

OG
ИБВВ

ISSN 0320—9652
РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

94

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД им. И. Д. ПАПАНИНА
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 94



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
„НАУКА”
С.-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1992

Russian Academy of Sciences
I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters
Scientific Council for problems of hydrobiology,
ichthyology and utilization of biological
resources of waterbodies

Biology of Inland Waters
Information Bulletin
N 94

УДК 674.5(28)

Бюллетень содержит результаты оригинальных исследований фитопланктона и его первичной продукции, флористики диатомовых водорослей и фауистики нематод, зооперифитона и бентоса волжских водохранилищ, морфологии жгутиконосцев, паразитических цестод и весеннего щития, структуры и фенетики популяций леща, ультраструктуры жаберного эпителия пресноводных костистых рыб, воздействия хлорофоса на пиявок.

Рассчитан на широкий круг гидробиологов, альгологов, зоологов, паразитологов, ихтиологов.

Ответственный редактор И.Г. ДЕВЯТКИН
Рецензенты: И.К. РИВЬЕР, А.П. АКИФОВ

Научное издание

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД: Информационный бюллетень № 94

*Утверждено к печати Институтом биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина Российской академии наук*

Редактор издательства Л.А. Бабушкина
Технический редактор М.Л. Гофман
Корректор А.В. Келле-Пелле

ИБ № 45003

Подписано к печати 24.07.92. Формат 60 x 90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Усл.печ.л. 6.00.
Усл.кр.-отт. 6.30. Уч.-изд.л. 5.11. Тираж 520.
Тип. зак. № 2190. С 183.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Наука“.
С.-Петербургское отделение.
199034, С.-Петербург, В-34, Менделеевская лин., 1.

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография
издательства „Наука“.
199034, С.-Петербург, В-34, 9 лин., 12.

Б 1903040100-574 447-92, I полугодие © Коллектив авторов,
042(02)-92 1992

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ

им. И.Д. Папанина

АВТОР

ПРЕДСТАВЛЯ

ИНВ. № 370387

© Редакционная подго-
товка - издательство
„Наука“, 1992

Л.Г. Корнева

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

The investigations were carried out on the basis of the two reservoirs with different trophic status of the Upper Volga basin. It was found that the increase of reservoirs trophity causes the increase not only of a number of peaks in the seasonal dynamics of phytoplankton biomass, but the increase of the degree of seasonal variability of ecologocenotic indices of biocenotic diversity and the character algocenosis domination as well.

Известно, что содержание основного фотосинтетического пигмента хлорофилла „а“ (маркера степени трофии вод) в фитопланктоне может свидетельствовать о переходе Рыбинского водохранилища в стадию эвтрофии [7]. Однако относительная стабильность многолетних величин средневегетационной биомассы фитопланктона не подтверждает подобных выводов [4]. Данное противоречие наводит на мысль, что в рамках биологического мониторинга необходимо более детальное изучение различных структурных характеристик планктонных сообществ. Процесс эвтрофирования непременно должен отразиться на эколого-ценологических показателях фитопланктона.

В связи с этим нами на основании соотношения индикаторных таксонов был проведен сапробиологический анализ качества воды всех 4 плесов Рыбинского водохранилища. Данные получены по материалам, собранным в 1981 г. в 12 рейсах на 12 станциях из верхнего 2-метрового слоя воды. В свое время подобные сведения были опубликованы для Главного и Волжского плесов водохранилища, они завершались оценками сапробности, относящимися к середине 70-х годов [6,8]. До сих пор вне внимания специалистов оставалось санитарное состояние Моложского и Шекснинского плесов. Для оценки качества воды использовали общепринятый индекс сапробности Пантле-Букка [16]. Индикаторную значимость отдельных таксонов определяли по спискам, предложенным Сладечком [16] и Веглом [18].

По средневегетационным значениям индексов, рассчитанным для численности (S_N) и биомассы (S_B)

таксонов, заметной разницы в уровне сапробности различных плесов не наблюдалось:

Плес	S_N	S_B
Главный	2.10 ± 0.14	2.05 ± 0.14
Волжский	2.01 ± 0.12	1.97 ± 0.01
Шекснинский	2.04 ± 0.10	1.93 ± 0.11
Моложский	2.02 ± 0.13	1.88 ± 0.12

Их величины позволяют отнести все водохранилище в целом и его отдельные участки по-прежнему к β -мезосапробному классу вод. Индексы S_N и S_B очень близки, особенно для Главного и Волжского плесов (коэффициенты корреляции 0.9 и 0.8 соответственно). Данные, полученные для Моложского и Шекснинского плесов, менее скоррелированы ($r = 0.7$ и 0.5).

Существенная разница по степени сапробности между различными участками водохранилища отмечалась только весной (май—начало июня), что можно рассматривать как ответную реакцию на интенсивное поступление с водосбора органических веществ во время весеннего половодья. Наибольшие значения индекса в этот период получены для вод Главного плеса (2.5 ± 0.07), что соответствует α - β -мезосапробной зоне, наименьшие — для Моложского (2.18 ± 0.05). В период летнего минимума сезонной динамики сапробности самые низкие ее значения характерны также для Моложского плеса (1.6).

Регрессионный анализ данных, полученных предыдущими исследователями [6] для Главного плеса, с учетом наших результатов свидетельствует о достоверном увеличении индекса Пантле-Букка (рис. 1). Поскольку максимальные значения сапробности наблюдаются весной и определяются главным образом α -мезосапробными мелкоклеточными видами из рода *Stephanodiscus*, нарастание индекса в течение ряда лет является опосредованным доказательством увеличения доли численности и биомассы этих форм. Сделана попытка охарактеризовать состояние водохранилища по уровню биоценотического разнообразия фитопланктона, оцененного индексом Шеннона-Уивера [14]. По средневегетационным значениям этого показателя достоверно различался только фитопланктон Шекснинского плеса (2.95 ± 0.12). На остальных участках величина индекса не превышала (2.20 ± 0.11)–(2.30 ± 0.18). По данным японских исследователей, полученным для 23 пресных озер, этот индекс в мезотрофных и слабозвтрофных водах принимал

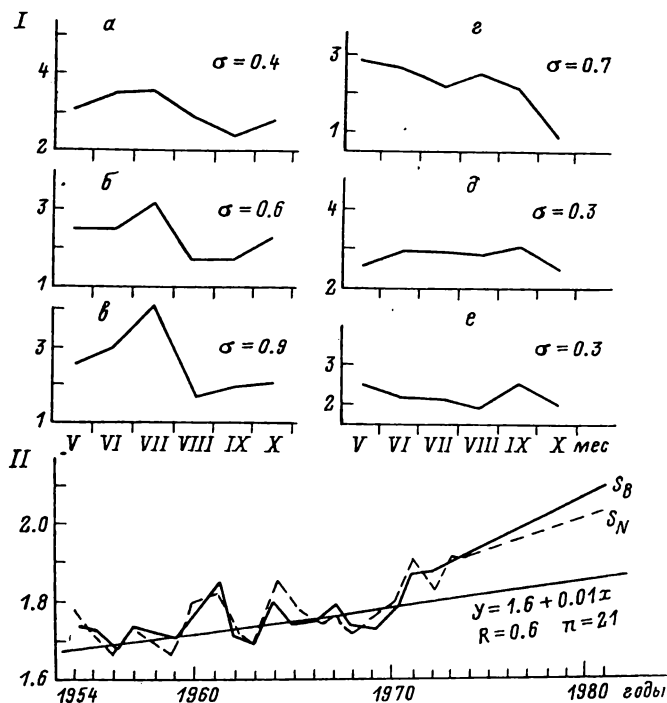


Рис. 1. Динамика индексов биотического разнообразия фитопланктона плесов Шекснинского и Рыбинского водохранилищ (I) и сапробности Главного плеса Рыбинского водохранилища (II).

Плеса Рыбинского водохранилища: а — Шекснинский, б — Главный, в — Волжский, г — Моложский; плеса Шекснинского водохранилища: д — Шекснинский, е — Белозерский.

максимальные значения до 2.5, иногда до 3.0–3.7. При усилении эвтрофирования значения этого показателя снижались до 1 и ниже [15]. Основываясь на полученных результатах, воды всех плесов Рыбинского водохранилища можно классифицировать как мезотрофно-эвтрофные. Причем Шекснинский плес в сравнении с другими участками находится на самой высокой ступени трофии.

Сходные величины индекса были свойственны и фитопланктону расположенного рядом Шекснинского водохранилища (2.26 ± 0.10)–(2.87 ± 0.15), приведенного в качестве примера мезотрофного водоема. Однако, судя по среднеквадратическому отклонению, сезонная вариабельность индексов, характерных для

альгоценозов Рыбинского водохранилища, выше таковой фитопланктона Шекснинского (рис. 1). Очевидно, при типизации вод степень сезонной изменчивости этой характеристики более симптоматична, чем ее абсолютные значения. Наши доводы вполне согласуются с мнением Мине (Mihnea) [13], проводившей наблюдения в эвтрофной зоне Черного моря. Автор считает проявлением эвтрофирования значительное колебание индексов разнообразия, т.е. увеличение дисперсии этого показателя.

Как известно, признаком нарастающего эвтрофирования является увеличение пиков в сезонной динамике биомассы фитопланктона [9-12, 17]. Для сезонных изменений биомассы автотрофного планктона Шекснинского водохранилища, обусловленных развитием диатомовых водорослей, характерно постепенное ее нарастание к осени [2, 3, 5]. Относительная стабильность доминирующего состава водорослей обеспечивается постоянным присутствием в планктоне *Stephanodiscus rotula* (Kütz.) Hendey [Syn.: *S. astraea* (Ehr.) Grun.] и *Aulacosira islandica* (O. Müll.) Sim.

Сезонная динамика биомассы фитопланктона Рыбинского водохранилища более вариабельна и определяется как диатомовыми, так и синезелеными водорослями [4]. При этом наибольшие структурные перестройки в альгоценозах наблюдаются весной. Весенний максимум поддерживается быстрой сменой *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cleve et Möller, *Aulacosira islandica*, *A. subarctica* (O. Müll.) Hantzsch. [Syn.: *Melosira italica* subsp. *subarctica* O. Müll.], *Asterionella formosa* Hass. и *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag. Ускорение чередования доминантов, вызывающее увеличение степени колебания биомассы, характерно для мелководной зоны водохранилища [1], в которой происходит трансформация питательных веществ, поступающих с водосбора. Вероятно, и нарастание видовых осцилляций в весенних альгоценозах — естественная реакция фитопланктона на интенсивное поступление в этот период питательных веществ. На увеличение темпов структурных изменений в весенних сообществах по сравнению с летними указывали Джесби и Голдмен (Gassby, Goldman, 1974, цит. по: [14]). Обогащение водоема в летний период биогенными элементами также способствовало искусственному увеличению скорости сезонной сукцессии водорослей.

Нами был проведен анализ сезонной вариабельности еще одного структурного показателя фитопланктона — кривых рангового распределения, дающих пред-

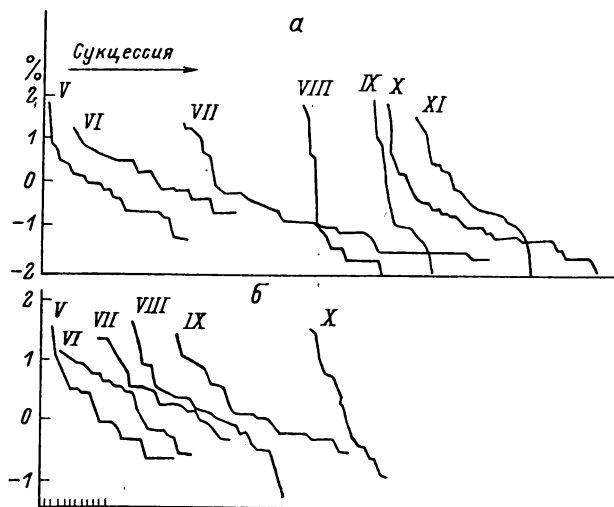


Рис. 2. Кривые ранговых распределений численности фитопланктона Рыбинского (а) и Шекснинского (б) водохранилищ.

По оси ординат — ранги расположения видов в сообществах по мере убывания их численности (\lg относительного обилия видов, % от общей численности).

ставление о характере доминирования в альгоценозах. Получены 3 типа кривых, соответствующих 3 моделям — экспоненциальной, гиперболической и смешанной [4]. Наибольшая частота сменяемости характера кривых в ходе сезонной сукцессии наблюдалась у сообществ фитопланктона Рыбинского водохранилища. Альгоценозам Шекснинского свойственна в основном одна форма распределения (рис. 2).

Таким образом, повышение уровня трофии водохранилищ вызывает не только нарастание числа пиков в сезонной динамике биомассы фитопланктона, но и увеличение степени сезонной variability биоценотического разнообразия и характера доминирования альгоценозов. В свою очередь в Рыбинском водохранилище, несмотря на относительную стабильность средневегетационных величин биомассы фитопланктона, рост сапробности вод центрального плеса, а также высокая степень сезонной изменчивости эколого-ценотических показателей свидетельствуют об усилении антропогенного эвтрофирования этого водоема.

Литература

1. Корнева Л.Г. Планктонные альгоценозы побережья Рыбинского водохранилища // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.
2. Корнева Л.Г. Фитопланктон Шекснинского водохранилища // Проблемы рыбохозяйственных исследований водоемов Северо-Запада европейской части СССР. Петрозаводск, 1984.
3. Корнева Л.Г. Фитопланктон Белого озера // Проблемы исследования крупных озер СССР. Л., 1985.
4. Корнева Л.Г. Структура и функционирование фитопланктона водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1989.
5. Кузьмин Г.В. Фитопланктон оз. Белого и р. Шексны // Гидробиол. журн. 1966. Т. 2, № 5.
6. Кузьмин Г.В., Охалкин А.Г., Ильинский А.Л. Фитопланктон как индикатор сапробности вод Главного плеса Рыбинского водохранилища // Биология низших организмов. Рыбинск, 1978.
7. Минеева Н.М. Закономерности формирования первичной продукции фитопланктона водоемов различного типа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1987.
8. Охалкин А.Г., Кузьмин Г.В. Оценка сапробности Волжского плеса Рыбинского водохранилища по фитопланктону // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1978. № 38.
9. Трифонова И.С. Характеристика изменений гидробиоценозов в экосистеме озера // Эвтрофирование мезотрофного озера. Л., 1980.
10. Трифонова И.С., Станиславская Е.В. Многолетняя изменчивость структуры и продуктивности фитопланктона // Методические аспекты лимнологического мониторинга. Л., 1988.
11. Davis C. Evidence of eutrophication of Lake Erie from phytoplankton records // Limnol. and Oceanogr. 1964. Vol. 9, N 1.
12. Lund J.W.G. Eutrophication // Proc. Roy. Entomol. Soc. London B. 1972. Vol. 180.
13. Mihnea P.E. The phytoplankton diversity and evenness indices in an eutrophicated sea area // Rapp. et proc.-verb. réun. Commis int explor. sci. Mer mediterr. Monaco. 1986. Vol. 30, N 2.
14. (Odum Yu.) Одум Ю. Основы экологии. М., 1975.
15. Ogawa Y., Ichimura S. Phytoplankton diversity in inland waters of different trophic status

- # Рикусуйгаку дзасси, Jap. J. Limnol. 1984. Vol. 45, N 3.
16. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of View // Arch. Hydrob. 1973. Beih. 7: Ergeb. Limnol. N. 7.
 17. Sommer U. The periodicity of phytoplankton in Lake Constance (Bodensee) in comparison to other deep lakes of central Europe // Hydrobiologia. 1986. Vol. 138.
 18. Wegl R. Index für die Limnolosaprobität // Wasser- und Abwasser-Forsch. 1983. Bd 26.

Институт биологии
внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН

УДК 581.132 + 574.583 : 581

С.В. Скрипкина

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПОЗИЦИИ НА СКОРОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

In flood-lands reservoirs of the Lower Ob (65° NL) the intensity of phytoplankton photosynthesis was investigated with the help of oxygen modification of the bottle method. It was found to decrease 1.5 and 5 times with the increase of the incubation period of bottles from 2 up to 6 and 24 hs. The results of 2 hours exposition were obtained to be 1.8, 1.5 and 2.7 times as less as compared with 4, 6 and 24 hours exposition.

В гидробиологической практике широко используется кислородная модификация скляночного метода определения первичной продукции фитопланктона [1]. Один из дискуссионных вопросов — продолжительность экспозиции склянок в опытах. Обычно их экспонируют в водоеме в течение суток. За последнее время накопился ряд сообщений о применении кратковременных экспозиций. В отдельных работах рекомендуется экспонировать склянки в течение половины (1-й или 2-й) светового дня, а полученный результат переводить в дневную продукцию простым удвоением [1,4,6]. Однако в литературе встречаются сведения о несимметричности кривой суточного хода фотосинтеза [3,5,7,8]. В большинстве случаев первичная продукция, создаваемая в первую половину дня, больше, чем во вторую.

Исследователи применяют периоды экспонирования от 10 до 1 ч. В случае кратковременных экспозиций первичную продукцию за сутки рассчитывают суммированием результатов отдельных определений. Результаты, получаемые при разной продолжительности экспозиции склянок, заметно различаются, что приводит к несовпадению оценок продуктивности водоемов. Сомнение в правильности оценки продукции и деструкции подтверждается примерами дисбаланса в водоемах [2].

Цель настоящей работы — сравнение скорости фотосинтеза в водоемах высоких широт в условиях большой продолжительности светового дня при разной экспозиции склянок в опытах. Опыты проводили в июне—сентябре 1987 г. в пойменных водоемах бассейна Нижней Оби, расположенных на 65° с.ш. Продукцию определяли скляночным методом в кислородной модификации [1]. Склянки (100 мл) заполняли водой с поверхностного горизонта и экспонировали в водоеме в течение 2, 4, 6 и 24 ч. Данные по величине солнечной радиации были получены на метеостанции г. Салехарда, расположенной в 90 км от места проведения экспериментов.

Результаты определений интенсивности фотосинтеза в поверхностном слое воды, полученные при разной продолжительности экспонирования склянок, представлены в табл. 1. Скорость фотосинтеза за 1 ч рассчитывали как отношение ее средней величины за время экспозиции к продолжительности инкубирования склянки. При 2-часовых экспозициях средняя величина фотосинтеза в поверхностном слое воды достоверно отличалась от зарегистрированной при 6- и 24-часовых экспозициях ($p < 0.05$), а при 4- и 2-часовых ее значения достоверно не различались. При

Таблица 1

Интенсивность фотосинтеза
при разной продолжительности экспозиции склянок

Продолжительность экспозиции, ч	Число измерений	Фотосинтез, мг O_2 /л	
		за время экспозиции	в среднем за 1 ч
2	55	0.33 ± 0.03	0.17
4	25	0.32 ± 0.07	0.08
6	61	0.59 ± 0.05	0.10
24	25	1.18 ± 0.15	0.04

Суточное изменение интенсивности фотосинтеза (по результатам 2-часовых экспозиций)

Продолжи- тельность светового дня, ч	Суммарная солнечная радиация, МДж/(м ² ·100)	Солнечное время постановки опытов, ч											
		5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	21-23	23-1	1-3	3-5
24	2584	$\frac{0.24}{8}$	$\frac{0.31}{8}$	$\frac{0.39}{10}$	$\frac{0.38}{10}$	$\frac{0.31}{8}$	$\frac{0.36}{9}$	$\frac{0.49}{12}$	$\frac{0.22}{6}$	$\frac{0.31}{8}$	$\frac{0.39}{10}$	$\frac{0.32}{8}$	$\frac{0.21}{5}$
22	2771	$\frac{0.04}{1}$	$\frac{0.17}{5}$	$\frac{0.28}{9}$	$\frac{0.35}{11}$	$\frac{0.16}{5}$	$\frac{0.38}{12}$	$\frac{0.58}{18}$	$\frac{0.39}{12}$	$\frac{0.54}{17}$	$\frac{0.14}{4}$	$\frac{0.16}{4}$	$\frac{0.0}{0}$
17	1458	$\frac{0.12}{3}$	$\frac{0.31}{8}$	$\frac{0.45}{12}$	$\frac{0.60}{16}$	$\frac{0.27}{7}$	$\frac{0.72}{19}$	$\frac{0.44}{12}$	$\frac{0.45}{12}$	$\frac{0.45}{12}$	$\frac{0.0}{0}$	$\frac{0.0}{0}$	$\frac{0.0}{0}$
16	881	$\frac{0.02}{0}$	$\frac{0.19}{4}$	$\frac{0.47}{9}$	$\frac{0.77}{14}$	$\frac{1.02}{20}$	$\frac{1.14}{22}$	$\frac{0.98}{19}$	$\frac{0.41}{8}$	$\frac{0.16}{3}$	$\frac{0.0}{0}$	$\frac{0.0}{0}$	$\frac{0.0}{0}$
15	606	$\frac{0.15}{6}$	$\frac{0.40}{16}$	$\frac{0.52}{21}$	$\frac{0.34}{14}$	$\frac{0.28}{11}$	$\frac{0.34}{14}$	$\frac{0.14}{6}$	$\frac{0.17}{7}$	$\frac{0.17}{7}$	$\frac{0.0}{0}$	$\frac{0.0}{0}$	$\frac{0.0}{0}$
Средняя скорость фотосин- теза		$\frac{0.11}{3}$	$\frac{0.28}{8}$	$\frac{0.42}{12}$	$\frac{0.49}{13}$	$\frac{0.41}{10}$	$\frac{0.59}{15}$	$\frac{0.53}{14}$	$\frac{0.33}{9}$	$\frac{0.33}{9}$	$\frac{0.11}{3}$	$\frac{0.10}{3}$	$\frac{0.04}{1}$

Примечание. Здесь и в табл. 3 цифры над чертой — скорость фотосинтеза, мг O_2 /(м²·ч) [в табл. 3 — мг O_2 /(м²·6 ч)]; под чертой — % от суточной величины фотосинтеза.

увеличении продолжительности экспонирования с 2 до 4 ч средняя скорость фотосинтеза за 1 ч снижалась в 1.5, а при возрастании времени инкубирования до 24 ч — в 4 раза.

Выбор продолжительности экспозиции склянок тесно связан с изменением интенсивности фотосинтеза на протяжении светового дня. Суточная динамика этого процесса по результатам 2-часовых экспозиций свидетельствует о его неравномерности в течение данного периода. В условиях полярного дня фотосинтез в поверхностном слое воды в течение суток не прерывается. Его величина при 2-часовых экспозициях варьирует в пределах 5–12 %. С уменьшением суммарной радиации, связанной с сокращением продолжительности светового дня, интервал значений фотосинтеза увеличивается (3–22 %) (табл. 2), что указывает на возможность ошибки при расчете величин суточного фотосинтеза по данным единичной 2-

Таблица 3

Суточная динамика интенсивности фотосинтеза
(по результатам 6-часовых экспозиций)

Продолжительность светового дня, ч	Суммарная солнечная радиация, МДж/(м ² ·100)	Солнечное время постановки опытов, ч			
		7–13	13–19	19–1	1–7
24	2584	$\frac{0.93}{36}$	$\frac{0.87}{26}$	$\frac{0.53}{21}$	$\frac{0.46}{18}$
22	2771	$\frac{0.40}{22}$	$\frac{0.62}{33}$	$\frac{0.23}{12}$	$\frac{0.62}{33}$
19	1915	$\frac{0.69}{33}$	$\frac{0.77}{37}$	$\frac{0.52}{25}$	$\frac{0.10}{5}$
17	1458	$\frac{0.45}{22}$	$\frac{1.07}{52}$	$\frac{0.45}{22}$	$\frac{0.09}{4}$
15	606	$\frac{0.45}{24}$	$\frac{0.75}{41}$	$\frac{0.55}{30}$	$\frac{0.09}{5}$
14	752	$\frac{1.35}{63}$	$\frac{0.45}{21}$	$\frac{0.25}{12}$	$\frac{0.09}{4}$
Средняя скорость фотосинтеза		$\frac{0.71}{33}$	$\frac{0.72}{35}$	$\frac{0.42}{20}$	$\frac{0.24}{12}$

часовой экспозиции в сторону занижения в 2-4 или завышения в 1.5-1.8 раза.

Судя по результатам 6-часовых экспозиций, в большинстве случаев интенсивность фотосинтеза максимальна с 13 до 19 ч (26-52 %) (табл. 3). С уменьшением продолжительности светового дня доля фотосинтеза, определяемого за этот отрезок времени, в суточной величине возрастает. Из-за разной интенсивности фотосинтеза в течение светлого времени суток разовое измерение его скорости при 6-часовой экспозиции не дает возможности правильно вычислить ее суточную величину при помощи простого удвоения, утроения и т.д. Судя по средним величинам фотосинтеза при 2-, 4- и 6-часовых экспозициях, в первую половину светового дня интенсивность фотосинтеза ниже, чем во вторую.

Скорость фотосинтеза, полученная суммированием результатов последовательных кратковременных $2(A_{\text{пов}2})$ -, $4(A_{\text{пов}4})$ - и $6(A_{\text{пов}6})$ -часовых измерений, колебалась соответственно от 0.67 до 5.16, от 0.8 до 3.29 и от 0.45 до 3.5 мг O_2 /(л·сут). Значения

$A_{\text{пов}4}$ и $A_{\text{пов}6}$ достоверно различались ($p < 0.1$) на 10 %-ном, а остальные суточные скорости фотосинтеза — на 5 %-ном уровне значимости. При суммировании результатов 2-часовых экспозиций эти величины достигают наибольших значений: $A_{\text{пов}2}$ превышает $A_{\text{пов}4}$, $A_{\text{пов}6}$ и $A_{\text{пов}24}$ соответственно в 1.8, 1.5, 2.7 раза.

Полученные данные дают основание предполагать, что методика расчета первичной продукции, основанная на результатах определения фотосинтеза при 24- или 12-часовой экспозициях, может весьма существенно искажать оценку реальной величины первичной продукции в водоемах высоких широт.

Литература

1. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.
2. Константинов А.С. О критериях оценки состояния пресноводных экосистем в условиях комплексного использования водоемов // Гидробиол. журн. 1983. Т. 19, № 1.
3. Романюк В.И., Кудрявцев В.М. Суточная динамика продукции органического вещества фитопланктоном в Рыбинском водохранилище // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1970. № 7.

4. Сорокин Ю.И. Первичная продукция // Общая экология. Биоценология. Гидробиология. М., 1973. Т.1.
5. Стельмах Л.В. Суточные изменения скорости фотосинтеза фитопланктона в открытых районах Атлантического океана // Экология моря. 1987. Вып. 26.
6. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М., 1979.
7. Шуляковский Ю.А. О суточной динамике фотосинтеза планктонных водорослей в восточной части Атлантического сектора Южного океана в январе—апреле 1981 г. // Комплексное изучение биопродуктивности вод Южного океана. М., 1985. Т. 2.
8. Щербак В.И. Изучение суточной динамики образования первичной продукции фитопланктона // Гидробиологические исследования водоемов юго-западной части СССР. Киев, 1982.

Всероссийский научно-исследовательский институт прудового и рыбного хозяйства

УДК 582.26 + 581.9

С.И.Генкал, Н.Л.Королева,
И.И.Попченко, Т.Н.Буркова

ПЕРВАЯ НАХОДКА *ACTINOCYCLUS VARIABILIS* В ВОЛГЕ

The data on morphology and ecology of the representative of a new for the Volga river genus *Actinocyclus variabilis* are reported.

Численность *Actinocyclus variabilis* в Куйбышевском водохранилище (20-21 августа 1988 г.)

Станция	Глубина станции, м	Прозрач- ность по дису Секки, см	Темпера- тура, °С	pH	Числен- ность, млн кл./л
Лаишево	23	80	19.6	7.9	0.37
Тетюши	23	110	19.8	8.1	0.20
Ундоры	17	110	20.4	8.0	0.74
Ульяновск	8	160	20.0	7.8	0.04

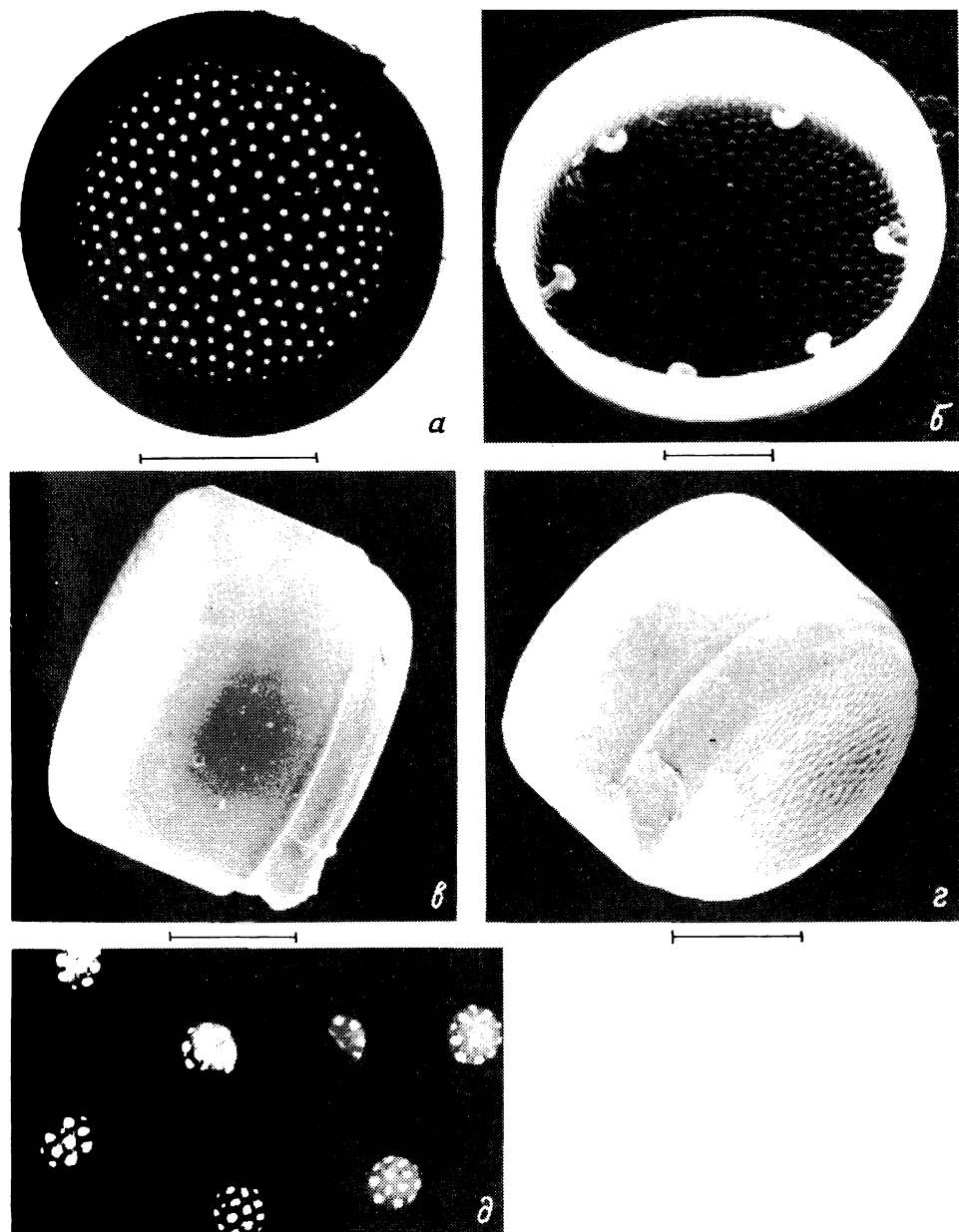


Рис. 1. Электронные микрофотографии *Actinocyclus variabilis* (Makar.) Makar.

а — створка; б — внутренняя поверхность створки с щелевидными выростами; в, г — панцирь со стороны створок; д — строение ареол. а, д — ТЭМ; б-г — СЭМ. Масштаб соответствует 1 мкм (д) и 10 мкм (а-г).

При изучении диатомовых водорослей планктона Каспийского моря был описан новый солоноватоводный эвригалинный и эвритермный неритический вид из рода *Thalassiosira* — *T. variabilis* Makar. [1]. Позднее этот таксон на основе электронно-микроскопического изучения был переведен в род *Actinocyclus* [3]. Отличительными признаками данного

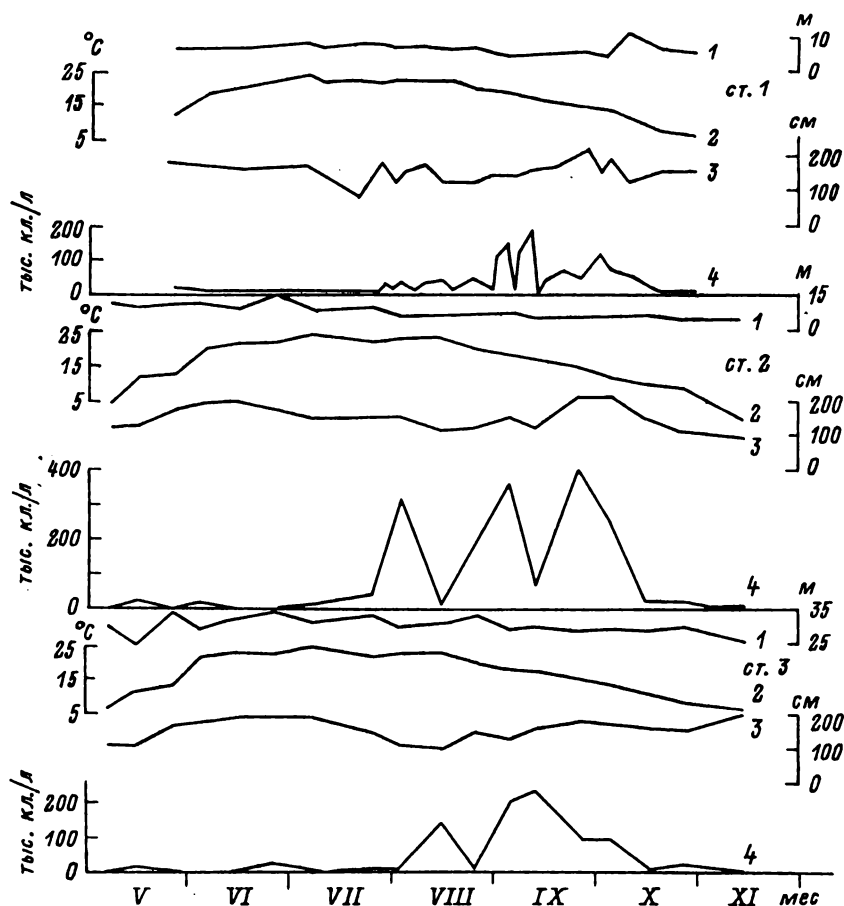


Рис. 2. Сезонная динамика численности *Actinocyclus variabilis* (4, тыс. кл./л), прозрачности воды (3, см), глубины станции (1, м) и температуры воды (2, °C) на Куйбышевском водохранилище в 1989 г.

Станции 1 и 2 — пойменная часть приплотинного плеса, ст. 3 — русловая его часть. Численность определяли из интегрированных (ст. 1) и поверхностных (ст. 2, 3) проб.

рода являются кольцо щелевидных выростов по краю створки, наличие локулярных ареол, закрытых на наружной поверхности ситовидным велумом, и ложного узелка в прикраевой зоне створки.

Нами *Actinocyclus variabilis* (Makar.) Makar.* был найден при изучении материалов 1988-1989 гг. из Куйбышевского водохранилища (см. таблицу, рис. 1, 2). Клетки имели диаметр 20-57.5 мкм, число ареол в 10 мкм 7-11, щелевидных выростов на створке 7-10. Ложный узелок отсутствовал, что наблюдается у отдельных представителей этого рода [2].

По нашим данным, вид наиболее обилен в августе—сентябре при температуре воды 15-20 °С в широком диапазоне прозрачности ее при pH 7.8-9.3.

Литература

1. Макарова И.В. Новые представители рода *Thalassiosira* из Каспийского моря // Ботан. матер. Отд. спор. раст. БИН АН СССР. 1959. Т. 12.
2. Макарова И.В. Новый вид рода *Actinocyclus* из планктона Каспийского моря // Ботан. матер. Отд. спор. раст. БИН АН СССР. 1959. Т. 12.
3. Макарова И.В. Новые таксономические комбинации в роде *Actinocyclus* Ehr. (*Bacillariophyta*) // Новости сист. низш. раст. 1985. Т. 22.

Институт биологии внутренних вод

им. И.Д. Папанина РАН

Институт экологии Волжского бассейна РАН

УДК 574.587(285.2) : 591

Г.Х. Щербина

МАКРОЗООБЕНТОС ОТКРЫТОГО МЕЛКОВОДЬЯ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.

1. ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

In the open shallows of the Rybinsk reservoir there were discovered 129 species in macrozoobenthos during the period from May 1985 to May 1986. Chironomids (53 species), oligochaetes (36) and

* Мы приносим свою благодарность И.В. Макаровой за консультации по идентификации водоросли.

molluscs (21) are the most representative. Three zones are distinguished according to the number of species, a magnitude of the dominating index and species similarity. Each zone has a corresponding biocenoses.

Мелководная зона Рыбинского водохранилища занимает участки с глубинами до 5 м [3] и составляет около 50 % площади дна. Почти вся эта зона (95 % площади) представлена песчаными отмелями, подверженными волновому воздействию и практически лишенными зарослей [3]. Донная фауна Рыбинского водохранилища изучается более 40 лет, однако открытое мелководье исследовалось недостаточно. Подавляющее большинство работ посвящено описанию защищенного побережья и зоны зарослей, на долю которых приходится всего около 1 % общей площади водохранилища [2].

Наиболее подробно открытое мелководье исследовалось в 1951–1952 и 1971–1972 гг. Фауна его формировалась постепенно. В начале 50-х годов бентос песчаных грунтов был представлен единичными особями хирономид, олигохет и пиявок, дающих в сумме очень низкую биомассу — $0.1-0.2 \text{ г/м}^2$ [3]. В начале 70-х годов фауна этого биотопа стала значительно разнообразнее (19 видов олигохет, 21 — хирономид и 9 — моллюсков) и обильнее — в среднем 3.45 г/м^2 [4]. К сожалению, авторы вышеперечисленных работ указывают только доминирующие виды и не приводят весь список обнаруженных организмов. Исследования велись спорадически, а не в течение всего сезона, что не позволило полностью выявить видовой состав.

В связи с этим нами были проведены круглогодичные (с мая 1985 по май 1986 г.) наблюдения за макрозообентосом открытого мелководья Рыбинского водохранилища. Район исследований находится в 3 км от северной оконечности о-ва Хохотка. Материал собирали на 10 станциях, расположенных на глубинах от 0.5 до 5 м, т.е. через каждые 0.5 м. В процессе изменения уровня воды в водохранилище менялась и глубина на самих станциях. По мере его сработки число станций постепенно сокращалось. Станция 1 была осушена в конце августа, ст. 2 — в сентябре, ст. 3 — в начале октября, ст. 4 — в декабре и ст. 5 — в первых числах марта. Остальные 5 станций не осушались. Во 2-й половине апреля 1986 г. все осушенные станции были вновь затоплены и отбор проб на них был возобновлен. С апреля по август

пробы макрозообентоса собирали 2 раза, в остальной период — один раз в месяц.

На станциях 1-5 пробы отбирали трубчатым дночерпателем Мордухай-Болтовского с диаметром трубки 7 см (по 5 выемок на каждой станции). На остальных 5 станциях — дночерпателем ДАК-100 с площадью захвата 0.01 м² (по 3 выемки). Грунт промывали через сито из газа № 32. Организмы из остатков грунта выбирали живыми, моллюсков фиксировали в 70 %-ном спирте, а остальных беспозвоночных — в 8 %-ном формалине и после их 3-месячной выдержки приступали к камеральной обработке. Для выделения на каждой станции доминирующих видов рассчитывали индекс плотности по формуле $\sqrt[3]{P \cdot B \cdot N}$ [1] в следующей модификации: биомассу (B), численность (N) и частоту встречаемости (P) выражали в процентах. Для выявления степени сходства видового состава между отдельными станциями был применен коэффициент видового сходства Чекановского-Серенсена. В настоящей работе представлены материалы только по видовому составу и его распределению по глубинам.

За период исследований в макрозообентосе мелководной зоны Волжского плеса было обнаружено 129 видов и форм; 56 видов (43 %) встречались 1-2 раза и являются случайными или редкими (табл. 1); 26 (20 %) — на различных станциях имели частоту встречаемости 50 % и более. Причем с увеличением глубины их число возрастало с 4 на ст. 1, 2 до 19 на ст. 9 (табл. 1). По числу обнаруженных видов наиболее широко представлены хирономиды, олигохеты и моллюски — 53, 36 и 21 вид соответственно. Остальные группы донных беспозвоночных менее разнообразны, а на некоторых станциях (2, 4) отмечены только представители 3 вышеперечисленных групп. Минимальное число видов (21) отмечено на ст. 2, а максимальное (71) — на ст. 9 (табл. 1, 2).

Относительное богатство видового состава на ст. 1 по сравнению со ст. 2 связано с присутствием здесь некоторых фитофильных форм (личинки двукрылых, наидид и т.д.), смываемых с частично затопленных кустарников, которые расположены в 10 м от места отбора проб. В целом с увеличением глубины общее количество обнаруженных видов существенно возрастает, но начиная со ст. 6 изменения становятся незначительными. По классификации Ф.Д. Мордухай-Волтовского [3], мелководная зона делится на прибрежную (ПЗ, до 3 м), обсыхающую каждый год, и область временного затопления с глубинами 3-5 м, осушение которой происходит не ежегодно и наблюдается в течение короткого периода. Считаем целесо-

Таблица 1

**Видовой состав и частота встречаемости (%)
организмов макрозообентоса
открытого мелководья**

Вид	Станция									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Mollusca</i>										
<i>Viviparus viviparus</i> (L.)	0	0	0	0	0	7	7	7	13	13
<i>Valvata ambigua</i> (West.)	0	0	0	0	0	7	7	7	0	13
<i>V. depressa</i> C. Pfeiffer	0	0	0	0	0	7	13	20	20	13
<i>V. piscinalis</i> (Müller)	0	0	0	0	0	47	60	53	80	67
<i>V. pulchella</i> Studer	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0
<i>Unio tumidus</i> Philipsson	0	0	0	0	0	0	7	0	7	7
<i>Anadonta piscinalis</i> Nilas	0	0	0	0	7	7	13	7	7	0
<i>Sphaerium nitidum</i> (Clessin in Westerlund)	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7
<i>Amesoda solida</i> (Normand)	0	0	0	8	0	7	33	53	53	27
<i>Pisidium amnicum</i> (O.F. Müller)	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7
<i>P. inflatum</i> (Muhlfield in Porro)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Euglesa</i> sp.	20	0	0	15	29	27	40	87	93	80
<i>E. nitida</i> (Jenyns)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>E. henslowana</i> (Sheppard)	0	20	46	54	86	100	100	100	93	67
<i>Neopisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	20	13	13
<i>N. conventus</i> (Clessin)	0	0	0	0	7	7	0	13	7	7
<i>N. moitessierianum</i> (Paldilhe)	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0

Таблица 1 (продолжение)

Вид	Станция									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>N. tenuilineatum</i> (Stelf.)	0	0	0	0	0	7	7	7	13	0
<i>N. trigonum</i> (Locard)	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
<i>N. torquatum</i> (Stelfox)	0	0	0	31	100	100	87	87	87	53
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pall.)	0	0	0	0	14	20	27	20	40	47
<i>Oligochaeta</i>										
<i>Stylaria lacustris</i> (L.)	20	10	0	0	0	7	0	0	7	7
<i>Arcteonais lomondi</i> (Martin)	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Slavina appendiculata</i> (Udekem)	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
<i>Nais</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>N. communis</i> Piguet	10	0	9	0	0	13	0	20	20	0
<i>N. barbata</i> O.F. Müller	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>N. elinguis</i> O.F. Müller	10	10	18	23	7	0	0	0	0	0
<i>N. simplex</i> Piguet	20	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>N. variabilis</i> Piguet	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7
<i>Specaria josi-nae</i> (Vejdovsky)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>Piguetiella blanci</i> (Piguet)	0	0	0	8	0	0	0	13	0	0
<i>Haemonais waldvogeli</i> Bretscher	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Uncinaxis uncinata</i> (Oersted)	50	20	46	7	21	40	27	40	20	7
<i>Amphichaeta leydigii</i> Tauber	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0
<i>Chaetogaster diaphanus</i> (Gruith.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7

Таблица 1 (продолжение)

Вид	Станция									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Pristina aequi-</i> <i>iseta</i> Bourne	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
<i>P. bilobata</i> (Bretscher)	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0
<i>Aulodrilus</i> <i>pluriseta</i> (Piguet)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>A. pigueti</i> Ko- valevsky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Isochaetides</i> <i>michaelseni</i> (Lastockin)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>I. newaensis</i> (Michaelsen)	0	0	9	15	7	47	87	100	100	67
<i>Limnodrilus</i> sp. (молодь)	0	0	18	31	43	7	40	40	7	20
<i>L. helveticus</i> Piguet	10	0	18	0	14	13	0	7	0	7
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparède	0	0	0	0	0	53	40	60	93	80
<i>L. claparedeanus</i> Ratzel	0	0	0	0	0	20	13	7	0	7
<i>L. udekemianus</i> Claparède	0	0	0	0	0	7	7	0	7	0
<i>Potamothrix</i> <i>hammoniensis</i> (Mich.)	0	0	0	0	0	13	13	7	0	27
<i>P. moldaviensis</i> (Vejdovsky et Mrazek)	0	0	9	0	0	7	7	27	27	33
<i>Psammoryctides</i> <i>albicola</i> (Mich.)	0	0	9	0	21	47	20	73	67	87
<i>P. barbatus</i> (Grube)	0	0	0	8	7	20	47	80	100	80
<i>Tubifex tubi-</i> <i>fex</i> (O.F.Mül- ler)	0	0	0	0	0	7	7	0	7	7
<i>T. smirnovi</i> Lastockin	0	10	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>Peloscolex fe-</i> <i>rox</i> (Eisen)	0	10	9	8	50	13	47	20	40	40
<i>Enchytreus</i> sp.	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 1 (продолжение)

Вид	Станция									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F.Müller)	10	0	0	0	0	0	13	0	0	7
<i>Hirudinea</i>										
<i>Glossiphonia complanata</i> (Rathke)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>G. concolor</i> (Apathy)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)	0	0	0	0	0	0	7	27	20	13
<i>Caspiobdella fadejewi</i> (Epstein)	0	0	18	0	0	7	0	13	13	0
<i>Piscicola geometra</i> (L.)	0	0	0	0	7	0	27	20	7	0
<i>P. fasciata</i> Kollar	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	20
<i>E. nigricolis</i> (Brandes)	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
<i>Trichoptera</i>										
<i>Cyrnus flavidus</i> McLach.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oecetis ochracea</i> Curt.	20	0	9	0	0	20	7	7	20	0
<i>Athripsodes cinereus</i> Cert.	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0
<i>Lepidoptera</i>										
<i>Acentropus niveus</i> Oliv.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diptera</i>										
<i>Sapedon</i> sp.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bezia bicolor</i> (Mg.)	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. nigrita</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Clastrier</i>										
<i>Culicoides</i> sp.	10	0	0	0	0	0	7	7	0	0

Таблица 1 (продолжение)

Вид	Станция									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Palpomyia rufipes</i> (Meigen)	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
<i>Mallochohella inermis</i> Kieffer	0	0	0	0	7	0	0	40	7	0
<i>M. setigera</i> (Loew)	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Chironomidae</i>										
<i>Procladius ex. gr. choreus</i> (Mg.)	0	0	9	0	7	67	93	100	100	100
<i>Psilotanypus imicola</i> K.	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
<i>P. ruffovittatus</i> (v.d.Wulp)	0	0	0	0	0	40	33	33	53	20
<i>Ablabesmyia monilis</i> (L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>Potthastia longimana</i> (K.)	0	0	0	15	7	13	27	20	13	13
<i>Cricotopus sylvestris</i> (Fabr.)	20	20	9	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orthocladius consobrinus</i> (Holmgr.)	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Psectrocladius fabricus</i> Zentsov	10	20	18	0	7	0	7	7	0	0
<i>P. sordidellus</i> (Zett.)	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnophyes pusillus</i> Fat.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corynoneura edwardsi</i> Br.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chironomus plumosus</i> L.	0	0	0	0	0	20	20	20	47	67
<i>Ch. agilis</i> Shobanov et Djo-min	0	0	0	0	0	7	27	13	13	0
<i>Ch. muratensis</i> Ryser et al.	10	20	36	46	71	60	53	53	40	40
<i>Ch. nudiventris</i> Ryser et al.	0	10	0	69	71	80	67	60	60	60

Таблица 1 (продолжение)

Вид	Станция									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> K.	70	90	82	77	57	93	87	60	67	87
<i>C.psittacinus</i> (Mg.)	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
<i>Cryptoclado- pelma viridula</i> (F.)	0	0	0	0	0	20	27	27	20	13
<i>Dicrotendipes tritomus</i> K.	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0
<i>D.pulsus</i> Walk.	0	0	0	0	0	7	0	13	13	7
<i>D.nervosus</i> (Staeg.)	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>Einfeldia</i> sp.	0	0	18	15	71	40	20	33	13	13
<i>Endochironomus impar</i> (Walk.)	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.tendens</i> Fabr.	0	0	0	8	0	7	0	0	0	0
<i>E.dispar</i> (Mg.)	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
<i>E.donatoris</i> Shilova	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>Glyptotendipes varipes</i> G.	10	10	0	0	0	0	7	0	0	7
<i>G.paripes</i> Edw.	0	10	0	23	29	40	20	0	0	0
<i>G.mancunianus</i> Edw.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G.barbipes</i> (Staeg.)	0	0	0	0	7	0	0	7	0	0
<i>G.glaucus</i> (Mg.)	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>G.griepkove- ni</i> K.	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Harnischia curtilamellata</i> (Mall.)	0	0	9	15	21	53	33	20	27	13
<i>Leptochironomus tener</i> (K.)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>Lipiniella arcticola</i> Shilova	90	100	36	15	0	0	0	0	0	0
<i>Parachironomus parilla</i> (Walk.)	10	0	0	0	0	0	0	0	7	0

Таблица 1 (окончание)

Вид	Станция									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Paratendipes albimanus</i> (Mg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i> (Mall.)	0	0	0	0	14	47	47	33	33	0
<i>Polypedilum amoenum</i> G.	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
<i>P. bicrenatum</i> K.	30	70	55	77	100	100	93	93	100	100
<i>P. scalaenum</i> Schrank	30	40	55	92	100	93	87	87	80	33
<i>P. nubeculosum</i> (Mg.)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. tetracrenatum</i> Hirvenoja	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Stictochironomus crassiforceps</i> (K.)	40	40	91	77	79	80	73	80	73	47
<i>Cladotanytarsus gr. mancus</i> K.	70	90	64	85	93	100	100	93	73	67
<i>C. atridorsum</i> (K.)	0	0	18	7	7	0	7	7	7	0
<i>C. wexionensis</i> Br.	0	0	0	0	0	7	0	0	13	0
<i>Paratanytarsus austriacus</i> K.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>P. quintuplex</i> K.	10	0	0	0	0	0	7	0	0	0
<i>Tanytarsus gr. gregarius</i> (K.)	0	0	0	0	21	67	73	67	60	47
<i>Stempellinella minor</i> Edw.	0	0	0	0	0	7	20	13	7	13
<i>Stempellina almi</i> Br.	0	0	0	8	0	20	23	13	20	7

образным называть ее в дальнейшем зоной возможного осушения (ЗВО).

На станциях ПЗ хирономиды составляли более 50 % от общего числа видов (51-67 %), а в ЗВО меньше — 39-45 % (табл. 2). Доля моллюсков в последней рав-

Распределение числа обнаруженных видов
по станциям

Станция	Хирономиды		Олигохеты		Моллюски		Прочие		Общее число видов
	A	B	A	B	A	B	A	B	

Прибрежная зона (ПЗ)

1	16	52	8	26	1	3	6	19	31
2	14	67	6	28	1	5	0	0	21
3	13	52	9	36	1	4	2	8	25
4	18	60	8	27	4	13	0	0	30
5	21	51	11	27	6	15	3	7	41

Зона возможного осушения (ЗВО)

6	24	41	17	29	14	24	4	6	59
7	28	45	14	23	15	24	5	8	62
8	26	39	16	24	15	23	9	14	66
9	28	39	18	25	17	24	8	12	71
10	26	39	21	31	16	24	4	6	67

П р и м е ч а н и е. A — число обнаруженных видов, B — % от общего числа.

нялась 23–24, в то время как в ПЗ только 3–15 %. В пределах этой зоны число видов моллюсков увеличивается с глубиной: в верхнем горизонте (ст. 1–3) — 3–5, в нижнем (ст. 4–5) — 13–15 % (табл. 2). У олигохет определенных закономерностей распределения числа видов по зонам не отмечено. По-видимому, количество обнаруженных видов хирономид и моллюсков, выраженное в процентах от общего числа, является характерным для выделенных зон.

Коэффициенты видового сходства Чекановского-Соренсена (K) между всеми станциями открытого мелководья изменялись в значительных пределах: наименьший (K = 0.24) наблюдался между станциями 1 и 9, а наибольший (K = 0.80) — между 7-й и 8-й. Если между 5 станциями ПЗ величина коэффициентов сильно колебалась (0.25–0.62), то в ЗВО разброс их значений невелик (0.71–0.80). Между станциями верхнего горизонта ПЗ данная величина составляла 0.50–0.57, а нижнего несколько больше — 0.62.

Самые высокие индексы плотности (47–58 %) на станциях 1 и 2 были отмечены у *Lipiniella arenicola*, на ст. 3 — у *Cladotanytarsus* gr. *mancus* (46 %), на станциях 4–6, 10 — у *Chironomus*

f.l.plumosus (38-29 %), а на станциях 7-9 — у *Isochaetides newaensis* (24-32 %). Все эти виды на указанных станциях имели не только наиболее высокий индекс плотности, но и доминировали по биомассе, что косвенно подтверждает правомерность определения этого индекса как средней геометрической численности, биомассы и частоты встречаемости, выраженных в процентах. По рассматриваемому показателю в каждой из зон можно выделить следующие биоценозы: в верхнем горизонте ПЗ — *Lipiniella arenicola* — *Cladotanytarsus* gr. *mancus*; в нижнем ее горизонте — *Chironomus f.l.plumosus* — *Cladotanytarsus* gr. *mancus* — *Stictochironomus crassiforceps* и в ЗВО — *Chironomus f.l.plumosus* — *Isochaetides newaensis* — *Limnodrilus hoffmeisteri*. Следовательно, в каждый из выделенных биоценозов входят виды соседствующих сообществ, что подчеркивает их постепенную смену по мере увеличения глубины и заиленности биотопов.

Таким образом, по числу обнаруженных видов, процентному соотношению хирономид и моллюсков, величине коэффициентов видового сходства, доминирующим видам и выделенным биоценозам в открытом мелководье четко различаются 3 зоны: верхний и нижний горизонты прибрежной зоны и зона возможного осушения (табл. 2). Это подтверждает правильность ранее предложенной классификации [3].

В верхнем и нижнем горизонтах ПЗ было найдено по 48 видов (табл. 1), коэффициент видового сходства между ними 0.48, т.е. меньше, чем в целом между ПЗ и ЗВО (0.57). Всего в фауне ПЗ выявлено 73 вида и формы, а в ЗВО — 107. Некоторые виды (*Nais elinguis* и *Lipiniella arenicola*) встречались только в ПЗ, тогда как *Chironomus plumosus*, *Psilotanytus ruffovitatus*, *Cryptocladopelma viridula*, *Stempellinella minor*, *Helobdella stagnalis*, *Limnodrilus hoffmeisteri* и представители рода *Valvata* отмечены только в ЗВО (табл. 1). По сравнению с 1971-1972 гг. [4] число обнаруженных в макрозообентосе открытого мелководья видов олигохет увеличилось почти в 2, а хирономид и моллюсков — более чем в 2 раза.

Литература

1. Арнольди Л.В. Материалы по количественному изучению зообентоса Черного моря. II. Каркинитский залив // Тр. Севастопольск. биол. станции. М.; Л., 1949. Т. 7.

2. Белавская А.П., Кутова Т.Н. Растительность зоны временного затопления Рыбинского водохранилища // Растительность Волжских водохранилищ. М.; Л., 1966.
3. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Фауна беспозвоночных прибрежной зоны Рыбинского водохранилища // Природные ресурсы Молого-Шекснинской низины. Вологда, 1974.
4. Семерной В.П., Митропольский В.И. Зообентос прибрежных мелководий Рыбинского водохранилища // Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в прибрежной зоне Верхневолжских водохранилищ. Рыбинск, 1978.

Институт биологии
внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН

УДК 574.586

З.М. Мыльникова

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СООБЩЕСТВА ПЕРИФИТОННЫХ ИНФУЗОРИЙ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

The structural and biological features of the microperiphyton of the Sheksna reach near the town Cherepovets are considered. The saprobic evolution of the studied districts using the indicated significance of the dominating species has been given.

Многолетние исследования зооперифитона в Волжском плесе Рыбинского водохранилища, проводившиеся в 1978–1982 гг., позволили выявить состав сообществ инфузорий, проследить их сезонную и межгодовую динамику, определить факторы, регулирующие изменения микрозооперифитона в условиях, которые принято называть природными, т.е. на участках, расположенных вдали от крупных населенных пунктов, и, следовательно, в меньшей мере подверженных антропогенному воздействию [1, 2].

Задачей наших дальнейших исследований стало изучение основных структурных и биологических характеристик микроперифитона в трансформированных экосистемах, в частности в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища, где расположен крупный промышленный центр — г.Череповец.

Исследования проводили в 1986 г. на 6 станциях с глубиной 3–5 м: 1 — у с. Кабачино, 2 — напротив металлургического комбината, 3 — на р. Кошта, 4 — на р. Суда, 5 — у о-ва Ваганиха, 6 — у о-ва Каргач. Район работ представляет собой зону смешения воды рек Шексны и Суды. Участок выше города — станции 1 и 4 (р. Суда) — можно рассматривать в качестве зоны наименьшего антропогенного воздействия, а остальные станции находятся под влиянием городских стоков.

В качестве субстрата для перифитона использовали предметные стекла. Перифитонных инфузорий учитывали на стеклах в 0.5-метровом верхнем горизонте на всех станциях в течение лета при экспозиции субстратов не более 3 нед. Методические приемы установки субстратов, сбора и обработки проб опубликованы ранее [1].

В составе перифитонных инфузорий Шекснинского плеса было обнаружено 16 видов (табл. 1). Это значительно меньше, чем в Волжском плесе, где их насчитывалось более 100 [2]. К числу доминирующих видов в Шекснинском плесе относились *Metacineta mystacina*, *Epistylis plicatilis*, *Vorticella campanula*, *V. nebulifera*, *Acineta papillifera* и *Heliophrya collini*. Все они встречались также в Волжском плесе, однако *A. papillifera*, *E. plicatilis* и *V. nebulifera* не входили в число массовых. Особенности развития перифитонных инфузорий на исследованном участке оказалась их высокая численность при ярко выраженном доминировании 1–2 видов. Если в Волжском плесе на протяжении ряда лет численность инфузорий при различных вариантах экспозиции субстратов не превышала 17 млн экз./м² [2], то в Шекснинском на отдельных участках она превосходила эти показатели более чем в 3 раза.

Большинство перифитонных инфузорий по способу питания — фильтраторы, потребляющие бактериопланктон. Для Рыбинского водохранилища и в целом для водоемов умеренных широт температура воды является одним из главных факторов, лимитирующих развитие бактериальных сообществ [3]. Отсюда вытекает четкая приуроченность максимального развития инфузорий к периоду наибольшего прогрева водоема и наилучшей обеспеченности пищей в июле—августе. В это время на большинстве станций при экспозиции субстратов 1–2 нед отмечалась высокая численность инфузорий — 22–52 млн экз./м² (табл. 2). В сентябре с понижением температуры воды до 9–10 °С интенсивность биологических процес-

Таблица 1

Видовой состав перифитонных инфузорий
Шекснинского плеса

Вид	Сапроб- ность	Станция					
		1	2	3	4	5	6
Kinetofragminophora							
<i>Acineta papillifera</i> Ker.	β	+	-	-	+	+	+
<i>A. tuberosa</i> Ehrb.	β	+	+	-	+	-	+
<i>Chilodonella cucululus</i> O.F.M.	α	-	+	-	+	+	-
<i>Ch. uncinata</i> Ehrb.	α	-	+	+	-	-	-
<i>Heliophrya collini</i> De Saed. Til.	β	+	-	-	+	+	+
<i>Lionotus fasciola</i> Ehrb.-Wrz.	α	-	-	-	+	+	+
<i>Metacineta mystacina</i> Ehrb.	β	+	-	-	+	+	+
Oligohymenophora							
<i>Epistylis plicatilis</i> Ehrb.	α	-	+	-	-	-	-
<i>Vorticella campanula</i> Ehrb.	β	-	+	-	+	-	-
<i>V. convallaria</i> L.	α	-	+	-	-	+	-
<i>V. microstoma</i> Ehrb.	ρ	-	+	+	-	-	-
<i>V. monilata</i> (Penard)	α	-	+	-	-	-	-
<i>V. nebulifera</i> O.F.M.	α	-	-	-	-	+	-
Polyhymenophora							
<i>Aspidisca costata</i> Dujar.	α	-	+	+	-	-	+
<i>Oxytricha pelionella</i> O.F.M.	α	-	-	-	-	+	+
<i>Stentor roeseli</i> Ehrb.	β	-	-	-	+	+	-

сов снижалась, что находит отражение в уменьшении численности инфузорий до 2-14 млн экз./м².

При относительной экологической равнозначности исследованных биотопов отклонения от общих закономерностей развития инфузорий могут быть отнесены к недостатку или избытку органического вещества, а также наличию антропогенных нагрузок на водоем.

Численность перифитонных инфузорий
в Шекснинском плесе, млн экз./м²

Длительность экспозиции стекол, сут	Станция					
	1	2	3	4	5	6
24(26 VI—20 VII)	—	52.0	0	4.3	0.35	0.9
4(20—24 VII)	0.75	12.9	0	0.75	0.45	3.4
6(20—26 VII)	1.2	5.8	0	0.45	0.5	16.8
8(20—28 VII)	23.8	22.4	0	9.1	2.4	24.9
15(28 VII—12 VIII)	—	28.8	0	0.5	8.3	4.4
8(12—20 VIII)	—	3.3	0	—	0.7	—
17(20 VIII—6 IX)	5.6	2.5	0	5.9	13.9	—
10(6—16 IX)	1.7	2.3	0.5	6.4	—	—

Используя имеющиеся данные по структуре сообществ перифитонных инфузорий, сформированных за одинаковый период времени на разных участках водоема, можно оценить уровень сапробности по индикаторной значимости доминирующих видов. В р.Шексне выше города (ст. 1) зарегистрировано всего 4 вида инфузорий, характеризующих β -мезосапробную зону (табл. 1). В данном случае массовое развитие любого из них служит индикатором чистой воды. В июле здесь в большом количестве развивались 2 вида — *Metacineta mystacina* и *Acineta papillifera*, которые составляли соответственно 50 и 43 % от общей численности инфузорий. В сентябре при общем снижении последней возрастает до 77 % показатель доминирования *M. mystacina*.

На ст. 2 обнаружено 9 видов инфузорий, из них 6 характерны для α -, 2 — для β -мезосапробной и 1 — для полисапробной зон. Такой набор видов-индикаторов — уже свидетельство сильного загрязнения. На этом участке в большинстве случаев численность инфузорий оказывалась значительно выше (иногда в десятки раз), чем на других станциях (табл. 2). В июле—августе в сообществе инфузорий при разных вариантах экспозиции субстратов преобладал *Epistylis plicatilis*, численность которого составляла 36–95 %. Ему сопутствовали *Vorticella campanula*, *V. monilata* и *V. convallaria*. Все перечисленные виды, кроме *V. campanula*, — показатели сильного загрязнения.

Зона сброса стоков (ст. 3) не подлежит оценке по уровню сапробности, так как здесь инфузории практически не развивались. Лишь в сентябре в небольшом количестве появлялись *Vorticella microstoma*, *Chilodonella uncinata* и *Aspidisca costata*, характеризующие полисапробную и α -мезосапробную зоны.

В р.Суде (ст. 4) было обнаружено 8 видов инфузорий, большинство из них β -мезосапробы. Численность этих беспозвоночных сравнительно невелика — от 0.5 до 9 млн экз./м². В июле преобладали *Vorticella campanula*, *Metacineta mystacina* и *Acineta tuberosa*, в сентябре появились *Heliophrya collini*. Все виды — показатели низкой сапробности воды. На ст. 5 зарегистрировано 9 видов инфузорий, 5 из них относятся к α -, 4 — к β -мезосапробам. Максимальная численность инфузорий (8 и 14 млн экз./м²) отмечена в конце августа и сентябре за счет массового развития соответственно *Vorticella nebulifera* (54 %), *Heliophrya collini* (34 %), *Metacineta mystacina* (60 %) и *Acineta papillifera* (21.6 %). Следовательно, этот участок может быть отнесен к переходной от α - к β -мезосапробной зоне. В районе ст. 6 было обнаружено 7 видов инфузорий. Массовое развитие получали β -мезосапробы — *M. mystacina*, *A. tuberosa* и *H. collini*.

Проведенные исследования позволили выделить по уровню развития перифитонных инфузорий разные зоны сапробности. В районе сброса стоков инфузории практически не развивались, вода здесь токсична для беспозвоночных. На участке ст. 2 создавалась устойчиво α -мезосапробная зона с ярко выраженным доминированием *Epistylis plicatilis*. Остальные станции характеризовались как β -мезосапробные или переходные α - β -мезосапробные.

Литература

- 1 Мыльникова З.М. Динамика численности инфузорий в обрастающих Рыбинского водохранилища в 1979 г. // Экология водных организмов верхневолжских водохранилищ. Л., 1982.
- 2 Мыльникова З.М. Структура и динамика протозойного перифитона в прибрежье Рыбинского водохранилища // Фауна и биология пресноводных организмов. Л., 1987.
- 3 Романенко В.И. Окисление органического вещества в Рыбинском водохранилище при естественной и

оптимальной температуре для развития бактериальных сообществ // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1986. № 70.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

УДК 574.587(28) : 591

С.Н.Перова

СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

In 1989 the meanweighed biomass of macrobenthos in the lacustrine part of the Gorky reservoir increased approximately 2 times (23 g/m^2) as compared with the data of 1981-1985 years. The biomass of the channel part didn't change essentially (12.9 g/m^2). The decreased role of Sphaeriidae from 16-29 % up to 0.7 % of the total biomass testifies to a continuous eutrophication of the reservoir.

В данной работе рассматриваются результаты бентосных съемок, проведенных осенью 1987 и 1989 гг. на 25 стандартных станциях Горьковского водохранилища. Сбор и обработку проб макрозообентоса проводили по методике Ф.Д.Мордухай-Болтовского [6,7]. Материал 1987 г., ранее не опубликованный, любезно предоставлен В.И. Бисеровым.

Горьковское водохранилище — относительно бедный по видовому составу макрозообентоса водоем. В октябре 1987 г. в нем было обнаружено 30 видов беспозвоночных, в 1989 г. — 31 (табл. 1). Из них наиболее широко представлены олигохеты (17 видов) и хирономиды (6). Личинки насекомых (кроме хирономид), встречавшиеся в водохранилище несколько лет назад, полностью отсутствуют. Ранее обычные здесь сферииды наблюдаются эпизодически, резко уменьшилось их видовое разнообразие.

Отдельные биотопы водохранилища различаются между собой по видовому составу и распределению основных групп макрозообентоса. Это связано, как уже отмечалось Ф.Д.Мордухай-Болтовским [6], с различными условиями обитания донных беспозвоночных. Хирономиды в больших количествах встречаются там, где отсутствует течение, на грунтах различной сте-

Таблица 1

Встречаемость донных беспозвоночных
в водохранилище в октябре 1989 г., %

Животные	Озерная часть			Речная часть
	бывшее русло	бывшие пойменные водоемы	бывшая суша	
Oligochaeta				
<i>Isochaetides michael-seni</i> (Last.)	13	0	0	0
<i>L.newaensis</i> (Mich.)	38	0	50	60
<i>Limnodrilus clapparedanus</i> Ratz.	0	0	0	80
<i>L.helveticus</i> Pig.	0	0	0	20
<i>L.hoffmeisteri</i> Clap.	100	100	87	100
<i>L.udkemianus</i> Clap.	0	0	0	20
<i>Peloscolex ferox</i> (Eis.)	0	33	13	40
<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Mich.)	63	100	63	60
<i>P.moldaviensis</i> (Vejd.)	13	67	13	60
<i>P.vejdovskij</i> (Hrabe)	25	33	38	0
<i>Psammoryctides albicola</i> (Mich.)	13	0	0	0
<i>P.barbatus</i> (Grube)	0	0	13	20
<i>Tubifex tubifex</i> (O.F.Mull.)	0	33	0	40
<i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F.Mull.)	0	33	13	60
<i>Arteonais lomondi</i> (Mart.)	0	33	0	40
<i>Nais communis</i> Pig.	0	13	0	0
<i>Pristina bilobata</i> (Brets.)	13	0	0	0
Hirudinea				
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	0	0	0	40
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)	0	0	25	40
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	0	0	0	20

Таблица 1 (продолжение)

Животные	Озерная часть			Речная часть
	бывшее русло	бывшие пойменные водоемы	бывшая суша	
Mollusca				
<i>Dreissena polymorpha</i>	0	0	13	40
<i>Euglesa</i> sp. Leach.	0	0	25	20
<i>Neopisidium torquatum</i> (Stelfox)	13	0	0	0
<i>Viviparus viviparus</i> (L.)	25	0	0	40
<i>Unio</i> sp. Phil.	0	0	13	0
Chironomidae				
<i>Chironomus</i> f.l. <i>plumosus</i> L.	100	100	88	0
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> K.	38	33	13	0
<i>Glyptotendipes paripes</i> Edw.	0	0	13	0
<i>Procladius choreus</i> (Mg.)	63	100	0	25
<i>P. ferrugineus</i> (K.)	25	67	25	60
<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> (K.)	0	33	0	0

пени заиленности (если заиление не настолько сильно, чтобы вызвать заморные явления у дна). Для олигохет благоприятной средой являются заиленные песчаные грунты в сочетании с хорошим кислородным режимом и явно выраженной проточностью.

Водохранилище делится на 2 основные части (речную и озерную), которые сильно различаются по экологическим условиям и качественному составу макрозообентоса.

Речная часть. Основные грунты — серые илы и заиленные пески. Хирономид очень мало. Донные биоценозы были представлены в основном олигохетами. Среди них по биомассе доминировал *Isochaetides newaensis* (33.8 %), по численности — *Limnodrilus hoffmeisteri* (51.5 %). Часто встречался *Potamothenix hammoniensis*. Нередко наблюдались *P. hammoniensis* и *Pelosclex ferox*, а также *Limnodrilus cla-*

paredeanus и *L. udekemianus*, не обнаруженные на других биотопах. В 1989 г. на одной из станций был отмечен редкий для Горьковского водохранилища вид — *L. helveticus*. Из люмбрикулид попадался *Lumbriculus variegatus*. Чаше, чем в озерной части, встречались пиявки и моллюски (табл. 1).

В 1989 г. средняя биомасса макрозообентоса в речной части (12.91 г/м^2) достоверно не отличалась от уровней 1983, 1985 и 1987 гг. — 12.9, 12.27 и 15.4 г/м^2 соответственно [1]. В последние годы увеличилась роль олигохет (83–89 %) и существенно уменьшилась доля сфериид (0.7 %) (табл. 2), в то время как в первой половине 80-х годов последние составляли 16–29 % [1].

Озерная часть. Средневзвешенная биомасса в озерной части в 1989 г. (22.99 г/м^2) была в 1.8 раза выше, чем в речной. По сравнению с уровнем прежних лет [1,3,4] общее количество донных беспозвоночных в первой возросло приблизительно в 2 раза, причем исключительно за счет хирономид, доля которых составляла 88.3–95 %. Среди них по численности и биомассе преобладал *Chironomus f.l. plumosus*. Кроме мотыля наиболее распространены были *Cryptochironomus gr. defectus* и виды рода *Procladius*. Другие виды хирономид встречались эпизодически. Из олигохет по всей озерной части наблюдались и давали иногда значительную биомассу *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Isochaetides newaensis* и *Potamothrix hammoniensis*. Нередки были *P. moldaviensis*, *P. vej dovskij* и *Pelosclex ferox* (табл. 1). В озерной части можно выделить следующие биотопы: затопленную сушу (87.5 %), затопленные пойменные водоемы (2.5 %) и русло Волги (10 %).

Затопленная суша. Грунты — преимущественно переходные илы. Резкое повышение биомассы в 1989 г. (22.9 г/м^2) произошло за счет хирономид, доля которых составляла 93.4 % от общего количества (табл. 2). В 1987 г. на этом биотопе доминировал по численности, а на некоторых станциях и по биомассе *Limnodrilus hoffmeisteri*. Наиболее обычными из олигохет были *Isochaetides newaensis*, *Potamothrix hammoniensis* и *P. vej dovskij*. Другие виды попадались реже. Моллюски и пиявки встречались эпизодически.

Затопленные пойменные водоемы. Основной тип донных отложений — серые илы. Высокие биомассы макрозообентоса, как в 1987 (23.1 г/м^2), так и в 1989 г. (34.97 г/м^2) связаны с большой долей хирономид (91.8 и 95 % соответственно) (табл. 2). Олигохеты были представлены обычными для всей озерной

Средняя биомасса (1, г/м²) и ее удельный вес в общем составе (2, %) различных групп бентоса осенью 1987 и 1989 гг.

Биотоп	Год	Хирономиды		Олигохеты		Сферииды		Прочие		Общая био-масса
		1	2	1	2	1	2	1	2	
Озерная часть: затопленная суша	1987	3.31	72.4							4.57
	1989	21.39	93.4	1.26	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9
	1987	21.22	91.8	1.66	7.2	0.2	0.8	0.02	0.1	23.1
	1989	33.22	95.0	1.75	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.97
русло Волги	1987	23.3	69.8	9.66	28.8	0.35	1.0	0.08	0.2	33.5
	1989	18.4	88.3	2.43	11.7	0.01	0.0	0.0	0.0	20.84
Речная часть	1987	0.96	6.2	13.7	89.0	0.69	4.5	0.02	0.1	15.4
	1989	0.05	0.4	10.69	82.8	0.09	0.7	2.07	16.0	12.91

части видами (5-7 % общей биомассы). Моллюски, кроме обнаруженного в 1987 г. *Pisidium amnicum*, не встречались.

Русло Волги. Грунты — в основном серые илы и заиленные пески. Как и на других биотопах, наблюдалось значительное повышение общего количества донных беспозвоночных по сравнению с уровнем прежних лет. Основную долю биомассы составляли хирономиды, фауна которых была представлена теми же видами, что и в других частях водохранилища. В отличие от затопленной суши в русле реки более обильными были тубифициды (11.7 - 28.0 % биомассы). Кроме обычных для других биотопов видов здесь отмечались *Psammoryctides albicola* и *Isochaetides michaelsoni*. Резко снизилось количество моллюсков и пиявок [1]. Последние в русле Волги в 1989 г. не встречались. В 1987 г. В.И.Бисеровым вновь был обнаружен у г. Пучежа *Gmelinoides fasciatus*, последний раз отмечавшийся в Горьковском водохранилище в 1981 г. [1].

В речной части водохранилища, представляющей собой реку с замедленным течением, условия обитания более благоприятны для олигохет. Донные биоценозы здесь сильно отличались от сообществ различных биотопов озерной части. Так, индексы биоценотического сходства [2] речной и озерной частей следующие: с бывшим руслом — 25.8 %, с затопленной сушей — 29.6, с пойменными водоемами — 32.6 %. Биоценозы озерной части, судя по величинам индексов биоценотического сходства, более однородны: между затопленной сушей и затопленными пойменными водоемами — 68.4, между затопленной сушей и бывшим руслом — 76.7, между затопленными пойменными водоемами и бывшим руслом — 85.1 %. Таким образом, речная и озерная части водохранилища существенно различаются по экологическим условиям и величине индекса биоценотического сходства.

Как уже отмечалось [5,8,9], в водохранилище идет процесс повышения общей биомассы макрозообентоса, что подтверждается нашими данными. При этом в речной части она возрастает в результате увеличения доли олигохет при сокращении числа хирономид, а в озерной — за счет повышения роли хирономид (главным образом *Chironomus f.l. plumosus*) и снижения количества олигохет и других групп донных беспозвоночных. Кроме того, наблюдается дальнейшее обеднение видового состава макрозообентоса, что можно связать с ухудшением условий существования некоторых видов. В то же время другие виды беспозвоночных, хорошо приспособившиеся и доминирующие

на отдельных батогах, увеличивают свою численность.

Таким образом, возрастание биомассы макрозообентоса с одновременным обеднением его видового состава свидетельствует об идущих в водоеме процессах эвтрофикации в результате антропогенного воздействия.

Литература

1. Бисеров В.И. Зообентос Горьковского водохранилища в первой половине 80-х годов // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. № 77.
2. Константинов А.С. Общая гидробиология. М., 1979.
3. Митропольский В.И. Состояние бентоса Горьковского водохранилища в 1971-1973 гг. // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1978. № 38.
4. Митропольский В.И. Состояние бентоса Горьковского водохранилища в 1975 г. // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1979. № 40.
5. Митропольский В.И., Бисеров В.И. Многолетняя динамика зообентоса в Горьковском водохранилище // Экология водных организмов верхневолжских водохранилищ. Л., 1982.
6. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. М.; Л., 1961. Вып. 4(7).
7. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состояние бентоса Горьковского водохранилища в 1960-1962 гг. // Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.; Л., 1963.
8. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состояние бентоса озерной части Горьковского водохранилища в 1963-1966 гг. // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1972. № 16.
9. Шахматова Р.А., Кравченко А.А., Ерофеева А.Н. Зообентос Горьковского водохранилища // Эколого-фаунистические исследования в Нечерноземной зоне РСФСР. Саранск, 1983.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

А. П. Мыльников

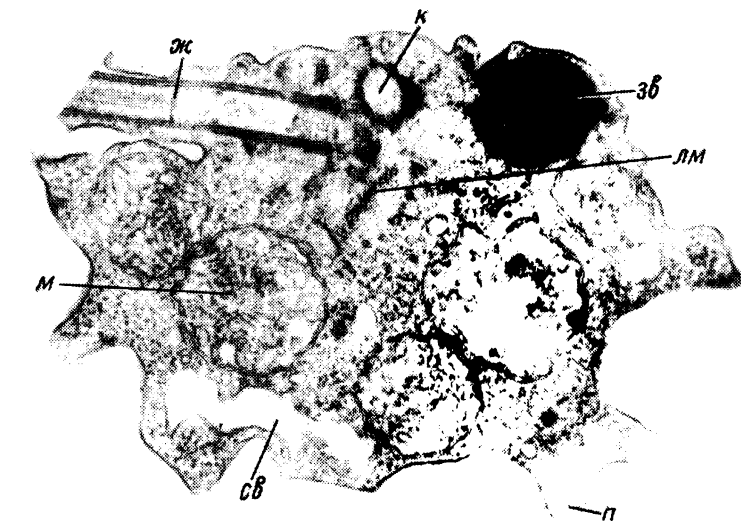
СТРОЕНИЕ АМЕБОИДНОГО ЖГУТИКОНОСЦА
CERCOMONAS SP.

The ameboid flagellate *Cercomonas* sp. is investigated with electron microscope. The two heterodynamic flagella, microtubular bands and conus, vesicular nucleus, mitochondria with tubular cristae have been discovered. The structure of the flagellate bears resemblance to other cercomonads.

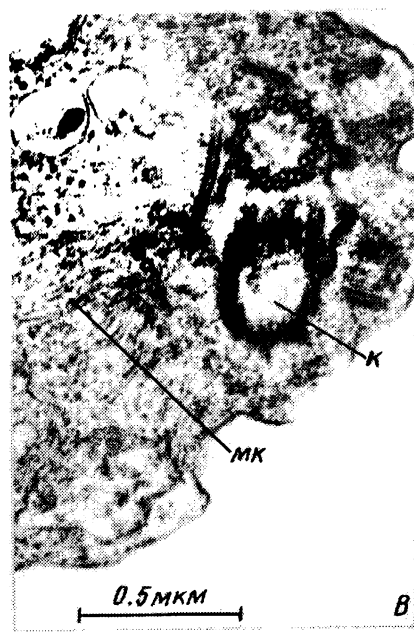
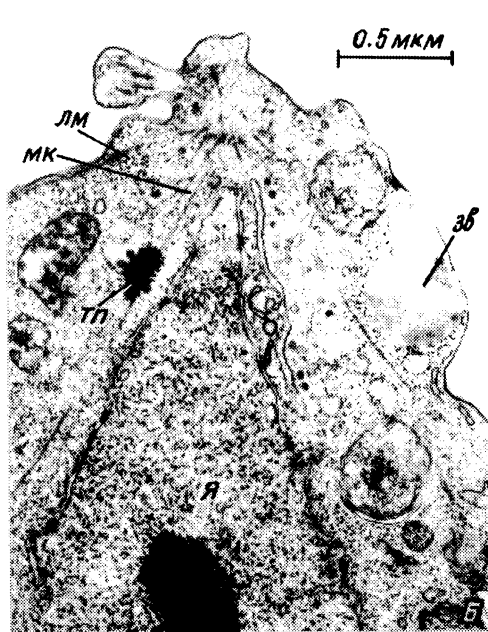
Определение представителей рода *Cercomonas* Dujardin (церкомонас) подчас вызывает значительные затруднения, так как подвижные клетки и трофонты некоторых из них близки по форме и размерам. Идентификация таких амебо-флагеллят возможна лишь при тщательном изучении их ультраструктуры. В очистных сооружениях (аэрофилтрах и вторичных отстойниках) пос. Борок Ярославской области обнаружены мелкие жгутиконосцы, отнесенные к церкомонасам. Длина их клеток составляет 8–10 мкм. Цист и плазмодиев не образуют. В культуре жгутиконосцев появляется большое количество плавающих клеток. Переход от амебоидного состояния к активно ползающему и возвращение в исходное осуществляется в течение нескольких секунд. Сократительная вакуоль чаще всего находится в передней части тела клетки. По размерам клеток и положению сократительной вакуоли *Cercomonas* sp. похож на *C. ovatus* [1]. Однако клетки последнего более округлые и образуют мало псевдоподий.

Материалом для данной работы послужил клон C-67, хранящийся в коллекции простейших группы протозоологии ИБВВ РАН. Культуры содержали в чашках Петри, заполненных средой Пратта с добавлением бактерий *Aerobacter aerogenes*. Методика ультраструктурного исследования приводилась ранее [2].

Цитоплазма клетки *Cercomonas* sp. ограничена только плазмалеммой. Два разнонаправленных жгутика отходят от 2 кинетосом — базальных тел (см. рисунок, А, В). Последние расположены под углом 90° друг к другу. Длина кинетосом достигает 0.62 мкм. Внутри аксономы жгутика хорошо заметны спицы, соединяющие центральные и периферические микротрубочки. Осмиофильный материал находится в средней части кинетосом, а нижняя содержит колесовидную структуру. Сателлиты кинетосом незаметны. Жгутики



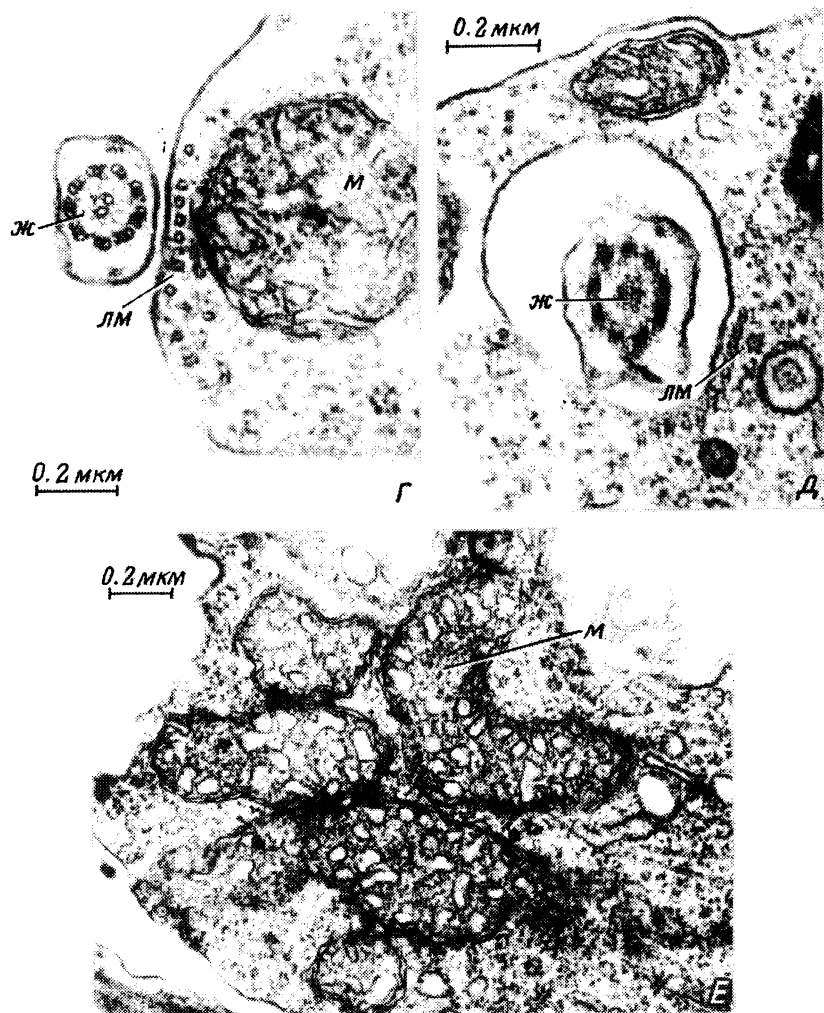
А



В

гладкие, без мастигонем. Проксимальная часть заднего жгутика проходит в канале (см. рисунок, Д).

От кинетосом параллельно заднему жгутику отходит лента, содержащая 8-10 микротрубочек (см. рисунок, Г). В средней части клетки она распадается



Строение клетки.

А — продольный срез, Б — передний конец, В — корешковая система жгутиков, Г — прохождение жгутика около поверхности клетки, Д — то же, внутри канала, Е — строение митохондрий; ж — жгутик, лв — запасное вещество, к — кинетосома, лм — лонга микротрубочек, м — митохондрия, мк — микротрубочечный конус, п — псевдоподия, св — сократительная вакуоль, тп — темные пузырьки, я — ядро.

на 4 группы (по 6 и 4 микротрубочки). От кинетосом отходит также микротрубочечный конус, охватывающий передний конец ядра (см. рисунок, Б, В). К нему примыкает структура, состоящая из скопления мелких пузырьков (см. рисунок, Б). В переднем конце жгу-

тиконосца обнаруживаются также и одиночные микротрубочки.

Грушевидное ядро диаметром 2.5–2.7 мкм содержит ядрышко (0.8 мкм). Оболочка ядра довольно неровная. Ядерные поры хорошо заметны. Аппарат Гольджи диаметром 1.2–1.3 мкм находится рядом с ядром. Митохондрии разнообразной формы, длиной 0.4–1.2 мкм более или менее равномерно рассеяны в цитоплазме. На срезах кристы митохондрий выглядят трубчатыми (см. рисунок, Б). Сократительная вакуоль окружена мелкими пузырьками. В пищеварительных вакуолях обнаружены бактерии на различных стадиях переваривания. Запасные вещества представлены гранулами полисахаридов (см. рисунок, А). Следует отметить, что в клетке не обнаружено осмиофильных телец или стрекательных органелл. В тонких псевдоподиях заметны скопления рибосом. Некоторые псевдоподии незначительно разветвляются.

Строение *Cercomonas* вр. сходно с таковым других церкомонасов [2,4,5]. К общим структурам относятся 2 гетеродинамичных жгутика, пузырьковидное ядро, аппарат Гольджи, микротрубочковый конус. В отличие от большинства церкомонасов корешковая система жгутиков кроме конуса содержит лишь одну вентральную ленту. У *Cercomonas* вр. не найдено поперечно исчерченных структур, известных у других видов [5]. Жгутиковый канал его короче, чем у *C. crassicauda* [3]. В цитоплазме рассматриваемого вида отсутствуют микротельца и какие-либо стрекательные органеллы, включая осмиофильные тела (гранулы). Между тем у большинства церкомонасов встречается по крайней мере 1 из 4 типов экструсом.

От других амебо-флагеллят шизопренид *Cercomonas* вр. отличается по большинству признаков: строению митохондрий и корешковой системы жгутиков, расположению кинетосом, отсутствию поперечно исчерченных структур. Кроме того, шизопрениды при образовании псевдоподий и переходе в стадию амобы теряют жгутики, чего не наблюдается у церкомонасов.

Таким образом, по особенностям ультраструктуры *Cercomonas* вр. отличается от других амебо-флагеллят. Более точная идентификация этого жгутиконосца возможна в будущем, когда будет установлено строение других, пока не исследованных церкомонасов.

Литература

1. Жуков Б.Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда *Bodonina* Hollande // Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971.
2. Мыльников А.П. Биология и ультраструктура амёбидных жгутиконосцев *Cercomonadida* ord. n. // Зоол. журн. 1986. Т. 65, вып. 5.
3. Мыльников А.П. Строение клеток жгутиконосца *Cercomonas crassicauda* // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 84.
4. Mignot J.P., Brugerolle G. Etude ultrastructurale de *Cercomonas* Dujardin (= *Cercobodo* Kras-siltchik) protiste flagellate // Protistologica. 1975. T. 11, N 4.
5. Schuster F.L., Pollack A. Ultrastructure of *Cercomonas* sp., a free-living ameboid flagellate // Arch. Protistenk. 1978. Bd 120, H. 1/2.

Институт биологии
внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

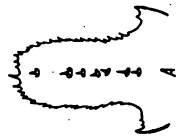
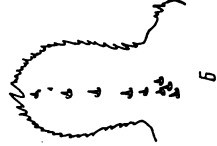
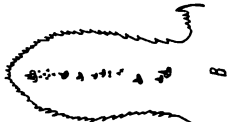
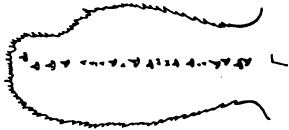
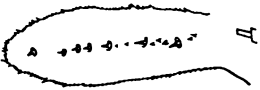
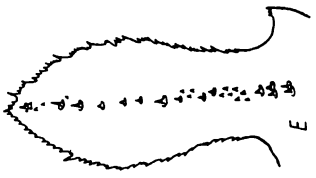
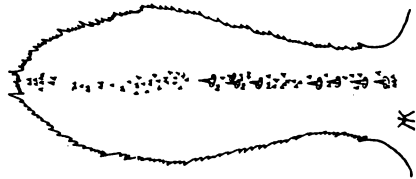
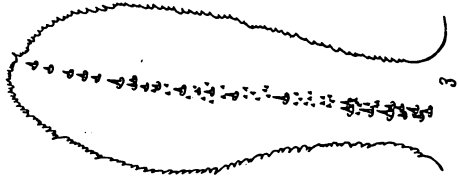
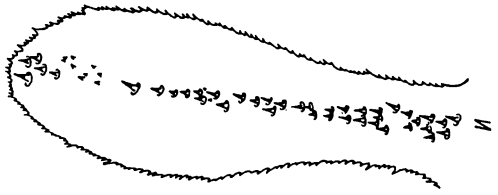
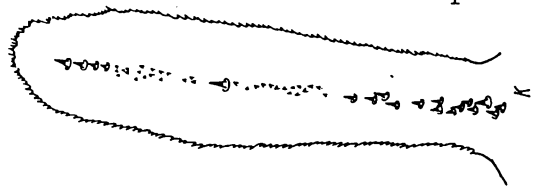
УДК 591.524.12(571.663)

Н.В.Вехов, Т.П.Вехова

МЕЖГОДОВЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ВЕСЕННЕГО ЩИТНЯ *LEPIDURUS APUS* (L.) (CRUSTACEA, TRIOPSIDAE)

The adults of *Lepidurus apus apus* from ephemeral and constant small waterbodies has age differences of forma and sizes of caudal laminae in usual of climatic peculiarities. These age differences of forma and sizes of caudal laminae varies of climatic differences.

У рачков номинативного подвида весеннего щитня (*Lepidurus apus apus*) из эфемерных луж и озер в поймах рек Клязьмы, Пры, Оки и Москвы в пределах Московской, Владимирской и Рязанской областей в 1985-1989 гг. была изучена изменчивость формы и размеров хвостовой пластинки в зависимости от климатических условий и длительности существования митона.



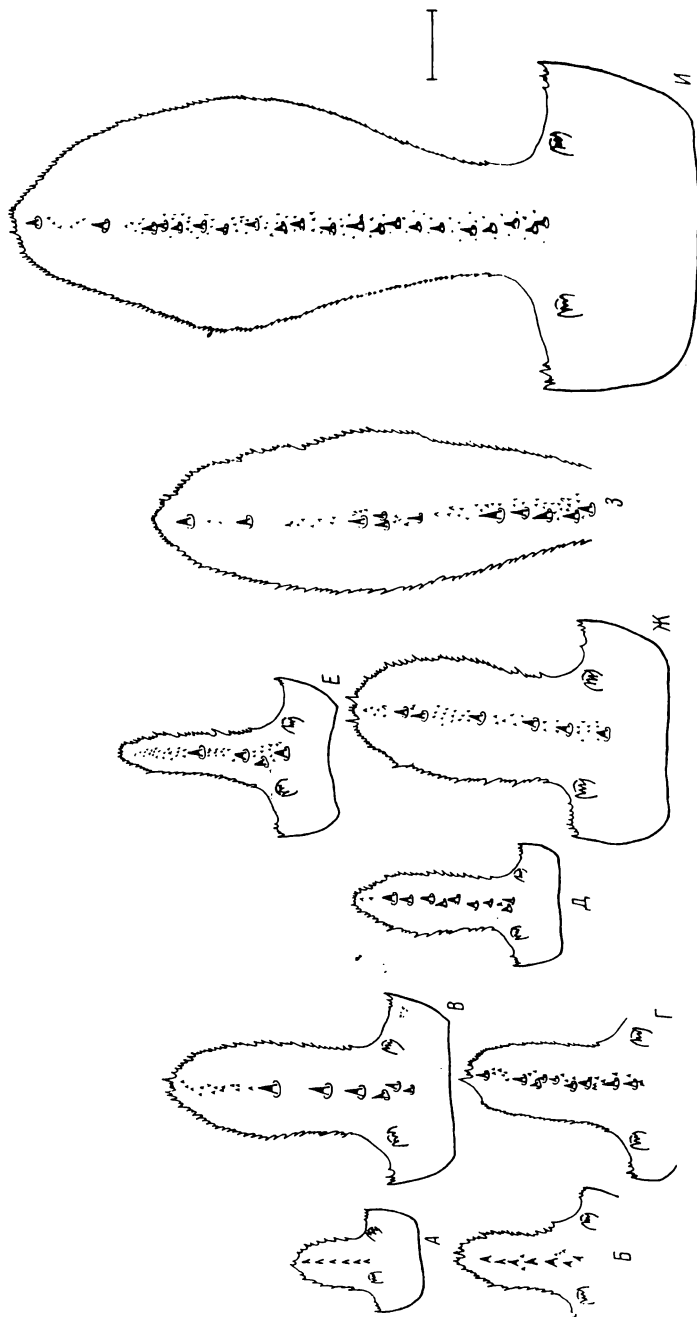
В годы с обычными для юга лесной зоны европейской части страны климатическими условиями (1985, 1986), когда все биотопы *L. arus arus* полностью залиты речной паводковой и (или) талой снеговой водой, в пересыхающих пойменных озерах, мелиоративных канавах, длительно существующих и кратковременных лужах отмечены максимальные продолжительность активной фазы существования популяций, период роста и размеры половозрелых особей. Во всех биотопах встречаются щитки с развитыми хвостовыми пластинками и наибольшими среди известных для каждого из типов местообитаний размерами панциря. В такие годы морфологические особенности половозрелых особей *L. arus arus*, в том числе форма и вооружение хвостовой пластинки, полностью сходны с характерными для подвида диагностическими признаками [2].

Во всевозможных эфемерных лужах на открытых пространствах, хорошо прогреваемых и существующих до 25–30 сут, предельный возраст рачков составлял 20–25 сут, а размеры тела не превышали (19.3 ± 3.2) мм. Щитки имели относительно малоразвитые короткие пластинки, по конфигурации сходные с представленными на рис. 1, А–Г, длина их не превышала 3–4 мм. Лужи, расположенные в густых кустах или под пологом деревьев, длительно существующие эфемерные водоемы и мелиоративные каналы из-за затененности и значительной глубиныгреваются медленнее и дольше не высыхают. Активная фаза существования популяций *L. arus arus* в таких водоемах составляла 40 сут, размеры рачков достигали (22.6 ± 4.3) мм. Хвостовые пластинки удлинены до 5 мм и имели хорошо заметное расширение в средней части, их конфигурация и вооружение были сходны с приведенными на рис. 1, А–Е.

Максимальные предельный возраст (45–60 сут), длина тела (37.2 ± 6.4) мм и хвостовой пластинки (7.4 ± 4.5) мм наблюдались у *L. arus arus* из наи-

Рис. 1. Возрастные изменения формы и вооружения хвостовой пластинки у половозрелых особей *Lepidurus arus arus* в обычные по климатическим условиям годы (1985, 1986).

Возраст особей, сут: А — 10–15, Б — 15–20, В — 20–25, Г — 25–30, Д — 30–35, Е, Ж — 35–40, З — 40–45, И, К — 45–50. Масштаб — одно деление равно 1 мм.



более длительно существующих биотопов — частично или полностью пересыхающих пойменных озер с затененными прибрежными участками. Здесь отмечались рачки со всеми вариантами формы и вооружения хвостовой пластинки. Возрастные изменения конфигурации (рис. 1) и длины хвостовой пластинки более или менее характерны для всех рассмотренных биотопов со значительной амплитудой температуры воды (от 8–9 до 19–22 °C). В тех же естественных водоемах (лужи в глубоких карстовых воронках и проточные колеи на грунтовых дорогах), где в период присутствия рачков *L. aris aris* температура воды почти всегда была на 3–8 °C ниже, отмечены особи с короткими хвостовыми пластинками, конфигурация которых независимо от возраста половозрелых рачков сходна с приведенными на рис. 1, А–В.

В годы со значительными различиями климатических характеристик (1987–1989 гг.) поздневесеннего и раннелетнего периодов из-за засушливости и дефицита талых вод, отсутствия или маломощности паводка биотопы существовали меньшее время, были частично заполнены водой и значительно отличались друг от друга по температурному режиму. Видимо, по этим причинам у щитня наблюдались возрастные изменения конфигурации и размеров хвостовой пластинки (рис. 2), отличающиеся от таковых в аналогичных биотопах в нормальные по климатическим условиям годы. Активная фаза существования популяций сокращалась в самых разных биотопах на 15–20 сут, на тот же срок уменьшался предельный возраст, которого достигали рачки за период заполнения водоема водой, в 1.5–2 раза снижались их размеры. В такие годы щитни были отмечены всего в 35–60 % водоемов каждого типа из общего количества местообитаний, выбранных нами для многолетних исследований.

Рис. 2. Форма и вооружение хвостовой пластинки у *Lepidurus aris aris* из различных биотопов в годы с отклонениями климатических характеристик (1987–1989 гг.).

Возраст рачков (сут) и местообитание: А, Б — до 10, эфемерные водоемы; В, Г — 10–15, эфемерные водоемы; Д — 15–20, эфемерный водоем; Е, Ж — 20–25 (К — эфемерный водоем, Ж — мелиоративная канава); З, И — 25–40, частично пересыхающее пойменное озеро. Масштаб тот же, что и на рис. 1.

В различных лужах, существующих до 20-30 сут, в течение всего репродуктивного периода одновременно присутствовали рачки с формой хвостовой пластинки, изображенной на рис. 2, А-Е. В постоянных водоемах ее конфигурация в начале репродуктивного периода щитней сходна с представленными на рис. 2, А-Г, а в конце его встречались особи и с удлинённой хвостовой пластинкой (рис. 2, 3, И). Размеры ее у одновозрастных щитней в годы с обычными климатическими условиями колебались в более широком диапазоне. Во всевозможных эфемерных водоемах их максимальный размер был больше, чем при нормальных для региона климатических условиях. Однако в постоянных биотопах наибольшая длина хвостовых пластинок *L. aris aris* была либо такой же, либо на 1.5-2 мм меньше.

Полученная информация дополняет имеющееся описание *L. aris aris* [2] и позволяет судить о „норме реакции“ данного подвида весеннего щитня в разной экологической обстановке естественных местообитаний. При описании новых видов и подвидов следует учитывать возможные пределы естественной изменчивости у рачков, поскольку их незнание может привести к ошибочным выводам, примеры которых уже есть в литературе [1].

Литература

1. Сидоров С.А. Щитни (*Apusidae*), их современное систематическое и географическое положение // Тр. 2-го съезда зоологов, анатомов и гистологов. Л., 1925.
2. Longharst A.R. A review of the Notostraca // Bull. Brit. Mus. (Natur. Hist.). Zool. 1955. Vol. 3, N 3.

ВНИИ охраны природы и заповедного дела
Госкомприроды
Центральный институт усовершенствования
учителей Минобразования РФ

В.Г.Гагарин, Л.В.Лемзина

ФАУНА НЕМАТОД МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ
КЫРГЫЗСТАНА

In 9 mineral springs 32 species of freelifving nematodes are found. Largest quantity are *Rhabdolaimus terrestris*, *Monhystrella paramacrura* and *Achromadora* sp.

Минеральные источники являются своеобразными и специфическими водоемами. Их фауна нематод изучена очень слабо. Имеются сведения только по нематодофауне источников Средней Европы [4,5,7,8], данных о таковой из водоемов нашей страны нет. Сложный горный рельеф Кыргызстана обусловил формирование на его территории большого числа холодных и термальных минеральных источников. Общее количество известных в настоящее время превышает 100. Нами была изучена фауна нематод 9 из них.

Минеральные воды курорта Джалал-Абад по особенностям химического состава и физических свойств выделяются в самостоятельный джалал-абадский тип. Это прозрачные, бесцветные воды со слабым запахом сероводорода, вытекающие из скважины глубиной 165-190 м. По температуре воды они являются термальными (38-43.5 °C) и теплыми (22-32 °C), нейтральными или слабощелочными (рН 7.0-7.5). Минерализация колеблется в пределах от 1.1 до 1.7 г/л. В целом джалал-абадские воды являются сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридными, натриево-кальциевыми или натриево-кальциево-магниевыми.

Курорт Джеты-Огуз расположен на высоте 2 тыс. м в юго-восточной части Иссык-Кульской котловины. Воды его отличаются большим содержанием родона и высокой минерализацией. Пробы брали в терме с глубины 253 м с температурой воды на сливе 20 °C, содержанием солей 3.1-4.2 г/л и родона 100-120 ед. Махе. Термы с глубин 70 и 15 м имели более высокие температуру (37-41 °C), содержание солей (9-13 г/л) и родона (200-450 ед. Махе).

В восточной части Иссык-Кульской котловины расположен курорт Джергалан, состав воды которого аналогичен водам отечественных месторождений Кульдур и Алма-Арасан, Котере (Франция) и Павел Баня (Волгария). Джергаланская минеральная вода относится к азотным слабоминерализованным термам хлоридно-натриевого состава. Она имеет щелочную реак-

[illegible]

цию (рН 8.5–8.9), температуру 33–38 °С и содержит до 1 г/л минеральных солей.

По южному берегу озера Иссык-Куль были исследованы 4 источника. Один из них находится у пос. Карла Маркса, другой — у с.Сары, третий расположен на расстоянии 100 км по направлению к горам от с.Сары (условно назван „Сары-Тоо“), четвертый функционирует около дорожного управления в 15 км от г.Рыбачье (условно назван „ДУ“). Температура воды в источнике пос. Карла Маркса около 50 °С. Ее химический состав не определен, хотя недалеко от данной скважины в санатории-профилактории Барбулак вода по составу солей сульфатно-хлоридная, кальциево-натриевая, щелочная (рН 8.7). Температура воды источников у с.Сары („Сары-Тоо“ и „ДУ“) 20–38 °С, она слабоминерализована. „Ак-Суу“ (Иссык-Кульская котловина) имеет горячую (от 38 до 52 °С) слабоминерализованную воду. Второй источник „Ак-Суу“ с холодной (7 °С) минеральной водой, богатой железом, расположен в Чуйской долине.

В источниках найдено 32 вида и формы свободноживущих нематод. Четыре формы будут описаны как новые для науки виды (*Eumonhystera* sp., *Achromadora* sp., *Diploscapter* sp. и *Cephalobus* sp.), остальные формы зарегистрированы в качестве единичных половозрелых особей или личинок. Наиболее широко распространен *Rhabdolaimus terrestris*, в отдельных источниках многочисленны *Monhystrella paramacrura* и *Achromadora* sp. (морфологически близкая к *A. dubia*) (см. таблицу). Эти виды, а также *Udonchus tenuicaudatus* довольно часто встречаются в минеральных источниках, термальных водах, гейзерах, фумаролах [4–8]. Кроме того, они обитают в соленых озерах и устьях рек [1,3,9], что свидетельствует об адаптации данных видов к водоемам с повышенным содержанием в их воде растворенных солей [2]. Небезынтересно отметить, что в родоновом источнике Джеты-Огуз отсутствует *Rhabdolaimus terrestris*, а доминирует *Monhystrella paramacrura*. Это, по всей видимости, связано с узкой экологической специфичностью отдельных видов. Нематодофауна холодного источника „Ак-Суу“ резко отличается от фауны горячих и теплых терм. В первом явно преобладают монхистериды, а во вторых — ареоляймиды и хромадориды.

Литература

1. Гагарин В.Г. Пресноводные нематоды европейской части СССР. Л., 1981.
2. Гагарин В.Г. Фауна свободноживущих нематод водоемов полуострова Таймыр и замечания о видовых комплексах нематод в пресных водоемах // Фауна, морфология и систематика свободноживущих низших червей. Рыбинск, 1990.
3. Лемзина Л.В. Свободноживущие нематоды озер Иссык-Куль и Сон-Куль. Фрунзе, 1989.
4. Koniar P. The microfauna of the thermal springs of Trencianske Teplice in Slovakia // Pr. II. Sekc. slov. Akad. Vied Seria biologicka. 1955. Zv. 1, zo.10.
5. Meyl A.H. Die bisher in Italien gefundenen freilebenden Erd- und Süßwasser-Nematoden // Arch. zool. ital. 1954. Vol. 39.
6. Meyl A.H. Freilebende Nematoden aus binnenlandischen Salzbiotopen zwischen Braunschweig und Magdeburg // Arch. Hydrobiol. 1955. Vol. 50.
7. Pax F., Soos A. Die Nematoden der deutschen Schwefelquellen und Thermen // Arch. Hydrobiol. 1943. Vol. 40.
8. Pax F., Soos A. Nematoden aus mitteleuropäischen Thermalquellen // Zool. Anz. 1950. Vol. 145.
9. Riemann F. Freilebende Nematoden aus dem Grenzbereich Meer-Süßwasser in Kolumbien, Südamerika // Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremenhaven. 1970. Bd 12.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

УДК 595.121-146 + 576.895.121

В.Г.Давыдов, Г.А.Колесникова

ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ПРОТОКОВ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ *CARYOPHYLLAEUS LATICEPS* (CESTODA, *CARYOPHYLLIDEA*)

The process of the differentiation of the ducts of sexual system have been studied usiuy electron microscopy technic. This process includes the aggregation of weakly differentiated cells, the symplast formation and further formation of the epythelial walls of the clusts. The differentia-

tion in accompanied by the elimination of nuclei, which nuclei are emigrating to the ducts cavity.

Сведения по развитию и дифференцировке половой системы *Caryophyllidea* весьма ограничены, что отражается на понимании ряда вопросов онтогенеза этой филогенетически важной группы плоских червей [1,2]. Ниже приводятся результаты электронно-микроскопического исследования процессов развития протоков половой системы одного из наиболее типичных и широко распространенных видов кариофиллидных цестод — *Caryophyllaeus laticeps*.

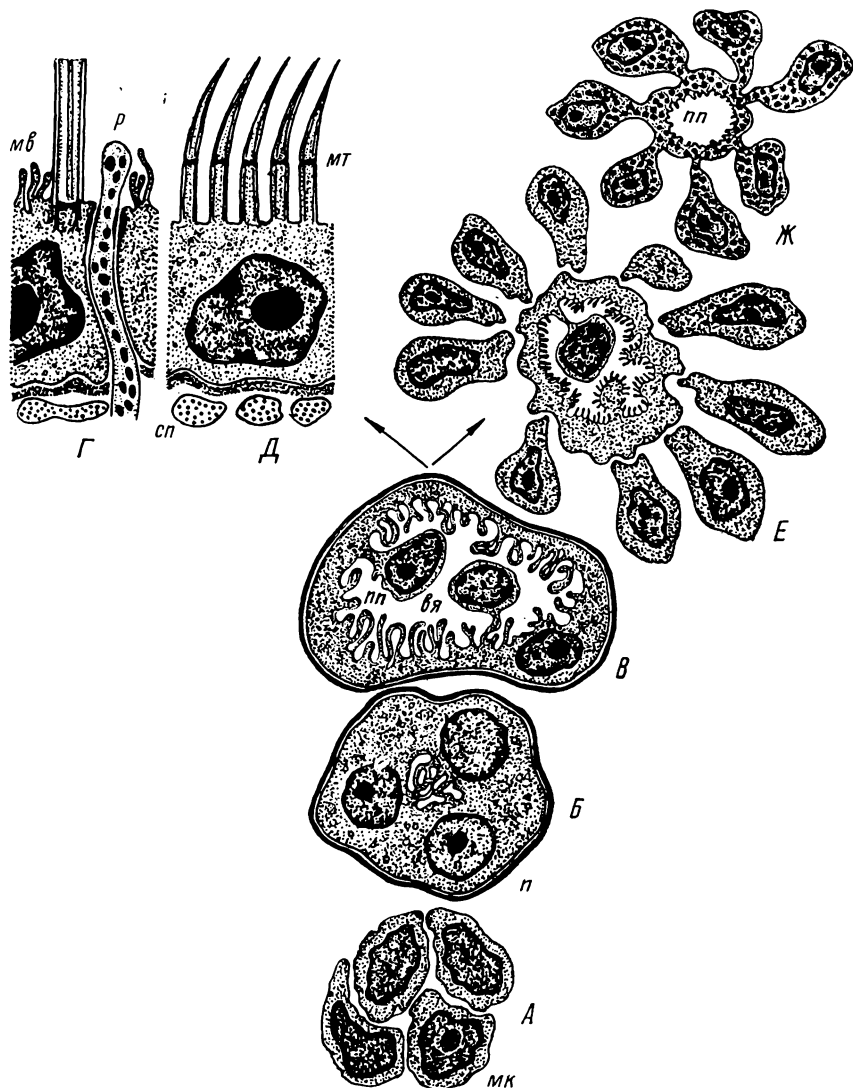
Червей разной степени зрелости извлекали из кишечников лещей (*Abramis brama*), отловленных в Рыбинском водохранилище. Фиксацию и последующую обработку материала осуществляли стандартными для электронной микроскопии методами [3].

Начальные этапы развития половой системы *C. laticeps*, как и других цестод, связаны с образованием полового зачатка. Он возникает в результате агрегации малодифференцированных (камбиальных) клеток, которые формируют округлые скопления и тяжи в местах соответствующей локализации будущих органов или их протоков (рис. 1, А; 2, А). Малодифференцированные клетки обладают крупным ядром и сравнительно небольшим ободком плотной гомогенной цитоплазмы.

Следующий этап дифференцировки включает в себя несколько совместно проходящих процессов, которые протекают сходным образом при формировании протоков как мужской, так и женской половых систем. Агрегаты малодифференцированных клеток теряют клеточные границы и сливаются в симпласт. В центральной части последнего начинается образование полости канала путем все большего увеличения и слияния между собой мембранограниченных вакуолей (рис. 1, Б; 2, Б). В этот же период симпластический половой зачаток отделяется от окружающей паренхимы пограничной (базальной) пластинкой. Одновременно с формированием полостей наблюдается и закладка некоторых микроструктур их внутренних поверхностей,

Рис. 1. Схема дифференцировки протоков половой системы *Caryophyllaeus laticeps*.

А — образование полового зачатка путем агрегации малодифференцированных клеток, Б — симпласт с



формирующейся внутри полостью протока и окруженный пограничной пластинкой, В — стадия выселения ядер, Г — сформированная стенка ооципа, Д — сформированная стенка влагалища, Е — начальный этап формирования железистого участка матки, Ж — сформированный железистый участок матки; вя — выселяющиеся ядра, мв — микроворсинки, мк — малодифференцированные клетки, мт — микротрихии, п — пограничная пластинка, пп — полость полового протока, р — ресничка, сп — секреторный проток.

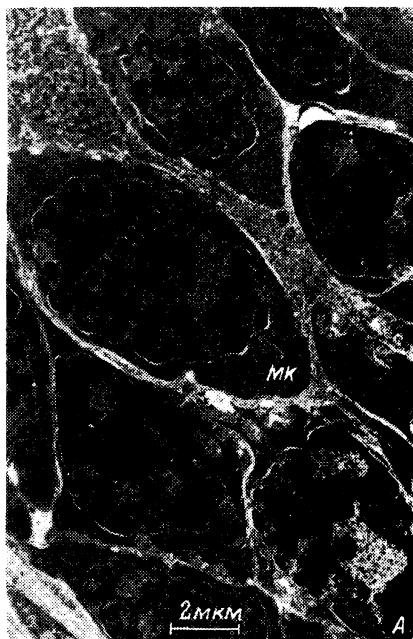
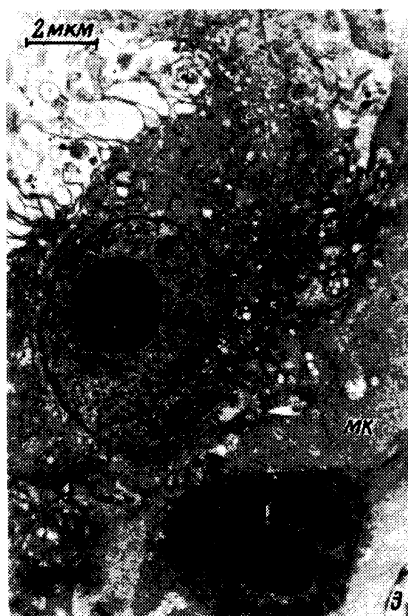
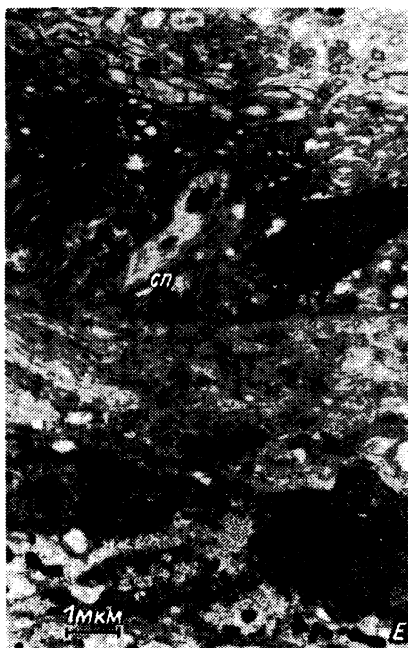


Рис. 2. Ультраструктура различных стадий дифференцировки протоков половой системы *Caryophyllaeus laticeps*.

А — малодифференцированные клетки полового зачатка, Б — начальная стадия образования канала семяпровода, В — формирование канала оотиды с выстилающим его ресничным слоем, Г — выселение ядер в



процессе дифференцировки стенки семяприемника, Д — выселение ядра из стенки начального (нежелезистого) отдела матки, Е — стенка оотипа, Ж — микротрихии эпителия влагалища, З — эпителий матки с прилегающими малодифференцированными клетками. Обозначения те же, что и на рис. 1.

характерных для данного типа полового протока. Так, еще до образования выраженного просвета в желточных протоках и оотипе присутствуют многочисленные реснички (рис. 2, В).

После завершения формирования полостей стенки протоков принимают вид синцитиального эпителия. Его дальнейшая дифференцировка связана с активным выселением ядер в просвет протоков (рис. 1, В; 2, Г, Д). Это происходит путем все более усиливающегося выпячивания ядер с окружающей их цитоплазмой в полость каналов. В результате они остаются соединенными с поверхностью эпителия лишь тонкими мостиками, которые затем разрушаются и ядра оказываются свободными.

Подобная элиминация ядерного материала характерна для всех без исключения протоков половой системы *C. laticeps* и продолжается, но в меньшей степени, вплоть до ее полного формирования и начала функционирования. Вместе с тем полной элиминации ядер в синцитиальном эпителии протоков половой системы (за исключением среднего отдела матки) не происходит. Небольшое их количество всегда присутствует в эпителиальной стенке каналов.

Синцитиальная эпителиальная выстилка характерна для подавляющего числа протоков половой системы. Все они подостланы пограничной пластинкой, под которой расположены мышечные слои. Степень развития и количество слоев зависят от особенностей функционирования данного отдела половой системы. Наряду с этим наблюдаются различия и в типах микроструктур, локализованных на внутренних поверхностях каналов.

В оотипе, например, имеются многочисленные реснички и микроворсинки, а его стенку пронизывают протоки желез Мелиса (рис. 1, Г; 2, Е). Эпителий семяпровода несет крупные ламеллярные выросты, а стенка влагалища покрыта микротрихиями (рис. 1, Д; 2, Ж). Последние являются типичными микроструктурами покровов тела (тегумента) цестод. Однако эпителий влагалища закладывается в паренхиме самостоительно, вне связи с покровами червей и, кроме того, его строение существенно отличается от тегумента прежде всего отсутствием погруженных ядродержащих участков (цитонов).

В отличие от всех остальных протоков половой системы формирование средних отделов матки *C. laticeps* не завершается образованием синцитиальной эпителиальной стенки. В процессе своего развития последняя элиминирует все ядра, а сконцентрированные вокруг нее многочисленные малодифференцирован-

ные клетки вступают в синцитиальную связь с образовавшимся безъядерным цитоплазматическим слоем (рис. 1, Е, Ж; 2, 3). В результате этого процесса стенка средних отделов матки приобретает тегументоподобное строение и состоит из наружного безъядерного цитоплазматического слоя и погруженных в паренхиму цитонов. В дальнейшем цитоны специализируются в маточные железы, секрет которых вначале поступает в цитоплазматический слой, а затем выводится в полость матки.

Литература

1. Поддубная Л.Г. Ультратонкое строение некоторых кариофиллидных цестод: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1988.
2. Протасова Е.Н., Куперман Б.И., Ройтман В.А., Поддубная Л.Г. Кариофиллиды фауны СССР. М., 1990.
3. (Weekli В.) Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих. М., 1975.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН
Гельминтологическая лаборатория РАН

УДК 576.895.121 + 595.121-11

Г.И.Извекова, А.В.Володин

ДЕЙСТВИЕ ПРАЗИКВАНТЕЛЯ НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА У ЦЕСТОД *TRIAENOPHORUS NODULOSUS* И *EUBOTHRIUM RUGOSUM*

The effect of praziquantel on the glucose uptake and on the content of glycogen in *Triaenophorus nodulosus* and *Eubothrium rugosum* (Cestoda) was studied. Incubation of worms in medium with praziquantel stimulated glucose uptake, but had no effect on glycogen level in worm's tissues.

Празиквантель — антгельминтик, обладающий широким спектром действия и высокой эффективностью. Традиционно изучение действия антгельминтиков на паразитов проводится в 3 направлениях: действие яда на мембранный транспорт, а также на морфологию и функцию покровов и изучение механизмов его по-

глюкозы [7]. Большое количество работ посвящено влиянию празиквантела на транспорт глюкозы у различных видов трематод, нематод и цестод [5,6,8,9 и др.], поскольку глюкоза является основным потребляемым углеводом и единственным моносахаридом, используемым для синтеза гликогена.

Литературные данные, касающиеся действия празиквантела на транспорт глюкозы, весьма противоречивы. Отмечались угнетение транспорта глюкозы этим антгельминтиком [6,11] и стимуляция ее поглощения [8,9], а после длительного воздействия празиквантелом (24 ч) — снижение уровня содержания гликогена [5,11 и др.]. Исходя из этого невозможно прийти к однозначному выводу о действии празиквантела на транспорт глюкозы у гельминтов, что может быть связано с разнообразием изучаемых объектов, отличающихся особенностями углеводного обмена и строением покровов паразитов, а также с различием условий проведения экспериментов (концентрация антгельминтика, время его воздействия на паразита и т.п.).

Целью данной работы явилось изучение влияния празиквантела на интенсивность аккумуляции глюкозы и содержание гликогена у 2 широко распространенных низших цестод. Объектом исследований служили цестоды *Eubothrium rugosum* из кишечника налима (*Lota lota*) и *Trienophorus nodulosus* из кишечника щуки (*Esox lucius*) Рыбинского водохранилища.

Материал собирали в зимне-весенний период. Интенсивность аккумуляции глюкозы выражали в миллимолях и изучали по накоплению гексоз в расчете на 100 мг сырой массы гельминтов за 60, 120 и 180 мин при инкубации в растворах D-глюкозы (2.5 ммоль — *E. rugosum*; 5 ммоль — *T. nodulosus*), приготовленных на среде Рингера для холоднокровных животных (рН 7.4). Концентрацию гексоз определяли модифицированным методом Нельсона [4]. Гликоген из тканей гельминтов осаждали спиртом после переваривания тканей в 30 %-ной КОН, и его количество измеряли методом Монтгомери с фенолом и серной кислотой [10]. Содержание гликогена выражали в миллиграммах гликогена на 1 мг массы ткани. Празиквантель применяли в концентрации 10 ммоль. Для анализа использовали кусочки червей длиной 2–4 см из средней части стробила с формирующимися гонадами.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что 4-часовая экспозиция гельминтов в растворе глюкозы не влияет на содержание гликогена у изученных видов цестод (рис. 1, 2). При инкубации червей в среде с глюкозой и антгельминтиком в те-

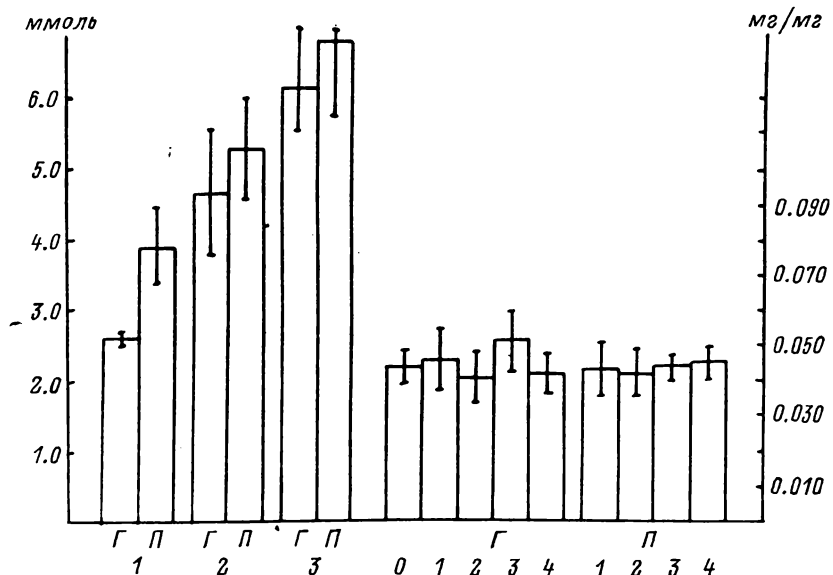


Рис. 1. Влияние празиквантеля на интенсивность аккумуляции глюкозы и содержание гликогена у цестоды *Triaenophorus nodulosus*.

По оси ординат слева направо — интенсивность аккумуляции глюкозы, содержание гликогена: по оси абсцисс: Г — среда инкубации, содержащая глюкозу; П — среда инкубации, содержащая глюкозу + празиквантель; 0, 1, 2, 3, 4 — время инкубации, ч.

чение этого же срока количество гликогена в тканях червей также оставалось прежним: у *Triaenophorus nodulosus* — (0.044 ± 0.001) , а у *Eubothrium rugosum* — (0.097 ± 0.004) мг/мг. Изменения содержания гликогена в данных условиях не обнаружено, очевидно, в связи с непродолжительным временем проведения эксперимента и достаточным питанием экзогенной глюкозой, при котором резервные запасы гликогена не расходуются.

В тканях гельминтов постоянно присутствовала свободная глюкоза [3]. Ее концентрация у *Triaenophorus nodulosus* составила (2.61 ± 0.29) , а у *Eubothrium rugosum* — (6.92 ± 1.07) ммоль. При изучении поглощения глюкозы из внешней среды это начальное количество мономера, определяемое до инкубации червей в опытном растворе, обозначалось как фоновое.

Во время инкубации червей *Triaenophorus nodulosus* в растворе глюкозы интенсивность аккумуляции данного мономера в тканях цестод после часовой

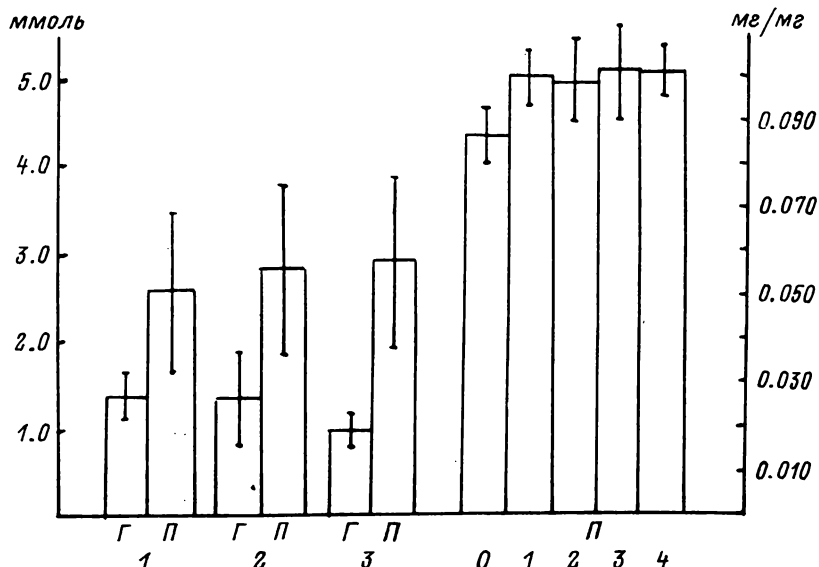


Рис. 2. Влияние празиквантела на интенсивность аккумуляции глюкозы и содержание гликогена у цестоды *Eubothrium rugosum*.

Обозначения те же, что на рис. 1.

экспозиции составила (2.64 ± 0.06) ммоль, 2-часовой — (4.64 ± 0.98) и 3-часовой — (6.17 ± 0.98) ммоль. Таким образом, в течение исследуемого времени поглощение глюкозы из среды происходило достаточно равномерно и против концентрационного градиента, т.е. активно. При добавлении в инкубационную среду празиквантела интенсивность аккумуляции глюкозы оказалась равной (3.90 ± 0.58), (5.31 ± 0.73) и (6.71 ± 1.01) ммоль для инкубаций в течение 1, 2 и 3 ч соответственно. Следовательно, часовая инкубация в среде с празиквантелом в некоторой степени стимулирует поглощение глюкозы цестодами *T. nodulosus*, при более длительной инкубации различия в интенсивности аккумуляции глюкозы червями в среде без празиквантела и с ним не достоверны (рис. 1), т.е. в последнем случае быстрее наступает насыщение процесса поглощения глюкозы цестодой.

При исследовании интенсивности аккумуляции глюкозы в зависимости от времени инкубации обнаружили, что после часовой экспозиции она составила у цестод *Eubothrium rugosum* (1.36 ± 0.35) ммоль, а в течение следующих 2 ч содержание практически не изменилось (рис. 2) — установилось равновесие

между количествами поглощаемой из инкубационного раствора глюкозы и включающейся в процессы метаболизма внутри клетки. При добавлении к среде инкубации празиквантела интенсивность аккумуляции глюкозы *E. rugosum* была равна (2.56 ± 0.97), (2.82 ± 1.01) и (2.89 ± 0.93) ммоль для экспозиций в течение 1, 2 и 3 ч соответственно. Следовательно, антгельминтик стимулирует поглощение глюкозы червями, при этом так же, как и в среде без празиквантела, насыщение процесса достигается с течением времени.

В исследуемый период времени для изучаемых видов цестод не отмечено изменения содержания гликогена, но показано потребление глюкозы из окружающей среды с накоплением ее в тканях без заметного увеличения интенсивности процесса во времени. Можно предположить, что поглощенная глюкоза в тканях гельминтов расходуется в первую очередь не на синтез гликогена, а фосфорилируется гексокиназой, и с образованием глюкозо-6-фосфата запускается гликолитический и пентозофосфатный пути распада углеводов [3]. При расщеплении глюкозы происходит накопление энергии в высокоэнергетических фосфатных связях АТФ, а ее окисление по пентозофосфатному пути идет с запасанием восстановленного НАДФ. В условиях испытания празиквантель оказывает стимулирующее действие на поглощение глюкозы, не вызывая, видимо, отрицательного действия на углеводный обмен.

Таким образом, при изучении действия празиквантеля на процесс поглощения глюкозы и содержание гликогена у 2 видов низших цестод отмечены различия и общие черты. Обнаружен разный уровень содержания гликогена: у *Eubothrium rugosum* он почти в 2 раза выше, чем у *Triaenophorus nodulosus*. Инкубация червей в среде с празиквантелем не влияет на уровень содержания гликогена в тканях. Поглощение глюкозы у *T. nodulosus* протекает эффективней, чем у *E. rugosum*. Наличие у этих цестод систем ее активного транспорта было показано ранее [1,2]. Празиквантель оказывает стимулирующее действие на процесс аккумуляции глюкозы у обоих видов. Существование более активных транспортных систем глюкозы у *T. nodulosus* в сравнении с *E. rugosum* связано, возможно, с меньшими запасами гликогена у первой цестоды.

Незначительное влияние празиквантеля на углеводный обмен цестод хорошо согласуется с полученными нами результатами морфологического изучения *Triaenophorus nodulosus* и *Eubothrium rugosum* при

данном воздействии: электронно-микроскопическое исследование не выявило сколько-нибудь заметных изменений ультраструктуры гельминтов.

Литература

1. Извекова Г.И. Характеристика транспорта глюкозы у цестоды *Eubothrium rugosum* // Паразитология. 1988. Т. 22, № 3.
2. Извекова Г.И. Транспорт некоторых углеводов у цестоды *Trienophorus nodulosus* // Паразитология. 1989. Т. 23, № 3.
3. Сопрунов Ф.Ф. Успехи в изучении углеводного обмена гельминтов // Тр. ГЕЛАН АН СССР. 1984. Т. 32.
4. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека (обзор современных методов). Л., 1969.
5. Andrews P. Effect of praziquantel on the metabolism of *Schistosoma mansoni* // 4th Int. Congr. Parasitol. Warszawa, 1978. Short commun. Sec. D. S. 1.
6. Andrews P., Thomas H. The effect of praziquantel on *Hymenolepis diminuta* in vitro // Tropenmed. und Parasitol. 1979. Vol. 30, N 3.
7. Cappell L.H. The interaction between drugs and the parasite surface // Parasitology. 1988. 96 suppl.
8. Harder A., Abbink J., Andrews P., Thomas H. Praziquantel impairs the ability of exogenous serotonin to stimulate carbohydrate metabolism in intact *Schistosoma mansoni* // Parasitol. Res. 1987. Vol. 73, N 5.
9. Harder A., Andrews P., Thomas H. Chlorpromazine, other amphilitic cationic drugs and praziquantel: effect on carbohydrate metabolism of *Schistosoma mansoni* // Parasitol. Res. 1987. Vol. 73, N 3.
10. Montgomery R. Determination of glycogen // Arch. Biochem. and Biophys. 1957. Vol. 67.
11. Pampori N.A., Singh G., Srivastava V.M.L. Co-tungia digonopora: carbohydrate metabolism and effect of anthelmintics on immature worms // J. Helminthol. 1984. Vol. 58, N 1.

Институт биологии
внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

Л. Н. Лапкина

СОПОСТАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛЕТАЛЬНОГО
И СУБЛЕТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ХЛОРОФОСА НА ПИЯВОК

Interspecific differences of leeches in response to dylox are expressed clearer in short-term (48 h), acute experiments and leveled under the long-term chronical effect of dylox.

В водной токсикологии параметры LC_{50} (24-96 ч) служат отправной точкой при сравнительной оценке токсичности различных веществ и изменения ее под воздействием разных факторов или для сравнения относительной устойчивости гидробионтов: видовой, возрастной, сезонной и т.д. Представление о реальной опасности токсикантов дают более длительные, хронические опыты, позволяющие судить о росте, размножении и качестве потомства. Такие исследования информативны, но требуют больших затрат труда, времени и, следовательно, средств. С этой точки зрения целесообразно сопоставить результаты экспериментов, выполненных на одних и тех же видах гидробионтов при различных режимах действия токсиканта — остром и хроническом.

Объект исследования — пиявки 6 видов. Для каждого из них определяли 48 ч LC_{50} хлорофоса, а затем помещали группами по 20-80 особей на более длительный срок в растворы 1/10, 1/100, 1/1000 и т.д. доли от соответствующих виду 48 ч LC_{50} . Использовали особей, равноценных по массе и величине. Растворы заменяли ежедневно. Регистрировали выживаемость, признаки интоксикации, количество потребляемой пищи и произведенного потомства. О количестве потомства рыбных пиявок *Piscicola geometra* и *Capriobdella fadejewi* судили по числу отложенных ими коконов, каждый из которых содержит 1 яйцо [5]. Кокон глоточной пиявки *Herpobdella octoculata* может иметь несколько яиц [3], поэтому подсчет ее потомства производили после вылупления молоди. Для изучения пищевой активности кровососущих пиявок *Hirudo medicinalis* и *Hemiclepsis marginata* взвешивали их до и после кормления, предварительно обсушив фильтровальной бумагой. В опытах с хищным видом *Herpobdella octoculata* учитывали количество съеденных личинок хирономид, при этом в одних слу-

Таблица 1

Влияние растворов хлорофоса 1/10-1/10000 48 ч LC₅₀ на проявление патологии и гибель пиявок, % (экспозиция 1 нед, пиявок не кормили)

Вид	48 ч LC ₅₀ , мг/л	1/10	1/100	1/1000	1/10000
Патология					
<i>Hemicleipsis marginata</i> :					
взрослые	100-120	100	100	100	40
молодь	11	100	100	30	0
<i>Herpobdella octoculata</i>	1.0-1.5	90	25	5	0
<i>H. testacea</i>	0.6	75	15	0	-
<i>Hirudo medicinalis</i> (молодь)	0.5	50	0	0	-
<i>Piscicola geometra</i>	0.1	30	0	0	-
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	0.05	20	0	0	-

Таблица 1 (продолжение)

Вид	1/10	1/100	1/1000	1/10000
Гибель				
<i>Hemicleipsis marginata</i> :				
взрослые	60	20	0	0
молодь	50	35	0	0
<i>Herpobdella octoculata</i>	35	0	0	0
<i>H. testacea</i>	15	0	0	-
<i>Hirudo medicinalis</i> (молодь)	5	0	0	-
<i>Piscicola geometra</i>	0	0	0	-
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	0	0	0	-

чаях пиявкам давали избыточное количество корма, а в других — недостаточное.

Токсикорезистентность пиявок к хлорофосу представлена в виде нисходящего ряда видовой устойчивости по параметру 48 ч LC_{50} (табл. 1). Полученные данные свидетельствуют о том, что при использовании концентраций на 1–3 порядка ниже LC_{50} и увеличении экспозиции до 1 нед более устойчивые виды подвергались в большей степени летальному действию токсиканта, менее устойчивые — сублетальному. Таким образом, чем резистентнее вид, тем в большей степени надо уменьшить его 48 ч LC_{50} для получения сублетального эффекта. Для взрослых *Hemiclepsis marginata*, сублетальным является раствор хлорофоса 1/1000 от LC_{50} , а для рыбных пиявок *Piscicola geometra* и *Caspiobdella fadejewi* — 1/10. В абсолютных единицах концентрации соответственно равны 0.1, 0.01 и 0.005 мг/л. Для остальных видов сублетальные концентрации (при недельной экспозиции) также находятся внутри этого токсического диапазона (0.1–0.005 мг/л), который гораздо уже, чем межвидовой диапазон 48 ч LC_{50} (120–0.05 мг/л).

При дальнейшем снижении содержания хлорофоса в сублетальных растворах и удлинении экспозиции до 2–4 нед у пиявок уже не отмечалось признаков интоксикации, но обнаруживались изменения в уровне трофического и репродуктивного обменов, направленные на их повышение. Рассмотрим влияние той или иной сублетальной концентрации хлорофоса на изменение биологических показателей у различных видов пиявок и сопоставим ее с LC_{50} для этого вида.

Hemiclepsis marginata (3-суточная молодь), помещенная на месяц в раствор хлорофоса 0.005 мг/л (десятитысячные доли от LC_{50} = 11 мг/л), проявляла повышенную активность кровососания по сравнению с контрольными особями. Количество потребляемой пиявками крови увеличивалось от кормления к кормлению по мере их роста, при этом суммарные порции крови, высасываемые 10 подопытными пиявками (35, 107, 148, 150 мг за 1–4 кормления), превосходили всегда таковые у контрольной молоди (23, 77, 106, 114 мг) соответственно на 52, 38, 39, 31 %.

С ростом пиявок на порядок увеличилась их токсикорезистентность (48 ч LC_{50} после 4-го кормления — 100 мг/л). Вероятно, поэтому на 2-м месяце жизни подопытная молодь *H. marginata* высосала за 3

кормления лишь на 3 % больше крови (1724 мг), чем контрольные особи (1669 мг), т.е. подростки пиявки не реагировали на концентрацию хлорофоса 0.005 мг/л (стотысячные доли от LC_{50}), как это происходило с ними на 1-м месяце жизни, когда та же концентрация соответствовала десяти тысячным долям LC_{50} .

Аналогично молодые особи *Hirudo medicinalis* из раствора хлорофоса 0.005 мг/л (1/100 от LC_{50}) проявили достоверно более высокую активность кровососания, чем экземпляры из раствора 0.0005 мг/л (1/1000 от LC_{50}) и тем более контроля [1].

У пиявок *Herpobdella octoculata* в сублетальных растворах хлорофоса 0.01 и 0.001 мг/л (1/100 и 1/1000 от LC_{50}) наблюдали стимуляцию как трофического, так и репродуктивного обмена, оптимумы их совпадали и приходились на концентрацию 0.01 мг/л. Меньшая концентрация хлорофоса (0.001 мг/л) оказалась менее эффективной. Летальная концентрация 0.1 мг/л (1/10 от LC_{50}) подавляла пищевую активность и процесс размножения (табл. 2).

Увеличение плодовитости *H. octoculata* в сублетальных растворах хлорофоса, вероятно, не являлось следствием только повышенного потребления корма пиявками в этих условиях, поскольку и при недостатке его стимуляция также имела место (табл. 2). Подобное воздействие токсиканта на воспроизводительную функцию проявилось у рыбных пиявок *Piscicola geometra* и *Caspiobdella fadejewi*, которые в продолжение 2 нед опыта не кормились. Концентрация 0.01 мг/л (1/10 от LC_{50}) обладала стимулирующим воздействием на *P. geometra*, а 0.001 мг/л (1/100 от LC_{50}) уже не давала такого эффекта, зато была способна стимулировать коконообразование у менее резистентного вида *C. fadejewi* (табл. 2).

Сопоставление параметров летального и сублетального действия хлорофоса на пиявок показало, что чем выше для вида абсолютное значение $48 \text{ ч } LC_{50}$, тем при больших разведениях этой концентрации проявляется способность хлорофоса воздействовать на физиологические функции пиявок при длительной экспозиции. Так, *Hemiclepsis marginata* (молодь) испытывает повышенную потребность в пище при разведении LC_{50} более чем в 2000 раз, *Herpobdella octoculata* — в 1000, но максимум в 100

Таблица 2

Изменение биологических показателей у пиявок
под воздействием различных концентраций хлорофоса (экспозиция 2 нед)

Вид	Количество пиявок, шт.	Пищевой режим	Показатели	Концентрации хлорофоса, мг/л			
				контроль	0.001	0.01	0.1
<i>Herpobdella ostoculata</i>	20	Получали корм в избытке (5 личинок хирономид в сутки для 1 пиявки)	Число съеденных личинок	222	285	387	26
			Отложено коконов	24	40	32	0
			Вылупление молды	27	64	88	0
	20	Недостаток корма (1 личинка хирономид за 4 сут для 1 пиявки)	Число съеденных личинок	60	60	60	20
<i>Piscicola geometra</i>	80	Кормились на рыбе 1 раз перед опытом	Отложено коконов	8	11	10	0
			Вылупление молды	5	16	21	0
			Отложено коконов	292	281	448	0
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	60	Тот же	Те же	779	1331	139	-

раз, *Hirudo medicinalis* — в 100 и 10 раз; а *Piscicola geometra* и *Caspiobdella fadejewi* увеличивают кладку коконов, если находятся в растворах, в 50–10 раз более слабых, чем их LC_{50} . Диапазон концентраций (0.01–0.001 мг/л), в котором при 2–4-недельной экспозиции проявляются указанные эффекты для всех пиявок — представителей 4 семейств, уже токсического диапазона при недельной экспозиции (0.1–0.005 мг/л) и тем более 48-часового летального (120–0.05 мг/л).

Таким образом, четкие межвидовые различия (более чем в 2000 раз), обнаруженные в устойчивости пиявок к хлорофосу по 48 ч LC_{50} , при его хроническом токсическом воздействии сглаживаются (не превышают 20 раз). Результаты становятся еще менее зависимыми от видовой принадлежности пиявок в нетоксичном диапазоне, который, согласно терминологии Н.С. Строганова [4], обозначен „стимулирующим“. В этом случае различия между эффективными концентрациями для наиболее и наименее чувствительных видов различаются не более чем в 10 раз.

Нет оснований считать, что 2–4-недельное воздействие тысячных долей миллиграмма хлорофоса на 1 л воды улучшает функциональное состояние исследованных видов пиявок. Можно предположить, что они испытывают повышенную потребность в пище из-за энергетических затрат, необходимых для детоксикации яда, откладывают больше коконов и яиц, что приводит к измельчанию потомства. Факторы, снижающие резистентность особей (голодание, возраст), изменяют их ответную реакцию „стимулирования“ на противоположную — „угнетение, гибель“. Концентрация 0.005 мг/л, нетоксичная для регулярно кормящихся молодых *Hirudo medicinalis*, вызывает через месяц развитие интоксикации у голодных, некормленных особей и снижает у них уровень активности фермента холинэстеразы [1]; концентрация 0.001 мг/л, увеличивающая плодовитость половозрелых особей *Caspiobdella fadejewi*, убивает их молодь [2].

Результаты данной работы свидетельствуют о том, что длительное присутствие в воде хлорофоса в концентрации, не превышающей нескольких микрограммов на литр, сказывается отрицательно на всех представителях 4 семейств пиявок, вне зависимости от различий их токсикорезистентности в краткосрочных 48-часовых опытах.

Литература

1. Лапкина Л.Н., Мензикова О.В., Флеров Б.А. Влияние острого, подострого и хронического отравления медицинской пиявки хлорофосом на уровень активности холинэстеразы и некоторые биологические показатели // Физиология и токсикология гидробионтов. Ярославль, 1988.
2. Лапкина Л.Н., Томилина И.И., Флеров Б.А. Хроническое действие хлорофоса на пиявок *Caspiobdella fadejewi* (Erstein) в разные периоды их онтогенеза // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1990. № 90.
3. Лукин Е.И. Фауна СССР. Пиявки. Т. 1. Л., 1976.
4. Строганов Н.С. Теоретические аспекты действия пестицидов на водные организмы // Экспериментальная водная токсикология. Рига, 1973.
5. Шмидт Г.А. Ранние стадии развития рыбьих пиявок (*Ichthyobdellidae*) // Памяти академика А.Н. Северцова. М., 1941. Т. 2, ч. 2.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

УДК 597.08.591

В.М. Володин

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ ЛЕЩА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

The long-term dynamics of bream population structure in the Rybinsk reservoir in the light of ecological changes having occurred for the past period of its existence are reported.

Неудовлетворительное состояние запасов рыб во внутренних водоемах, обусловленное ограниченностью масштабов естественного воспроизводства, а порой и результатами хозяйственной деятельности человека, вызвало настоятельную необходимость разработки экологических основ для установления нормативов их рационального использования. В плане решения этой проблемы нами проведен сравнительный анализ особенностей структуры популяции леща Рыбинского водохранилища в периоды нарастания ее численности и увеличения промысловых уловов (1953–1957 гг.), снижения этих показателей (1964–1968 гг.), а также

в период их относительной стабилизации (1973-1977 и 1982-1986 гг.).

В качестве элементов, характеризующих состояние структуры популяции, были использованы возрастной состав (22 354 экз. рыб), темп линейного роста и увеличение массы тела (13 526 экз.), скорость полового созревания (4577 экз.) и плодовитость (820 проб). Материалы для анализа были получены из исследовательских траловых и промысловых сетных уловов.

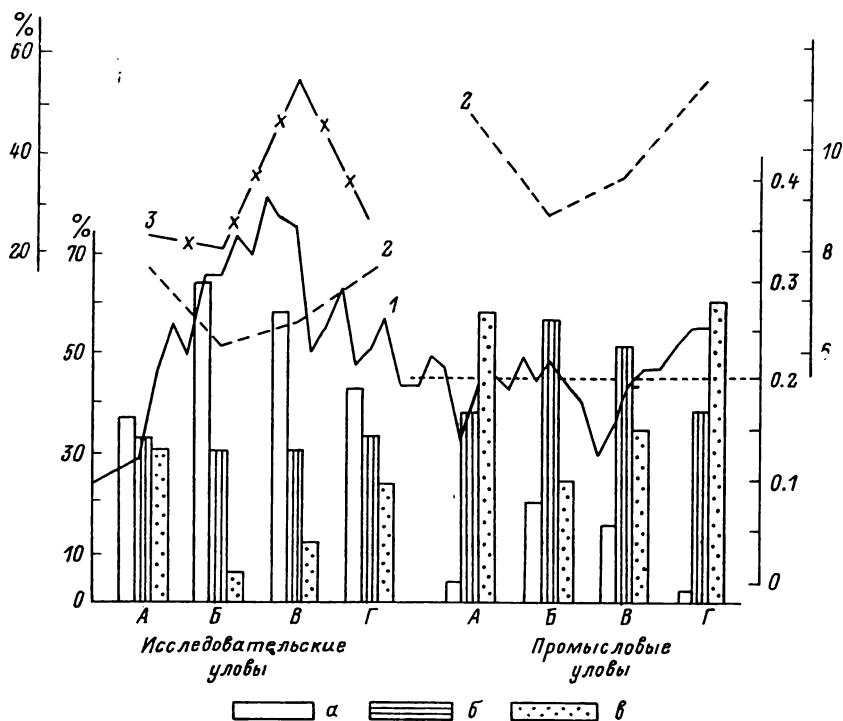
За истекший полувековой период существования Рыбинского водохранилища структура популяции леща неоднократно менялась. На протяжении всего ее формирования можно выделить 4 этапа, совпадающих во времени с общим характером изменений экологической ситуации в водоеме.

Первый из них охватывает период наполнения ложа водохранилища до проектного уровня (1941-1947 гг.). Образование обширных мелководий со свежезалитой растительностью, защищенных от волнобоя массивами затопленных лесов, способствовало успешному размножению фитофильных рыб и обусловило всплеску численности их популяций, особенно таких сравнительно скороспелых видов, как окунь, плотва и щука. Промысловые запасы леща на этом этапе были еще невелики. В составе его популяции преобладали рыбы речного происхождения.

На втором этапе (1948-1959 гг.) началось постепенное разрушение затопленных лесов и прибрежной зоны с растительностью. Условия для воспроизводства запасов рыб стали ухудшаться, но оставались еще достаточно удовлетворительными. Численность и уловы рыб продолжали расти, достигнув максимальной величины в 1958 г. За счет урожайных поколений, появившихся в период наполнения водохранилища, значительно возросла промысловая роль леща, судака и налима.

В популяции леща в это время выделялись 2 группы рыб. Одна из них (наибольшая) была представлена особями среднего и старшего возраста, родившимися до зарегулирования стока и в первые годы заполнения водохранилища, вторая — молодыми неполовозрелыми, родившимися уже после наполнения водоема до проектной отметки (см. рисунок). Промысел леща на этом этапе базировался исключительно на рыбах в возрасте 7 лет и старше.

В результате ухудшения условий для размножения, выживания молоди и высокой интенсивности промысла к концу этапа положение с состоянием запасов основных промысловых видов рыб, в том числе леща,



Промысловые уловы, возрастной состав и половое созревание леща Рыбинского водохранилища в разные годы.

Возрастной состав: А — 1953-1957 гг., Б — 1964-1968 гг., В — 1973-1977 гг., Г — 1982-1986 гг.; а = 1-6 лет, б = 7-10 лет, в = 11 лет и старше; 1 — промысловые уловы, 2 — средний возраст рыб в уловах, 3 — относительное количество половозрелых рыб в возрасте 7-10 лет.

По оси ординат слева направо — относительное количество половозрелых рыб в возрасте 7-10 лет, %; относительное количество рыб, %; промысловые уловы, т/км²; средний возраст рыб в уловах, лет.

стало напряженным. С 1959 г. уловы их стали неуклонно падать вплоть до начала 70-х годов, несмотря на введенные ограничения для промысла (запрет лова в весенний период и установление лимитов вылова).

Третий этап охватывает 1960-1970 гг. В этот период практически полностью исчезли затопленные леса, почти в 10 раз сократились площади раститель-

ных ценозов в зоне временного затопления. Резко ухудшились условия для нереста фитофилов и выживания их молоди. Численность большинства видов рыб по сравнению с предыдущим этапом уменьшилась в несколько раз. В популяции леща ее снижение сопровождалось омоложением возрастной структуры (см. рисунок). К этому времени рыбы речных и первых водохранилищных поколений практически полностью завершили свое существование. В составе популяции стали преобладать молодые неполовозрелые особи. Средний возраст лещей в траловых уловах снизился с 7.7 (в 50-е годы) до 6.1 лет, в промысловых сетных уловах с 10.7 до 8.7 лет. Нерестовое стадо уменьшилось почти в 3 раза, и его основу стали составлять впервые созревающие рыбы. Произшедшее омоложение нашло соответствующее отражение и на возрастном составе леща в промысловых уловах.

Примерно с 1970 г. начался четвертый этап, который продолжается и в настоящее время. Он характеризуется относительной стабилизацией численности и величины уловов леща на уровне около 0.2 т/км², достигнутого в конце 60-х годов. На этом этапе водохранилище приобрело ряд черт, свойственных водоемам озерного типа. Произшедшая трансформация грунтового комплекса его ложа способствовала улучшению жизни взрослых рыб-бентофагов, однако условия для размножения и выживания молоди остались по-прежнему неудовлетворительными. В довершение этого все более усиливаются антропогенная эвтрофикация и загрязнение водоема сельскохозяйственными, бытовыми и промышленными стоками.

После „депрессии“, имевшей место на третьем этапе, возрастная структура популяции леща с начала 70-х годов стала восстанавливаться. Постепенно уменьшалась доля молодых неполовозрелых особей и происходило накопление рыб старших возрастных классов. В результате в настоящее время она приобрела почти полное сходство с таковой в 50-х годах (см. рисунок).

Несмотря на то что на современном этапе биомасса бентоса в целом по водохранилищу увеличилась более чем в 5 раз по сравнению с предшествовавшими этапами, темп роста взрослых лещей остался прежним, а молодых рыб даже ухудшился. Данное обстоятельство обусловлено, на наш взгляд, по крайней мере 2 причинами. В качестве одной из них можно назвать постоянно действующий на водохранилище селективный отбор сетными орудиями лова из каждого нарождающегося поколения (в первую очередь наиболее быстро растущих особей), приводящий тем самым

к обеднению генофонда популяции. Второй причиной служит упомянутое загрязнение водоема. Известно, что загрязняющие вещества, поступающие со сточными водами, не только снижают интенсивность потребления и усвоения корма, но и оказывают непосредственное отрицательное влияние на рост рыб, замедляя синтез коллагена в позвоночнике [1-3].

На третьем этапе, и особенно в начале четвертого, наблюдалось заметное ускорение темпа полового созревания рыб. Если в 50-х годах массовое половое созревание лещей происходило в 12-летнем возрасте, то в 60-х — в 11-, а в 70-х — в 10-летнем. Кроме того, в 70-х годах количество половозрелых особей в возрасте 7-10 лет было в 2 раза больше, чем на втором и третьем этапах, а среди семилеток даже в 4-6 раз. В составе нерестового стада, как и на третьем этапе, доминировали впервые созревающие особи. Особо следует отметить, что ускорение темпа полового созревания рыб в 70-х годах сопровождалось снижением индивидуальной абсолютной плодовитости одноразмерных самок (см. таблицу). В 80-х годах темп полового созревания, плодовитость и возрастной состав нерестового стада вновь стали такими же, как и в 60-х. В отличие от темпа роста перечисленным особенностям динамики полового созревания и плодовитости удовлетворительного объяснения мы не находим.

Сопоставление динамики структуры популяции леща с общим экологическим состоянием водохранилища убеждает в том, что к числу основных факторов, определяющих ее особенности на современном этапе, относится прежде всего недостаток убежищ для молоди, который в значительной степени снижает эффективность размножения сравнительно мощного нерестового стада путем массовой элиминации молоди на ранних этапах онтогенеза. Вместе с тем в водоеме имеется довольно много богатых кормом глубоководных участков, способствующих выживанию рыб, которые достигли половой зрелости. Эти "экологические ниши" и определяют в составе популяции рыбного леща численное преобладание особей средних и старших возрастных классов. Не исключено, что в качестве дополнительного фактора, усугубляющего данное явление, может выступать и недоиспользование запасов леща промыслом. На это, в частности, может указывать накопление в составе популяции старшевозрастных рыб на фоне относительной стабильности ежегодных уловов этого вида со 2-й половины 60-х годов.

Плодовитость (тыс. икринок) одноразмерных самок леща Рыбинского водохранилища в разные годы

Годы наблюдений	Длина тела, мм				
	321 -	330 -	340 -	350 -	360 -
1960, 1961, 1963	85.7	82.4	92.1	111.3	122.6
1976, 1977, 1978	62.8	73.7	82.3	89.6	96.9
1982-1985	88.8	94.5	100.7	107.7	115.7
Средняя много- летняя	78.0	84.7	91.3	99.1	106.5

Длина тела, мм					Количество рыб, экз.
370 -	380 -	390 -	400 -	410 - 420	
124.5	128.0	139.1	190.4	274.4	78
105.7	114.0	121.2	128.1	145.6	248
123.0	130.0	142.5	162.8	184.3	132
114.3	119.1	125.5	131.9	150.2	703

Изложенные материалы дают основание полагать, что современное состояние структуры позволяет без ущерба для запасов увеличить промысловую нагрузку на половозрелую часть популяции леща Рыбинского водохранилища при соблюдении минимального прилова неполовозрелых рыб, а также при осуществлении рыбобоводно-мелиоративных мероприятий, направленных на выживание молоди на ранних этапах ее онтогенеза.

Литература

1. Герасимов Ю.В., Павлов Д.Ф., Чуйко Г.М., Козловская В.И. Пищевое поведение и некоторые биохимические показатели мозга леща при хроническом действии кадмия // Поведение рыб: Тез. докл. на Всесоюз. совещании 20-24 ноября 1989 г. М., 1989.
2. Козловская В.И. Влияние фосфорорганических пестицидов на рыбопродуктивность водоемов // Биологические ресурсы гидросферы и их использование. М., 1984.

3. Павлов Д.Ф., Козловская В.И., Флеров Б.А. Использование коллагена для оценки токсического действия загрязняющих веществ // Физиология, биохимия и токсикология пресноводных животных. Л., 1990.

Институт биологии
внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

УДК 597.554.3 + 574.64(28)

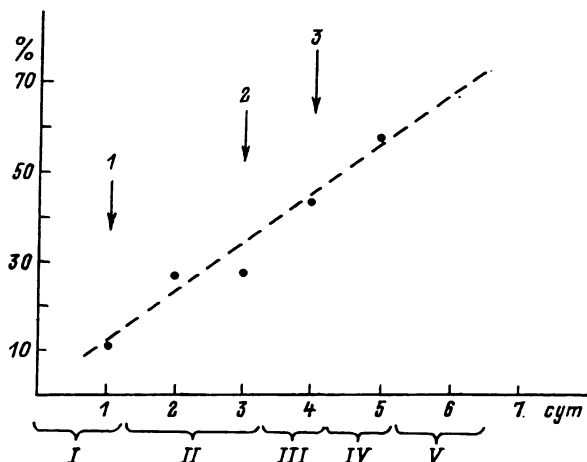
А.В.Кожара, А.Н.Мироновский, И.И.Томилина

ФЕНОСПЕЦИФИЧЕСКИЙ ОТБОР НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЕГОЛЕТОВ ЛЕЩА К ФЕНОЛУ

The phenol-induced effects of selective mortality of bream underyearlings on osteological characters were investigated in the laboratory. Predominant survival of phenotypes more usual for maternal population was found.

Изучение действия антропогенных загрязнений на гидробионтов, как правило, связывают либо с оценкой смертности тест-организмов при действии тех или иных веществ и с накоплением последних в различных органах, либо с изменениями, происходящими на биохимическом, физиологическом и этологическом уровнях при действии сублетальных концентраций токсикантов [3,4]. Значительно реже рассматриваются последствия селективной элиминации тестируемых особей. Между тем исследование влияния селективного снижения численности популяции на ее генетическую структуру представляет большой интерес, в частности для изучения процессов популяционной адаптации. Эта цель могла бы быть достигнута, например, путем сравнения особей, погибших на разных этапах токсикологического эксперимента, по ряду признаков, используемых в микросистематике соответствующих видов. Такие признаки характеризуются довольно узкой нормой реакции, что позволяет наполнять их изменчивость в основном генетическим содержанием.

В настоящей работе сравниваются сеголетки леща с различной устойчивостью к фенолу. Все они представляли собой потомство одной пары производителей, отловленных в мае 1988 г. в Волжском плесе



Динамика гибели сеголеток леща в ходе эксперимента и схема деления отхода на группы (пронумерованы римскими цифрами).

Стрелками обозначены концентрации фенола: 1 — 20, 2 — 25, 3 — 30 мг/л.

Рыбинского водохранилища. Рыб выращивали в одном из прудов экспериментальной базы ИБВВ РАН „Сунога“. В опытах использовали 169 сеголеток после 10-суточной адаптации к лабораторным условиям.

Первоначальную концентрацию фенола 20 мг/л (48 ч LC_{50}) в ходе эксперимента на 3-и сутки повышали до 25, на 4-е — до 30 мг/л. Смертность сеголеток за 5 сут составила 57.9 %. Всего, включая выживших рыб, было отобрано 5 проб, пронумерованных в хронологическом порядке (см. рисунок). Сеголеток фиксировали 4 %-ным формалином, после чего измеряли длину (L), наибольшую высоту (H) и массу тела (M) с вычислением коэффициента упитанности по Кларк (C) (табл. 1). Кроме массы, которая минимальна у выживших лещей и максимальна в первой группе отхода, направленного изменения указанных величин отмечено не было. В то же время различия многих групп по каждому из показателей высоко значимы: по L гр. 5 с группами 2-4 ($t_{st} = 2.38-3.70$), по M гр. 1 с группами 3-5 ($t_{st} = 2.01-4.17$), по C гр. 1 со всеми остальными ($t_{st} = 6.90-10.13$) (табл. 1).

Вслед за этим рассматривали признаки, используемые в микросистематике леща: число ветвистых лучей в спинном (D) и анальном (A) плавниках; ко-

Длина, масса и упитанность сеголеток леща, различающихся по устойчивости к фенолу

Группа	n	L, мм		M, г		C	
		\bar{x}	m	\bar{x}	m	\bar{x}	m
1	20	50.99	0.39	1.86	0.07	0.227	0.0024
2	25	52.34	0.46	1.76	0.05	0.205	0.0021
3	29	51.36	0.29	1.57	0.03	0.200	0.0011
4	24	51.80	0.54	1.68	0.06	0.204	0.0016
5	71	50.34	0.29	1.56	0.04	0.208	0.0012

личество позвонков, несущих ребра (туловищных, Va) и параспофизы (переходных, Vi); число хвостовых позвонков (Vc); а также дополнительных дуг на 2-м и 3-м преуральных позвонках, вместе взятых ($Arc.$), и мускульных косточек, примыкающих к невральным дугам туловищного отдела ($Epp1.$).

Сеголеток окрашивали ализариновым красным по стандартной методике [1], после чего признаки осевого скелета подсчитывали непосредственно, а лучи в плавниках — по базалиям. Учитывали также аномалии развития осевого скелета и скелета непарных плавников (табл. 2). Достоверность различий между группами оценивали по критерию λ Колмогорова—Смирнова.

Полученные данные свидетельствуют о том, что большинство признаков сохраняют постоянные значения во всех 5 группах. Исключения составляют только $Arc.$, Vi и Vc в гр. 1. Число переходных позвонков у лещей, погибших в первые сутки эксперимента, заметно ниже, чем у выживших, а хвостовых позвонков, напротив, выше (значимость λ 95 %). Довольно высоко различие этих групп и по признаку $Arc.$, хотя 95 %-ный уровень значимости не достигается.

Интересно сравнить число позвонков в указанных отделах у подопытных рыб и взрослых лещей Волжского плеса. В связи с некоторыми отличиями методик подсчета переходных позвонков у тех и других особей корректно сопоставление лишь суммы числа позвонков в туловищном и переходном отделах ($Va + Vi$). В гр. 1 этот показатель достигает 17.65, в гр. 5 — 17.93, у рыб Волжского плеса (у пос. Борок, 1983 г.) — 17.91 ($Vc = 19.30$).

Можно предположить, что в описанном эксперименте элиминация затрагивала фенотипы, не свойствен-

Систематические признаки сеголеток леща
с различной устойчивостью к фенолу

Группа	D	A	Va	Vi	Vc	V	Arc.	Eppl.	Ab (аномалии)
1	9.00	25.04	13.95	3.70	19.55	44.20	0.50	8.75	0.450
2	9.00	25.30	13.96	3.96	19.24	44.16	0.72	8.82	0.440
3	9.00	25.11	13.95	3.94	19.26	44.19	0.73	8.79	0.313
4	9.00	25.18	13.93	4.02	19.21	44.16	0.69	8.80	0.190
5	9.00	25.25	15.93	4.00	19.25	44.18	0.70	8.80	0.125

ные материнской популяции. Как показывают наши данные [2], фенотипы (состояния признаков), подвергшиеся элиминации в начале эксперимента, наиболее многочисленны в популяциях леща нижней Волги и бассейна Арала. Заслуживает внимания высокосigni-фикантное (на уровне 99.9 %) падение частоты фенотипов у выживших лещей по сравнению с первыми группами отхода. Поскольку найденные нами аномалии, как правило, серьезно не искажают структурного плана организма (несращение дуг на отдельных позвонках, раздвоение некоторых базалий и т.п.) и являются, скорее всего, редкими фенами, маловероятно, чтобы они оказали заметное влияние на жизнеспособность рыб. По всей видимости, произошло устранение генотипов (либо комплексов условий среды), неспособных обеспечить развитие полноценного организма. Морфологические аберрации надо рассматривать в этом случае как маркеры таких генотипов (факторов среды).

Отметим, что обнаруженные нами фенотипические последствия селективной гибели лещей в растворе фенола довольно значительны, если учесть, что действие токсиканта испытывалось на генетически слабогетерогенном материале. На наш взгляд, могли бы представить интерес повторные эксперименты с использованием сеголеток, отловленных в природе, что дало бы возможность выявить закономерности феноспецифического отбора и оценить его влияние на структуру природных популяций.

Литература

1. Иванченко А.П. Морфология и систематика рыб. Л., 1978.

2. Изюмов Ю.Г., Кожара А.В. Внутривидовая изменчивость и эволюция леща // Микроэволюция пресноводных организмов. Рыбинск, 1989.
3. Флеров Б.А. Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных. Л., 1989.
4. Bodo W. Quecksilber und Vanadiumakkumulation in Flussfischen // Z. angew. Zool. 1989. Bd 76, N 4.

Институт биологии
внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

УДК 597.553.2-154.343+597.553.2-11+597.553.2-1.05

В.И.Мартемьянов

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МИГРАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

The smoltification and nature of migratory impulse of young salmonid fishes are discussed from the point of view of stress.

Один из основных аспектов исследований миграции животных составляет природа миграционного импульса и поведения с точки зрения функциональных механизмов, лежащих в основе данного явления. Эта проблема еще далека от своего завершения. В настоящей работе мы попытались обосновать гипотезу о том, что в основе миграционного импульса у молоди лососевых рыб лежит несбалансированность между защитными и дестабилизирующими процессами в ходе смолтификации.

К настоящему времени накоплены данные, показывающие, что многие изменения, происходящие у молоди лососевых рыб во время смолтификации, аналогичны тем, которые наблюдаются у рыб в стрессовых ситуациях. Так, при смолтификации происходит активация гипофиз-интерренальной оси [1], ведущая к повышению в крови концентрации кортикостероидных гормонов [15], в частности кортизола [11,14], повышается также содержание глюкозы [14]. Следовательно, состояние молоди лососевых рыб во время смолтификации по ряду признаков такое же, как при стрессе. Организм смолтов изменяется таким образом, как будто на него действует экстремальный фактор (дестабилизатор).

На наш взгляд, одним из наиболее вероятных источников стресса у смолтифицирующихся особей является формирование структур и систем морского типа функционирования, в первую очередь водно-солевого обмена. Этот тип обмена по своему характеру и назначению диаметрально противоположен пресноводному, который направлен против оводнения и обессоливания организма. Формирование морского способа осмотической и ионной регуляции у молоди лососевых рыб в пресной воде может вступать в противоречие с пресноводным, дестабилизируя его, и, как следствие, вести к стрессу. На то что формирующийся у смолтов морской тип осморегуляции ведет к снижению адаптивной возможности молоди к речным условиям, повышению чувствительности к различным неблагоприятным воздействиям, падению локомоторных возможностей, ионному дисбалансу, указывали многие исследователи.

О нарушении водно-солевого обмена у смолтов судят по способности поддерживать концентрацию солей во внутренней среде и тканях организма. Многие авторы на различных видах лососевых показали, что у смолтов непосредственно перед и во время миграции эта способность ухудшается. Содержание солей в плазме и тканях покатииков снижается, что коррелирует с преобладанием их потерь в наружную среду [9].

На дестабилизацию пресноводного способа осмотической регуляции указывают также данные по скорости мочеотделения. Объем выделяемой мочи у покатииков возрастает [12]. Усиление диуретической реакции наблюдается у рыб и при стрессе. Этот показатель является мерой осмотического поступления воды в организм. Следовательно, увеличение скорости продуцирования мочи смолтами свидетельствует о повышении осмотической проницаемости покровов к воде. Процессы, направленные на оводнение и обессоливание организма в конце смолтификации, по своему проявлению такие же, какие наблюдаются у пресноводных рыб при стрессе [5].

В некоторых случаях в крови смолтов либо не наблюдали изменений уровней электролитов (при наличии усиления вариабельности признака), либо регистрировали их повышение. А.Г.Черницкий [8] регистрировал у смолтов атлантического лосося из разных рек различные варианты изменений концентрации натрия в сыворотке крови. Одинаковым для всех групп оказалось увеличение разброса индивидуальных значений.

Г.А.Виноградовым и др. [3] установлено, что в процессе смолтификации происходило не увеличение скорости потери натрия из организма, а наоборот, ее уменьшение. Эти авторы полагают, что отрицательный баланс натрия (демнерализация), наблюдаемый другими исследователями, мог быть обусловлен не смолтификацией, а стрессом, вызванным поимкой и последующими манипуляциями с молодью. Однако в этом случае неясно, почему тогда некоторые ученые выявляли демнерализацию только у смолтов, поскольку хорошо известно, что подобные процедуры влияют и на пестряток, и на другие виды пресноводных рыб. Исходя из этого те исследователи, которые регистрировали демнерализацию у смолтов, должны были бы наблюдать ее также и у пестряток.

Таким образом, одни исследователи признают наличие дестабилизации показателей водно-солевого обмена у смолтов, другие отрицают ее. Однако мы полагаем, что на самом деле это противоречие кажущееся и объясняется тем, что дестабилизация проявляется только непосредственно перед миграцией и во время нее. До этого момента защитные системы в состоянии компенсировать неустойчивость и она не проявляется. По-видимому, те ученые, которые не замечали в процессе смолтификации признаков демнерализации, работали с особями, у которых защитные системы были еще в состоянии компенсировать неустойчивость. Факт повышения концентрации солей в крови смолтифицирующихся особей можно объяснить с позиции сверхкомпенсации. В данном случае защитные системы функционировали сверх необходимого уровня, как бы создавая „запас прочности“.

Механизм, посредством которого морской тип водно-солевого обмена оказывает дестабилизирующее влияние на пресноводный, остается неясным. Некоторые авторы [1,9] на основании данных по отрицательному балансу солей делают предположение, что гипоосморегуляторная система начинает функционировать у смолтов еще в пресной воде. Другие [3,6] считают, что система гипоосмотической регуляции начинает действовать при контакте с морской водой в результате увеличения концентрации ионов в плазме крови. Вторая точка зрения кажется нам наиболее обоснованной. В опытах с переводом смолтов из пресной воды в морскую в начальный период наблюдается значительное увеличение концентрации хлористого натрия во внутренней среде, однако вскоре она начинает снижаться и впоследствии стабилизируется на исходном или несколько более высоком уровне. Если бы морской способ осморегуляции функциониро-

вал у смолтов в пресной воде, то при переводе рыб в морскую у них не должно было бы наблюдаться первоначального повышения уровня солей в плазме крови.

Важно также отметить, что увеличение скорости потерь солей из организма смолтов и усиление водной нагрузки могут происходить не только из-за функционирования морского типа осмотической и ионной регуляции, но и вследствие структурных изменений, ведущих к повышению проницаемости. Известно, что в составе жирных кислот у пестряток количество полиненасыщенных жиров относительно низко, а содержание линолевой кислоты — высоко, что характерно для пресноводных рыб. После смолтификации, но еще до перехода в морскую воду, в составе жирных кислот увеличивается процент полиненасыщенных жиров с длинной цепью, что типично для морских рыб [13]. По-видимому, происходящие в процессе смолтификации структурные перестройки, направленные на приспособление рыб к обитанию в морской воде, ведут к изменению проницаемости в сторону ее повышения. Можно сослаться и на тот факт, что эвригалмные виды, находящиеся в пресной воде, имеют низкую проницаемость для ионов, а при перемещении рыб в морскую воду она резко возрастает.

Если формирующиеся в жабрах во время смолтификации структуры и системы морского способа функционирования оказывают дестабилизирующее влияние на проницаемость эпителия, то тогда для противодействия этому должны включаться защитные механизмы. Действительно, в период смолтификации происходит усиление активности пролактиновых клеток гипофиза [1]. Вырабатываемый этими клетками гормон пролактин участвует в регуляции проницаемости в сторону ее уменьшения.

В процессе смолтификации происходит усиление активности интерренальной ткани, вырабатывающей кортикостероидные гормоны. Они оказывают влияние на различные стороны жизнедеятельности организма. Общеизвестна их роль и в регуляции водно-солевого обмена рыб. Кортикостероиды действуют на рыб, адаптированных к пресной воде, как солеабсорбирующий фактор. Следовательно, увеличение уровня этих гормонов во время смолтификации может быть направлено наряду с выполнением других функций на поддержание водно-солевого равновесия за счет усиления сорбции электролитов из внешней среды.

В стабилизации пресноводного способа водно-солевого обмена во время смолтификации могут принимать участие циркулирующие в кровяном русле ка-

техоламины. Есть факты, указывающие на то, что они усиливают поглощение натрия из внешней среды. Стабилизирующая роль катехоламинов в регуляции ионного гомеостаза показана у леща в стрессовых ситуациях [4].

У смолтов происходят гипертрофия и гиперплазия соматотропных клеток гипофиза. В результате активизируется выведение гормона роста и повышается его концентрация в плазме крови. Введение гормона роста молоди лосося вызывает смолтификационные изменения, улучшает гипоосморегуляторную способность, повышающую выживание в морской воде.

В период смолтификации наблюдается активация тиреотропоцитов аденогипофиза, что ведет к усиленному поступлению тиреотропного гормона в кровь. Это, в свою очередь, стимулирует щитовидную железу. Действие гормонов щитовидной железы связывают с различными морфологическими, поведенческими и физиологическими изменениями, подготавливающими лососей к жизни в море [10].

Таким образом, во время смолтификации происходит усиление активности ряда структур нейроэндокринной системы, которые участвуют в становлении морского типа жизнедеятельности, а также направлены на стабилизацию пресноводного способа функционирования.

При смолтификации также наблюдается возрастание активности каудальной нейросекреторной системы и телец Станниуса. Функциональная значимость гормонов, вырабатываемых этими железами, остается неясной. Поэтому трудно сказать, какая роль отводится им в процессе смолтификации.

Усиление активности различных систем во время смолтификации сопровождается повышением энергетических затрат. В процессе смолтификации отмечается активизация жирового, азотистого и углеводного обменов. В результате у смолтов происходит резкое снижение количества жира в мышцах, гликогена и жира в печени, коэффициента упитанности, а также индекса печени. По-видимому, дефицит энергии у них является причиной неспособности защитных систем компенсировать дисбаланс водно-солевого обмена, что вызывает беспокойство рыб, побуждая их к миграции.

Фактором, провоцирующим дисбаланс, а следовательно, и миграцию, может служить любой источник, вызывающий дополнительную нагрузку на смолтов. Показано, что начало миграции и ее интенсивность коррелируют с повышением температуры, изменением уровня воды и атмосферного давления. Ухудшение

условий питания также вызывает ускорение и усиление ската [2]. Наоборот, улучшение условий, ведущее к смягчению нагрузки на компенсаторные системы (например, улучшение режима питания), как правило, ослабляет или даже прекращает скат. В этом плане интересные данные получены при выращивании лосося в озере с избытком кормовых объектов [7]. Молодь достигала покатного состояния, однако из озера не скатывалась.

Миграция молоди лососей вниз по течению реки предопределена чрезмерной напряженностью активных процессов организма смолтов при ограниченности их энергетических возможностей. В такой ситуации миграция смолтов вверх по течению реки, требующая дополнительных затрат и усилий, физически обречена на неудачу.

Таким образом, в процессе смолтификации происходит образование структур и систем морского типа функционирования, в формировании которых принимают участие некоторые компоненты нейроэндокринной системы (гормоны соматотропных, тиреотропных клеток гипофиза и щитовидной железы). Формирование морского способа осмотической и ионной регуляции у молоди лососевых рыб, находящейся еще в пресной воде, вступает в противоречие с пресноводным типом обмена, дестабилизируя его. В ответ на это включаются защитные системы (связанные, в частности, с общим адаптационным синдромом), которые стремятся скомпенсировать негативные явления. По мере прохождения смолтификации доля негативных моментов внутри организма постепенно увеличивается. Параллельно этому возрастает активность компенсаторных систем, нейтрализующих усиливающуюся нестабильность. Со временем возникает ситуация, при которой компенсаторные системы уже не в состоянии полностью нейтрализовать дестабилизирующие процессы, что и служит причиной беспокойства и стимулом для миграции.

Литература

1. Баранникова И.А., Бамнова Н.Н., Мурза И.Г. и др. Анализ процесса смолтификации у различных форм рода *Salmo* в связи с задачами лососевого хозяйства // Биологические основы развития лососевого хозяйства в водоемах СССР. М., 1983.
2. Барач Г.П. Динамика ската молоди и единый фонд воспроизводства лососево-форелевых стад черно-

- морского бассейна // Тр. Науч.-исслед. рыбохозяйственной станции Грузии. 1960. Т. 5.
3. Виноградов Г.А., Комов В.Т., Клерман А.К. К вопросу об ионной регуляции у семги *Salmo salar* на разных этапах онтогенеза // Вопр. ихтиологии. 1987. Т. 27, вып. 5.
 4. Запруднова Р.А. Влияние адреналина на концентрацию калия в плазме крови леща *in vitro* // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983. № 58.
 5. Мартемьянов В.И. Динамика концентрации электролитов у пресноводных рыб при стрессе // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.
 6. Наточин Ю.В., Бочаров Г.Д. Активация экскретирующих натрий клеток в жабрах горбуши и кеты, адаптирующихся к жизни в морской воде // Вопр. ихтиологии. 1962. Т. 2, вып. 4.
 7. Попов Л.Н., Маеркович И.В., Петренко Л.А. и др. Выращивание покатной молоди лосося в озерах // Изв. ГосНИОРХ. 1976. № 112.
 8. Черницкий А.Г. Изменение уровня натрия в крови атлантического лосося в онтогенезе // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 1980. Т. 16, вып. 4.
 9. Штерман Л.Я. Обратимость перестройки осморегуляции атлантического лосося // Проблемы биологии и экологии атлантического лосося. Л., 1985.
 10. Barron M.G. Endocrine control of smoltification in anadromous salmonids // J. Endocrinol. 1986. Vol. 108, N 2.
 11. Barton B.A., Schreck C.B., Ewing R.D. et al. Changes in plasma cortisol during stress and smoltification in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* // Gen. and Comp. Endocrinol. 1985. Vol. 59, N 3.
 12. Eddy F.B., Talbot C. Urine production in smolting Atlantic salmon, *Salmo salar* L. // Aquaculture. 1985. Vol. 45, N 1-4.
 13. Sheridan M.A., Allen W.V., Kerstetter T.H. Changes in the fatty acid composition of steelhead trout, *Salmo gairdneri* Richard. associated with parr-smolt transformation // Comp. Biochem. and Physiol. B. 1985. Vol. 80, N 4.
 14. Specker J.L. Interrenal function and smoltification // Aquaculture. 1982. Vol. 28, N 1, 2.
 15. Specker J.L., Schreck C.B. Changes in plasma corticosteroids during smoltification in coho

Институт биологии
внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

УДК 597.5 - 142.84

В.Е.Матей

УЛЬТРАСТРУКТУРА НЕЙРОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ЖАБЕРНОГО ЭПИТЕЛИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ КОСТИСТЫХ РЫБ

The ultrastructure and histochemical features of the neuroepithelial cells of the gill epithelium of different species of teleost fishes were studied. There are discovered that these cells contain dense-cored vesicles with biogenetic amine serotonin. Possible functions of neuroepithelial cells are discussed.

Нейроэпителиальные клетки впервые были описаны в серозной части жаберного эпителия пластиножаберных, морских и эвригалинных костистых рыб [3]. Они получили название по аналогии с одноименными клетками респираторного тракта высших позвоночных, с которыми их сближает локализация, особенности ультраструктуры и функциональные характеристики [4].

Количество нейроэпителиальных клеток в эпителии жабр эвригалинных рыб достаточно велико — около $4 \cdot 10^6$ на весь жаберный аппарат [4]. Они располагаются гроздьями, образуя так называемые нейроэпителиальные тела, что рассматривается как важный признак, присущий и аналогичным клеткам воздухоносных путей позвоночных других классов: млекопитающих, птиц, рептилий и амфибий (см. обзор [4]). Однако у рыб, как и у высших позвоночных, достаточно часто встречаются и одиночные нейроэпителиальные клетки [3], которые характеризуются своеобразной ультраструктурой и выявляются гистохимически в жаберном эпителии пластиножаберных и морских костистых рыб благодаря способности к ультрафиолетовой флуоресценции. Присутствующий в них биогенный амин классифицируется как серотонин [3,4].

Целью настоящей работы было выявление нейроэпителиальных клеток в жаберном эпителии пресноводных рыб и изучение их ультраструктурных и гистохимиче-

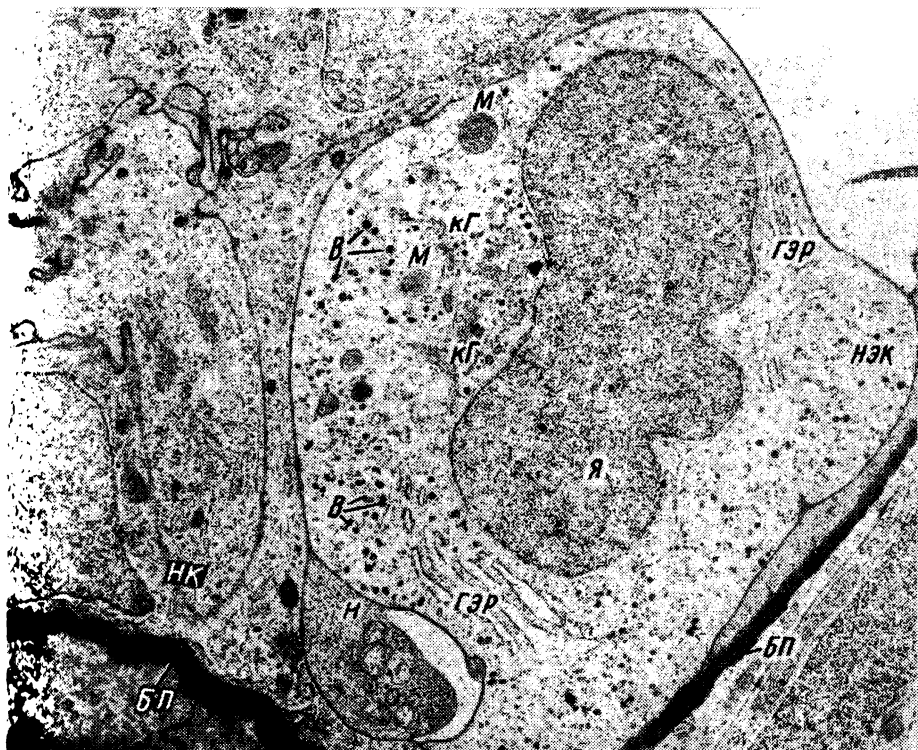


Рис. 1. Ультраструктура нейроэпителиальной клетки из эпителия филамента леща.

БП — базальная пластинка, В — везикулы, ГЭР — гранулярный эндоплазматический ретикулум, кГ — комплексы Гольджи, М — митохондрия, Н — нерв, НК — недифференцированная клетка, НЭК — нейроэпителиальная клетка, Я — ядро. $\times 5000$.

ских характеристик. Материалом для исследований послужили жабры карповых (каarp, лещ, карась), окуневых (окунь, судак), щуковых (щука), лососевых (форель радужная, молодь семги) и угревых (угорь) рыб. Средние участки (1.5–2.0 мм длины) 2-й и 3-й жаберных дуг фиксировали и подготавливали к изучению под трансмиссионным электронным микроскопом JEM-100 С по стандартным методикам [2]. Для лучшей сохранности моноаминов в цитологических исследованиях наряду с общепринятыми использовали и специальный метод фиксации материала [9]. Биогенные амины в нейроэпителиальных клетках определяли с помощью люминесцентной гистохимии на тотальных препаратах жабр окуня и семги глиоксильным методом выявления клеточных моноаминов [3] в модификации Е.А. Каботянского [1]. Просмотр и фотографиро-

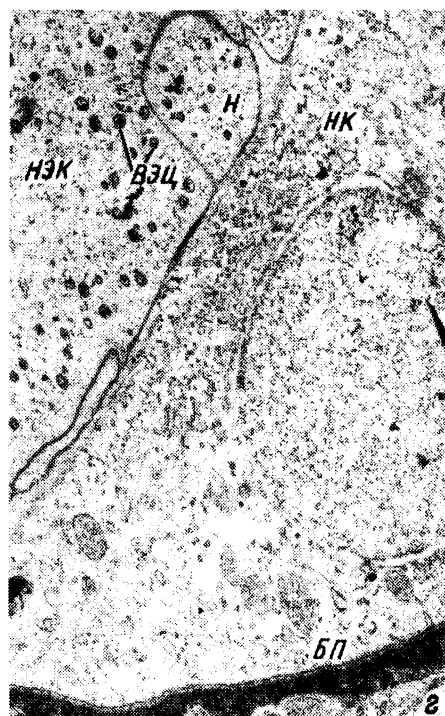
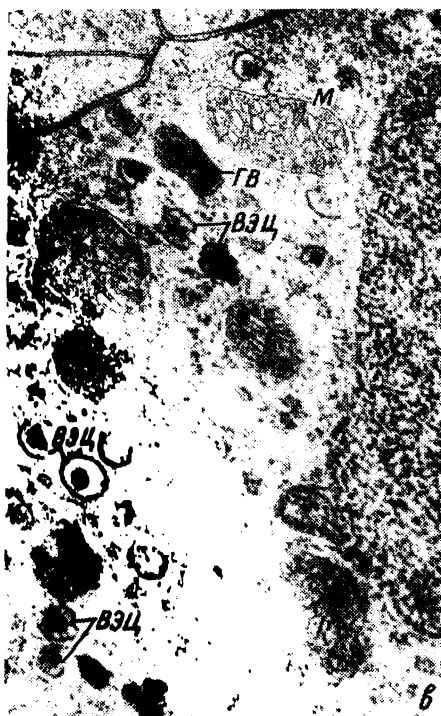
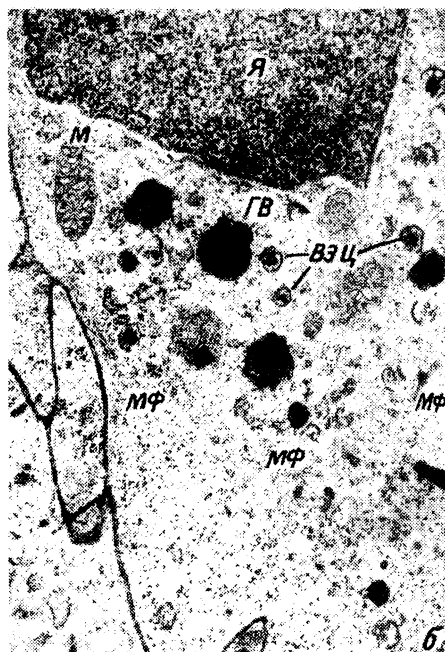
вание препаратов производили с помощью микроскопа ЛЮМАМ И-2.

Нейроэпителиальные клетки были обнаружены у всех изученных нами представителей большой группы пресноводных костистых рыб. Эти клетки у морских и эвригалинных видов были весьма многочисленны, выявлялись в серозной зоне эпителия жаберных филламентов по всей длине последних и были представлены в основном одиночными формами, хотя у угрей и радужной форели наблюдались и нейроэпителиальные тела. Клетки имели преимущественно округлую форму, диаметр их составлял около 5 мкм. У всех исследованных рыб они непосредственно контактировали с базальной пластинкой, разграничивающей эпителиальную и интерстициальную ткани (рис. 1). У пресноводных рыб, как и у эвригалинных [3], расстояние, отделяющее базальную плазмалемму нейроэпителиальной клетки от элементов кровеносной системы жабр — центрального венозного синуса и эфферентных артерий — было невелико. По нашим данным, оно не превышало 200 нм. Нейроэпителиальные клетки у всех исследованных нами видов рыб никогда не достигали поверхности эпителия, расстояние между их вершинами и наружной границей эпителия филламента составляло около 50 мкм.

Применение глиоксилатного метода выявления биогенных аминов показало избирательную способность нейроэпителиальных клеток жаберного эпителия пресноводных рыб к флуоресценции. Такая клетка под люминесцентным микроскопом выглядела как четкий униполяр, снабженный базальным отростком (рис. 2, а). Интенсивное желтое свечение позволило нам идентифицировать обнаруженный в клетках моноамин как серотонин. Это подтверждает данные, полученные ранее на пластиножаберных и морских костистых рыбах [4].

Рис. 2. Нейроэпителиальные клетки пресноводных рыб.

а — общий вид нейроэпителиальной клетки окуня в флуоресцентном микроскопе, б — базальный участок нейроэпителиальной клетки угря, в — перинуклеарная зона цитоплазмы нейроэпителиальной клетки семги, г — латеральный участок нейроэпителиальной клетки карася; ВЭЦ — везикулы с электронноплотным центром, ГВ — гладкие везикулы, МФ — микрофиламенты. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1. а — $\times 200$, б — $\times 10000$, в — $\times 13000$, г — $\times 8300$.



Ультраструктура нейроэпителиальных клеток различных видов пресноводных костистых рыб имеет принципиальное сходство. Их основная морфологическая характеристика связана с насыщением цитоплазмы множеством везикул 2 типов. Первые — гладкие, крупные (200–230 нм), вторые — окаймленные, мелкие (80–100 нм в диаметре), с электронно-плотным центром (рис. 2, б, в). Цито- и гистохимические реакции показывают, что содержимое электронно-плотного центра этих везикул включает серотонин. В составе крупных везикул последний не обнаружен. Вероятно, их содержимое имеет мукополисахаридную природу. Крупные везикулы распределены в клетках беспорядочно, а мелкие концентрируются в определенных зонах: у угря — в базальной, у карповых, окуневых и лососевых — в апикальной части нейроэпителиальных клеток. Четкая приуроченность везикул к полюсам нейроэпителиальных клеток подтверждает гипотезу об их полярности [3].

Нейроэпителиальные клетки содержат крупное ядро округлой или неправильной формы, занимающее центральное положение (рис. 1). У некоторых видов рыб (угря, окуня) в перинуклеарной зоне выявляются плотно упакованные микрофиламенты (рис. 2, б). У лососевых и карповых они немногочисленны или вообще отсутствуют (рис. 2, в). Митохондрии крупные, со светлым матриксом и мелкими пластинчатыми кристами (рис. 1; рис. 2, б, в). У всех исследованных видов рыб в цитоплазме нейроэпителиальных клеток выявляются многочисленные комплексы Гольджи и каналы гранулярного эндоплазматического ретикулума (рис. 1). Значительное развитие этих органоидов, свидетельствующих о высокой метаболической активности клеток, может быть связано с формированием в них специфических везикул с электронно-плотным центром.

Характерной особенностью нейроэпителиальных клеток является их взаимодействие с волокнами червных клеток, образующими плотную субэпителиальную сеть вокруг центрального венозного синуса. Часть этих первичных немиелинизированных волокон расположена непосредственно под базальной пластинкой, проходит сквозь нее и взаимодействует с телом нейроэпителиальной клетки (рис. 1; рис. 2, г). Мы наблюдали взаимодействие последней с одним нервным волокном, но в литературе отмечены контакты одиночной клетки с несколькими нервными волокнами [3]. Следует отметить, что при взаимодействии нейроэпителиальных клеток с нервными волокнами везикулы с электронно-плотным центром концентрируют-

ся в участках клеток, расположенных вблизи клеточной мембраны, обращенной к профилю нерва (рис. 1; 2, 2). Это может свидетельствовать в пользу существования синаптической связи между клеткой и нервом, описанной в каротидных телах [7].

Об относительной функции нейроэпителиальных клеток эпителия жабр до сих пор нет единого мнения. Первоначальное представление о том, что эти клетки участвуют в процессах хеморецепции в жабрах, активируя через синапсы афферентные нервные волокна, слабо документировано [6]. Более аргументированной представляется гипотеза, основанная на структурном и функциональном сходстве нейроэпителиальных клеток жабр рыб с таковыми в воздухоносных трактах высших позвоночных [4]. В настоящее время экспериментально доказаны экзоцитоз везикул с электронно-плотным содержимым и последующее выделение серотонина в кровеносную систему как у млекопитающих [5], так и у рыб [3]. Вероятно, нейроэпителиальные клетки, выделяющие в кровь биогенные амины и имеющие контакты с нервными клетками, могут рассматриваться как элементы дополнительной регуляторной системы, которая наряду с нервной и гуморальной системами контролирует работу жаберного аппарата рыб.

Литература

1. Каботянский Е.А. Глиоксилатный метод выявления клеточных моноаминов на тотальных препаратах нервной системы беспозвоночных // Простые нервные системы. Казань, 1985. Ч. 1.
2. Матей В.Е. Изменение ультраструктуры жаберного эпителия окуня при действии дистиллированной воды // Цитология. 1987. Т. 29, № 7.
3. Dunel-Erb S., Baylly Y., Laurent P. Neuroepithelial cells in fish gill primary lamellae // J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol. 1982. Vol. 53.
4. Laurent P. Gill internal morphology // Fish Physiology. New York; London, 1984. Vol. 10 A.
5. Lauweryns J.M., Cokelaere M., Lerut T., Theunynck P. Cross circulation studies on the influence of hypoxia and hypoxaemia on neuroepithelial bodies in young rabbits // Cell Tiss. Research. 1978. Vol. 193.
6. Lagria G.L., Will P.C., Hopfer U. Effects of serotonin on ion transport in intestinal and

- respiratory epithelium // Ann. New York Acad. Sci. 1981. Vol. 372.
7. Taxi J. Ultrastructural data on the cytology and cytochemistry of the autonomic nervous system // Philos. Trans. Roy. Soc. London, 1971. Ser. 261 B.
 8. Torre J.C., Surgeon J.W. A methodological approach to rapid and sensitive monoamine histo-fluorescens using a modified glyoxylic acid technique the SPQ method // Histochemistry. 1976. Vol. 49.
 9. Tranzer J.P., Richards J.G. Ultrastructural cytochemistry of biogenetic amines in nervous tissue: methodologic improvements // J. Histochem. Cytochem. 1976. Vol. 24.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д.Папанина РАН

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Корнева Л.Г. Изучение некоторых структурных характеристик фитопланктонных сообществ при оценке состояния водохранилищ	3
Скрипкина С.В. Влияние продолжительности экспозиции на скорость фотосинтеза планктонных водорослей	9
Генкал С.И., Королева Н.Л., Попченко И.И., Буркова Т.Н. Первая находка <i>Actinocyclus variabilis</i> в Волге	14
Щербина Г.Х. Макрозообентос открытого мелководья Волжского плеса Рыбинского водохранилища. 1. Видовой состав и его распределение	17
Мыльникова З.М. Структурные изменения сообщества перифитонных инфузорий Рыбинского водохранилища	29
Перова С.Н. Состояние макрозообентоса Горьковского водохранилища	34
Мыльников А.П. Строение амебонидного жгутиконосца <i>Cercomonas</i> sp.	41
Вехов Н.В., Вехова Т.П. Межгодовые морфологические изменения у весеннего щитя <i>Lepidurus apus</i> (L.) (<i>Crustacea</i> , <i>Triopsidae</i>)	45
Гагарин В.Г., Лемзина Л.В. Фауна нематод минеральных источников Кыргызстана	51
Давыдов В.Г., Колесникова Г.А. Дифференцировка протоков половой системы <i>Caryophyllaeus laticeps</i> (Cestoda, <i>Caryophyllidea</i>)	55
Извекова Г.И., Володин А.В. Действие празиквантела на некоторые стороны углеводного обмена у цестод <i>Triapnophorus nodulosus</i> и <i>Eubothrium rugosum</i>	61

Лепкина Л.Н. Сопоставление параметров летального и сублетального действия хлорофоса на пиявок	87
Володин В.М. Некоторые особенности формирования структуры популяции леща Рыбинского водохранилища	73
Кошера А.В., Мироновский А.Н., Томилина И.И. Феноспецифический отбор на устойчивость олеоток леща к фенолу	79
Мартеньянов В.И. Физиолого-биохимические аспекты миграционного поведения молоди лососевых рыб	83
Матей В.Е. Ультраструктура нейроэпителиальных клеток жаберного эпителия пресноводных костистых рыб	90

CONTENTS

	Page
Korneva L.G. The study of some structure characteristics of phytoplankton communities when evaluating the reservoir state	3
Skripkina S.V. The effect of the exposition duration on the photosynthesis rate in plankton algae	9
Genkal S.I., Korbleva N.L., Popchenko I.I., Burkova T.N. The first finding of <i>Actinocyclus variabilis</i> in the Volga river	14
Shcherbina G.Kh. Macrozoobenthos in the open shallows of the Volga reach of the Rybinsk reservoir. 1. Species composition and its distribution	17
Mylnikova Z.M. Structural changes of periphyton infusoria community in the Rybinsk reservoir	29
Perova S.N. The state of macrozoobenthos in the Gorky reservoir	34
Mylnikov A.P. The structure of amoeboid flagellate <i>Cercomonas</i> sp.	41
Vekhov N.V., Vekhova T.P. Annual morphological changes in spring tadpole shrimp <i>Lepidurus apus</i> (L.) (Crustacea, Triopsideae)	45
Gagarin V.G., Lenzina L.V. The nematode fauna of mineral springs in Kirghyzstan	51
Davydov V.G., Kolesnikova G.A. The differentiation of sexual system ducts of <i>Caryophyllaeus laticeps</i> (Cestoda, Caryophyllidae)	55
Imvekova G.I., Volodin A.V. The effect of praziquantel on some aspects of carbohydrate metabolism of cestodes <i>Trienophorus nodulosus</i> and <i>Eubothrium rugosum</i>	61
Lapkina L.N. The comparison of lethal and sublethal effect of dylox on leeches	67
Volodin V.M. Some peculiarities of bream population structure formation in the Rybinsk reservoir	73
Koshara A.V., Mironovskiy A.N., Tomilina I.I. A phenospecific selection of bream fingerlings tolerant to phenol	79
Martemyanov V.I. Physiologo-biochemical aspects of migration behaviour of salmon juvenile	83
Matel V.Ye. Ultrastructure of neuroepithelial cells of gill epithelium of freshwater teleost fishes	90