зоопланктона как компонента кормовой базы рыб по отдельным районам водоемов озерной системы.

В данной работе освещены исследования зоопланктона в весенне-летний период 2021 г.

Материал и методика

Сборы зоопланктона озер Сасыкколь и Кошкарколь проводились в мае и августе 2021 г. по 12-ти мониторинговым станциям и составили 24 пробы.

Отбор и обработка проб зоопланктона проведены согласно стандартным методам исследования [2]. Для отбора зоопланктонных проб применялись планктонные сети Апштейна и Джели. Для определения таксономической принадлежности и количества организмов использовались определители [3-10] и микроскопы МБС-10 и МСХ-300.

Подсчёт организмов в пробах велся в камере Богорова, с отбором части пробы штемпель-пипеткой. Под микроскопом просчитывалось число особей каждого вида по возрастным и размерным категориям. Для учета редких особей, просматривалась половина или весь объем пробы. Биомасса особей рассчитывалась с учетом индивидуального веса организмов. Оценка трофности зоопланктона проводилась по современной шкале трофности [11].

Результаты исследований

Исследованные озера относятся к крупным водоемам Казахстана и имеют рыбохозяйственное значение. Согласно административно-территориальному делению, оз. Сасыкколь расположено в Алматинской и Восточно-Казахстанской областях, а оз. Кошкарколь – в Алматинской области. Водоемы протянулись с северо-запада на юго-восток [1]. Площадь озера: Сасыкколь занимает 736 км², а оз. Кошкарколь – 120 км². Питание озер осуществляется за счет тающих снегов и осадков.

В оз. Сасыкколь среднее значение температуры водной среды в начале и конце лета 2021 г. было в диапазоне от 19,2 до 24,3⁰С. Прозрачность воды – 0,4 м, оставалась неизменной весной и летом, при глубине 2,5 –5,0 м. Концентрация водородных ионов воды (рН=8,5-8,9) указывала на щелочной характер среды [12]. В оз. Кошкарколь температура воды в мае варьировала от 18,7 до 19,1 ⁰С, в августе достигала 23,9 ⁰С. Весной

прозрачность воды в среднем доходила до 0,5 м, при глубине 4,7 м, а летом составляла 0,8 м, при глубине 5,0 м. Концентрация водородных ионов весной 8,8, летом – 8,5. Органическое вещество по перманганатной окисляемости весной не превышало 4,3 мгО/дм³, летом – 4,8 мгО/дм³.

Анализ разнообразия зоопланктонных сообществ в период с 1954 по 2012 гг. выявил, что количество разновидностей в озерах варьировало от 27 до 97 наименований [13, 14].

Согласно проведенным исследованиям зоопланктон характеризуется увеличением либо снижением таксономического состава зоопланктона, во временном аспекте по годам (таблица 1).

В 1954 году наибольшее видовое разнообразие наблюдалось в оз. Сасыкколь – 43 разновидностей, меньшее в оз. Кошкарколь. Массовыми видами являлись коловратки рода *Brachionus*, среди ветвистоусых – вид *D. balchaschensis* (ныне *D. galeata*), из веслоногих – *A. salinus*. В 1963 г. отмечен впервые вид планктонных ракообразных – *D. longispina* [13]. В оз. Сасыкколь ведущей формой планктона являлся *C. strenuus*, в массе распространенный по всему озеру. Отличительной чертой этого периода являлось доминирование в планктоне также *D. cucullata*. В 1980-1986 гг. число таксонов пополнилось крупным видом ветвистоусых *D. magna*.

Таблица 1 – Массовые виды зоопланктона озер Сасыкколь и Кошкарколь в период 1954 – 2012 гг.

Годы	Оз. Сасыкколь	Оз. Кошкарколь
1954 г.	<i>Polyarthra platyptera</i> , <i>Brachionus gen.sp.</i> , <i>B. plicatilis</i> , <i>Keratella cochlearis</i> , <i>Notholca acuminata</i> , <i>Hexarthra oxyuris</i> , <i>Daphnia balchaschensis</i> , <i>Arctodiaptomus salinus</i>	
1963 г.	<i>P. platyptera</i> , <i>Asplanchna priodonta</i> , <i>Euchlanis major</i> , <i>K. cochlearis</i> , <i>N. acuminata</i> , <i>Filinia longiseta</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i> , <i>Bosmina longirostris</i> , <i>Ceriodaphnia reticulata</i> , <i>Daphnia cucullata</i> , <i>D. longispina</i> , <i>Cyclops strenuus</i> , <i>Eudiaptomus graciloides</i>	+ <i>B. plicatilis</i> , <i>Chydorus sphaericus</i> , <i>Mesocyclops leuckarti</i>
1980-1982 гг.	<i>Daphnia magna</i> , <i>Diaphanosoma sp.</i> , <i>Arctodiaptomus salinus</i>	+ <i>Hexarthra mira</i> , <i>Leptodora kindtii</i> , <i>Thermocyclops taihokuensis</i>
1986 г.	<i>Daphnia magna</i> , <i>Arctodiaptomus salinus</i> , <i>Acanthocyclops viridis</i>	
1996-2000 гг.	<i>D. cucullata</i> , <i>E. graciloides</i> ,	+ <i>Eudiaptomus sp.</i>
1999-2002 гг.	<i>Trichocerca cylindrical</i> , <i>Trichotria pocillum</i> , <i>Synchaeta stylata</i> , <i>S. kitina</i> , <i>P. luminosa</i> , <i>Asplanchna silvestris</i> , <i>Lecane unguolata</i> , <i>Epiphanes macroura</i> , <i>Lophocharis salpina</i> , <i>Eudactyloa eudactyloa</i> , <i>Brachionus quadridentatus melheni</i> , <i>Diaphanosoma mongolianum</i> , <i>Ceriodaphnia pulchella pseudohamata</i> , <i>Camptocercus lilljeborgii</i> , <i>Moina micrura dubia</i> , <i>Th. taihokuensis</i> , <i>Paracyclops poppei</i>	
2008-2012 гг.	<i>D. lacustris</i> , <i>Cyclops gen. sp.</i> , <i>Mesocyclops leuckarti</i> , <i>Th. taihokuensis</i> , <i>A. salinus</i>	

В июне-июле 1996 г. в доминирующий комплекс оз. Сасыкколь состоял из рачков – *Daphnia*, *Diaphanosoma*, *Arctodiaptomus*, выпал из состава прежний доминант озер *C. strenuus*. Оз. Кошкарколь пополнилось коловраткой *H. mira* [13, 15, 16]. В 1996-2000 гг. в оз. Сасыкколь, помимо указанных видов, были широко распространены виды *E. graciloides* и *D. cucullata*, а в оз. Кошкарколь состав зоопланктона пополнил *Eudiaptomus*. Затем в 1999-2002 гг. список планктонных организмов расширился новыми видами. Впервые зарегистрированы *D. mongolianum*, *C. pulchella pseudohamata*, *C. lilljeborgii*, *M. micrura dubia*, из веслоногих – *Th. taihokuensis* и *P. poppei* [17, 18]. С 2008 по 2012 г. в озерах Сасыкколь и

Кошкарколь за весенне-летний период постоянными обитателями из веслоногих были *M. leuckarti*, *A. salinus*, *Th. taihokuensis*, из ветвистоусых – *D. lacustris*. Только в 2012 г. в оз. Сасыкколь выпал из состава *M. leuckarti* и *Th. taihokuensis*, а вместо них доминировал рачок рода *Cyclops*. В оз. Кошкарколь из прежнего состава выпал *Th. taihokuensis* [18, 19, 20].

Современный состав. В 2021 г. в оз. Сасыкколь число таксонов – 14, в сезонном аспекте оставалось постоянным, тогда как значимость разнообразия менялась от весны к лету (таблица 2). В мае планктофауна в равной мере формировалась всеми группами. В августе состав коловраток уменьшился до 2 видов на фоне рас-

ширения спектра ветвистоусых до 7. Набор веслоногих рачков практически не менялся по сезонам, но варьировала часть состава группы.

Весной в оз. Сасыкколь широко распространены были коловратки *K. quadrata*, *K. cochlearis*, веслоногий *M. leuckarti*. Повсеместно обитал *A. salinus*. Остальные представители регистрировались sporadически. Летом лидировали рачки *D. galeata*, *D. lacustris*, *A. salinus*, *M. leuckarti*.

Относительно состава в 2020 г., количество видов уменьшилось в 1,5 раза, но сохранился набор доминирующих представителей ценоза – ветвистоусые *D. galeata* и *D. lacustris*, веслоногие *M. leuckarti* и *A. salinus* [21, 22, 23].

В 2021 г. в оз. Кошкарколь число таксонов снижалось от весны к лету. Весной разнообразие

зоопланктона было представлено всеми тремя группами. Летом число коловраток снизилось до минимума, разнообразие ветвистоусых увеличилось вдвое. Состав веслоногих практически не изменился.

В мае в оз. Кошкарколь широкое распространение получили коловратки *K. quadrata*, *E. lyra lyra*, рачки *B. longirostris*, *A. salinus*, *M. leuckarti*, *Th. taihokuensis*. В августе основу зоопланктона составляли *A. salinus*, *M. leuckarti*.

Относительно 2020 г. таксономический состав зоопланктона оз. Кошкарколь практически не изменился. Следует отметить, что снизилось число коловраток. Набор разновидностей ветвистоусых рачков остался практически без изменений, за исключением доминирующих видов.

Таблица 2 – Таксономический состав и частота встречаемости (%) организмов зоопланктона озер Алакольской системы в мае (I) и августе (II) 2021 г.

Таксоны	Сасыкколь		Кошкарколь	
	I	II	I	II
Rotifera – Коловратка				
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	33	-	33	-
<i>Keratella quadrata</i> Mull.	67	-	100	-
<i>K. cochlearis cochlearis</i> (Gosse)	78	-	33	-
<i>Filinia longiseta</i> Ehren.	22	-	33	-
<i>Brachionus forficula forficula</i> Wierz.	11	11	-	-
<i>Euchlanis</i> sp.	-	-	33	-
<i>E. lyra lyra</i> Hudson	-	11	67	-
За сезон:	5	2	6	-
Итого:	6		6	
Cladocera – Ветвистоусые				
<i>Daphnia (D.) galeata</i> G.O.Sars	11	100		33
<i>D. (D.) longispina</i> O.F.Mull.	11	22	-	-
<i>Diaphanosoma lacustris</i> Korinek	22	100		33
<i>D. mongolianum</i> Ueno	-	44	-	33
<i>Chydorus sphaericus</i> O.F.Mull.	-	22	-	-
<i>Bosmina (B.) longirostris</i> (Mull.)	11	22	66	-
<i>Moina brachiata</i> (Jurine)	-	22	-	-
За сезон:	4	7	1	3
Итого:	7		4	
Copepoda – Веслоногие				
<i>Arctodiaptomus (Rh.) salinus</i> (Daday)	100	100	100	100
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	67	89	100	100
<i>Thermocyclops taihokuensis</i> Harada	22	22	100	33

Продолжение таблицы

Таксоны	Сасыкколь		Кошкарколь	
	I	II	I	II
<i>Th. oithonoides (Sars)</i>	11	11	-	-
<i>Th. rylovi (Smirnov)</i>	-	11	-	-
<i>Cyclops vicinus Uljanine</i>	33	-	-	-
<i>Diaptomidae gen sp.</i>	-	-	11	
За сезон:	5	5	4	3
Итого:	6		4	
Всего за сезон	14	14	11	6
Всего:	19		14	

Для выявления сходства состава зоопланктона озер Сасыкколь и Кошкарколь в 2021г. рассчитан индекс Серенсена [24, 25]. По расчетам данного индекса, степень видового сходства ценозов находится на высоком уровне – 73%, что обусловлено периодической водной связью озёр. Наибольшим сходством обладали группы коловраток и веслоногих рачков.

Количественные показатели.

Оз. Сасыкколь. Весной в зоопланктоне западного района лидировали веслоногие ракообразные – 99 % численности, 95 % биомассы. Среди них выделялись *A. salinus* (32 % и 62 %) и *Th. taihokuensis* (40 и 11 %). Доля ветвистоусых рачков по численности минимальна, менее 1 % общих показателей. (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение численности (Ч, тыс. экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) основных групп зоопланктона по районам оз. Сасыкколь, май, август, 2021 г.

Районы	Коловратки		Ветвистоусые		Веслоногие		Всего	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
Май								
Западный	0,70	2,15	0,19	44,51	64,46	942,60	65,35	989,26
Северо-восточный	3,15	6,62	3,59	3,23	157,06	1054,38	163,80	1064,23
Юго-восточный	6,22	2,2	0,17	34,24	263,40	1570,57	269,79	1607,01
В среднем	3,36	3,66	0,32	27,33	161,64	1189,18	165,32	1220,17
Август								
Западный	93,00	1,34	5,41	679,80	51,28	735,92	88,62	1417,06
Северо-восточный	0	0	37,54	1189,87	66,07	1385,37	103,61	2575,24
Юго-восточный	0	0	26,85	994,48	39,73	933,38	66,58	1927,86
В среднем	31	0,45	23,27	954,72	52,36	1018,22	106,63	1973,39

В весенний период 2020 г. численность зоопланктона оз. Сасыкколь составила 18 тыс.экз./м³, а в 2021 г -166 тыс.экз./м³ (возросла на 89%). Биомасса, при этом, увеличилась на 73% за последний год.

Летом наблюдается увеличение показателей зоопланктона. Основу численности составлял *M. leuckarti* (40 %), представленный всеми стадиями метаморфоза, с преобладанием молодежи. По

биомассе лидировал крупный *D. galeata*, создающий 39 % показателя. Величина биомассы зоопланктона увеличилась в 1,5 раза относительно данных весеннего сезона.

В летний период 2021 г. численность снизилась в 1,9 раза относительно весны, и возросла на 60 % относительно 2020 г. Показатели составляли 86 тыс.экз./м³ и 35 тыс.экз./м³ соответственно. В августе 2021 г. биомасса зоопланкте-

ров увеличилась более чем в 3 раза, в сравнении с 2020 г.

Уровень развития биомассы зоопланктеров западной части в мае соответствовал олиготрофному типу водоема с низким классом трофности, в августе – α -мезотрофному с умеренным классом [11, 26].

В северо-восточном районе в мае доминировали веслоногие рачки по численности и массе (96 и 99 %, соответственно), в основном, за счет *M. leuckarti* (75 и 60 %). Из коловраток в небольшом количестве встречались представители рода *Keratella* (2 и 0,6%). Ветвистоусые рачки в данном районе имели незначительные показатели, из них был обнаружен только *B. longirostris*.

В августе количественную основу зоопланктона также составляли веслоногие рачки (64 % численности, 54 % биомассы). Значимость группы понизилась на фоне десятикратного увеличения плотности ветвистоусых рачков (36 % от общей численности). В целом, численность зоопланктона снизилась за счет падения количества веслоногих и выпадения из состава коловраток. Общий показатель формировался доминированием *M. leuckarti* (52%) и *D. lacustris* (27 %).

Преобладание в летней планктофауне крупноразмерных рачков обусловило двукратное увеличение биомассы веслоногих рачков от весны к лету. Основу составили веслоногие *M. leuckarti* (67 %) и *A. salinus* (37 %). Соответственно, класс биомассы планктонных организмов северо-восточного района менялся в пределах мезотрофного водоема, повышаясь от умеренного уровня трофности в мае до среднего в августе.

В юго-восточной части озера в мае основу численности и биомассы формировали также веслоногие (более 97 %), с преобладанием *M. leuckarti* (15 и 10 %) и *A. salinus* (8 и 13 %). Доля остальных представителей незначительна. В августе, как и в северо-восточном районе, на фоне выпадения из состава коловраток и многократного уменьшения численности веслоногих увеличилась значимость ветвистоусых до 40% численности и 62 % биомассы. Лидировала *D. lacustris* (37 % показателей). Из веслоногих, составляющих 60 и 48 % показателей, соответственно, преобладали обычные для озера *M. leuckarti* и *A. salinus*.

Биомасса планктонных организмов юго-восточного района варьировала в пределах умеренного класса, характерного для водоемов α -мезотрофного типа.

В целом по водоему, как наиболее продуктивные по зоопланктону, выделялись северо-восточная и юго-восточная части.

В среднем по акватории оз. Сасыкколь межсезонные показатели количественного развития основных групп зоопланктона показали, что состав лидирующих видов веслоногих оставался относительно стабильным, увеличиваясь летом за счет ветвистоусых. Основу численности и биомассы формировали веслоногие ракообразные в оба сезона, но летом биомасса ветвистоусых рачков возросла на 38%.

Оз. Кошкарколь. От весны к лету наблюдалось снижение количественных показателей у коловраток и веслоногих х (таблица 4). Весной основу численности зоопланктона формировали веслоногие рачки *A. salinus* и *Th. taihokuensis* (95%), лидируя и по биомассе – 98,30 и 64,60 мг/м³ (68% суммарно).

Численность планктеров оз. Кошкарколь в мае была, практически, на уровне 2017 г., и имела максимальный показатель за последние 5 лет – 127 тыс.экз./м³. Биомасса возросла на 65%, по сравнению с 2020 г.

Из фоновых таксонов весны сохранились веслоногие *A. (Rh) salinus* (4,54%), *M. leuckarti* (10,55%). Летом зоопланктон пополнился ветвистоусыми *D. galeata*, *D. lacustris*, и *D. mongolianum* (в сумме 52,52%), при выпадении из состава *Th. taihokuensis*. Субдоминировали веслоногие рачки – 47,48%.

Зоопланктон оз. Кошкарколь в мае характеризовался умеренным уровнем трофности.

В августе плотность зоопланктеров снизилась за счет двукратного уменьшения количества веслоногих. Численность планктонного комплекса формировалась *M. leuckarti* и *D. lacustris* (32 и 44 %). Ядро биомассы составили *A. salinus*, *D. lacustris* и *M. leuckarti* (50, 24 и 21 % соответственно).

В летний период 2021 г. показатель численности снизился и составлял 98 тыс.экз./м³. Но, относительно 2020 г. (27 тыс.экз./м³), значение увеличилось в 3,5 раза. Значение биомассы находилось на уровне 2019 г., и, по сравнению с прошлым годом, увеличилось в 1.4 раза.

Увеличение доли крупноразмерных особей от весны к лету обеспечило повышение биомассы зоопланктона озера от 1599,8 до 1851,73 мг/м³. Самая высокая продуктивность планктонных беспозвоночных выявлена в районе выпадения в озеро р. Сухая (2372,52 – 2856,54 мг/м³).

Таблица 4 – Распределение численности (Ч, тыс. экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) основных групп зоопланктона оз. Кошкарколь, май и август, 2021 г.

Станции	Коловратки	Ветвистоусые	Веслоногие	Всего
Численность, тыс. экз./м ³				
Центр	10,30 – 0	3,43 – 21,02	149,38 – 33,03	163,11 – 54,05
Уялы	2,13 – 0	0 – 56,73	110,67 – 64,17	112,8 – 120,9
Р. Сухая	0,99 – 0	1,06 – 77,18	103,11 – 42,86	105,16 – 120,04
Среднее	4,47 – 0	1,50 – 51,64	121,05 – 46,69	127,02 – 98,33
Биомасса, мг/м ³				
Центр	24,37 – 0	44,64 – 139,69	1293,24 – 800,43	1362,25 – 940,12
Уялы	3,31 – 0	0 – 775,62	1061,32 – 982,91	1064,63 – 1758,53
Р. Сухая	2,83 – 0	6,38 – 1051,25	2363,31 – 1805,29	2372,52 – 2856,54
Среднее	10,17 – 0	17,00 – 655,52	1572,62 – 1196,21	1599,8 – 1851,73

В среднем по акватории, уровень остаточной биомассы зоопланктона летом соответствовал «умеренному» классу трофности, характерному для водоемов α -мезотрофного типа [11].

В 2021 г. сопоставление количественного развития зоопланктонного сообщества озер за пятилетний период показывает значительные колебания его биомассы, как в межгодовом, так и в межсезонном аспектах (рисунок 1).

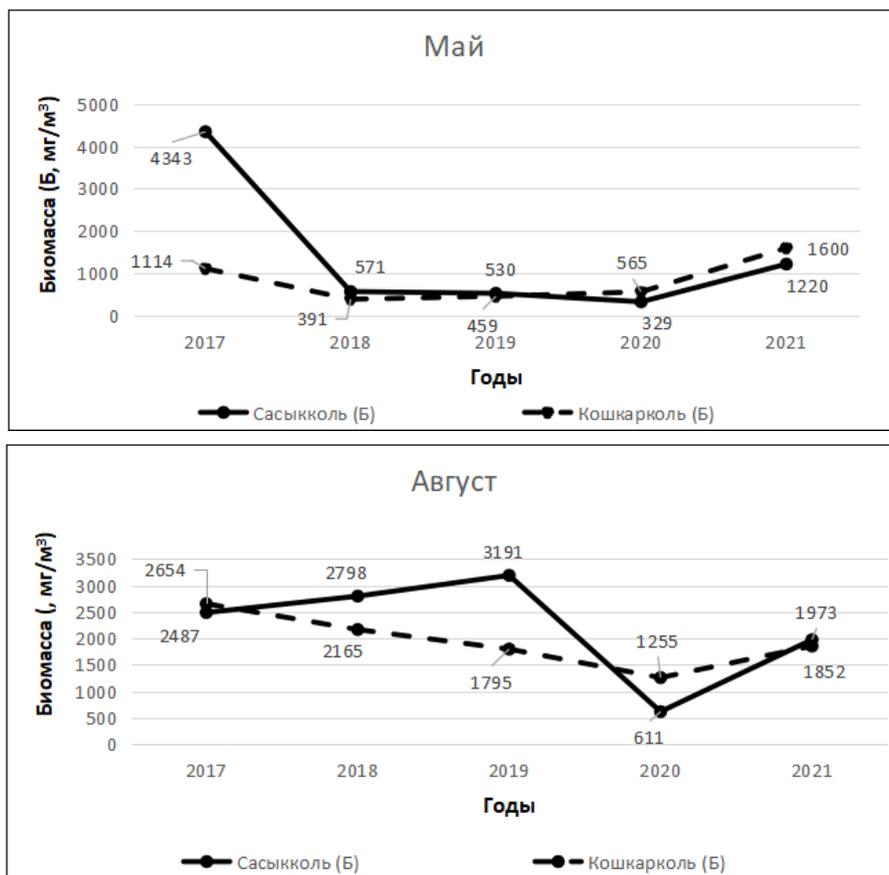


Рисунок 1 – Распределение биомассы (г/м³) зоопланктона озер Сасыкколь и Кошкарколь в весенне – летний период 2017 – 2021 гг.

Весной в оз. Сасыкколь за пятилетний период наблюдений максимального уровня развития биомассы зоопланктона достигал в 2017 г. С 2018 по 2020 гг. произошел заметный спад показателей, с последующим увеличением к 2021 г. Но, по сравнению с максимальным показателем, произошло снижение биомассы в 3 раза. В оз. Кошкарколь в период 2017-2020 гг. показатели были на одном низком уровне, в 2021 г. величина массы возросла до умеренного значения.

В летний период 2017-2019 гг. в оз. Сасыкколь показатели постепенно увеличивались по нарастающей, в пределах среднего класса продуктивности. В 2020 г. биомасса снизилась в 5 раз, а к 2021 г. увеличилась в 3 раза, но не достигла уровня продуктивности планктона. В оз. Кошкарколь максимальное значение биомассы, как и в оз. Сасыкколь, было отмечено в 2017 г., затем до 2020 г. наблюдается его падение до умеренных показателей. В 2021 г. показатель нарастал в пределах умеренного класса.

Заключение

В период с 1954 по 2012 гг. количество таксонов зоопланктона по озерам Сасыкколь и Кошкарколь варьировало от 27 до 97 разновидностей. Широко распространенными во все годы были веслоногие рачки. Наибольшее разнообразие таксономического состава было отмечено в оз. Сасыкколь в 1954 г. Указанная изменчивость в таксономическом составе в этот период возможно была связана с различием сезонных сборов материала по годам. В 1954, 1980-1982 гг. отмечено наименьшее разнообразие ветвистоусых рачков. Затем с 1986 по 2012 г. их состав значительно пополнился новыми видами.

В озерах Сасыкколь и Кошкарколь разнообразие зоопланктона в 2021 г. составило 33 разновидности. Таксономический состав зоопланктона оз. Сасыкколь составил 19 наименований, снизившись в сравнении с 2020 г. в 1,5 раза. В мае и августе число компонентов составляло по 14 наименований. Разнообразие зоопланктеров оз. Кошкарколь за 2021 г оставалось на уровне 2020 г. – 14 таксонов, снижаясь от весны к лету вдвое. Широко распространенными видами в мае были *K. quadrata*, *E. lyra lyra*, *B. longirostris*, состав веслоногих сохранился. В августе доминировали облигатные для этого озера веслоногие – *A. salinus*, *M. leuckarti*.

Количественную основу планктоценоза оз. Сасыкколь формировали веслоногие, субдоминировали – ветвистоусые рачки. Массовыми видами в весенний период были *K. quadrata*, *K. cochlearis cochlearis*, *A. salinus*, *M. leuckarti*. В летний период состав веслоногих сохранился, и пополнился теплолюбивым *Th. taihokuensis*, а также видами *K. quadrata*, *E. lyra lyra*, *B. longirostris*. Биомасса сообщества весной варьировала от 0,99 до 1,61 г/м³, летом – от 1,4 до 2,58 г/м³. Относительно показателей 2020 г. уровень развития зоопланктона весной повысился на 73%, а летом – на 69%.

Как наиболее продуктивный, выделялся северо-восточный район оз. Сасыкколь, в котором запасы зоопланктона оценивались умеренным и средним классом по сезонам. Остаточная биомасса зоопланктеров юго-восточного района варьировала в пределах умеренного класса трофности. Минимальной продуктивностью зоопланктона характеризовался западный район, где уровень трофности менялся от низкого (май) до умеренного (август).

Количественный уровень развития зоопланктона оз. Кошкарколь, как и в оз. Сасыкколь, в основном, формировался веслоногими рачками. Биомасса сообщества – 1,5 – 1,8 г/м³ – соответствовала «умеренному» классу трофности, характерному для водоемов α -мезотрофного типа. В мае, по сравнению с данными прошлого года, биомасса увеличилась на 65%, а в августе на 32%.

Анализ пятилетней динамики количественных показателей выявил снижение уровня развития планктонных беспозвоночных в весенне-летний период от 2017 к 2020 г. (за исключением августа 2019 г. с максимальной биомассой). В текущем 2021 г. отмечен рост показателей относительно аналогичных данных 2020 г. Указанная динамика показателей, в определенной степени, отражала изменчивость водного режима озер за пятилетний период [21].

Конфликт интересов

Авторы не имеют конфликта интересов

Источник финансирования

Исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (Грант №BR10264205).

Литература

1. Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Альпейсов Ш.А. Ихтиофауна и экология Алакольской системы озер – Алматы, 2007. – 367 с.
2. Шарапова Л.И., Фаломеева А.П. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос) / Издание 2-ое. – Алматы, 2018. – 43 с.
3. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Ленинград: Изд-во «Наука», 1970. – 744 с.
4. Боруцкий Е.В. Определитель свободноживущих пресноводных веслоногих раков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечниках рыб – Москва: Изд-во Академии наук СССР, 1960. – 222 с.
5. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР – Ленинград, 1977. – 512 с.
6. Цалолыхина С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [Текст] – Санкт-Петербург, 1995. – 630 с.
7. Крупа Е.Г., Доброхотова О.В., Стуге Т.С. Фауна Calanoida (Crustacea: Copepoda) Казахстана и сопредельных территорий – Алматы, 2016. – 208 с.
8. Mirabdullaev I.M. The genus Mesocyclops (Crustacea: Copepoda) in Uzbekistan (Central Asia) – Int. Revue ges. Hydrobiol. 81(1). 1996, P. 93-100;
9. Mirabdullaev I.M., Sharapova L.I., Turemuratova G.I. A Far East Cyclopid, Thermocyclops taihokuensis (Harada, 1931) in Central Asia – Turk. J. Zool. 1997, V. 21. P. 175-178;
10. Nogrady T., Segers H. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Rotifera Vol. 6. 2002. P. 264.
11. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 398 с.
12. Долгополова С.Ю., Мукатай А.А., Минат А. Современные гидрохимические исследования Алакольской системы озер / Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal» №4. – Алматы, 2021. – С.148-151.
13. Стуге Т.С., Крупа Е.Г., Смирнова Д.А. Зоопланктон Алаколь-Сасыккольской системы озер / Труды Алакольского заповедника – Алматы, 2004г. – С. 119-121.
14. Шарапова Л.И. Комплексная оценка экологического состояния Алакольской системы озер по зоопланктону / Экология водных беспозвоночных – Борок, 2010г. – С. 349-355.
15. Шарипова К.Ж. Об акклиматизации рачка калянипеды в озерах Алакольской системы / Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана – Ашхабад, 1986г. С. 145-146.
16. Шарипова К.Ж., Лопарева Т.Я. Количественное развитие зоопланктона Алакольских озер и факторы его обуславливающие / Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана – Ташкент, 1983г. – С. 145-146.
17. Шарапова Л.И. Разнообразие и продуктивность современных зоопланктоценозов Алакольской системы озер / Экологические исследования в Казахстане – Алматы, 2002г. – С. 193-194.
18. Шарапова Л.И. Об уровне кормности зоопланктона Алакольской системы озер в период маловодья / Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана – Алматы, 2011г. – С. 81-85.
19. Трошина Т.Т. Особенности развития планктонных и донных беспозвоночных озер Алакольской системы в весенний период 2012 г. / Материалы международной научной конференции «Животный мир Казахстана и сопредельных территорий» – Алматы, 2012 г. – С. 170-172.
20. Трошина Т.Т. Структура и экологическое состояние зоопланктона литоральной зоны озера Алаколь в весенне-летний период 2013 года / Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, серия биологическая и медицинская – Алматы, 2015г. – С. 15-19.
21. Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований ПДУ рыбы и других водных животных, режиму и регулированию рыболовства на рыбохозяйственных водоемах международного, республиканского значений и водоемах ООПТ Балхаш-Алакольского бассейна, а также оценка состояния рыбных ресурсов на резервных водоемах местного значения / Отчет НИР ТОО «НПЦРХ»-Алматы, 2020 г. – 160 с.
22. Andreas Novotny Functional diversity of zooplankton in marine food webs / Department of Ecology, Environment and Plant Sciences-Stockholm 2021- P.63.
23. Krylov A.V., Kosolapov D.B., Kosolapova N.G., Gerasimov Y.V., Hovsepyan A.A., 2018. The plankton community of Sevan lake (Armenia) after invasion of Daphnia (Ctenodaphnia) magna Straus, 1820 / Biology Bulletin. V. 45. № 5. С. 505–511.
24. Константинов А.С. Общая гидробиология – Москва, 1986. – 289 с.
25. Radovan Hunek , Stepanka Kuckova, Pavel Cejnar, Petra Junkova, Ivo Prikryl, Jana Rihova Ambrozov Identification of freshwater zooplankton species using protein profiling and principal component analysis /Association for the Sciences of Limnology and Oceanography- Prague, 2018. – P.6.
26. Anita A.C. Pearson and Ian C. Duggan* A global review of zooplankton species in freshwater aquaculture ponds: what are the risks for invasion? / Invasivesnet Review-Hamilton, 2018.- P.12.

References

- 1 Amirgaliev N.A., Timirkhanov S.R., Alpeisov S.A.(2007) Ichthyofauna i ecologia Alakolskoi sistemy ozer [Ichthyofauna and ecology of the Alakolsky system of lakes]. Алматы, pp. 367.

2 Sharapova L.I., Falomeeva A.P. (2018) Metodicheskoe posobie pri gidrobiologicheskikh rybohozyaistvennykh issledovaniyakh vodoemov Kazakhstana (plankton, zoobentos) [Methodological guide for hydrobiological fish-farming studies of reservoirs of Kazakhstan (plankton, zoobenthos)], 2nd edition. Almaty, pp. 43.

3 Kutikova L.A. (1970) Kolovratki fauny SSSR. [Rotifers of the fauna of the USSR]. Leningrad: Nauka Publishing House, pp.744.

4 Borutsky E.V. (1960) Opredelitel svobodnozhivushih presnovodnykh veslonogih rakov SSSR I sopredelnykh stran po fragmentam v kishechnikah ryb [Determinant of free-living freshwater oarfish of the USSR and neighboring countries by fragments in the intestines of fish]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, pp.222

5 Kutikova L.A., Starobogatov Ya.I. (1977) Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR [Determinant of freshwater INV]. Leningrad, pp.512.

6 Tsalolikhina S.Ya. (1995) Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii I sopredelnykh territorii [Determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. St. Petersburg, pp.630.

7 Krupa E.G., Dobrokhotova O.V., Stuge T.S. (2016) Fauna Calanoida (Crustacea: Copepoda) Kazakhstana I sopredelnykh territorii [Fauna of Calanoida (Crustacea: Copepoda) Kazakhstan and adjacent territories]. Almaty, pp.208

8 Mirabdullaev I.M. (1996) The genus Mesocyclops (Crustacea: Copepoda) in Uzbekistan (Central Asia) Int. Revue ges. Hydrobiol. 81(1), pp. 93-100.

9 Mirabdullaev I.M., Sharapova L.I., Turemuratova G.I. (1997) A Far East Cyclopoid, Thermocyclops tai-hokuensis (Harada, 1931) in Central Asia – Turk. J. Zool., V. 21. pp. 175-178

10 Nogrady T., Segers H. (2002) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Rotifera Vol. 6, pp. 264.

11 Kitaev S. P. (2007) Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ihtiologov [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, pp.398

12 Dolgopolova S.Yu., Mukatai A.A., Minat A. (2021) Sovremennye gidrohimicheskie issledovaniya Alakolskoi sistemy ozer [Modern hydrochemical studies of the Alakol lake system], Electronic scientific journal “Central Asian Scientific Journal” No. 4, Almaty, pp.148-151.

13 Stuge T.S., Krupa E.G., Smirnova D.A. (2004) Zooplankton Alakol-Sasykkolskoi sistemy ozer [Zooplankton of the Alakol-Sasykkol lake system], Proceedings of the Alakol Reserve, Almaty, pp. 119-121.

14 Sharapova L.I. (2010) Kompleksnaya ocenka ekologicheskogo sostoyaniya Alakolskoi sistemy ozer po zooplanktonu [Comprehensive assessment of the ecological state of the Alakol lake system by zooplankton], Ecology of aquatic invertebrates – Borok, pp. 349-355.

15 Sharipova K.Zh. (1986) Ob akklimatizatsii rachka kalyanipedy v ozerah Alakolskoi sistemy [On acclimatization of the kalyanipeda crustacean in the lakes of the Alakol system], Biological foundations of fisheries in reservoirs of Central Asia and Kazakhstan Ashgabat, pp. 145-146.

16 Sharipova K.Zh., Lopareva T.Ya. (1983) Kolichestvennoe razvitie zooplanktona Alakolskikh ozer i factory ego obuslavlivayushie [Quantitative development of zooplankton of the Alakol lakes and its factors], Biological bases of fisheries of reservoirs of Central Asia and Kazakhstan, Tashkent, pp. 145-146.

17 Sharapova L.I. (2002) Raznoobrazie I produktivnost sovremennykh zooplanktocenozov Alakolskoi sistemy ozer [Diversity and productivity of modern zooplanktocenoses of the Alakol lakes system], Ecological research in Kazakhstan, Almaty, pp. 193-194.

18 Sharapova L.I. (2011) Ob urovne kormnosti zooplanktona Alakolskoi sistemy ozer v period malovodya [On the level of zooplankton feeding in the Alakol lake system during the low-water period], Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan – Almaty, pp. 81-85.

19 Troshina T.T. (2012) Osobennosti razvitiya planktonnykh i donnykh bespozvonochnykh ozer Alakolskoi sistemy v vesennii period 2012 g [Features of the development of planktonic and bottom invertebrate lakes of the Alakol system in the spring of 2012], Proceedings of the international scientific conference “Wildlife of Kazakhstan and adjacent territories”, Almaty, pp. 170-172.

20 Troshina T.T. (2015) Srtuctura i ekologicheskoe sostoyanie zooplanktona litoralnoi zony ozera Alakol v vesenne-letnii period 2013 goda [Structure and ecological state of zooplankton of the littoral zone of Lake Alakol in the spring-summer period of 2013], Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Biological and medical series, Almaty, pp. 15-19.

21 (2020) Opreделение ryboproduktivnosti rybohozyaistvennykh vodoemov i/ili ih uchastkov, razrabotka biologicheskikh obosnovanii PDU ryby I drugih vodnykh zhitovnykh, rezhimu I regulirovaniyu rybolovstva na rybohozyaistvennykh vodoemah mezhdunarodnogo, respublikanskogo znachenii I vodoemah OOPT Balchash-Alakolskogo basseina, a takzhe ocenka sostoyaniya rybnykh resursov na rezervnykh vodoemah mestnogo znacheniya [Determination of fish productivity of fishery reservoirs and/or their sites, development of biological justifications for the control of fish and other aquatic animals, the regime and regulation of fishing in fishery reservoirs of international, republican significance and reservoirs of the protected areas of the Balkhash-Alakol basin, as well as assessment of the state of fish resources in reserve reservoirs of local significance], The report of the Research Institute of LLP “NPCRH” Almaty, pp.160.

22. Andrew Novotny (2021) Functional diversity of zooplankton in marine food webs / Department of Ecology, Environment and Plant Sciences, Stockholm, P.Sixty three.

23. Krylov A.V., Kosolapov D.B., Kosolapova N.G., Gerasimova Y.V., Hovsepyan A.A. (2018) The plankton community of Sevan lake (Armenia) after invasion of Daphnia (Ctenodaphnia) great Straus, 1820, Biology Bulletin. V. 45. № 5, pp. 505-511.

24. Konstantinov A.S. (1986) Obshaya gidrobiologiya [General Hydrobiology]. Moscow, pp.289.

25. Radovan Hynek, Stepanka Kuckova, Pavel Cejnar, Rock Junkova, Ivo Prikryl, Jana Rihova Ambrozov (2018) Identification of freshwater zooplankton species using protein profiling and principal component analysis, Association for the Sciences of Limnology and Oceanography, Prague, P.Six.

26. Anita A.C. (2018) Pearson and Ian C. Duggan* A global review of zooplankton species in freshwater aquaculture ponds: what are the risks for invasion?. Invasiveness Review, Hamilton, P.Twelve.