

УДК 597.554.3.:556.55:574.587(476)

Д. А. ЛУКАШАНЕЦ, И. В. НОВИК

ВЛИЯНИЕ ВСЕЛЕНИЯ КАРПА *CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS, 1758 НА СООБЩЕСТВО МАКРОЗООБЕНТОСА ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ

(Представлено членом-корреспондентом В. П. Семенченко)

НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь

lukashanetsdm@rambler.ru; novik_igor@rambler.ru

В сообщении показаны результаты изучения обыкновенного карпа на макрозообентос в озерных экосистемах. Установлено снижение численности и биомассы бентоса в литорали зарыбленного водоема. Происходит изменение структуры бентоса – увеличение относительной численности личинок *Diptera* (*Chironomidae* sp.) за счет выедания карпом крупных личинок насекомых *Odonata*, *Ephemeroptera*, *Megaloptera*, *Trichoptera*.

Ключевые слова: обыкновенный карп, озерные экосистемы, макрозообентос.

D. A. LUKASHANETS, I. V. NOVIK

INFLUENCE OF COMMON CARP *CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS, 1758 STOKING ON THE MACROZOOBENTHIC COMMUNITY IN LAKE ECOSYSTEMS

Scientific and Practical Center for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

lukashanetsdm@rambler.ru; novik_igor@rambler.ru

The article contains the research results of the common carp influence on macrozoobenthos in lake ecosystems. The reduction of the benthos abundance and its biomass in the littoral of the fish-stocking reservoir is established. It is found that the benthos structure – the increase in a relative abundance of *Diptera* (*Chironomidae* sp.) larvae changes due to the grazing of large larvae of *Odonata*, *Ephemeroptera*, *Megaloptera* and *Trichoptera* by big carp.

Keywords: common carp, lake ecosystems, macrozoobenthos.

Введение. Сазан, или обыкновенный карп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) – вид, имеющий важное промысловое значение, искусственное вселение которого зачастую несет значительные последствия для биоты водоема. Кроме прямой конкуренции с другими представителями ихтиофауны (иногда влекущей катастрофические последствия для последних), в качестве основного воздействия карпа называют его роющую деятельность, которая вызывает целый каскад эффектов: уничтожение водной растительности и организмов зообентоса, высвобождение большого количества биогенов из донных отложений, увеличение мутности и уменьшение прозрачности воды, массовое развитие фито-, а затем и зоопланктона. Все перечисленные явления описаны в ряде зарубежных работ [1–6]. Однако в большинстве из них речь идет о значительных плотностях карпа (до 1000 кг/га), особенности же влияния этой рыбы при средней или незначительной ее численности раскрыты еще недостаточно. В частности, остается много вопросов касательно степени влияния карпа на основные компоненты экосистемы.

В Беларуси практиковалось зарыбление карпом именно с небольшой плотностью посадки (10–60 экз/га) [7]. Существенным также является и тот факт, что в водоемах нашей страны карп не размножается, т. е. не образует естественных популяций. Немногочисленные опубликованные работы посвящены влиянию карпа на аборигенную ихтиофауну [8], а также процессам роста и питания [9], причем в последних есть сведения о характере воздействия рыбы на донную фауну.

Цель работы – выяснить основные закономерности изменений, наступающих под влиянием карпа, в сообществе макрозообентоса как основного компонента экосистем водоемов в условиях Беларуси.

Материалы и методы исследования. Для исследования были взяты два модельных водоема (зарыбленный и контрольный), расположенных в Горецком районе Могилевской области и находящихся в непосредственной близости друг от друга, что и обуславливает схожесть как природных условий, так и характера антропогенного воздействия. Зарыбленный водоем – озеро Шишево-Орлы. Вселение карпа произведено осенью 2013 г. Общая масса посадочного материала 4,7 т, плотность посадки 94 кг/га (или приблизительно 471 экз/га), что превышает аналогичные показатели в среднем по Беларуси, но тем не менее значительно ниже, чем в мировой практике. Площадь водоема приблизительно 0,5 км². Средняя глубина составляет 4,0 м, максимальная – 11,0 м. Контрольный водоем – озеро Красулино площадью 0,28 км². Средняя глубина водоема – 2,7 м, максимальная глубина – 4,5 м. За исключением вселенного в зарыбленное озеро карпа, ихтиофауна обоих водоемов в целом схожа: наибольшую долю как по численности, так и по биомассе образует серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), также присутствуют линь *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), плотва *Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758, лещ *Abramis brama* Linnaeus, 1758, а из хищников – окунь *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 и щука *Esox lucius* Linnaeus, 1758 (данные по Красулино получены на основании проведенных выловов, по Шишево-Орлы – из тоневых документов).

Таксономический состав бентоса в модельных водоемах за 4 сезона

Таксон	Место регистрации
тип Mollusca	
класс Bivalvia	
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	Кр (лт, пф), ШО (лт)
<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	Кр (лт), ШО (лт)
<i>Anodonta anatina</i> (Linnaeus, 1758)	Кр (лт)
класс Gastropoda	
<i>Viviparus viviparus</i> Linnaeus, 1758	Кр (лт)
тип Annelida	
класс Clitellata	
п/класс Oligochaeta	
<i>Oligochaeta</i> gen. spp.	Кр (лт, пф), ШО (лт, пф)
п/класс Hirudinea	
<i>Erpobdella nigricolis</i> (Brandes, 1900)	Кр (лт)
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Кр (лт, пф), ШО (лт)
<i>Glossiphonia concolor</i> (Apathy, 1888)	Кр (лт)
тип Arthropoda	
класс Malacostraca	
отряд Amphipoda	
<i>Gammaridae</i> gen. spp.	ШО (лт)
класс Arachnidae	
<i>Hydracarina</i> gen. spp.	Кр (лт)
класс Insecta	
отряд Diptera	
<i>Chironomidae</i> gen. spp.	Кр (лт, пф), ШО (лт, пф)
<i>Chaoboridae</i> gen. spp.	Кр (лт, пф), ШО (лт, пф)
<i>Ceratopogonidae</i> gen. spp.	Кр (лт, пф), ШО (лт, пф)
<i>Dixiidae</i> gen. spp.	ШО (пф)
отряд Odonata	
<i>Epitheca bimaculata</i> Charpentier, 1825	Кр (лт, пф)
отряд Trichoptera	
<i>Cyrrnus flavidus</i> McLachlan, 1864	Кр (лт)
<i>Economus tenellus</i> (Rambur, 1842)	Кр (лт), ШО (лт)
<i>Phryganea grandis</i> (Linnaeus, 1758)	Кр (лт)
отряд Ephemeroptera	
<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758)	Кр (лт, пф)
отряд Megaloptera	
<i>Sialis lutaria</i> (Linnaeus, 1758)	Кр (лт), ШО (лт)

Примечание. Кр – озеро Красулино; ШО – озеро Шишево-Орлы; лт – литораль; пф – профундаль.

Для оценки состояния макрозообентоса были взяты пробы на различных участках исследуемых озер. Отбор происходил на трех разрезах зарыбленного водоема и на трех разрезах контрольного, при этом каждый разрез включал в себя 3 точки: 1 – у берега, 2 – на 1/2 расстояния от берега до середины озера, 3 – на середине озера. Таким образом, общее число точек отбора проб равнялось 18. Время сбора – март, май, июнь и октябрь 2014 г. Используемое оборудование – дночерпатель Петерсена, в качестве фиксирующего вещества применялся 70 %-ный этиловый спирт.

При статистической обработке результатов использован непараметрический метод сравнения двух независимых выборок (Mann-Whitney *U*-test).

Результаты и их обсуждение. В целом для бентоса исследованных озер характерен достаточно бедный видовой состав (таблица). Все найденные организмы относятся к трем типам беспозвоночных – Mollusca, Annelida и Arthropoda.

Моллюски были представлены двусторчатками: речной дрейссеной *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), обыкновенной перловицей *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) и беззубкой *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758). Гораздо реже были встречены брюхоногие моллюски – в частности, *Viviparus viviparus* Linnaeus, 1758. В исследованных водоемах моллюски зарегистрированы практически только в литорали: в озере Красулино – в 90 % случаев, в Шишево-Орлы – в 100 %.

Среди червей абсолютное большинство – представители подкласса *Oligochaeta*. Малощетинковые черви были встречены в пробах практически во всех станциях и во все сезоны. Исключениями были только 3 станции озера Красулино в июне и 4 станции озера Шишево-Орлы в течение весны-лета; осенью малощетинковые черви не были зарегистрированы на 3 точках в одном водоеме, и на 3 – в другом. Представители класса Hirudinea попадались лишь изредка; относительная численность пиявок – 1,4 % в озере Красулино и 0,2 % в озере Шишево-Орлы.

Членистоногие в бентосе исследованных озер – это, в первую очередь, личинки насекомых и только лишь единичные регистрации клещей *Hydracarina* и ракообразных *Amphipoda*. Доминирующей группой их всех насекомых бентоса исследованных озер являлись представители *Diptera*. В некоторых станциях они составляли до 100 % от всех организмов. Только в июне их не было в пробах, отобранных в двух точках, – одной с озера Красулино и одной с озера Шишево-Орлы. Были отмечены следующие семейства двукрылых – Chironomidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae, Dixiidae. Наиболее часто встречающимися были личинки хирономид, что вполне ожидаемо в со-

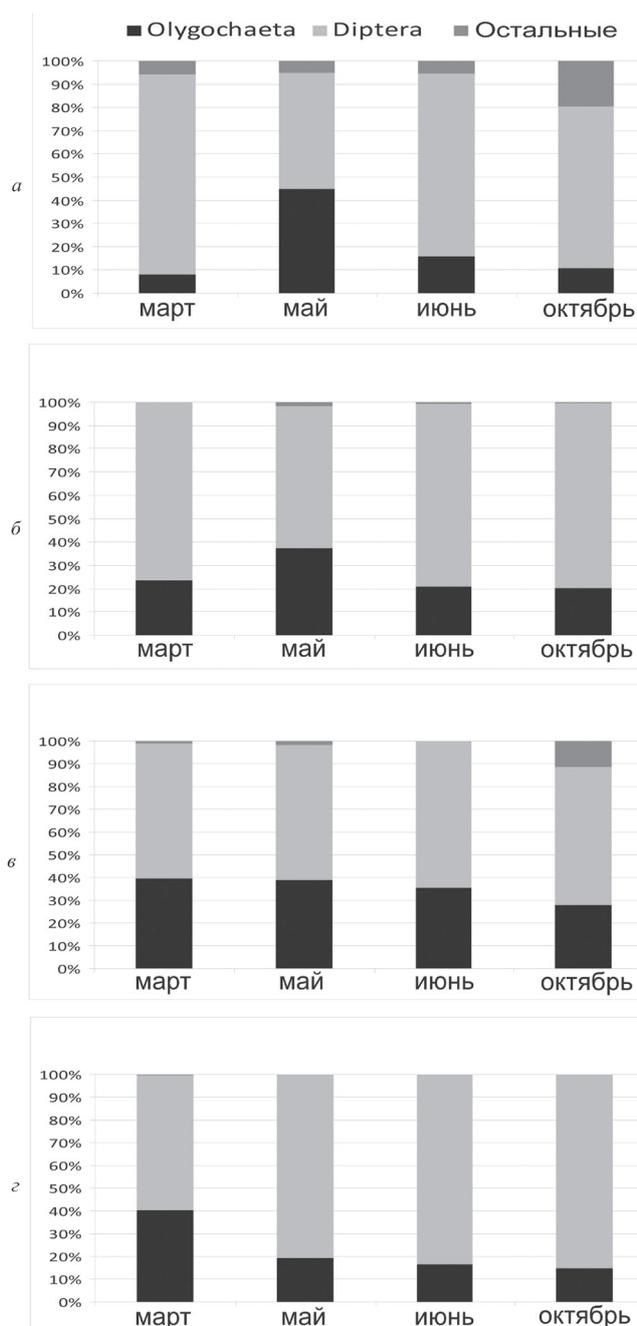


Рис. 1. Динамика численности представителей основных групп макрозообентоса в озерах Красулино (а – литораль, б – профундаль) и Шишево-Орлы (в – литораль, з – профундаль)

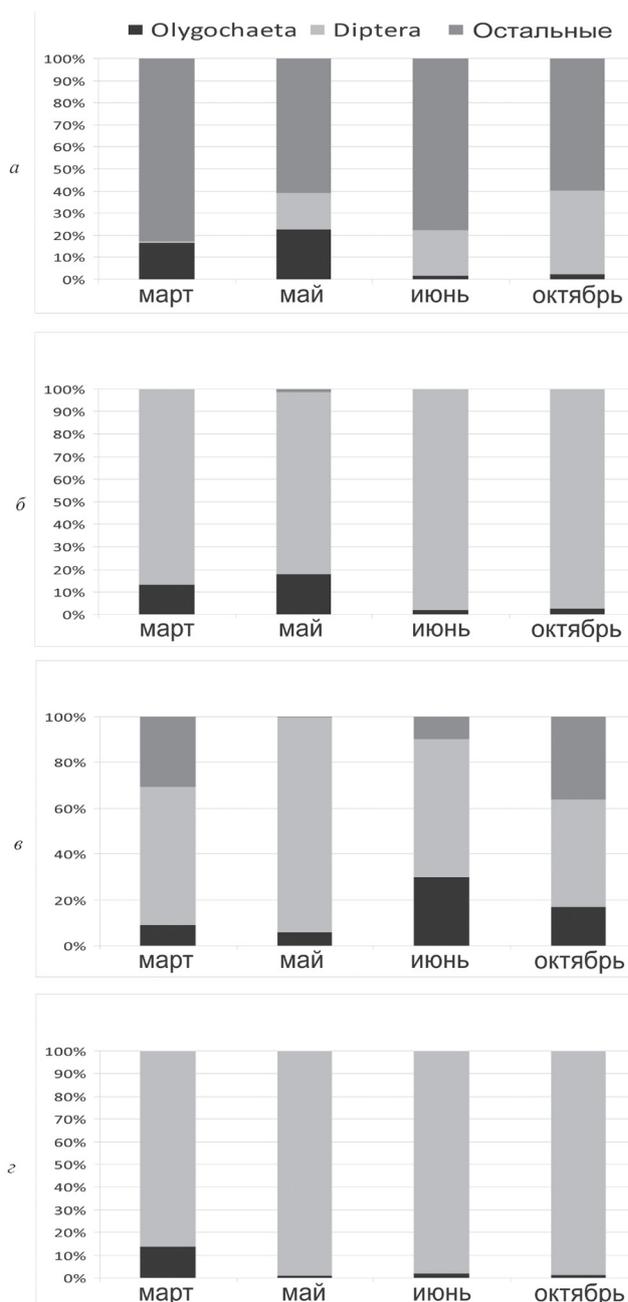


Рис. 2. Динамика биомассы представителей основных групп макрозообентоса в озерах Красулино (а – литораль, б – профундаль) и Шишево-Орлы (в – литораль, г – профундаль)

массы, то доминирование личинок двукрылых (в первую очередь, хирономид) наблюдается далеко не всегда – в основном, в станциях, расположенных в профундали. Там доля Diptera составляла от 86 до 97 %. В литоральной зоне озера Красулино значения относительной биомассы личинок двукрылых в течение четырех сезонов были гораздо меньше и равнялись 0,7 % (март), 17 % (май), 20 % (июнь), 38 % (октябрь). Доминировали же организмы из группы «остальных», т. е. личинки ручейников, большекрылых, поденок и стрекоз – 60–83 %. Именно они являются основным компонентом литорального зообентоса в водоеме Красулино; представленные крупными экземплярами (например, ручейники семейства Phryganeidae, вислокрылки рода *Sialis* и др.) эти организмы, однако, не образуют значительную долю в общей структуре сообщества по относительной численности.

ответствии с общепринятыми гидробиологическими представлениями. Кроме двукрылых насекомых бентоса исследованных озер представлены еще четырьмя отрядами – стрекозами (*Odonata*), подёнками (*Ephemeroptera*), ручейниками (*Trichoptera*), большекрылыми (*Megaloptera*).

Для оценки влияния карпа, а точнее его кормовой деятельности на зообентос озера, был проведен анализ соотношения тех или иных групп организмов данного сообщества (рис. 1 и 2). При этом были исключены моллюски как пищевой ресурс с неочевидной привлекательностью для карпа (небольшие особи могут встречаться в питании рыбы, однако большинство найденных экземпляров – особи средних и крупных размеров). Все остальные беспозвоночные были разделены на три группы – малощетинковые черви, личинки двукрылых и остальные организмы (личинки насекомых других отрядов, водные клещи, амфиподы и т. д.).

В результате для модельных водоемов показаны существенные различия.

В зарыбленном озере Шишево-Орлы наиболее многочисленными и наиболее представленными в общей биомассе являлись личинки двукрылых, причем это было характерно как для литорали, так и для профундали. На протяжении всех сезонов эти показатели были следующие: 58–63 и 60–86 % (относительная численность в литорали и профундали соответственно); 47–91 и 86–99 % (относительная биомасса в литорали и профундали).

В контрольном водоеме Красулино также отмечена преобладающая роль личинок двукрылых в формировании общей структуры зообентоса, но только в случае оценки их численности: литораль – 50–86 %; профундаль – 61–78 %. Что касается био-

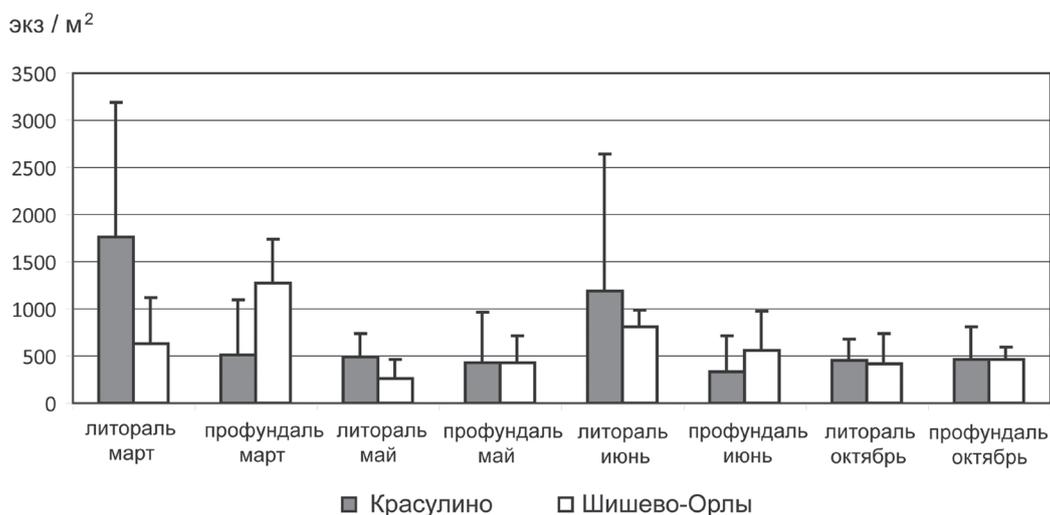


Рис. 3. Сравнение показателей численности организмов макрозообентоса (Mean \pm SD) в модельных водоемах

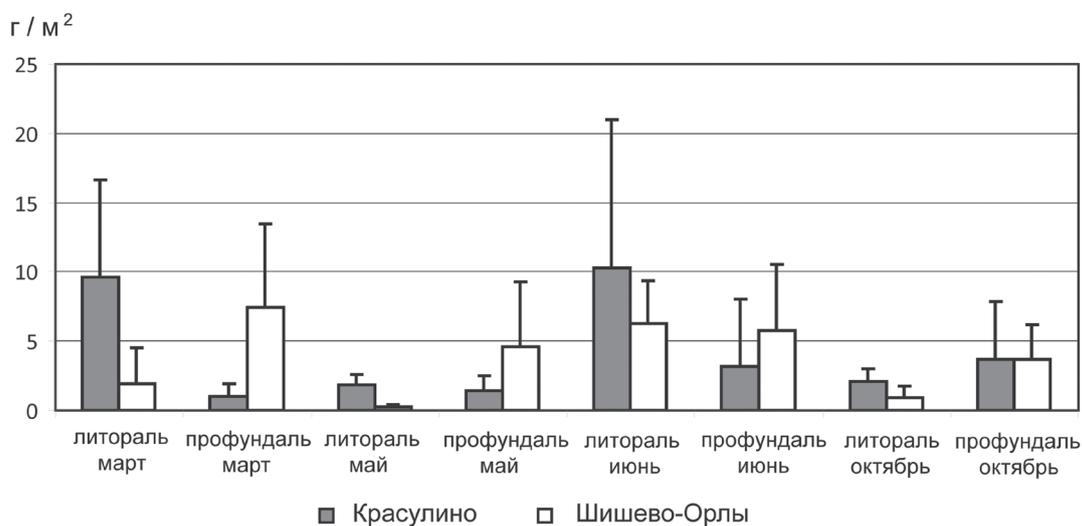


Рис. 4. Сравнение показателей биомассы (Mean \pm SD) организмов макрозообентоса в модельных водоемах

Отсутствие в литерали зарыбленного озера большого количества личинок из вышеуказанных отрядов насекомых выражается в первую очередь в снижении видового богатства сообщества (таблица). Также, как показано выше, наблюдается значительное изменение всей структуры зообентоса по сравнению с незарыбленным водоемом. Все это вероятнее всего является результатом кормовой деятельности карпа. По работам некоторых авторов [9] известно, что в питании данной рыбы в первую очередь играют роль организмы, обитающие на поверхности донного грунта или ила. Объяснить это можно особенностями пищедобывающего поведения карпа. Известно, что карп способен во время роющей деятельности проникать на значительную глубину (до 13 см) в субстрат дна. Однако при этом относительная величина нахождения потенциального корма находится в обратной зависимости от глубины проникновения (согласно известным из литературы опытам, при толщине ила в 8 см, степень выедания карпом пищи составляет 0,6 – если принять за 1,0 степень выедания при толщине ила в 1 см) [10]. Напрашивается вывод, что именно поэтому личинки насекомых (стрекоз, ручейников и т. д.), обитающие на поверхности, полностью уничтожаются, в то время как личинки двукрылых, в частности хирономид, способных существовать погруженными в донные отложения на несколько сантиметров, подвергаются прессу бентосоядной рыбы в гораздо меньшей степени. Как результат мы наблюдаем в бентали зарыбленного карпом водоема сообщество, состоящее главным образом из личинок вышеуказанного семейства двукрылых насекомых. Повышение численности хирономид относительно всей

численности организмов зообентоса в таких озерах неоднократно упоминается и в литературных источниках [1; 3].

Сравнение показателей общей биомассы и численности организмов макрозообентоса в модельных водоемах отображены на рис. 3 и 4.

Продемонстрировано снижение численности и биомассы в литоральной зоне зарыбленного озера Шишево-Орлы – по сравнению с аналогичными показателями в прибрежье озера Красулино. Особенно велики различия весной – в период активного развития бентоса. Например, в марте общая численность организмов сообщества на изученных станциях в прибрежье Шишево-Орлы была в 2,8 раза ниже, чем в озере Красулино (соответственно 631 ± 485 и 1764 ± 1421 экз/м²; рис. 3), а биомасса – в 4,9 раз (соответственно $1,95 \pm 2,6$ и $9,6 \pm 7,0$ г/м²; рис. 4). В мае значение общей биомассы зообентоса в Шишево-Орлы ($0,26 \pm 0,19$ г/м²) было в 6,6 раз меньше, чем в Красулино ($1,7 \pm 0,8$ г/м²).

За пределами литоральной зоны подобной тенденции не наблюдалось – численность и биомасса донных беспозвоночных в зарыбленном водоеме были либо приблизительно такими же, как и в контрольном, либо даже выше. В частности, в начале весны (март) биомасса бентосных организмов профундальной зоны в Шишево-Орлы была более чем в 7 раз выше, чем в Красулино – $7,4 \pm 6,1$ г/м² и $0,973 \pm 0,950$ г/м² соответственно. Сравнение данных в этой зоне не является столь важным, так как для карпа предпочтительнее именно мелководное прибрежье водоема, в зоне произрастания высшей водной растительности, нежели профундаль водоема, где на значительных глубинах температурный режим непригоден для этого вида, а бентос представлен практически только хирономидами и олигохетами. С другой стороны, отсутствие влияния карпа на бентос профундали можно объяснить и недостаточной для этого плотностью посадки в изучаемом озере.

Практически во все сезоны для общей численности и биомассы организмов зообентоса был характерен значительный разброс, в связи с чем статистически достоверная разница в данных показателях между двумя водоемами была выявлена далеко не всегда – только при сравнении биомассы в марте в профундали ($p = 0,019$) и в мае в литорали ($p = 0,049$).

Заключение. Таким образом, в модельном водоеме, в который был вселен карп, изменение структуры зообентоса заключается в следующем. Для всего озера, как в литорали, так и в профундали, характерен крайне низкий таксономический состав сообщества – в основном, это личинки двукрылых (хирономиды) и малощетинковые черви. В прибрежье модельного водоема, т. е. в зоне, представляющей наибольший интерес как местообитание карпа, по сравнению с аналогичной зоной контрольного водоема, биомасса и численность бентоса ощутимо ниже в течение всех сезонов. При этом непосредственно пресс рыбы-интродуцента заключается в практически полном выедании таких организмов, как личинки ручейников, стрекоз, поденок и большекрылых, а также других членистоногих.

Особенный интерес вызывает тот факт, что такое влияние карпа отмечено при исследовании водоема, в котором численность данного вида рыб невысока в сравнении с той, что часто наблюдается в водоемах других регионов мира. Очевидно именно поэтому последствия от вселения карпа, являющегося, согласно многочисленным работам, причиной значительных изменений в экосистеме водоема, ограничены лишь вышеуказанными тенденциями.

Список использованной литературы

1. Barton, D. R. The effects of carp (*Cyprinus carpio* L.) on sediment export from a small urban impoundment / D.R. Barton, N. Kelton, R.I. Eedy // J. of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery. – 2000. – Vol. 8, N 2. – P. 155–159.
2. Crivelli, A. J. The destruction of aquatic vegetation by carp. A comparison between Southern France and the United States / A. J. Crivelli // Hydrobiologia. – 1983. – Vol. 106. – P. 37–41.
3. Miller, S. A. Effects of common carp (*Cyprinus carpio* L.) on macrophytes and invertebrate communities in a shallow lakes / S. A. Miller, T. A. Crowl // Freshwater Biology. – 2009. – Vol. 51. – P. 85–94.
4. Moyle, J. B. Carp, a sometimes villain / J. B. Moyle, J. H. Kuehn // Fish. Wildl. Ser. US. – 1964. – P. 635–642.
5. Ecological effects of common carp in semi-arid and floodplain wetland / L. Vilizzi [et al.] // Marine and Freshwater Research. – 2014. – Vol. 65, N 9. – P. 802–817.
6. Williams, A. E. Effects of different fish species and biomass on plankton interactions in a shallow lake / A. E. Williams, B. Moss // Hydrobiologia. – 2003. – Vol. 491. – P. 331–346.

7. Лукина, И. И. Влияние вселения карпа обыкновенного *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 на экосистему водоема / И. И. Лукина, И. В. Новик, В. К. Ризевский // *Вопр. рыбного хоз-ва*. – 2013. – Т. 29. – С. 240–252.
8. Полякова, Г. И. Влияние повышения интенсивности промысла и зарыбления на аборигенное стадо рыб нагульных озер / Г. И. Полякова, В. А. Федоров // *Вопр. рыбного хоз-ва Беларуси*. – 1975. – Т. 2. – С. 66–75.
9. Дунке, Н. А. Питание и рост карпов в озерах экспериментальной базы «Чересово» / Н. А. Дунке, В. А. Федоров // *Вопр. рыбного хоз-ва Беларуси*. – 1975. – Т. 2. – С. 66–75.
10. Карзинкин, Г. С. Основы биологической продуктивности водоемов / Г. С. Карзинкин. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 345 с.

Поступило в редакцию 17.06.2015