

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЛАНКТОФАУНЫ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА В СЕЗОННОМ АСПЕКТЕ

Л. И. Шаранова

*ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
Алматы, Республика Казахстан*

Зоопланктон шести водоемов северного региона Казахстана исследовался в 2019 г. Небольшие по площади водоемы отличались мелководностью (менее 1 м) и сильной зарастаемостью. При достаточном развитии биофонда планктона (15–41 таксон) только один водоем, α -олиготрофного типа, имел очень низкую массу зоопланктона. Биоразнообразие сообществ значительно менялось в зависимости от сезона. Два озера, β -эвтрофного и α -политрофного типов, отличались высоким значением показателя весной и летом (13,3 и 17,2 г/м³). Основную часть биомассы составляли ценные кормовые гидробионты *Daphnia pulex*, виды рода *Ceriodaphnia*. Зоопланктон реки Камысакты и еще двух водоемов достигал умеренного или среднего уровня биомассы в отдельные сезоны. Тип этих водоемов мог меняться от α -мезотрофии до олиготрофии за период вегетации. Высокопродуктивные озера рекомендуется использовать для коммерческого отлова биомассы зоопланктона. Мероприятия по снижению зарастаемости в рамках мелиорации других водоемов будут способствовать увеличению массы ценного биоресурса и эффективному вовлечению водоема в хозяйственный оборот.

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

Для цитирования: Шаранова Л. И. Биоразнообразие и продуктивность планктофауны малых водоемов Северного Казахстана в сезонном аспекте // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 4. С. 81–92. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-4-81-92.

Введение

Территория Республики Казахстан богата водоемами различного типа и объема акваторий [1]. Наибольший интерес в части использования рыбных ресурсов обычно представляют крупные водные экосистемы, что способствует более высокой степени информированности об их состоянии. Водное богатство Казахстана составляют также мелкоразмерные водные экосистемы, более многочисленные и широко распространенные. При этом в водоемах северных регионов страны продукционная способность беспозвоночных гидробионтов, кормовых для рыб, зачастую неизвестна ввиду удаленности водных объектов от научных центров соответствующей специализации.

Целью данной работы является первичная оценка сезонной изменчивости биофонда зоопланктона, количества и продуктивных характеристик кормовых сообществ в ряде малых водоемов северного региона Казахстана.

Материал и методики

В мае, июле и сентябре-октябре 2019 г. исследовался зоопланктон 6 водоемов Айиртауского района Северо-Казахстанской области. Обследовались оз. Камаш, часть русла р. Камысакты и четыре сезонных водоема (№ 14, 20, 23 и 25) в понижениях рельефа. Все объекты исследования расположены в следующих пределах территории района: от 53° 25' 0" до 53° 35' 0" с. ш. и от 68° 10' 0" до 68° 25' 0" в. д. Водоемы отличались небольшой акваторией, мелководностью (0,4–0,9 м) и повсеместной сильной зарастаемостью с весны до осени.

Сбор и обработка материала проводились по известным методикам [2, 3]. Зоопланктон облавливался в толще воды планктонными сетями Апштейна. Идентификация и подсчет организмов велись с применением микроскопов МБС-10 и МСХ-200 в лаборатории гидробиологии ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства». Использовались определители для

соответствующих групп организмов [4–7]. При расчетах индивидуального веса зоопланктона применялись уравнения линейно-весовой зависимости. Численность и масса зоопланктона рассчитывались на 1 м³ водной толщи. Оценка кормности ресурса для рыб велась по современной шкале трофности водоемов [8].

Результаты исследований оз. Камаш

Планктофауна озера глубиной 0,9 м не отличается разнообразием. Весной 2019 г. выявлено 11 разновидностей беспозвоночных, летом – 13, осенью – 5; всего – 20 таксонов. Представлены они по сезонам (май–июль–сентябрь) следующим образом: коловратки – 3–4–0 таксонов, ветвистоусые рачки – 1–3–1 и веслоногие – 5–3–3. Присутствовали и прочие, случайные для толщи воды представители, от 1 до 3 групп (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав зоопланктона малых водоемов Северо-Казахстанской области, май–июль–сентябрь* 2019 г.

Таксоны	оз. Камаш	р. Камысақты	Сезонные водоемы			
			№ 14	№ 20	№ 23	№ 25
Rotifera – Коловратки						
<i>Trichocerca ratus carinata</i> (Ehr.)	–	–	+ – –	–	–	–
<i>Synchaeta stylata</i> Wierz.	–	–	–	–	–	– – +
<i>Synchaeta</i> sp.	–	–	–	–	–	– – +
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idels.	–	–	–	–	–	– – +
<i>P. remata</i> Scor.	–	–	–	–	–	– – +
<i>Polyarthra</i> sp.	–	–	–	–	–	– + –
<i>Lecane</i> (s. st.) <i>ungulata</i> (Gosse)	–	– +	– – +	–	–	– + –
<i>L.</i> (s. str.) <i>nana</i> (Murr.)	–	–	+ – –	–	–	–
<i>Lecane</i> (s. str.) <i>ligona ligona</i> (Dun.)	–	–	–	+ –	–	–
<i>L.</i> (L.) <i>luna</i> (Mull.)	–	–	+ – –	–	–	–
<i>L.</i> (s. st.) <i>luna presumpta</i> Ahlstrom	–	–	–	–	–	– + –
<i>L.</i> (<i>Monostyla</i>) <i>closterocerca</i> (Schm.)	–	–	+ – –	–	–	–
<i>L.</i> (M.) <i>lamellata</i> Dad.	–	–	–	–	+ + +	–
<i>L.</i> (M.) <i>cornuta cornuta</i> (Mull.)	–	–	–	–	–	+ + +
<i>Trichotria truncate</i> (White.)	–	–	+ – –	–	–	–
<i>Mytilina mucronata</i> (Mull.)	–	+ –	+ + –	–	–	+ – –
<i>M. m. spinigera</i> (Her.)	–	–	+ – –	–	–	+ + –
<i>Brachionus urceus</i> (Linn.)	+ – –	–	–	–	–	– – +
<i>B. plicatilis</i> Mull.	–	– +	–	–	–	–
<i>B. plicatilis longicornis</i> Fad.	–	–	–	–	– + +	–
<i>B. quadridentatus</i> Herm.	–	–	– – +	–	–	–
<i>B. q. ancylgnathus</i> Sch.	–	– +	–	–	–	–
<i>B. angularis</i> Gosse	–	– +	–	–	–	–
<i>Keratella hiemalis</i> Carl.	+ + –	+ –	+ – –	–	–	+ – –
<i>K. cochlearis</i> (Gosse)	–	–	–	–	–	– – +
<i>Eudactylota eudactylota</i> (Gosse)	–	–	+ – –	–	–	–
<i>Platylas quadricornis quadricornis</i> (Ehr.)	–	–	+ – –	–	–	+ – –
<i>Notholca acuminata acuminata</i> (Ehr.)	–	+ –	–	–	+ – +	–
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehr.)	–	–	+ – –	–	–	–
<i>Euchlanis</i> sp.	+ + –	–	–	–	–	+ – –
<i>Testudinella patina</i> (Herm.)	– + –	+ –	+ – –	–	–	–
<i>Hexarthra oxyuris</i> Zern.	–	–	–	–	–	– + –
<i>Bdelloida</i> gen.sp.	– + –	–	+ – –	–	– + +	+ + +
<i>Rotifera</i> sp.	–	– +	–	–	+ – –	–
Итого: 34	3–4–0	4–5	13–1–2	1–0	3–3–4	7–7–7
Cladocera – Ветвистоусые						
<i>Sida crystallina crystallina</i> (O. F. Mull.)	–	– +	–	–	–	–
<i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Mull.)	–	–	+ + –	– +	–	+ + –
<i>S. expinosus</i> (De Geer)	–	–	– – +	–	–	–
<i>Daphnia</i> (<i>Daphnia</i>) <i>pulex</i> Leud.	+ + –	+ –	–	–	+ – –	–
<i>Daphnia</i> (D.) <i>longispina</i> O. F. Mull.	–	–	–	–	–	+ + –
<i>D.</i> (<i>Ctenodaphnia atkinsoni</i>) Baird	–	– +	–	–	–	– + –
<i>Ceriodaphnia setosa</i> Matile	– + +	– +	–	–	–	–
<i>C. quadrangula</i> (O. F. Mull.)	–	+ +	–	– +	–	–
<i>C. reticulata</i> (Jur.)	–	+ –	–	–	+ + +	–
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	–	–	–	+ –	–	–
<i>Chydorus sphaericus</i> O. F. Mull.	– + –	+ +	+ + +	+ +	– – +	+ + +
<i>C. s. pectinatus</i> Dal.	–	–	+ – –	–	–	–

Таксономический состав зоопланктона малых водоемов Северо-Казахстанской области, май–июль–сентябрь* 2019 г.

Таксоны	оз. Камаш	р. Камысақты	Сезонные водоемы			
			№ 14	№ 20	№ 23	№ 25
<i>Chydorus sp.</i>	–	–	–	+–	–	–
<i>Alona rectangulara</i> Sars	–	+–	+++	++	–	+++
<i>A. guttata</i> Sars	–	–	+++	–+	–	–
<i>Alonella sp.</i>	–	–	–+–	–	–	–+–
<i>Pleuroxus trigonellus</i> (O. F. Mull.)	–	–+	+++	–+	–	–
<i>P. aduncus</i> Jur.	–	–	+++	–	–+–	–+–
<i>P. similis</i> (Sars)	–	–	–	–+	–	–+–
<i>P. uncinatus</i> Baird.	–	–	–	–+	–	–
<i>P. striatus</i> Schoeld.	–	–	–	–	–	–+–
<i>Pleuroxus sp.</i>	–	–	–	+–	–	–
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fisch.)	–	–	–+–	–	–	–+–
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Mull.)	–	++	–	–	–	–
Итого: 24	1–3–1	6–7	7–3–5	5–8	2–1–3	4–7–4
Сорепода – Веслоногие						
<i>Neodiaptomus schmackeri</i> (Pop. et Rich)	+++	++	–+–	–	–	–+–
<i>Diaptomidae gen. sp.</i>	–	–	+++	–	–	+––
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fish.)	–+–	+–	–	–	–	–
<i>E. speratus</i> (Lill.)	–	+–	–+–	–	–	–+–
<i>E. macruroides</i> (Lill.)	–	++	–+–	–+	–	–+–
<i>E. macrurus</i> (Sars)	–	–	–+–	–	–	–
<i>E. orthostylis</i> Lind.	–	–	–+–	–	–	–
<i>E. denticulatus</i> (Graet.)	–	–+	–	–	–	–
<i>Cyclops vicinus vicinus</i> Uljan.	+–+	–	–	–	–	–
<i>C. scutifer</i> Sars	–	–	–+–	–	+–+	–+–
<i>Acanthocyclops venustus</i> (Nor. et Scot)	+–+	+–	–+–	–+	–	–+–
<i>A. viridis</i> (Jurine)	+––	–	–	–	–	–
<i>A. bicuspidatus</i> (Claus)	–	–	–	–	+––	–
<i>A. languidus</i> (Sars)	–	–	–	–	+––	–
<i>A. vernalis</i> (Fisch.)	–	–	–	–	–+–	–
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisch.)	–	–+	+––	–	–	–+–
<i>Microcyclops bicolor</i> (Sars)	–	+–	–	–	–	–
<i>M. varicans</i> (Sars.)	–	–	–	–	–	+––
<i>Macrocyclops distinctus</i> (Rich.)	–	–+	–	–	–	–
<i>Mesocyclops ex gr. leuckarti</i> (Claus).	–+–	–	++–	–	–	–
<i>M. leuckarti</i> var. pilosus Kief.	+––	–	+––	–	–	+––
<i>M. rylovi</i> Smim.	–	–	–	–	–	+––
<i>Thermocyclops taihokuensis</i> (Harada)	–	+–	–	–	–	–
<i>Cyclopinae gen. sp.</i>	–	–	–	++	–	–
Итого: 24	5–3–3	7–5	4–5–4	1–3	3–1–1	4–3–5
Others – Прочие						
<i>Amoebidae gen. sp.</i>	–	–	–	–+	–	–
<i>Nematoda gen. sp.</i>	–	++	+––	–	–	–+–
<i>Oligochaeta gen. sp. juv.</i>	–	–	–	–	–	–+–
<i>Ostracoda gen. sp.</i>	–	+–	–+–	++	–+–	–+–
<i>Amphipoda gen.sp.</i> – Бокоплавцы	–+–	–	–	–	–	–
<i>Heleidae</i> – Мокрецы	+––	–	–	–	–	–
<i>Chironomidae larvae</i> – Личинки хирономид	++–	++	+++	–+	+++	+–+
<i>Ephemeroptera larvae</i> – Личинки поденок	–+–	–	–+–	–+	–	–
<i>Gastropoda larvae</i> – Личинки моллюска	–	–	–+–	–	–	–
<i>Bivalvia larvae</i> – Личинки моллюска	–+–	–	–	–	–	–
Итого: 10	2–3–1	3–2	2–4–2	1–4	1–2–2	1–3–3
Всего: 92	11; 13; 5 Σ = 20	20; 19 Σ = 32	26; 13; 13 Σ = 41	8; 15 Σ = 19	9; 7; 10 Σ = 15	16; 20; 19 Σ = 41

*Для р. Камысақты и Сезонного водоема № 20 приведены данные за май и июль.

Численность и биомассу зоопланктона в мае формировал в основном рачковый, преимущественно кладоцерный, планктон, представленный дафнией (табл. 2).

**Количественные показатели и доля основных групп и видов
в зоопланктоне оз. Камаш, 2019 г.**

Группы и виды организмов	Численность, экз./м ³	% от общей численности	Биомасса, мг/м ³	% от общей биомассы
Май				
Коловратки	414	0,33	0,72	0,01
Ветвистоусые	80 271	64,06	10 996,08	82,83
<i>D. pulex</i>	80 271	64,06	10 996,08	82,83
Веслоногие	44 625	35,61	2 277,88	17,16
<i>N. schmackeri</i>	36 573	29,2	1 832,07	13,80
<i>Всего</i>	125 310	100	13 274,68	100
Июль				
Коловратки	3 290	4,3	0,48	0,03
Ветвистоусые	9 610	12,6	861,88	49,6
<i>D. pulex</i>	9 000	11,81	858,80	49,4
Веслоногие	63 320	83,1	875,71	50,4
<i>N. schmackeri</i>	38 600	50,6	783,60	45,1
<i>Всего</i>	76 220	100	1 738,07	100
Сентябрь				
Ветвистоусые	200	0,9	2,48	0,13
<i>C. setosa</i>	200	0,9	2,48	0,13
Веслоногие	19 420	92,4	1 864,36	99,85
<i>N. schmackeri</i>	18 000	85,6	1 426,00	76,4
Прочие	1 400	6,7	0,31	0,02
<i>Всего</i>	21 020	100	1 867,15	100

Этот вид, крупная *D. pulex* (1,50–2,25 мм), типичен для мелких водоемов и отличается высокой продуктивностью – до 50 яиц в выводковой сумке [9].

Второй по значимости в ценозе крупный диаптомус (1,25–1,80 мм) создает только часть биомассы за счет преобладающих молодых стадий (8,9 %). Данный вид, *N. schmackeri*, обычен в водоемах Китая и Индии. Найден в последние годы впервые на юге Казахстана, где его численность не превышала 1 675 экз./м³ [7]. В оз. Камаш концентрация рачка выше известного ранее максимума для Албании более чем втрое. Величина суммарной биомассы весеннего зоопланктона озера характеризуется как высокая [8].

К середине июля в создании основы ценоза участвуют те же ракообразные – дафния и диаптомус (табл. 2), – но плотность особей дафнии, а также половозрелых диаптомусов, семикратно снижается, вероятно, в связи с увеличением зарастаемости озера. Последнее способствует росту численности зарослевых циклопов (32,4 %), в связи с чем массу зоопланктона создают ветвистоусые рачки, несмотря на меньшее их количество. Увеличивается летом на порядок величин и плотность коловраток в озере, но доля их в биомассе по-прежнему очень низкая.

Величина биомассы в июле относительно мая понижена втрое. Суммарная биомасса летом характеризуется умеренным уровнем трофности, соответственно, озеро переходит в статус водоема α -мезотрофного типа.

В завершение вегетационного сезона, к концу сентября, состав зоопланктона обедняется более чем вдвое, в связи с почти полным выпадением коловраток (см. табл. 1). Ветвистоусые рачки представлены единичными особями цериодафнии с эфиппиями. Отсутствие осенью *D. pulex* обусловлено биологией вида – доминированием в весенний период [4]. Особенностью сезона является также наличие факультативных для планктона личинок двустворчатых моллюсков, не осевших на дно.

Таким образом, основу количественных показателей осеннего планктона формирует группа веслоногих рачков с доминированием диаптомуса (см. табл. 2). Численность вида в сентябре вдвое ниже, чем весной и летом. Биомасса же относительно сходна с весенней и превышает летнюю в 2 раза в результате появления в популяции половозрелых и яйценосных особей. Самки последних могут нести до 50 яиц в яйцевом мешке. Величина биомассы озерного зоопланктона в сентябре, как и летом, оценивается как умеренная [8]. Относительно весеннего значения показатель снижен семикратно.

Оз. Камаш за период вегетационного сезона зоопланктона переходит из β -эвтрофного состояния весной в α -мезотрофное летом и осенью.

Река Камысакты

В речной планктофауне весной и летом на глубине 0,8 м было отмечено 20 и 19 таксонов беспозвоночных. Соответственно по сезонам представлены коловратки – 5 и 4 разновидности, ветвистоусые рачки – 6 и 7, веслоногие – 7 и 5. Присутствовали в потоке и донные беспозвоночные из 3 или 2 групп по сезонам (см. табл. 1).

Летом произошла смена ряда весенних холодноводных видов – нотолки, керателлы – на термофильные. Размножились брахионусы, появился рачок сида параллельно с развитием его биотопа – листьев водной растительности. Увеличилась половозрелая часть особей в популяциях диаптомуса и циклопов. Стабильно присутствовали в оба сезона ракообразные родов *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, *Bosmina*, *Eucyclops*, типичные для прудов и зарослевых стадий естественных водоемов. Всего в водной толще за два сезона выявлено 32 таксона организмов.

Весной численность речного планктоценоза формируют в основном веслоногие рачки, биомассу – ветвистоусые (табл. 3).

Таблица 3

Количественные показатели и доля основных групп и видов в зоопланктоне р. Камысакты, 2019 г.

Группы и виды организмов	Численность, экз./м ³	% от общей численности	Биомасса, мг/м ³	% от общей биомассы
Май				
Коловратки	347	0,56	0,30	0,02
Ветвистоусые	24 241	39,33	1 231,60	81,05
<i>D. pulex</i>	10 956	17,78	764,28	50,30
<i>C. reticulata</i>	10 458	16,97	439,24	28,91
Веслоногие	37 047	60,11	287,57	18,93
<i>E. serrulatus</i>	19 422	31,51	153,82	10,12
<i>A. venustus</i>	17 339	28,13	123,09	8,10
<i>Всего</i>	61 635	100	1 519,47	100
Июль				
Коловратки	3 020	15,99	13,15	2,18
<i>B. plicatilis</i>	2 200	11,65	11,66	1,93
Ветвистоусые	10 040	53,18	252,86	41,87
<i>S. crystallina</i>	5 400	28,60	171,00	28,32
Веслоногие	5 820	30,83	337,90	55,95
<i>N. schmackeri</i>	3 600	19,07	320,80	53,12
<i>Всего</i>	18 880	100	603,91	100

Циклопы многочисленны за счет молоди в период интенсивного размножения. Повышенная биомасса ветвистоусых создается крупноразмерным видом дафнии с высокой плодовитостью (до 28 яиц) и массой, а также субдоминирующей цериодафнией. Доля коловраток в речном потоке исключительно низкая, вероятно, в результате влияния мутности воды весной, губительной для них.

В июле половина численности зоопланктона формировалась ветвистоусыми рачками при доминировании сида. По биомассе лидировали веслоногие за счет диаптомуса. Количественные показатели летнего сообщества сократились в 2,5–3 раза относительно весеннего. Не исключено интенсивное выедание корма потребителем – молодью рыб – или негативное воздействие на гидробиоценоз за прошедший период.

Весной значение суммарной биомассы речного планктоценоза относится к умеренному классу, типичному для водоемов α-мезотрофного типа. Летом, на основании низкого значения массы планктофауны, р. Камысакты можно отнести к β-олиготрофному типу водоема.

Сезонный водоем № 14

За три сезона 2019 г. в планктофауне водной толщи (0,9 м) выявлен 41 таксон беспозвоночных: 15 коловраток, по 10 разновидностей ветвистоусых и 11 веслоногих рачков, а также 5 случайных планктеров (см. табл. 1).

Весной планктон состоял из 25 представителей, при разнообразии коловраток (13) относительно двух групп рачков (7 и 4 вида).

В июле ценоз обеднялся вдвое (до 13 разновидностей), с резким сокращением (до 1 вида) состава коловраток. Понижен и набор кладоцер – до 3 представителей. Среди веслоногих преобладали зарослевые циклопы, отражая возросший уровень зрелости экосистемы.

В октябре разнообразие планктонов вдвое ниже, чем весной, и идентично по количеству летнему сезону: это коловратки – 2 вида, ветвистоусые и веслоногие рачки – 4 и 5 разновидностей. Больше сходство присутствует по сезонам у ветвистоусых, преимущественно рачков хидорид и симоцефалусов. Значительно меняется к октябрю фауна веслоногих в связи с выпадением зарослевых видов рода *Eucyclops* и количественной заменой их более пелагическими – *N. schmackeri* и *C. scutifer*. Во все сезоны отмечены факультативные планктоны, от 2 до 4 групп.

В мае основу численности планктона создавали коловратки, при меньшей и почти равной доле групп рачков (табл. 4).

Таблица 4

Количественные показатели и доля основных групп и доминирующих видов в зоопланктоне Сезонного водоема № 14, 2019 г.

Группы и виды организмов	Численность, экз./м ³	% от общей численности	Биомасса, мг/м ³	% от общей биомассы
Май				
Коловратки	26 892	42,69	23,36	4,72
<i>Bdelloida gen. sp.</i>	8 466	13,43	11,85	2,39
Ветвистоусые	17 679	28,06	265,68	53,62
<i>C. sphaericus</i>	13 446	21,34	87,69	17,70
<i>S. vetulus</i>	498	0,79	134,96	27,24
Веслоногие	18 426	29,25	206,42	41,66
<i>M. leuckarti</i>	15 687	24,90	144,67	29,20
<i>Всего</i>	62 997	100	495,46	100
Июль				
Коловратки	400	1,55	0,20	0,03
Ветвистоусые	535	2,08	11,45	1,55
Веслоногие	24 800	96,37	726,80	98,42
Виды рода <i>Eucyclops</i>	11 000	42,74	596,80	80,82
<i>Всего</i>	25 735	100	738,45	100
Октябрь				
Коловратки	810	2,04	1,29	0,05
Ветвистоусые	820	2,07	19,44	0,76
<i>S. expinosus</i>	40	0,10	14,39	0,56
<i>C. sphaericus</i>	280	0,71	1,68	0,07
Веслоногие	37 985	95,89	2 531,94	99,19
<i>N. schmackeri</i>	15 575	39,32	1 345,89	52,72
<i>C. scutifer</i>	19 710	49,75	1 097,77	43,00
<i>Всего</i>	39 615	100	2 552,67	100

Преобладали придонные *Bdelloida*. Доминирование этих коловраток, способных к анабиозу в экстремальных условиях, указывает на возможность перехода водоема в пересыхающее состояние при неблагоприятных условиях [5].

Среди ветвистоусых лидировал по числу особей мелкий хидорус, но вместе с ним обитал и более крупный, *C. s. pectinatus* [10].

Многочисленным среди веслоногих является *M. leuckarti* – типичный вид литорали мелководных озер. По биомассе зоопланктон характеризуется как кладоцерный за счет малочисленного, но крупного симоцефалюса, а также хидорусов.

Таксономическое разнообразие циклопов летом способствовало доминированию этой группы и в количественном отношении (см. табл. 4). Основа планктона формировалась копепоидными половозрелыми и яйценосными особями преобладающих *E. macruroides* и *A. venustus*. Многочисленные половозрелые самки циклопов несли по 26 и 39 яиц. Летний показатель массы зарослевых веслоногих увеличился в 3,5 раза относительно весеннего. Величина биомассы ветвистоусых рачков понизилась летом более чем в 20 раз. Сократилась в 5 раз численность самого крупного представителя этой группы, *S. vetulus*, и в 320 раз – самого многочисленного весной *C. sphaericus*. Количественное развитие коловраток также оказалось исключительно низким.

Таким образом, преимущественно кладоцерный зоопланктон летом сменился на копепоидный. Указанная динамика обусловлена, видимо, повышенной зрелостью водоема, влияющей на развитие отдельных групп зоопланктона.

Численность и биомассу зоопланктона в октябре создают практически полностью веслоногие рачки (см. табл. 4). Лидируют крупные половозрелые особи диаптомуса, при субдоминировании более мелкого циклопа. Но популяция последнего отличается обилием яйценосных самок с плодовитостью от 16 до 21 яйца [11]. За счет половозрелых особей копепод величина обоих показателей повышается, соответственно, в 5 и 3,5 раза.

Суммарная биомасса зоопланктона в мае и июле оценивается как «очень низкая» или «низкая». В конце вегетационного сезона показатель увеличился до среднего уровня трофности. Водоем классифицируется осенью как β-мезотрофный, в отличие от уровня α- и β- олиготрофии в другие сезоны. Способствует этому прекращение вегетации растительности с негативным воздействием ее обилия на планктоценоз. Оптимальным для развития зоопланктона считается покрытие водоема растительностью не более чем на 10 % его площади [12].

Сезонный водоем № 20

В мае фауна планктона водоема с растительностью, заполняющей всю толщу воды в 0,7 м, обеднена до 8 таксонов. Это коловратки – 1, ветвистоусые, веслоногие – 5 и 1, и прочие – 1 (см. табл. 1).

В июле биоразнообразие расширилось до 15 разновидностей. Исчезли коловратки, но стало больше рачков обеих групп – 8 и 3 таксона. За два сезона выявлено 19 видов и форм зоопланктона, включая факультативных (от 1 до 4 групп).

Весной численность и массу планктона создавали ветвистоусые рачки (табл. 5).

Таблица 5

Количественные показатели и доля основных групп и видов в зоопланктоне Сезонного водоема № 20, 2019 г.

Группы и виды организмов	Численность, экз./м ³	% от общей численности	Биомасса, мг/м ³	% от общей биомассы
Май				
Коловратки	553	0,7	0,77	0,1
Ветвистоусые	77 115	97,5	1 160,59	92,6
<i>Chydorus sp.</i>	34 370	43,5	756,14	60,3
<i>A. rectangula</i>	28 469	36,0	256,22	20,4
Веслоногие	1 382	1,8	92,33	7,3
<i>Всего</i>	79 050	100	1 253,69	100
Июль				
Ветвистоусые	80 400	73,32	980,48	51,29
<i>S. vetulus</i>	6 900	6,29	547,65	28,65
Виды рода <i>Pleuroxus</i>	41 250	37,62	292,95	15,32
Веслоногие	29 250	26,68	931,12	48,71
<i>E. macruroides</i>	12 450	11,35	576,07	30,14
<i>A. venustus</i>	16 800	15,32	268,00	14,02
<i>Всего</i>	109 650	100	1 911,60	100

Ветвистоусые представлены в основном хидоридами, обитающими в мелководных и заросших водоемах или в прибрежье крупных. Основа численности и биомассы формируется мелкоразмерными хидорусами, аленой, в меньшей степени видами рода *Pleuroxus*.

Суммарно для всего сообщества численность планктеров высокая, но за счет малых размеров особей величина биомассы относится к умеренному классу.

В июле основу численности ценоза формировали также ветвистоусые рачки, доминировали виды рода *Pleuroxus*. Биомассу создавали в равной степени обе группы рачков. Среди кладоцер лидировал малочисленный, но крупный *S. vetulus*.

В летнем сообществе десятикратно увеличилась биомасса веслоногих за счет подросших особей зарослевого *E. macruroides* с высокой плодовитостью – до 70 яиц. В статусе субдоминирующего отмечен также фитофильный *A. Venustus*, но мелкоразмерный и с меньшим числом яиц – 37. Поэтому для данного вида биомасса ниже.

Масса летнего планктона увеличилась в 1,5 раза по сравнению с весенней, водоем остался на уровне умеренного класса трофности. Водоем стабилен по сезонам в статусе α-мезотрофного.

Сезонный водоем № 23

Малый слой водной толщи – 0,4 м – является характерным для этого озера. Весной ценоз был представлен 9 таксонами, с равным количеством коловраток и веслоногих – по 3. Из ветвистоусых присутствовали 2 вида, из «прочих» только 1 (см. табл. 1).

Летом отмечен еще меньший набор, из 7 таксонов: коловратки – 3, по 1 виду рачков по группам и 2 факультативных представителя. В оба сезона стабильно присутствуют коловратка *L. lamellata* и рачок *C. reticulata*, но сократился и сменился состав веслоногих и доля их присутствия в водоеме.

В сентябре в планктофауне выявлено 10 разновидностей: коловратки – 4, ветвистоусые – 3, веслоногие – 1, прочие – 2. Незначительность разнообразия и стабильность ядра ценоза, состоящего из коловраток и ветвистоусых рачков, были обусловлены, видимо, низкой маловодностью водоема. Всего за три сезона присутствовало только 15 таксонов беспозвоночных.

В весеннем планктоне преобладали ветвистоусые рачки, с лидерством цериодафнии (табл. 6).

Таблица 6

**Количественные показатели и доля основных групп и видов
в зоопланктоне Сезонного водоема № 23, 2019 г.**

Группы и виды организмов	Численность, экз./м ³	% от общей численности	Биомасса, мг/м ³	% от общей биомассы
Май				
Коловратки	3 237	6,47	1,92	0,20
<i>L. lamellata</i>	2 490	4,98	1,49	0,15
Ветвистоусые	40 587	81,09	899,22	93,20
<i>C. reticulata</i>	36 105	72,13	746,75	77,39
Веслоногие	6 225	12,44	63,80	6,60
<i>A. bicuspidatus</i>	5 227	10,44	43,88	4,55
<i>Всего</i>	50 049	100	964,94	100
Июль				
Коловратки	128 400	15,09	585,48	3,41
<i>B. plicatilis</i>	108 000	12,69	572,40	3,33
Ветвистоусые	720 000	84,63	16 560,00	96,44
<i>C. reticulata</i>	720 000	84,63	16 560,00	96,44
Веслоногие	2 400	0,28	25,20	0,15
<i>Всего</i>	850 800	100	17 170,68	100
Сентябрь				
Коловратки	18 900	95,36	89,14	81,50
<i>B. plicatilis</i>	7 800	39,35	84,24	77,02
<i>N. acuminata</i>	5 100	25,73	1,78	1,63
Ветвистоусые	600	3,03	5,58	5,10
<i>C. reticulata</i>	300	1,51	3,72	3,40
Веслоногие	320	1,61	14,65	13,40
<i>C. scutifer</i>	320	1,61	14,65	13,40
<i>Всего</i>	19 820	100	109,37	100

Сравнительно мелкие размеры вида формировали низкий показатель биомассы (менее 1 г/м³), характерный для β-олиготрофных водоемов.

В июле значительно увеличившаяся численность цериодафнии создала основу «очень высокой» биомассы, характерной для α-политрофных водоемов. Данная величина превышала весенний показатель почти в 20 раз. В числе субдоминирующих видов присутствовала термофильная коловратка *B. plicatilis*, сменившая весеннюю *N. acuminata*. Исключительно низкие количественные показатели веслоногих рачков отмечались летом на всех стадиях метаморфоза.

Следует отметить, что основную массу планктона летом составляют ценные кормовые гидробионты. Калорийность сухого вещества цериодафнии составляет 4,88 ккал/г, брахионусов – 4,64 ккал/г, что превышает энергоемкость даже таких эталонов корма, как дафния и моина [5, 13].

К концу сентября высокопродуктивные рачки практически исчезли, основу количественных показателей стали создавать коловратки (см. табл. 6). Значительная их часть воспроизводилась еще летним брахионусом, но в числе субдоминанта уже появилась холодолюбивая нотолка. Биомасса ценоза понизилась в 9 и 157 раз относительно весенней и летней. Осенний показатель планктона оценивался как очень низкий, а водоем перешел в статус α-олиготрофного.

Сезонный водоем № 25

От весны к лету и осени состав планктофауны водоема глубиной 0,8 м включал 16, 20 и 19 разновидностей беспозвоночных (см. табл. 1). Соответственно, по сезонам и группам: коловраток было по 7 таксонов в сезон, ветвистоусых – 4, 7 и 4 вида, веслоногих рачков – по 4, 3 и 5. Отмечены с ними и прочие представители – 1, 3 и 3 группы за сезон. Весной и летом доминантами лидирующих групп, коловраток и ветвистоусых, были придонные *Bdelloida*, планктонные *D. atkinsoni* и фитофильный *S. vetulus*. В июле в группе веслоногих отмечалась замена более пелагических зарослевыми циклопами. Осенью значимыми стали пелагические синхеты и вновь диаптомусы, при выпадении из ценоза указанных выше ветвистоусых. В этот период в водоеме в общей сложности отмечается 41 таксон зоопланктеров.

Основу численности весеннего зоопланктона создавали коловратки (табл. 7).

Таблица 7

Количественные показатели и доля основных групп и видов в зоопланктоне Сезонного водоема № 25, 2019 г.

Группы и виды организмов	Численность, экз./м ³	% от общей численности	Биомасса, мг/м ³	% от общей биомассы
Май				
Коловратки	16 926	87,29	35,53	7,44
<i>Bdelloida gen. sp.</i>	14 994	77,33	34,49	7,23
Ветвистоусые	1 523	7,85	420,29	88,04
<i>A. rectangularis</i>	833	4,30	3,33	0,70
<i>S. vetulus</i>	69	0,36	402,06	84,22
Веслоногие	941	4,86	21,55	4,52
<i>M. leuckarti var. pilosus</i>	734	3,78	12,72	2,66
<i>Всего</i>	19 390	100	477,37	100
Июль				
Коловратки	9 420	37,89	4,77	1,01
<i>Bdelloida gen. sp.</i>	6 500	26,15	1,30	0,27
Ветвистоусые	9 980	40,15	404,95	85,35
<i>D. atkinsoni</i>	7 820	31,46	230,80	48,64
<i>S. vetulus</i>	300	1,21	61,80	13,02
Веслоногие	5 460	21,96	64,74	13,64
<i>Всего</i>	24 860	100	474,46	100
Октябрь				
Коловратки	15 800	65,89	8,83	2,34
Виды р. <i>Synchaeta</i>	10 400	43,37	3,84	1,02
<i>Bdelloida gen. sp.</i>	3 000	12,51	1,02	0,27
Виды р. <i>Polyarthra</i>	2 000	8,34	2,54	0,67
Ветвистоусые	900	3,75	8,18	2,16
<i>P. trigonellus</i>	400	1,67	2,52	0,67
Веслоногие	7 280	30,36	361,12	95,50
<i>N. schmackeri</i>	3 400	14,18	237,80	62,89
<i>Всего</i>	23 980	100	378,13	100

Определяли статус группы *Bdelloida*. Биомассу планктона формировали ветвистоусые рачки за счет крупного симосцефалуса. Доля веслоногих мала по обоим показателям.

Весной суммарная биомасса зоопланктона водоема № 25 оценивается как «очень низкая».

Численность летнего зоопланктона создают ветвистоусые и коловратки, примерно в равной степени, по биомассе – первая группа (см. табл. 7). Среди коловраток лидируют также *Bdelloida*, у кладоцер – дафния *D. atkinsoni*, обитатель водоемов степных и пустынных зон. Субдоминирует по биомассе крупный *S. vetulus*. Значимость группы веслоногих рачков низкая. Почти полное отсутствие у них науплиальных стадий указывает на неблагоприятные условия обитания в данный период. Биомасса зоопланктона летом сходна с весенней и оценивается как «очень низкая».

Только осенью по величине биомассы выделялись веслоногие рачки в результате преобладания крупных особей циклопов и диаптомуса, при массовой численности коловраток. Суммарная биомасса зоопланктона в октябре оценивалась как «очень низкая», как и в предыдущие сезоны. На протяжении всего вегетационного периода зоопланктона водоем оставался в статусе α-олиготрофного.

Заключение

Обследовался сезонный цикл развития зоопланктона в шести малых водоемах северного региона Казахстана. Небольшие по площади водоемы отличались мелководностью (менее 1 м) и сильной зарастаемостью акватории. В составе планктофауны присутствовало от 15 до 41 представителя, что характеризует эти водоемы как сравнительно благополучные для таких водных экосистем.

Биоразнообразие ценозов значительно менялось по сезонам.

Только один водоем № 25, α -олиготрофного типа, имел очень низкий показатель биомассы зоопланктона (менее 0,5 г/м³) весь вегетационный сезон.

Озеро Камаш и Сезонный водоем № 23 весной и летом отличались высокой и очень высокой биомассой зоопланктона (13,3 и 17,2 г/м³), характерной для водоемов β -эвтрофного и α -политрофного типов. Создавали массу ценные кормовые гидробионты *Daphnia pulex*, виды рода *Ceriodaphnia*. К осени число лидеров дополнял *Neodiaptomus schmackeri*. Биомасса зоопланктона р. Камысакты и еще двух водоемов достигала умеренного или среднего уровня в отдельные сезоны. Тип водоемов менялся от α -мезотрофии до олиготрофии.

Озеро Камаш и водоем № 23 можно использовать для коммерческого отлова биомассы зоопланктона как ценного водного биокорма. Мероприятия по мелиорации других продуктивных озер, направленные на снижение зарастаемости, будут способствовать улучшению состава, повышению продуктивности зоопланктона и эффективному хозяйственному использованию биоресурса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ландшафтное и биологическое разнообразие в Республике Казахстан*. Информационно-аналитический обзор Программы развития ООН / под ред. И. Мирхашимова. Алматы, 2005. 242 с.
2. *Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем*. Мониторинг зоопланктона. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. С. 105–130.
3. *Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос)*. Алматы: Изд-во КАЗНИИРХ, 2018. 42 с.
4. *Котов А. А., Синев А. Ю., Глаголев С. М., Смирнов Н. Н.* Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) // *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России*. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. Т. 1. Зоопланктон. С. 151–276.
5. *Кутикова Л. А.* Коловратки фауны СССР. Л.: Колос, 1970. 744 с.
6. *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий* / под ред. С. Я. Цалолихина. СПб., 1995. Т. 2. Ракообразные. 632 с.
7. *Крупа Е. Г., Доброхотова О. В., Стуге Т. С.* Фауна Calanoida (Crustacea: Copepoda) Казахстана и сопредельных территорий. Алматы: Etalon Print, 2016. 208 с.
8. *Китаев С. П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2007. 395 с.
9. *Мануйлова Е. Ф.* Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.; Л.: Наука, 1964. 326 с.
10. *Смирнов Н. Н.* Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Л.: Изд-во «Акад. науч.-издат., произв.-полиграф. и книгораспространит. центр РАН "Изд-во "Наука"», 1971. Т. 1. Ракообразные. 531 с.
11. *Рылов В. М.* Cyclopoidea пресных вод. Фауна СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 3, вып. 3. Ракообразные. 318 с.
12. *Пидгайко М. Л.* Общие вопросы биоценологии // *Экология водных организмов*. М.: Наука, 1966. С. 194–196.
13. *Соловов В. П., Студеникина Т. Л.* Хозяйственное значение и биохимический состав кормовых гидробионтов // *Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования*. Новосибирск: Наука, 1999. С. 122–126.

Статья поступила в редакцию 04.05.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шарапова Людмила Ивановна – Республика Казахстан, 050016, Алматы; ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»; канд. биол. наук, старший научный сотрудник; ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидроаналитики; l.i.sharapova@mail.ru.



SEASONAL BIODIVERSITY AND PRODUCTIVITY
OF PLANCKTOFAUNA IN SMALL WATER BODIES
OF NORTHERN KAZAKHSTAN

L. I. Sharapova

"Fisheries Research and Production Center", LLP,
Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract. The article presents the study results of zooplankton in six water bodies in Northern Kazakhstan in 2019. Small reservoirs (up to 1 m in depth) were characterized by shallow water and strong overgrowing. With sufficient development of the plankton biological fund (15-41 taxa), only one reservoir, the α -oligotrophic type, had a very low mass of zooplankton. The biodiversity of the communities varied significantly in different seasons. Two lakes, of the β -eutrophic and α -polytrophic types, had high values in spring and summer (13.3 and 17.2 g/m³). The biomass was presented by valuable feed hydrobionts *Daphnia pulex*, species of the genus Ceriodaphnia. The zooplankton of the river Kamysakty and two other reservoirs reached moderate or average biomass levels in different seasons. The type of these reservoirs changed from α -mesotrophy to oligotrophy during the vegetation season. It is recommended to use the highly productive lakes for commercial catching the biomass of zooplankton. Measures on reducing overgrowth in terms of the reclamation of reservoirs will contribute to growing the mass of valuable biological resources and effective involvement of the reservoir into the economic turnover.

Key words: reservoirs, zooplankton, invertebrates, rotifers, cladocera, copepoda, abundance, biomass, trophy.

For citation: Sharapova L. I. Seasonal biodiversity and productivity of plancktofauna in small water bodies of Northern Kazakhstan. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2020;4:81-92. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2020-4-81-92.

REFERENCES

1. *Landschaftnoe i biologicheskoe raznoobrazie v Respublike Kazakhstan. Informatsionno-analiticheskii obzor Programmy razvitiia OON* [Landscape and biological diversity in Republic of Kazakhstan. Information and analytical review of United Nations Development Program]. Pod redaktsiei I. Mirkhashimova. Almaty, 2005. 242 p.
2. *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem. Monitoring zooplanktona* [Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems. Zooplankton monitoring]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1992. Pp. 105-130.
3. *Metodicheskoe posobie pri gidrobiologicheskikh rybokhoziaistvennykh issledovaniikh vodoemov Kazakhstana (plankton, zoobentos)* [Methodological guide for hydrobiological fishery research of water bodies of Kazakhstan (plankton, zoobenthos)]. Almaty, Izd-vo KAZNIIRKh, 2018. 42 p.
4. Kotov A. A., Sinev A. Iu., Glagolev S. M., Smirnov N. N. *Vetvistousye rakoobraznye (Cladocera) [Cladocera]. Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii.* Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2010. Vol. 1. Zooplankton. Pp. 151-276.
5. Kutikova L. A. *Kolovratki fauny SSSR* [Rotifers of USSR fauna]. Leningrad, Kolos Publ., 1970. 744 p.
6. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii* [Determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Pod redaktsiei S. Ia. Tsalolikhina. Saint-Petersburg, 1995. Vol. 2. Rakoobraznye. 632 p.
7. Krupa E. G., Dobrokhotova O. V., Stuge T. S. *Fauna Calanoida (Crustacea: Copepoda) Kazakhstana i sopredel'nykh territorii* [Fauna of Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Kazakhstan and adjacent territories]. Almaty, Etalon Print, 2016. 208 p.
8. Kitaev S. P. *Osnovy limnologii dlia gidrobiologov i ikhtiologov* [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, Izd-vo Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN, 2007. 395 p.
9. Manuilova E. F. *Vetvistousye rachki (Cladocera) fauny SSSR* [Cladocera of USSR fauna]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1964. 326 p.
10. Smirnov N. N. *Chydoridae fauny mira. Fauna SSSR* [World Chydoridae fauna. Fauna of USSR]. Leningrad, Izd-vo «Akademicheskii nauchno-izdatel'skii, proizvodstvenno-poligraficheskii i knigorasprostranitel'skii tsentr RAN "Izdatel'stvo "Nauka"», 1971. Vol. 1. Rakoobraznye. 531 p.
11. Rylov V. M. *Cyclopoida presnykh vod. Fauna SSSR* [Freshwater Cyclopoida. Fauna of USSR]. Moscow, Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1948. Vol. 3, iss. 3. Rakoobraznye. 318 p.
12. Pidgaiko M. L. *Obshchie voprosy biotsenologii* [General questions of biocenology]. *Ekologiya vodnykh organizmov.* Moscow, Nauka Publ., 1966. Pp. 194-196.

13. Solovov V. P., Studenikina T. L. Khoziaistvennoe znachenie i biokhimicheskii sostav kormovykh gidrobiontov [Economic value and biochemical composition of forage aquatic organisms]. *Vodoemy Altayskogo kraia: biologicheskaya produktivnost' i perspektivy ispol'zovaniia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1999. Pp. 122-126.

The article submitted to the editors 04.05.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sharapova Ludmila Ivanovna – Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty; “Fisheries Research and Production Center”, LLP; Candidate of Biology, Senior Researcher; Leading Researcher of the Laboratory of Hydrobiology and Hydrochemistry; l.i.sharapova@mail.ru.

