

**ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОКОЛОВОДНЫХ ПТИЦ  
НА ЗООПЛАНКТОН ЛИТОРАЛИ МАЛЫХ ОЗЕР  
(БАССЕЙН р. ОКА)**

**Д. В. Кулаков<sup>1</sup>, В. П. Иванчев<sup>2</sup>, А. В. Крылов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН  
Россия, 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок  
E-mail: kulakov@ibiw.yaroslavl.ru*

<sup>2</sup> *ФГУ Окский государственный природный биосферный заповедник  
Россия, 391072, Рязанская обл., Спасский р-н, пос. Брыкин Бор  
E-mail: ivanchev.obz@mail.ru*

Поступила в редакцию 02.06.09 г.

**Влияние продуктов жизнедеятельности околководных птиц на зоопланктон литорали малых озер (бассейн р. Ока).** – Кулаков Д. В., Иванчев В. П., Крылов А. В. – Описана структура зоопланктона литорали двух малых озёр в условиях влияния продуктов жизнедеятельности птиц. Показано, что в зоне влияния птиц в зоопланктоне более крупного по площади водоёма достоверно возростала численность и биомасса веслоногих ракообразных, снижалось обилие коловраток, а в меньшем по площади озере обнаружена тенденция преимущественного развития коловраток и ветвистоусых ракообразных. Сделано предположение, что наблюдаемые различия зоопланктона литорали двух озер определяются площадью водоёмов и количеством гнездящихся птиц.

*Ключевые слова:* малые озера, литораль, зоопланктон, продукты жизнедеятельности птиц.

**Influence of the vital activity products of semi-aquatic birds on the small lake littoral zooplankton (the Oka river basin).** – Kulakov D. V., Ivanchev V. P., and Krylov A. V. – The zooplankton structure of the littoral of two small lakes under the influence of vital bird activity products is described. In the zooplankton of the larger (by square) lake under bird influence, the abundance and biomass of Copepoda reliably increased, the abundance of Rotatoria reduced, whereas in the smaller lake the tendency of primary development of Rotifera and Cladocera was found. The observed distinctions in the zooplankton structure of the littoral of the two lakes under survey have been hypothesized to be determined by their square and quantity of nesting birds.

*Key words:* small lake, littoral, zooplankton, vital bird activity product.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Химический состав вод и структурно-функциональная организация сообществ гидробионтов определяется не только воздействием широкого и традиционно изучаемого ряда факторов – характером антропогенного влияния, гидрологическими параметрами водных объектов, ландшафтом, климатическими особенностями, но и жизнедеятельностью некоторых водных и околководных животных, выступающих в роли ключевых видов и / или экосистемных инженеров (Jones et al., 1994; Paine, 1969; Wright, Jones, 2004). Для пресноводных экосистем наиболее подробно изучена средообразующая деятельность моллюсков р. *Dreissena*, евроазиатского и канадского бобров (*Castor fiber* L., *C. canadensis* Kuhl.) (Дрейссена ..., 1994; Завьялов

## ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОКОЛОВОДНЫХ ПТИЦ

и др., 2005; Остапеня, 2007; Naiman et al., 1986, 1994 и др.). Но круг ключевых видов гораздо шире. В частности, в роли организмов, преобразующих физическое состояние абиотических и биотических материалов водных экосистем, тем самым прямо и опосредованно изменяющих доступность ресурсов для гидробионтов и их сообществ, выступают околотовные птицы (Чуйков, 1981; Крылов, Касьянов, 2008; Крылов и др., 2009; Andrikovics et al., 2006; Gardarsson, 2006). Однако глубина изучения этого вопроса в пресноводных экосистемах относительно невелика, исследования носят эпизодический характер или находятся на начальном этапе. С целью оценки влияния продуктов жизнедеятельности околотовных птиц на сообщества гидробионтов исследовали зоопланктон зарастающих макрофитами участков литорали двух малых озер.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Видовой состав, количество птиц и зоопланктона двух малых озер бассейна р. Ока (Рязанская обл., Спаский р-н) изучали в мае – сентябре 2008 г. Площадь оз. Лакашинское (54°39' с.ш., 40°53' в.д.) составляет 1.0 км<sup>2</sup>, ёмкость – 0.25, степень зарастания макрофитами – 15%, оз. Пригорочное (54°35' с.ш., 40°53' в.д.) – 0.038 км<sup>2</sup>, 0.6 и 80% соответственно. Учет количества птиц и гнезд проводили визуально. В период гнездования птиц (конец мая – июль) зоопланктон собирали 2 раза, по окончании – в августе – сентябре – 1 раз в месяц на зарастающих макрофитами фоновых мелководьях (*Ф*) и на аналогичных участках в зоне гнездовий птиц (*П*). С помощью ведра через газ с размером ячеек 64 мкм процеживали 25 – 50 л воды, пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика изучения..., 1975). Зоопланктон оценивали по числу видов (*S*), численности (*N*), биомассе (*B*), доле таксономических групп в общей численности и биомассе (%), индексу Шеннона – Уивера, рассчитанному по численности (*H<sub>N</sub>*) и биомассе (*H<sub>B</sub>*).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

На оз. Лакашинское отмечены поселения трех видов птиц (крачка черная (*Chlidonias niger* L.), крачка белокрылая (*Ch. leucopterus* Temm.), крачка речная (*Sterna hirundo* L.)), общая численность которых в начале периода гнездования составляла ~ 80 особей, а по мере подрастания птенцов доходила до ~ 145 особей. Максимального обилия в колонии достигала черная крачка. На оз. Пригорочное обнаружено четыре вида птиц (*Ch. leucopterus*, крачка белошекая (*Ch. hybrida* Pallas), *Ch. niger*, *St. hirundo*) численностью в начальный период гнездования ~ 160 особей, а по мере подрастания птенцов ~ 364 особей. Основу колонии составляла белокрылая крачка.

Наибольшим видовым богатством отличался зоопланктон оз. Лакашинское, где было обнаружено 56 видов беспозвоночных, среди которых 28 коловраток, 7 веслоногих и 21 ветвистоусых ракообразных. В составе зоопланктона оз. Пригорочное отмечено 49 видов: 24 вида коловраток, 3 – веслоногих и 22 – ветвистоусых ракообразных. При этом на фоновом мелководье оз. Лакашинское число ви-

дов, зарегистрированных в течение периода исследований, было ниже, чем в зоне гнездовой (таблица). В оз. Пригорочное число видов на обоих участках было одинаковым, но в зоне гнездовой несколько сокращалось видовое богатство коловраток и возрастало – ветвистоусых ракообразных.

Показатели (среднее за исследованный период  $\pm$  ошибка средней ( $P \leq 0.05$ )) зоопланктона на разнотипных участках литоральной зоны водоёмов

Показатель	Оз. Лакашинское		Оз. Пригорочное	
	$\Phi$	$\Pi$	$\Phi$	$\Pi$
<i>S</i> Rotifera	6.0±0.7 20	5.4±0.6 24	5.3±1.0 17	4.7±1.0 15
<i>S</i> Сорепода	1.0±0.1* 4	1.7±0.3 6	1.2±0.3 1	1.3±0.4 1
<i>S</i> Cladocera	6.0±0.4 15	6.1±0.3 16	8.1±1.0 17	8.4±0.6 19
<i>S</i> Общее	13.0±1.0 39	13.2±0.8 46	14.6±1.5 35	14.4±1.1 35
<i>N</i> Rotifera, ТЫС. ЭКЗ./М <sup>3</sup>	97.7±38.8*	18.0±4.7	28.1±8.7*	175.4±122.3
%	14.0±3.2*	4.6±1.1	14.1±6.7	27.0±13.9
<i>N</i> Сорепода, ТЫС. ЭКЗ./М <sup>3</sup>	147.8±22.6*	208.7±34.5	158.6±37.0	123.0±41.2
%	21.0±4.4*	42.2±4.3	56.6±8.8	44.9±9.7
<i>N</i> Cladocera, ТЫС. ЭКЗ./М <sup>3</sup>	1484.9±499.6*	456.4±117.7	106.4±44.1	67.1±19.7
%	62.0±6.3	53.2±5.1	29.3±9.8	28.1±8.2
<i>N</i> Суммарная, ТЫС. ЭКЗ./М <sup>3</sup>	1730.4±498.4*	683.1±129.4	293.0±62.0	365.5±146.4
<i>B</i> Rotifera, Г/М <sup>3</sup>	0.2±0.1*	0.02±0.01	0.02±0.01	0.2±0.2
%	4.0±1.2*	0.8±0.3	2.7±2.0	12.8±9.9
<i>B</i> Сорепода, Г/М <sup>3</sup>	1.0±0.2*	1.9±0.5	1.1±0.3	0.8±0.3
%	21.1±4.4*	31.2±4.3	54.3±10.2	38.8±7.3
<i>B</i> Cladocera, Г/М <sup>3</sup>	12.2±3.4	8.6±2.5	1.5±0.7	0.8±0.2
%	76.0±5.2	68.0±4.5	43.0±10.1	48.4±7.8
<i>B</i> Суммарная, Г/М <sup>3</sup>	13.4±3.5	10.6±2.9	2.6±0.9	1.8±0.4
$H_N / H_B$	1.90±0.2	2.14±0.1	2.43±0.2	2.14±0.2
	1.65±0.1	1.75±0.1	2.05±0.2	2.03±0.1
<i>E</i>	9.5	9.8	5.6	3.9

*Примечание.* В числителе – число видов в среднем за одну съемку, в знаменателе – число видов за весь период наблюдений; \* – достоверные отличия.

Между разнотипными участками исследуемых озер значимых различий по количеству видов в одной пробе не зафиксировано, исключение составляло несколько большее число таксонов веслоногих ракообразных в зоне гнездовой птиц оз. Лакашинское (см. таблицу).

В среднем за период изучения и в каждую дату наблюдений численность и биомасса зоопланктона на фоновом мелководье оз. Лакашинское были выше, чем на участке, заселенном птицами, исключение наблюдалось лишь во второй половине июня и в первой половине июля (рис. 1, а).

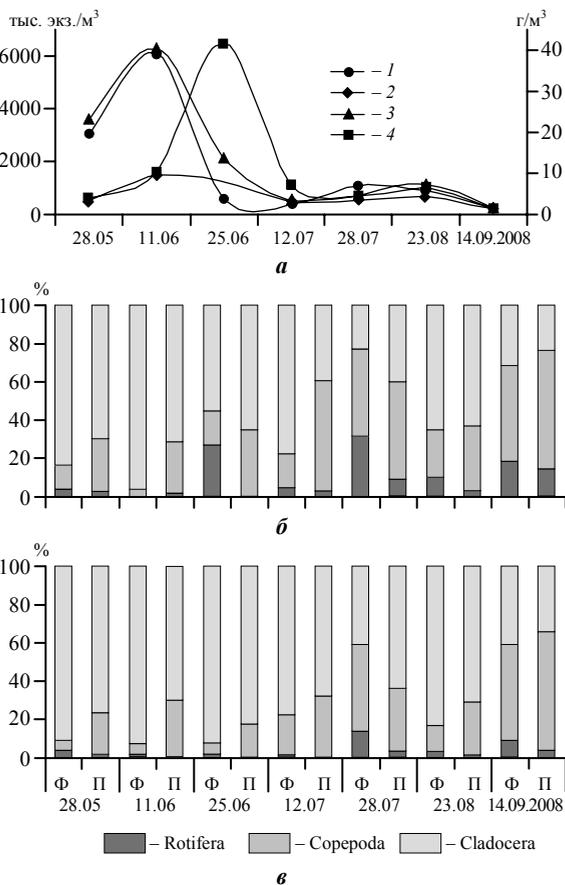
В конце мая, в июне и августе на обоих участках литорали оз. Лакашинское основу численности зоопланктона составляли ветвистоусые ракообразные (рис. 1, б). В первой половине июля на фоновом биотопе также первенствовали кладоцеры, в то время как в зоне влияния птиц – веслоногие рачки, доминирование которых

## ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОКОЛОВОДНЫХ ПТИЦ

также зарегистрировано на обоих мелководьях во второй половине июля и в сентябре. При этом на контрольном участке практически в течение всего периода наблюдений отмечалась меньшая численность и доля в общей численности веслоногих ракообразных и большие величины аналогичных характеристик коловраток и ветвистоусых ракообразных. В среднем за исследованный период эти показатели различались достоверно (см. таблицу).

По числу доминирующих по численности таксонов различий между мелководьями не было, однако на фоновом участке среди них обнаружено три вида коловраток и три вида ветвистоусых рачков: *Keratella quadrata* (O. F. Müller) (5.0%), *Euchlanis dilatata* Ehrenb. (36.6%), *Trichocerca cylindrica* (Imhof) (6.7%), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller) (7 – 88.0%), *Ceriodaphnia pulchella* Sars (5.5 – 63.8%), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) (10.6%), а также науплиусы (9.4 – 19.3%) и копепоиды (9.8 – 21.0%) циклопов, в то время как в зоне влияния птиц коловраток не обнаружено, а массового развития достигали *Bosmina longirostris* (10.7 – 68.3%), *Chydorus sphaericus* (7.3 – 33.8%), *Ceriodaphnia pulchella* (7.3 – 48.0%), *Sida crystallina* (O. F. Müller) (5.4%), *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller) (18.0%), *Macrocyclus albidus* (Jurine) (6.1%), науплиусы (6.5 – 40.1%) и копепоиды (7.6 – 26.5%) циклопов. По величине индекса Шеннона, рассчитанного по численности, значимых различий между зоопланктоном исследованных мелководий не обнаружено (см. таблицу).

Основу биомассы на изученных мелководьях оз. Лакашинское в течение всего периода исследований составляли ветвистоусые ракообразные, лишь в сентябре первенствовали веслоногие (рис. 1, в). На фоновом биотопе практически в каждую



**Рис. 1.** Показатели зоопланктона оз. Лакашинское: а – численность и биомасса на фоновом (Ф) участке (1, 3) и в зоне гнездовий (П) птиц (2, 4); б – доля таксономических групп в общей численности; в – доля таксономических групп в общей биомассе

дату наблюдений и достоверно в среднем за период наблюдений биомасса и доля кладоцер и коловраток в общей биомассе были выше, а доля веслоногих рачков – ниже, чем в зоне гнездовой птиц (см. рис. 1, в, таблицу). На фоновом участке среднее число доминирующих видов составляло 3 (1–5 видов), на заселенном птицами участке – 4 (3–6 видов). Среди доминирующих по биомассе видов на фоновом мелководье зарегистрировано три вида ветвистоусых рачков и один – веслоногих: *Bosmina longirostris* (13.9 – 76.1%), *Ceriodaphnia pulchella* (16.4 – 94.8%), *Sida crystallina* (5.5–12.0%), *Chydorus sphaericus* (7.9 – 10.8%), *Euchlanis dilatata* (16.7%), *Cyclops vicinus* Uljanin (5.4%) и копепоиды циклопов (5.4 – 39.2%), а на участке в зоне влияния птиц – шесть видов ветвистоусых и три вида веслоногих ракообразных: *Chydorus sphaericus* (6.8 – 29.0%), *Bosmina longirostris* (6.6 – 58.5%), *Sida crystallina* (7.9 – 20.5%), *Ceriodaphnia pulchella* (6.1 – 74.2%), *Simocephalus vetulus* (7.3 – 43.0%), *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller) (13.7%), *Thermocyclops crassus* Sars (10.7%), *Cyclops vicinus* (9.5%), *Macrocyclus albidus* (8.0%) и копепоиды Cyclopoida (6.1 – 38.4%). Величины индекса Шеннона, рассчитанного по биомассе зоопланктона, на изученных мелководьях достоверно не отличались (см. таблицу).

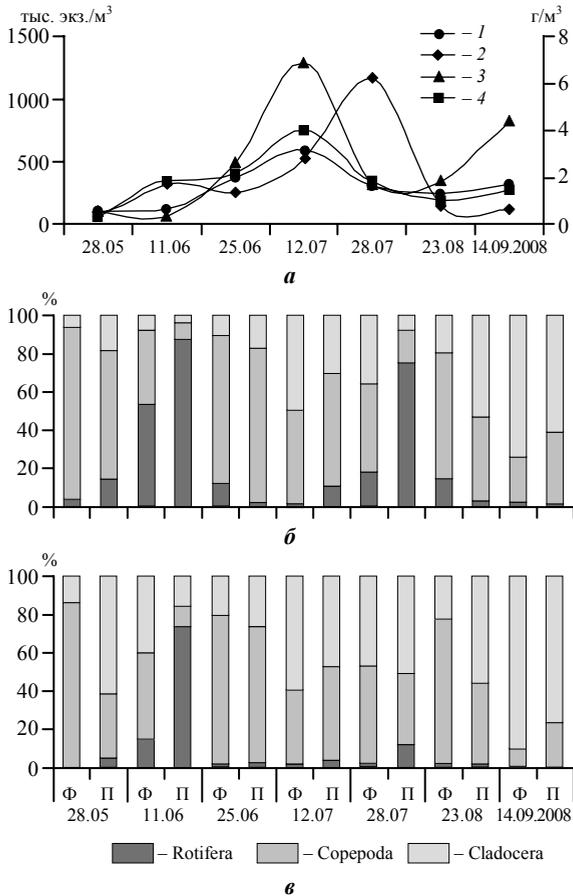


Рис. 2. Показатели зоопланктона оз. Пригорочное. Условные обозначения см. рис. 1

ловраток на контрольном биотопе была достоверно меньше (рис. 2, а, таблица).

Основу численности на обоих участках составляли Rotifera и Copepoda, лишь в отдельные периоды ведущее положение занимали Cladocera (рис. 2, б). В среднем за период изучения достоверных отличий относительного обилия отдельных

Численность и биомасса зоопланктона фонового мелководья оз. Пригорочное большую часть периода исследований была выше, чем в зоне гнездовой птиц, однако в среднем значимых отличий не обнаружено, хотя плотность коловраток на контрольном биотопе была достоверно меньше (рис. 2, а, таблица).

## ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОКОЛОВОДНЫХ ПТИЦ

таксономических групп зоопланктеров в общей численности не обнаружено, но в зоне гнездовой наблюдалась тенденция увеличения доли коловраток и уменьшения доли веслоногих ракообразных (см. таблицу). Число доминантов на обоих мелководьях было одинаковым. На фоновом и заселенном птицами участке среди них отмечены науплиусы (соответственно 10.5 – 41.1 и 8.4 – 47.6%) и копепоидиты (10.7 – 56.6 и 5.3 – 62.5%) циклопов, *Conochiloides coenobasis* Skorikov (5.7 – 46.2 и 5.4 – 83.4%), *Graptoleberis testudinaria* (Fischer) (12.0 и 6.7 – 15.3%), *Ceriodaphnia pulchella* (11.7 и 5.8 – 8.5%), *Pleuroxus truncatus* (O. F. Müller) (11.1 и 12.2%), *Alona rectangularis* Sars (26.0 и 21.0 – 29.7%), *Acroperus harpae* Baird (6.5 – 12.4 и 7.8%), только на фоновом биотопе доминировали *Biapertura affinis* (Leydig) (10.9 – 20.1%), *Lecane lunaris* (Ehrenb.) (6.8%) и *Latonura rectirostris* (O. F. Müller) (16.4), лишь в зоне влияния птиц – *Polyarthra major* Bruckh. (15.4%), *Mytilina ventralis ventralis* (Ehrenb.) (6.3%), *Camptocercus rectirostris* Schoedl. (10.2%). По величине индекса Шеннона, рассчитанного по численности, между зоопланктоном исследованных мелководий достоверных различий не отмечено (см. таблицу).

Большую часть периода исследований основу биомассы зоопланктона фонового участка оз. Пригорочное составляли веслоногие ракообразные, зоны гнездовой – ветвистоусые рачки и коловратки (рис. 2, в). Но в среднем биомасса и доля таксономических групп в общей биомассе на изученных мелководьях достоверно не различались (см. таблицу). Состав и число доминирующих по биомассе видов на обоих мелководьях были практически сходны. Среди доминантов на фоновом участке и в районе гнездовой отмечены *Ceriodaphnia pulchella* (соответственно 5.9 – 10.0 и 12.8 – 37.4%), *Simocephalus vetulus* (8.1 – 17.4 и 8.7 – 20.4%), *Pleuroxus truncatus* (18.9 и 7.9%), *Latonura rectirostris* (12.9 – 59.2 и 11.9%), *Graptoleberis testudinaria* (10.2 – 20.4 и 8.9 – 21.9%), *Camptocercus rectirostris* (6.7 – 10.6 и 9.8 – 39.9%), копепоидиты *Cyclopoidea* (7.7 – 73.9 и 23.0 – 92.6%), только на контрольном биотопе доминировали *Chydorus sphaericus* (7.8%), *Acroperus harpae* (5.1 – 8.7%), *Acanthocyclops vernalis* (Fisch.) (25.9%), *Euchlanis triquetra* Ehrenb. (11.0%), только в зоне влияния птиц – *Eurycercus lamellatus* (O.F. Müller) (8.3 – 17.9%), *Polyphemus pediculus* (L.) (10.6%), *Conochiloides coenobasis* (9.3 – 10.2%), *Alona rectangularis* (8.2 – 19.6%). На исследованных мелководьях величины индекса Шеннона, рассчитанного по биомассе зоопланктона, не имели значимых отличий (см. таблицу).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные данные свидетельствуют о различиях количественной представленности зоопланктона фоновых и заселенных птицами участков литорали. На обоих озерах численность и биомасса планктонных животных в зоне гнездовой были ниже, чем на фоновых участках. Ранее такая реакция отмечалась в гипертрофном оз. Чистое, следовательно, можно сказать, что исследуемые водоёмы относятся к категории высокотрофных (Кулаков и др., 2010).

Одновременно в зоне влияния птиц изученных водоёмов зарегистрированы отличия структуры зоопланктона. В районе гнездовой на оз. Лакашинское по сравнению с фоновым участком возрастало видовое богатство и число доминантов, была достоверно больше численность, биомасса и доля веслоногих ракооб-

разных, а величины этих показателей коловраток и ветвистоусых рачков – меньше. В то же время в оз. Пригорочное значимых отличий развития отдельных таксономических групп зоопланктеров в разнотипных мелководьях не наблюдалось (за исключением численности Rotifera), напротив, отмечена тенденция увеличения численности, биомассы и относительного обилия коловраток и ветвистоусых ракообразных.

Исследования на мелководьях Рыбинского водохранилища (площадь 150 500 км<sup>2</sup>), оз. Севан (площадь 1 248 км<sup>2</sup>) и оз. Чистое (площадь 4.5 км<sup>2</sup>) выявили значимые отличия показателей зоопланктона фоновых и находящихся в зоне влияния продуктов жизнедеятельности птиц биотопах (Крылов, Касьянов, 2008; Крылов и др., 2009; Крылов, Акопян, 2009; Кулаков и др., 2010). В районе гнездовой этих водоёмов, как и в оз. Лакашинское, в зоопланктоне увеличивалась доля веслоногих ракообразных, сокращалось обилие коловраток, которые также не отмечались среди доминантов или их число сокращалось. Т.е., несмотря на дополнительное поступление органических и биогенных веществ с продуктами жизнедеятельности птиц, регистрировались изменения, которые обычно не просто не наблюдаются при антропогенном эвтрофировании, а характерны для менее трофных водоёмов (Андроникова, 1996). Однако в районе гнездования оз. Пригорочное развитие зоопланктона шло иным путем и в большей степени соответствовало характерной реакции на антропогенное воздействие – преимущественного развития достигали коловратки и ветвистоусые рачки.

Возможная причина наблюдаемых различий – отличия водоёмов по площади, ёмкости и количеству гнездящихся птиц. Так, в оз. Лакашинское плотность птиц составляла  $\sim 0.00008 - 0.000145$  экз./м<sup>2</sup>, и влияние продуктов их жизнедеятельности в большей степени было приурочено к зоне гнездования. В оз. Пригорочное плотность птиц составляла  $\sim 0.0042 - 0.0095$  экз./м<sup>2</sup>, их воздействие, по всей видимости, распространялось на всю площадь водоёма. При этом непосредственно в зоне гнездовой избыточное поступление биогенных и органических веществ вызывало изменение зоопланктона, аналогичное изменениям при антропогенном эвтрофировании. Но влияние продуктов жизнедеятельности птиц, доходившее и до фоновых мелководья, приводило здесь к перестройке структуры зоопланктона, как на участках, приуроченных к поселениям птиц на мелководьях Рыбинского водохранилища и оз. Севан – увеличению численности и биомассы зоопланктона, доли веслоногих ракообразных и сокращению обилия коловраток (Крылов, Касьянов, 2008; Крылов и др., 2009; Крылов, Акопян, 2009). Высказанное предположение косвенно подтверждают результаты, полученные при совместном выращивании гусей и карпов в рыбоводных прудах, где была выяснена оптимальная для развития кормовых планктонных организмов численность птиц, превышение которой способствовало изменению показателей зоопланктона, аналогичному при повышении органической и биогенной нагрузки вследствие антропогенного эвтрофирования (Иванова и др., 2000).

Таким образом, реакция зоопланктона на поступление продуктов жизнедеятельности гнездящихся в прибрежье птиц неоднозначна и зависит не только от изначального трофического статуса водного объекта (Кулаков и др., 2010), но и от

## ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОКОЛОВОДНЫХ ПТИЦ

площади водоёма и количества птиц, т.е. от нагрузки, приходящейся на единицу площади, а также от степени зарастания озера.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 09-04-00080-а).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Андроникова И. Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука, 1996. 189 с.

*Дрейссена Dreissena polymorpha* (Pallas) (Bivalvia, Dreissenidae). Систематика, экология, практическое значение / под ред. Я. И. Старобогатова. М. : Наука, 1994. 240 с.

*Завьялов Н. А., Крылов А. В., Бобров А. А., Иванов В. К., Дзедбуадзе Ю. Ю.* Влияние речного бобра на экосистемы малых. М. : Наука, 2005. 186 с.

*Иванова З. А., Переверзев А. И., Пищенко Е. В.* Совместное выращивание рыбы и водоплавающей птицы в прудах Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2000. № 1 – 2. С. 94 – 98.

*Крылов А. В., Касьянов Н. А.* Влияние колониальных поселений речной крачки на зоопланктон мелководий Рыбинского водохранилища // Биология внутр. вод. 2008. № 2. С. 40 – 48.

*Крылов А. В., Кулаков Д. В., Касьянов Н. А., Цельмович О. Л., Папченков В. Г.* Влияние колониального поселения птиц на зоопланктон защищенного зарастающего мелководья Рыбинского водохранилища // Биология внутр. вод. 2009. № 2. С. 56 – 61.

*Крылов А. В., Акопян С. А.* Особенности зоопланктона прибрежной зоны озера Севан // Биология внутр. вод. 2009. № 3. С. 68 – 72.

*Кулаков Д. В., Косолапов Д. Б., Крылов А. В., Корнева Л. Г., Малин М. И., Павлов Д. Д.* Планктон высокотрофного озера в условиях влияния продуктов жизнедеятельности колонии серой цапли (*Ardea cinerea* L.) // Поволж. экол. журн. 2010. № 3. С. 274 – 282.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / отв. ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовской. М. : Наука, 1975. 240 с.

*Остапеня А. П.* Дезэтрофирование или бентификация? // Озерные экосистемы : биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды : материалы III Междунар. науч. конф. Минск : Изд. центр Белорус. гос. ун-та, 2007. С. 31 – 32.

*Чуйков Ю. С.* Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных. Экологическая классификация беспозвоночных встречающихся в планктоне пресных вод // Экология. 1981. № 3. С. 71 – 77.

*Andrikovics S., Forró L., Gere G., Lakatos G., Sasvári L.* Water bird guilds and their feeding connections in the Bodrogszig, Hungary // Hydrobiologia. 2006. Vol. 567, № 1. P. 31 – 42.

*Jones C. G., Lawton J. H., Shachak M.* Organisms as ecosystem engineers // Oikos. 1994. Vol. 69, № 3. P. 373 – 386.

*Gardarsson A.* Temporal processes and duck populations: examples from Mývatn // Hydrobiologia. 2006. Vol. 567, № 1. P. 89 – 100.

*Naiman R. J., Melillo J. M., Hobbie J. E.* Ecosystem alteration of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*) // Ecology. 1986. Vol. 67, № 5. P. 1254 – 1269.

*Naiman R. J., Pinay G., Johnston C., Pastor J.* Beaver influence on the long-term biogeochemical characteristics of boreal forest drainage networks // Ecology. 1994. Vol. 74, № 4. P. 905 – 921.

*Paine R. T.* A note on trophic complexity and community stability // Amer. Naturalist. 1969. Vol. 103, № 929. P. 91 – 93.

*Wright J. P., Jones C. G.* Predicting effects of ecosystem engineers on patch-scale species richness from primary productivity // Ecology. 2004. Vol. 85, № 8. P. 2071 – 2081.