

Воздействие карпа (*Cyprinus carpio*) и леща (*Abramis brama*) на структуру литоральных сообществ мезотрофного озера (эксперименты в мезокосмах)

В. П. СЕМЕНЧЕНКО, М. Д. МОРОЗ, Е. А. СЫСОВА, Т. П. ЛИПИНСКАЯ

Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам
220072, Минск, ул. Академическая, 27
E-mail: semenchenko57@mail.ru

Статья поступила 06.12.2016

Принята к печати 28.03.2017

АННОТАЦИЯ

В полуоткрытых мезокосмах, установленных в литоральной зоне мезотрофного озера, исследовано влияние карпа и леща на гидрохимические показатели, численность и структуру фито-, зоопланктона и макрозообентоса.

Достоверные различия в биомассе различных групп водорослей в мезокосмах с рыбой относительно контроля отмечены только для диатомовых водорослей и отсутствовали для других групп фитопланктона.

Карп оказывал большее влияние на численность крупных видов зоопланктона (*Diaphanosoma brachyurum*) по сравнению с лещом. Мелкий вид *Bosmina longirostris* демонстрировал увеличение численности в мезокосмах как с лещом, так и с карпом.

Уменьшение биомассы макрозообентоса в мезокосмах с карпом происходило значительно более быстрыми темпами, чем с лещом, а основной пресс карпа направлялся на личинок поденок. Не установлены отличия в потреблении личинок хирономид и олигохет в мезокосмах с карпом. Воздействие леща на макрозообентос главным образом оказалось направлено на личинок поденок и олигохет, и, в гораздо меньшей степени, на личинок хирономид.

Ключевые слова: карп, лещ, фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос.

Карп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759) является основным интродуцентом в водоемах Европы и США. Интродукция этого вида может приводить к драматическим изменениям в экосистеме, особенно в мелководных озерах [Weber, Brown, 2009]. Вселение карпа также является одной из главных причин потери биоразнообразия водоемов [Zambrano et al., 2001].

Воздействие карпа на экосистемы происходит как прямым, так и опосредованным образом. Прямое воздействие связано с его мощным прессом на зообентос и макрофиты, косвенное – с его роющей деятельностью, которая приводит к ресуспензии седиментов, тем самым снижая прозрачность воды, и высвобождению биогенных элементов [Breukelaar et al., 1994; Matsuzaki et al., 2007].

Несмотря на многочисленные исследования по влиянию карпа на сообщества озер [Tapia, Zambrano, 2003; Koehn, 2004; Lougheed et al., 2004; Vilizzi et al., 2015; и др.], проблема сравнительного анализа воздействия карпа и аборигенных видов рыб на озерные экосистемы остается слабо изученной.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в июле (02–25.07) 2014 г. на мезотрофном мелководном оз. Обстерно (Республика Беларусь, 55°37'26,55" с. ш., 27°21'30,18" з. д.) (площадь 9,89 км², средняя глубина – 5,3 м, прозрачность – 5,0 м во время проведения эксперимента). В данном водоеме лещ является обычным видом, встречающимся в уловах, карп – отсутствует [Шевцова и др., 1986].

В прибрежной зоне озера установили мезокосмы на глубине 1,5 м и на расстоянии от берега – около 60 м, которые представляли собой участки чистой литорали, огороженные сетью с размером ячеек 5 мм. Площадь каждого мезокосма – 9 м². Такой тип мезокосмов является “полуоткрытым” и в большей степени отражает воздействие рыб на различные сообщества по сравнению с полностью замкнутыми мезокосмами, так как не происходит значительного накопления веществ в результате их экскреции рыбами. Отметим, что по мере проведения экспериментов из-за обрастания сетей фитоперифитом водообмен в мезокосмах замедлялся.

Всего установили три варианта мезокосмов: три контрольных, три с карпом (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759) и три с лещом (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) (рис. 1).

Возраст карпа 2+, размер тела – 30–32 см, возраст леща 7+, размер тела колебался от 27 до 30 см. Количество рыб – 5 экз. в мезокосме, общий вес – около 4,5 кг. Другие виды рыб в мезокосмах отсутствовали.

После установки мезокосмов на протяжении 20 дней в каждом из них один раз в 4–5 дней случайным образом отбирали пробы и проводили следующие операции:

– Определяли концентрацию растворенного фосфора, нитратного и аммонийного азота после фильтрации пробы воды через

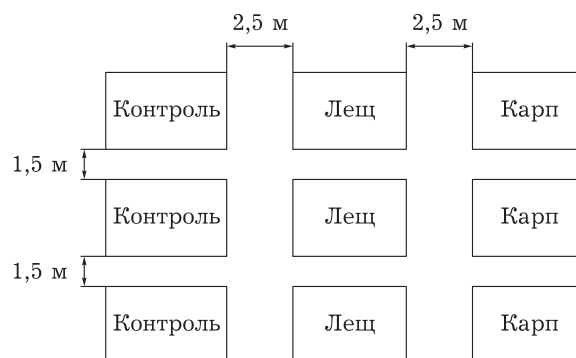


Рис. 1. Схема размещения экспериментальных мезокосмов в озере

фильтр 1,0 мкм с использованием мультифотометра HANNA 8300 (HANNA Instruments, Germany). Данные концентрации не определяли в момент постановки мезокосмов ввиду возможной ошибки из-за взмучивания воды.

– Пробы для учета фитопланктона отбирали батометром Рутнера. Учет численности клеток водорослей проводили в камере Фукса – Розенталя при помощи микроскопа Micros MC300 при увеличении 360 × 1000. Биомассу водорослей определяли объемным методом [Sun, Lui, 2003].

– Численность зоопланктона находили протягивая планктонную сеть (диаметр ячеек 40 мкм) от дна до поверхности в двукратной повторности.

– Макрозообентос отбирали дночерпателем Петерсена в двукратной повторности. Пробы макрозообентоса промывали через сеть (размер ячеек 0,5 мм), после этого определяли численность и биомассу отдельных групп организмов (сырой вес, исключая моллюсков) взвешивая на торсионных весах WT-50 с точностью до 0,1 мг.

Температура в мезокосмах во время проведения экспериментов варьировала от 20 до 24 °С, TDS – 260–280 μS, pH – 8,3–8,5.

Фитопланктон и зоопланктон фиксировали 2%-м раствором формалина, макрозообентос – 70%-м раствором спирта. Представленные результаты являются средней величиной для каждого варианта опытов.

Полученные данные проанализированы на нормальное распределение при помощи Shapiro-Wilk-теста и равенство дисперсий определено с использованием Levene's-теста. Двухфакторный дисперсионный анализ ис-

пользован для обнаружения достоверности влияния карпа и леща на изученные показатели по отношению к таковым в контрольных мезокосмах.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Спустя три дня после начала эксперимента в мезокосмах с карпом наблюдалось большее число всплывших на поверхность водных растений (*Eloдея canadensis*), что указывает на его интенсивную роющую деятельность. В мезокосмах с лещом и контроле указанное явление не наблюдалось.

Гидрохимические показатели. Изменение концентрации растворенного минерального фосфора в течение эксперимента и его динамика оказались сходны в экспериментальных мезокосмах как с карпом, так и с лещом, увеличиваясь к окончанию эксперимента (табл. 1). Достаточно высокие концентрации растворенного фосфора, видимо, связаны с его ресуспензией из донных отложений в результате перемешивания водных масс в прибрежной зоне озера. Концентрация нитратного азота увеличивалась к середине эксперимента во всех мезокосмах. В остальное время ее значения не превышали 0,1 мг/л (см. табл. 1). Сходная ситуация наблюдалась и для изменения концентрации аммонийного азота (см. табл. 1).

Проведенный дисперсионный анализ не показал достоверного влияния карпа и леща

на концентрацию биогенных элементов по отношению к контролю.

Фитопланктон. Структура фитопланктонного сообщества изменялась в течение эксперимента (рис. 2).

В контрольных мезокосмах наблюдалось снижение относительной численности диатомовых водорослей, в основном рода *Cyclotella*, а к окончанию эксперимента незначительно возросла удельная роль криптофитовых водорослей (*Rhodomonas pusilla*). Картина изменилась в мезокосмах с рыбой: с лещом к середине эксперимента возросла относительная численность синезеленых водорослей, а с карпом – динофлагеллят, в основном за счет рода *Glenodinium*.

Общая численность фитопланктона проявляла тенденцию к снижению во всех мезокосмах (рис. 3).

Статистический анализ показал, что только для мезокосмов с лещом получена слабая корреляция между численностью фитопланктона и концентрацией аммонийного азота ($r = 0,46$; $p = 0,1$). Для остальных биогенных элементов она отсутствует.

Биомасса водорослей в мезокосмах изменялась следующим образом. В начале эксперимента происходило снижение биомассы фитопланктона во всех мезокосмах (рис. 4).

Однако уже к концу эксперимента биомасса фитопланктона в мезокосмах с рыбой несколько увеличилась по отношению к контролю. Скорее всего, это связано с возрос-

Т а б л и ц а 1

Содержание растворенного минерального фосфора, нитратного и аммонийного азота в экспериментальных мезокосмах

Дата		Контроль	Карп	Лещ
07.07	PO ₄	0,84 ± 0,20	0,78 ± 0,22	0,64 ± 0,01
14.07		0,98 ± 0,87	0,82 ± 0,14	0,92 ± 0,63
19.07		1,59 ± 1,16	1,25 ± 0,51	1,46 ± 0,32
25.07		1,79 ± 0,83	1,93 ± 0,47	1,96 ± 0,35
07.07	NO ₃	0,07 ± 0,12	0,10 ± 0,13	0,12 ± 0,0
14.07		0,10 ± 0,10	0,09 ± 0,12	0,07 ± 0,06
19.07		1,43 ± 0,57	0,84 ± 0,23	0,61 ± 0,0
25.07		0,03 ± 0,06	0,04 ± 0,06	0,03 ± 0,06
07.07	NH ₄	0,30 ± 0,04	0,27 ± 0,06	0,28 ± 0,05
14.07		0,49 ± 0,18	0,42 ± 0,11	1,10 ± 0,04
19.07		0,23 ± 0,13	0,22 ± 0,01	0,21 ± 0,03
25.07		0,22 ± 0,03	0,22 ± 0,09	0,20 ± 0,0

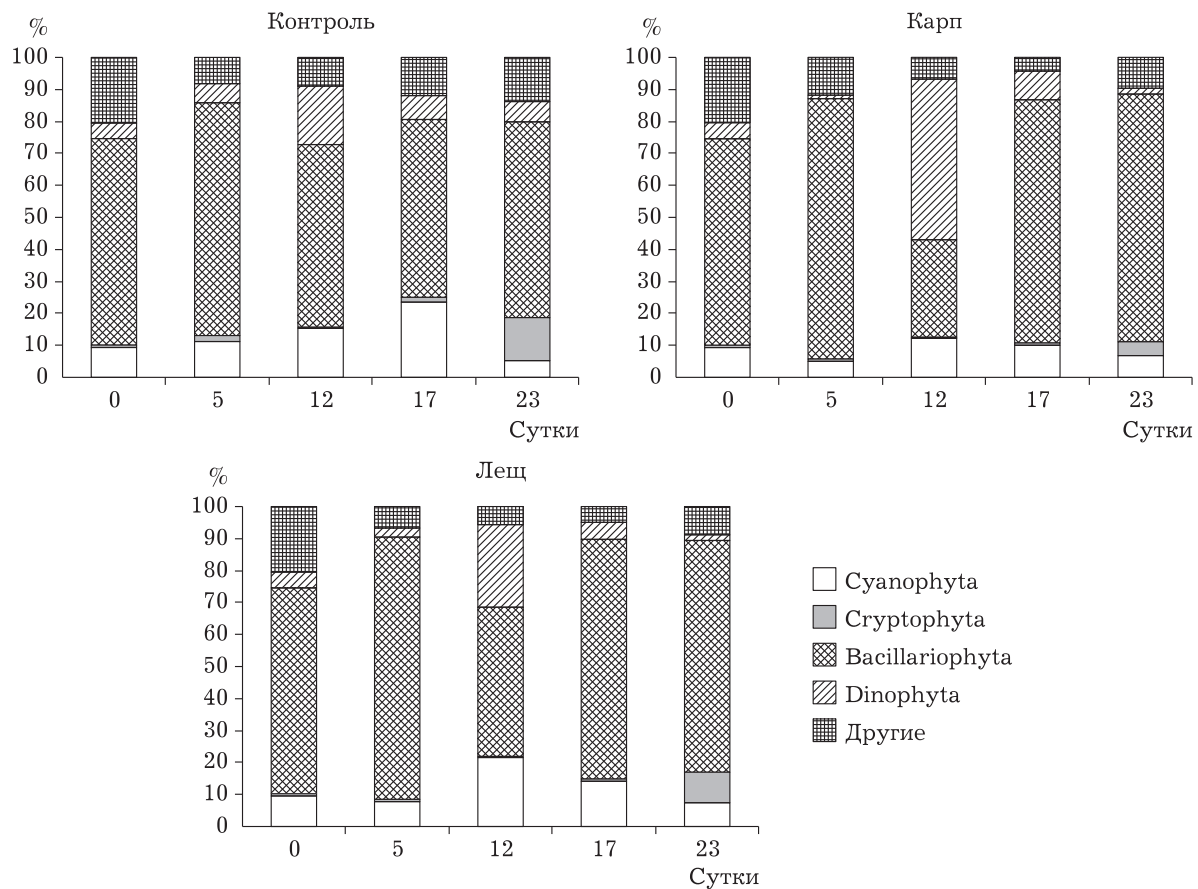


Рис. 2. Изменение соотношения различных отделов водорослей в процессе эксперимента. Другие – Chrysophyta, Euglenophyta

шей концентрацией аммонийного азота, особенно в мезокосмах с лещом, где наблюдалось наибольшее увеличение биомассы фитопланктона.

Дисперсионный анализ по воздействию карпа и леща на биомассу отдельных групп фитопланктона (Bacillariophyta, Cyanophyta

и Chlorophyta) показал, что только для диатомовых водорослей в мезокосмах с рыбой отмечено достоверное изменение их биомассы по отношению к контролю (карп – $F = 8,45$; $p < 0,001$, лещ – $F = 4,28$; $p < 0,001$).

Зоопланктон. Общая численность рачкового зоопланктона (Cladocera + Copepoda

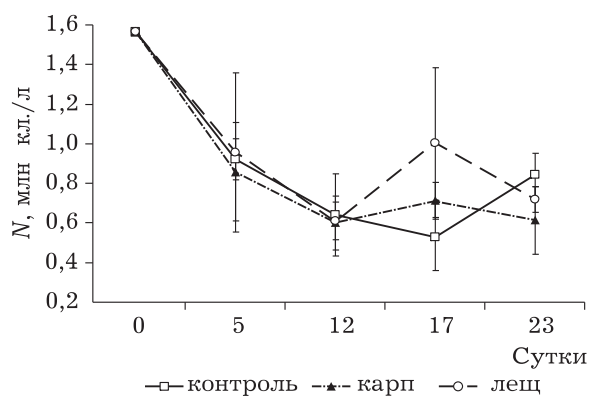


Рис. 3. Изменение численности фитопланктона в мезокосмах в течение эксперимента

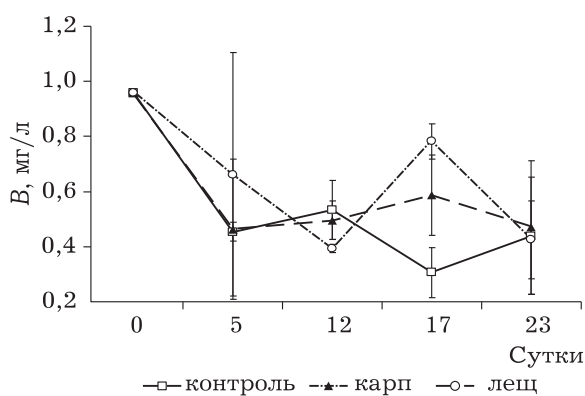


Рис. 4. Динамика изменения биомассы фитопланктона в мезокосмах в течение эксперимента

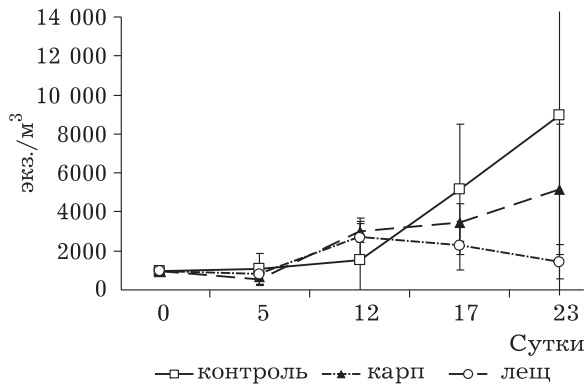


Рис. 5. Динамика общей численности зоопланктона в экспериментальных мезокосмах

(взрослые и копеподиты)) во всех мезокосмах увеличивалась по отношению к начальной (рис. 5).

В мезокосмах с карпом это увеличение более выражено по сравнению с лещом.

Достоверная положительная корреляция между общей численностью зоопланктона и фитопланктона получена для мезокосмов с карпом ($r = 0,89$; $p = 0,01$). Для мезокосмов с лещом эта связь крайне слабая ($r = 0,58$; $p = 0,1$).

Известно, что Cladocera, особенно мелкие виды, гораздо быстрее реагируют на изменение трофических условий по сравнению с Copepoda. В связи с этим проанализировано изменение численности крупного (*Diaphanosoma brachyurum*) и мелкого (*Bosmina longirostris*) видов кладоцер, которые являлись наиболее массовым в течение проведения эксперимента.

Численность *D. brachyurum* в мезокосмах как с лещом, так и с карпом изменялась сходным образом в течение эксперимента (рис. 6). Однако снижение численности *D. brachyurum* в мезокосмах с карпом более выражено по сравнению с лещом.

Еще один массовый вид – *B. longirostris* демонстрировал увеличение численности в мезокосмах как с лещом, так и с карпом, а в контроле ее величины изменялись незначительно (рис. 7).

Статистический анализ показал достоверные различия в величинах численности *D. brachyurum* и *B. longirostris* по отношению к контролю (табл. 2).

Макрозообентос. Биомасса макрозообентоса в контрольных мезокосмах изменялась не-

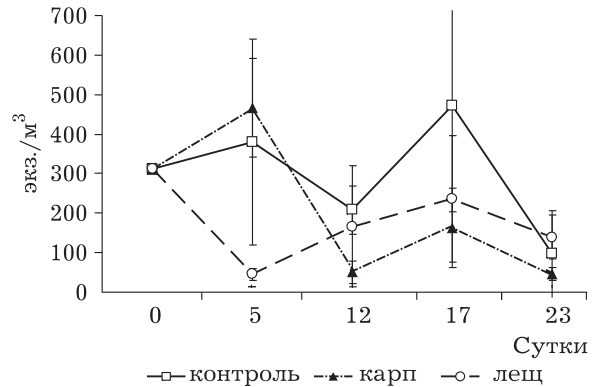


Рис. 6. Динамика численности *D. brachyurum* в экспериментальных мезокосмах

значительно, а с лещом происходило ее плавное снижение (рис. 8). Наибольшие изменения отмечены в мезокосмах с карпом, где уже к середине эксперимента биомасса макрозообентоса снизилась практически в 5 раз, тогда как в мезокосмах с лещом – в 2 раза.

Дисперсионный анализ показал достоверное влияние карпа ($F = 4,68$; $p = 0,005$) и леща ($F = 3,60$; $p = 0,016$) на биомассу макрозообентоса.

Максимальное воздействие карпа оказывал на личинок поденок, биомасса которых, начиная с середины эксперимента, снизилась до минимальных величин (рис. 9).

Биомасса личинок хирономид в мезокосмах с лещом оказалась значительно выше, чем в мезокосмах с карпом (см. рис. 9). Для объяснения различий в величинах биомасс хирономид в обоих мезокосмах рассчитан средний вес особей. У личинок хирономид в контрольных мезокосмах он составил $6,53 \pm 0,54$, а в мезо-

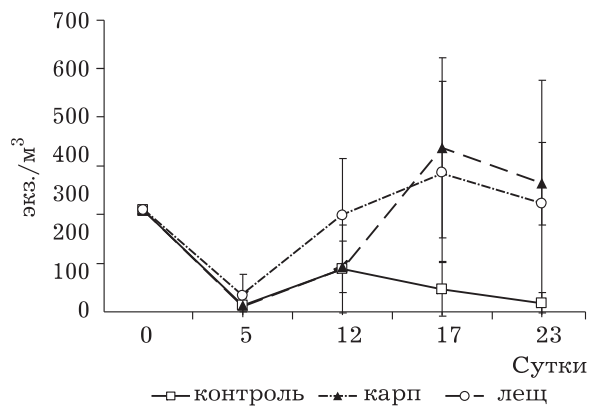


Рис. 7. Динамика численности *B. longirostris* в экспериментальных мезокосмах

Результаты дисперсионного анализа ANOVA по воздействию карпа и леща на величины численности *D. brachyurum* и *B. longirostris* в мезокосмах

Вид	df	Сумма квадратичных отклонений	Среднее квадратичное	F	p
Карп					
<i>Diaphanosoma</i>	7	67,48	9,640	4,23	0,00804
<i>Bosmina</i>	7	31,99	4,57	6,572	0,00091
Лещ					
<i>Diaphanosoma</i>	7	43,28	6,183	2,37	0,0722
<i>Bosmina</i>	7	23,88	3,411	2,167	0,0948

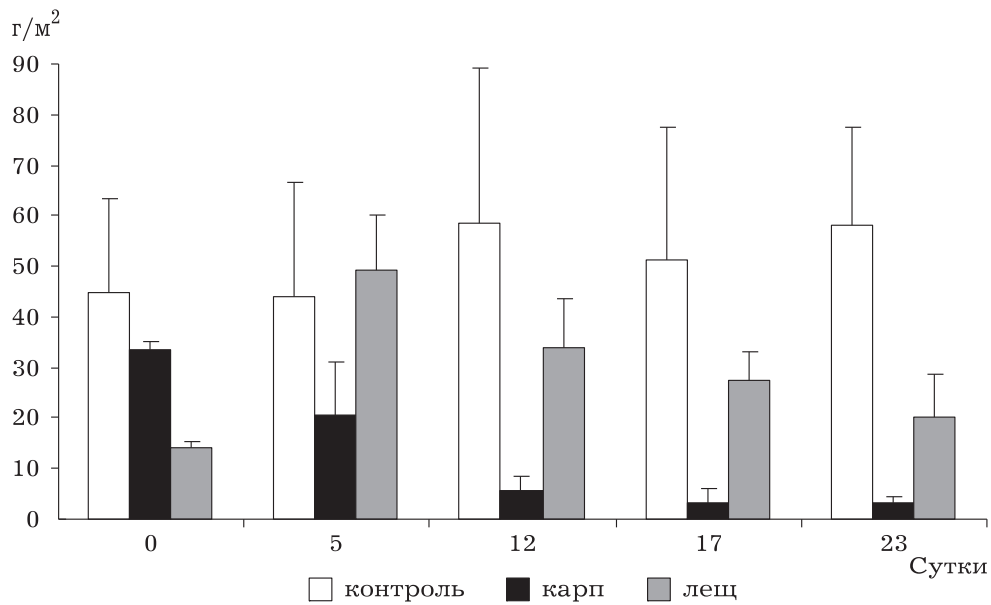


Рис. 8. Изменение биомассы макрозообентоса ($\text{г}/\text{м}^2$) в экспериментальных мезокосмах в течение эксперимента

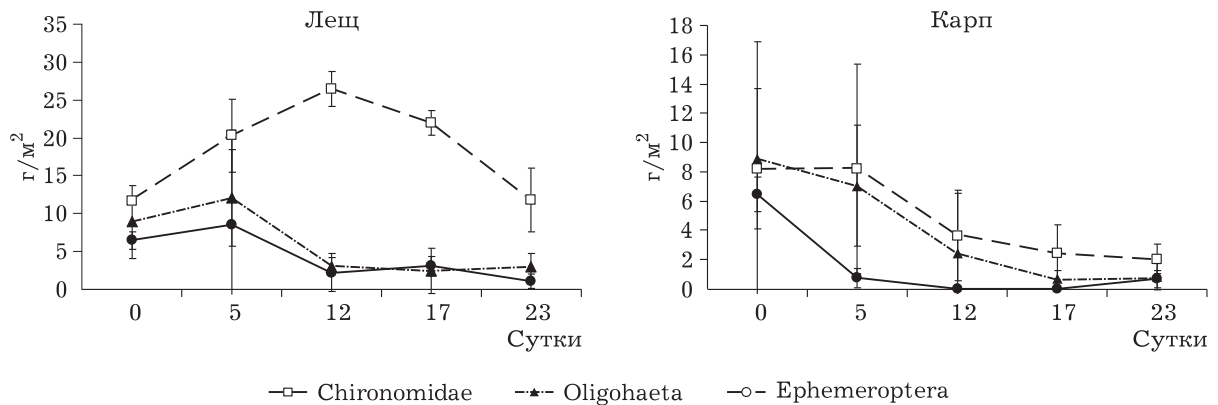


Рис. 9. Изменение биомассы личинок поденок, хирономид и олигохет ($\text{г}/\text{м}^2$) в мезокосмах

космах с лещом – $4,82 \pm 0,86$. В то же время в мезокосмах с карпом средний вес личинок хирономид оказался существенно ниже – $2,32 \pm 0,82$.

Полученные данные позволяют объяснить различия в общей биомассе личинок хирономид в мезокосмах с рыбой, которые вызваны различной размерной избирательностью в питании леща и карпа при потреблении хирономид.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основные эффекты вселения карпа для экосистемы водоемов связаны со снижением уровня развития макрофитов, увеличением мутности воды, высвобождением биогенных элементов из донных отложений, что вызывает каскадные эффекты в цепи фитопланктон – зоопланктон [Weber et al., 2010]. Согласно данным A. W. Breukelaar et al. [1994], лещ оказывал большее влияние на ресуспензию в экспериментальных прудах по сравнению с карпом. Этот парадокс, по мнению авторов, связан с более широким диапазоном жертв у леща по сравнению с карпом. Несмотря на определенные изменения в содержании биогенных элементов в проведенных опытах, достоверных различий в концентрациях биогенных элементов в мезокосмах с рыбой по отношению к контролю не получено.

В мезокосмах с карпом и лещом произошли изменения в структуре сообщества фитопланктона по отношению к контролю. В контрольных мезокосмах в начале эксперимента доминировали диатомовые водоросли, а к окончанию возросла роль криптофитовых водорослей. Сходные результаты получены Sh. S. Matsuzaki et al. [2007], где в контроле к окончанию эксперимента доминировал *Cryptomonas* spp.

В мезокосмах с лещом к середине эксперимента возросла относительная численность синезеленых водорослей, тогда как с карпом – динофлагеллят, в основном за счет рода *Glenodinium*. Однако достоверные различия в биомассе различных групп фитопланктона в мезокосмах с карпом и лещом по отношению к контролю получены только для диатомовых водорослей. По мнению F. C. J. Ro-

ozen et al. [2007], увеличение биомассы фитопланктона может вызываться как экскрецией рыб, так и ресуспензией биогенных элементов и фитобентоса из донных седиментов, при этом последний механизм более важен, чем экскреция.

Для мезокосмов с карпом получена достоверная корреляционная связь между численностью зоопланктона и численностью фитопланктона, а для мезокосмов с лещом она оказалась слабой.

Карп оказывал большее влияние на численность крупных видов зоопланктона по сравнению с лещом. По данным V. L. Loughheed et al. [1998], это связано не только с прямым воздействием вида на зоопланктон, но и с увеличением мутности воды вследствие роющей деятельности карпа, что приводит к снижению численности зоопланктона, особенно крупных видов. Смещение размерной структуры зоопланктона от крупных видов к мелким при вселении карпа отмечалось W. B. Richardson et al. [1990], L. J. Schrage, J. A. Downing [2004] и M. Nieoczum, J. Kloskowski [2014]. В экспериментах авторов данное явление наблюдалось в мезокосмах как с лещом, так и с карпом.

При определенной плотности карпа в водоеме он начинает выступать как мощный конкурент для бентоядных видов рыб. В мезокосмах с карпом снижение биомассы основных групп макрозообентоса (личинки поденок, хирономиды и олигохеты) происходило более быстрыми темпами по сравнению с мезокосмами с лещом. Карп оказывал максимальное воздействие на биомассу личинок поденок, которая уже к середине эксперимента приближалась к нулю. Причиной изменения численности личинок поденок может также являться уничтожение карпом макрофитов, которые являются убежищем для целого ряда видов макрозообентоса [Miller, Crowl, 2006; Williams, Moss, 2003].

По данным S. A. Miller, T. A. Crowl [2006] и Sh. S. Matsuzaki et al. [2008], роющая деятельность карпа оказывала большее влияние на личинок хирономид по сравнению с олигохетами. Согласно данным авторов, пресс карпа на личинок хирономид и олигохет практически одинаков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карп и лещ сходным образом влияли на численность и структуру фито- и зоопланктонного сообществ. В частности, достоверные отличия в биомассе разных групп фитопланктона в мезокосмах с карпом и лещом по отношению к контролю получены для диатомовых водорослей.

Численность двух видов кладоцер *D. brachyurum* и *B. longirostris* в мезокосмах как с лещом, так и с карпом изменялась сходным образом в течение эксперимента, при этом у первого вида происходило снижение численности, тогда как у второго – увеличение.

Основные отличия между карпом и лещом проявились в их воздействии на сообщество макрозообентоса. Так, уже к середине эксперимента биомасса макрозообентоса в мезокосмах с карпом снизилась практически в 5 раз, тогда как в мезокосмах с лещом – в 2 раза. Установлены различия в избирательности питания карпа и леща. Карп оказывал максимальное влияние на личинок поденок, тогда как потребление личинок хирономид и олигохет практически одинаково у обеих рыб. Воздействие леща главным образом направлено на личинок поденок и олигохет, и в гораздо меньшей степени – на хирономид.

Авторы выражают благодарность Т. Рыбкиной за проведение гидрохимического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- Шевцова Т. М., Нехаева Т. И., Лях А. Н. Экология промысловых рыб Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1986. 143 с.
- Breukelaar A. W., Lammens E. H. R. R., Breteler J. G. P. K., Tatraip I. Effects of benthivorous bream (*Abramis brama*) and carp (*Cyprinus carpio*) on sediment resuspension and concentrations of nutrients and chlorophyll *a* // *Freshwater Biol.* 1994. Vol. 32. P. 113–121.
- Koehn J. D. Carp (*Cyprinus carpio*) as a powerful invader in Australian waterways // *Ibid.* 2004. Vol. 49, N 7. P. 882.
- Lougheed V. L., Crosbie B., Chow-Fraser P. Predictions on the effect of common carp (*Cyprinus carpio*) exclusion on water quality, zooplankton, and submerged macrophytes in a Great Lakes wetland // *Can. Journ. Fish. Aquat. Sci.* 1998. Vol. 55. P. 1189–1197.
- Lougheed V. L., Theysmeijer T., Smith T., Chow-Fraser P. Carp exclusion, food-web interactions, and the restoration of cootes paradise marsh // *J. Great Lakes Res.* 2004. Vol. 30. P. 44–57.
- Matsuzaki Sh. S., Usio N., Takamura N., Washitani I. Effects of common carp on nutrient dynamics and littoral community composition: roles of excretion and bioturbation // *Fundamental and Applied Limnol.* 2007. Vol. 168, N 1. P. 27–38.
- Matsuzaki S. S., Usio N., Takamura N., Washitani I. Contrasting impacts of invasive engineers on freshwater ecosystems: an experiment and meta-analysis // *Oecologia.* 2008. Vol. 158, N 4. P. 673–686.
- Miller S. A., Crowl T. A. Effects of common carp (*Cyprinus carpio*) on macrophytes and invertebrate communities in a shallow lake // *Freshwater Biol.* 2006. Vol. 51. P. 85–94.
- Nieoczym M., Kloskowski J. The role of body size in the impact of common carp *Cyprinus carpio* on water quality, zooplankton, and macrobenthos in ponds // *Int. Rev. Hydrobiol.* 2014. Vol. 99. P. 212–221.
- Richardson W. B., Wickham S. A., Threlkeld S. T. Food web response to the experimental manipulation of a benthivore (*Cyprinus carpio*), zooplanktivore (*Menidia beryllina*) and benthic insects // *Arch. Hydrobiol.* 1990. Vol. 119. P. 143–165.
- Roosen F. C. J., Lurling M., Vlek H. et al. Resuspension of algal cells by benthivorous fish boosts phytoplankton biomass and alters community structure in shallow lakes // *Freshwater Biol.* 2007. Vol. 52. P. 977–987.
- Schrage L. J., Downing J. A. Pathways of increased water clarity after fish removal from Ventura Marsh; a shallow, eutrophic wetland // *Hydrobiologia.* 2004. Vol. 511, N 1. P. 215–231.
- Sun J., Lui D. Geometric models for calculation cell biovolume and surface area for phytoplankton // *J. Plankton Res.* 2003. Vol. 25, N 11. P. 1331–1346.
- Tapia M., Zambrano L. From aquaculture goals to real social and ecological impacts: Carp introduction in rural Central Mexico // *Ambio.* 2003. Vol. 32. P. 252–257.
- Vilizzi L., Tarkan A. S., Copp G. H. Experimental evidence from causal criteria analysis for the effects of common carp *Cyprinus carpio* on freshwater ecosystems // *A Global Perspective. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture.* 2015. Vol. 23. P. 253–290.
- Weber M. J., Brown M. L. Effects of common carp on aquatic ecosystems 80 years after “carp as a dominant”: Ecological insights for fisheries management // *Rev. in Fisheries Sci.* 2009. Vol. 17, N 4. P. 524–537.
- Weber M. J., Brown M. L., Willis D. W. Spatial variability of common carp populations in relation to lake morphology and physicochemical parameters in the upper Midwest United States // *Ecol. Freshwater Fish.* 2010. Vol. 19. P. 555–565.

Williams A. E., Moss B. Effects of different fish species and biomass on plankton interactions in a shallow lake // *Hydrobiologia*. 2003. Vol. 491. P. 331–346.

Zambrano L., Scheffer M., Martinez-Ramos M. Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction // *Oikos*. 2001. Vol. 94. P. 344–350.

Effects of Carp (*Cyprinus Carpio*) and Bream (*Abramis brama*) on the Structure of Littoral Communities in a Mesotrophic Lake: Mesocosm Experiments

V. P. SEMENCHENKO, M. D. MOROZ, E. A. SYSOVA, T. P. LIPINSKAYA

*Scientific and Practical Centre for Bioresources, National Academy of Sciences
220072, Minsk, Akademicheskaya str., 27
E-mail: semenchenko57@mail.ru*

In order to compare the impact of alien common carp (*Cyprinus carpio*) and native bream (*Abramis brama*) on water chemistry, phyto- and zooplankton, and macrozoobenthos, nine enclosures, 9 m² each, were placed in the littoral zone of Lake Obsterno (Republic of Belarus) at a distance of 60 m from the shore. Feeding behavior of carp, characterized by extensive burrowing in the sediment, led to the change in the phytoplankton community structure. But the significant differences in algae biomass between control and fish enclosures were received only for diatoms algae. Carp had a more pronounced effect on abundance of large-bodied species of zooplankton (*Diaphanosoma brachyurum*) than bream did. For both fish species an increase in abundance of small-bodied *Bosmina longirostris* was recorded. Decreased abundance and biomass of macrozoobenthos occurred at a much higher rate within the carp enclosures, with the strongest impact on ephemeropterans. There was no difference in the consumption of chironomids and oligochaetes regardless of fish species.

Key words: carp, bream, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos.