

06  
И-71

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**87**



АКАДЕМИЯ НАУК СССР

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
№ 87



ЛЕНИНГРАД  
„НАУКА“  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1990



Academy of Sciences of the USSR  
I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters  
Scientific Council for problems of hydrobiology,  
ichthyology and utilization of biological  
resources of water bodies

Biology of Inland Waters  
Information Bulletin

N 87

УДК 574.5(28)

Бюллетень содержит информацию о III Всесоюзной конференции и о Школе по морской биологии и ряд сообщений, касающихся различных сторон биологии, экологии, физиологии, а также качественного, количественного и биохимического состава некоторых пресноводных гидробионтов. Включены работы по морфологии водорослей, нематод, водяных клещей. Рассматриваются распределение карбонатов в грунтах и выбор признаков методом главных компонент для классификационных построений.

Рассчитан на широкий круг специалистов, работающих в области микробиологии, зоологии, ихтиологии и гидробиологии пресных вод.

О т в е т с т в е н н ы й   р е д а к т о р   А.И. ШИЛОВА

Р е ц е н з е н т ы: Н.Ю. Соколова, Б.И. Куперман

Н а у ч н о е   и з д а н и е

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД  
Информационный бюллетень № 87

Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.С. Евстигнеева  
Технический редактор М.Л. Гофман  
Корректор Н.И. Журавлева

ИБ № 44370

Подписано к печати 12.04.90. М-34048. Формат 60х90 1/16.  
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5.00.  
Усл. кр.-от. 5.25. Уч.-изд. л. 5.32. Тираж 850. Тип. зак. № 297.  
Цена 1 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Наука“.

Ленинградское отделение,  
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская линия, 1, издательство „Наука“

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография  
издательства „Наука“  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12-5 ЛИСТОВ

Б 1903040100-564  
042(02)-90

512-90, II полугодие

© Институт биологии внутренних  
вод АН СССР, 1990



## III ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ШКОЛА ПО МОРСКОЙ БИОЛОГИИ

17–21 октября 1988 г. в г. Севастополе состоялись III Всесоюзная конференция по морской биологии и симпозиум по биологии развития беспозвоночных, многие участники которых стали слушателями Школы, организованной 24–28 октября на базе Института биологии южных морей АН УССР. Для обсуждения на конференции и симпозиуме было принято 565 докладов, охватывающих широкий круг проблем морской биологии. В связи с этим основной формой представления материалов были секционные доклады (10 пленарных, 338 секционных и 161 стендовый доклад – на конференции и 56 докладов – на симпозиуме). Принятая форма оказалась исключительно удачной, так как позволила подробно обсудить большую часть представленных материалов. Работало 8 секций. 1. Морфология и систематика организмов. 2. Физиологические, биохимические и генетические основы существования организмов и популяций. 3. Биологическая структура морских сообществ (подсекции: планктон, фитобентос, зообентос, головоногие и позвоночные). 4. Эколого-физиологические основы функционирования морских сообществ. 5. Паразиты и болезни гидробионтов в естественных и искусственных экосистемах. 6. Антропогенное воздействие на морские экосистемы. 7. Морская радио- и хемо-экология. 8. Биологические основы и биотехника культивирования гидробионтов (подсекции: водоросли и животные).

Многие доклады, особенно пленарные, отличались критическим отношением к существующим методическим подходам и концепциям. Новизна выдвигаемых положений в ряде случаев вызывала острые дискуссии. В докладе Т.С. Петина „Функционирование экосистем динамических зон Индийского океана” обращалось внимание на сложность выделения экосистем и необходимость поиска и внедрения новых методов сбора первичной информации. В докладе А.Н. Голикова и О.А. Скарлато „Роль функциональных биологических структур в организации морских экосистем” проанализирована сложная структура соподчиненных уровней организации биоты экосистем (демоцены, экоцены, биоцены, таксоцены). Показано, что трансформация биоэнергии в пределах экосистем и между ними



осуществляется путем трофодинамических связей различной протяженности, образующих в макромасштабе трофодинамические системы, или биоциклы. В докладах А.В. Жирмунского охарактеризовано состояние морского заповедного дела в СССР и перспективы его развития (совместно с В.А. Бычковым и Т.Ю. Вишневской), а также оценено состояние и перспективы развития марикультуры в Приморье („Марикультуры в Приморье: состояние и перспективы развития” – совместно с В.С. Левиным).

В.И. Заикой и Н.П. Макаровой в докладе „Температура и скорость развития гидробионтов в межвидовом аспекте” обоснована возможность и целесообразность линейной аппроксимации связи скорости онтогенетического развития с температурой среды для отдельных видов пойкилотермных гидробионтов. З.З. Финенко представлены материалы 25-летних наблюдений, позволяющие оценить годовые величины первичной продукции Черного моря как соответствующие нижнему пределу продуктивности мезотрофных морских водоемов („Современные представления о продуктивности Черного моря”). Установлена значительно меньшая степень подверженности антропогенному воздействию обширных зон открытого моря по сравнению с неретическими областями (мелководными зонами Мирового океана).

Большой резонанс вызвал доклад Г.Е. Шульмана и Т.В. Юневой „Функциональная роль липидов в адаптациях гидробионтов”. Авторами установлена тесная связь качественного и количественного состава липидов различных тканей рыб, головоногих моллюсков и ракообразных в разные периоды годового цикла с уровнем двигательной активности, функциональным состоянием и температурными условиями обитания гидробионтов. Обосновано представление об универсальном значении докозагексаеновой кислоты в приспособительных процессах эктотермных животных. Информацию о секционных и стендовых докладах можно получить в двухтомнике тезисов.

В рамках Школы было продолжено обсуждение ряда наиболее актуальных проблем морской биологии. В кратком сообщении невозможно охарактеризовать все затрагиваемые вопросы и выступления. Большинство лекций (В.Я. Бергера, В.В. Хлебовича, М.К. Глубоковского и др.) отличалось насыщенностью фактическим материалом и глубиной теоретического анализа.

В заключение следует отметить, что сотрудники Института биологии южных морей АН УССР и оргкомитет конференции и Школы во главе с А.Л. Морозовой сумели создать все условия для плодотворной работы, чему в значительной мере способствовала атмосфера доброжелательности, позволившая проводить обсуждение представленных материалов в условиях свободной дискуссии.

В.В. Кузьмина



УДК 579,68(285.2:57)

Г.А. Гоман, Т.Я. Косторнова

# ЧИСЛЕННОСТЬ И ПРОДУКЦИЯ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ ОЗ. БАЙКАЛ

Результаты исследований общего числа микроорганизмов с 1948 [2, 4] по 1970 г. [1, 6] обнаружили в трофическом слое довольно значительное различие: от 0.2 до 1.0 млн кл./мл. В последние 10 лет на отдельных центральных станциях были отмечены и более высокие величины – 2.0 млн кл./мл, а в районах, испытывающих влияние берега и впадающих рек, их число достигло 2–4 млн кл./мл [1]. По биомассе бактерий и ее продукции имеются немногочисленные публикации [3, 5, 8].

Цель настоящей работы – изучить общую численность бактерий и величину бактериальной продукции по акватории и глубине водной толщи оз. Байкал. Исследования проводили в июне 1981 г. и в августе 1981, 1982 и 1984 гг. на станциях, где Лимнологическим институтом СО АН СССР ведутся многолетние гидрологические и биологические наблюдения. Пробы отбирали на разрезах, охватывающих все котловины озера: Половинка–Иурино, Солзан–Маритуй, Лиственичное–Танхой, Анга–Сухая, Ухан–Тонкий, Елохин–Давша и Тья–Немнянка.

На центральных станциях отбор проб производили в основном по стандартным горизонтам: 0, 5, 10, 25, 100, 500, 1000 м. Воду отбирали батометром Нансена. Общую численность бактерий (ОЧБ) определяли на мембранных фильтрах № 8 марки „Сынпор” (ЧССР), продукцию бактериальной биомассы – по методу М.В. Иванова [7]. Размеры клеток измеряли окулярным линейным микрометром, на основании чего рассчитывали их объем. Коэффициент усыхания принимали равным 1.6. Перерасчет от сырой биомассы на сухую производили по методу, описанному в лабораторном руководстве [7].

В 1981 г. Н.А. Лаптевой одновременно с нами была определена бактериальная продукция по гетеротрофной ассимиляции углекислоты ( $\text{Na}^{14}\text{CO}_3$ ).



Т а б л и ц а 1

Общая численность бактерий, млн кл./мл

Горизонт, м	1981 г.		1982 г., август	1984 г., август	$\bar{X}$
	июнь	август			
Ю ж н ы й    Б а й к а л					
0	1.2	1.6	1.5	1.2	1.2
5	-	1.7	1.3	-	1.5
10	-	1.3	1.6	-	1.5
25	-	0.2	1.2	-	0.7
50	0.9	0.4	1.0	0.8	0.8
100	1.1	0.1	0.3	0.7	0.5
500	0.9	0.1	0.09	0.5	0.4
1000	0.7	0.1	0.02	0.1	0.3
С р е д н и й    Б а й к а л					
0	1.9	1.1	1.7	1.3	1.5
5	-	1.6	-	-	1.6
10	-	1.1	-	0.9	1.0
25	-	0.5	-	-	0.5
50	1.2	0.1	1.2	0.6	0.8
100	1.5	0.2	0.1	0.5	0.6
500	1.7	0.09	0.07	0.6	0.6
1000	1.7	0.09	0.01	0.2	0.5
С е в е р н ы й    Б а й к а л					
0	1.3	0.9	1.3	1.2	1.1
5	-	1.5	-	-	1.5
10	-	1.3	-	1.1	1.2
25	-	0.5	1.3	-	0.9
50	1.9	0.4	1.1	0.7	1.0
100	1.2	0.2	0.4	0.6	0.6
500	1.4	0.2	0.07	0.1	0.4

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о незначительных межгодовых колебаниях общего числа микроорганизмов в озере (табл. 1). Наименьшее количество клеток отмечалось в гипolimнионе. Наибольшая плотность бактерий наблюдалась лишь в верхних слоях воды от 0 до 50 м.

Детальные исследования бактерий по глубинам в августе 1981 и 1982 гг. позволили выявить горизонты их максимальной численности: поверхностный слой и область резкого скачка температур на глубине 5-10 м в Среднем и Южном Байкале. Общая численность бактерий резко снижалась на всей сетке станций, начиная с нижней границы термоклина (25-50 м). Следует отметить, что



Таблица 2

Биомасса и продукция бактерий, мкг С/(л.сут)

Гори- зонт, м	Радиоугле- родный метод, 1981 г., продукция	Скляночный метод					
		1981 г.		1982 г.		1984 г.	
		про- дукция	био- масса	про- дукция	био- масса	про- дукция	био- масса
Ю ж н ы й    Б а й к а л							
0	6.2	2.6	35.3	8.5	35.4	2.9	10.9
5	6.7	3.3	35.2	6.1	32.1	-	-
10	24.8	11.2	31.4	12.2	40.2	-	-
25	7.0	4.0	5.6	3.2	29.8	-	-
50	1.2	0.6	10.0	3.7	25.1	4.0	5.4
100	0.6	0.2	2.7	0.9	6.8	0.9	4.7
500	0.2	0.02	2.1	0.2	2.3	0.4	4.8
1000	0.8	0.2	3.4	0.04	0.6	0.4	3.1
$\bar{X}$	5.9	2.8	15.7	4.4	21.5	1.7	7.8
С р е д н и й    Б а й к а л							
0	7.8	6.2	27.3	7.8	18.6	2.2	10.1
5	17.3	12.4	44.8	-	-	-	-
10	3.5	0.9	22.7	-	-	2.4	6.8
25	6.6	0.8	19.5	-	-	-	-
50	3.3	0.4	22.5	5.3	29.2	0.6	4.0
100	1.3	0.7	9.8	0.1	2.5	0.3	4.4
500	0.8	0.6	2.7	0.1	1.9	0.3	5.6
1000	3.7	0.5	3.0	0.04	0.2	1.3	6.3
$\bar{X}$	5.5	2.8	19.0	2.7	10.5	1.2	6.2
С е в е р н ы й    Б а й к а л							
0	5.7	1.1	24.8	3.3	31.2	2.5	11.8
5	10.2	3.0	35.4	-	-	-	-
10	9.5	2.5	33.0	-	-	1.4	10.9
25	11.2	1.1	17.0	-	-	-	-
50	0.1	0.3	6.3	4.9	27.1	0.9	4.0
100	0.2	0.1	4.6	0.7	8.6	0.4	4.3
500	0.3	0.1	3.5	0.1	1.6	0.1	2.5
700-750	0.2	0.03	2.6	0.03	0.7	-	-
$\bar{X}$	4.7	1.0	15.9	1.8	13.8	1.2	6.7

в период гомотермии водной массы (июнь 1981 г.) бактерии распределялись более равномерно, т.е. с небольшими колебаниями на разных горизонтах - 0.70-1.9 млн кл./мл.

В разных котловинах озера ОЧБ в среднем за 3 года составила около 0.9 млн кл./мл. В поверхностных слоях (0-10 м) наибольшая численность была в южной части озера. Существенное различие по глубине отмечали в 1981-1982 гг. - от 0.02 до 1.7 млн кл./мл.

Биомасса бактерий в поверхностных слоях воды соответствовала 20-50 мкг С/л (табл. 2), что близко к величинам (9.0-60 мкг С/л), определенным С.И. Кузнецовым в 1951 г. [3].



Изменение этого показателя по горизонтам согласуется с содержанием бактерий.

По осредненным данным за сезон для разных лет продукция бактериальной биомассы колебалась от 1 до 6 мкг С/(л.сут). Минимальная ее величина в северной котловине в 1981-1982 гг. значительно ниже по всей глубине водной толщи. Величины продукции бактерий, полученные двумя методами, различались. Величины бактериальной продукции, полученные радиоуглеродным методом, были в 2-4.7 раз выше, чем скляночным. Вероятно, низкая активность бактерий и медленное их развитие в условиях оз. Байкал не позволяют уловить размножение клеток путем их учета на мембранных фильтрах. В связи с этим, по нашему мнению, для определения бактериальной продукции в озере эффективнее использовать гетеротрофную ассимиляцию  $\text{CO}_2$ , как более высокочувствительный метод.

При осреднении данных по всем глубинам разных котловин озера можно сказать, что в южной части бактериальная продукция была выше, чем в средней и северной частях, тогда как биомассы выражались близкими величинами. По радиоуглеродному методу такого различия не было. Бактериальная продукция в поверхностных слоях менее различима по акватории и более по глубине. Можно выделить отдельные центральные станции с повышенной численностью бактерий в поверхностном слое воды: в Южном Байкале содержалось больше микроорганизмов в воде на станциях разреза Солзан-Маритуй, в Среднем - Анга-Сухая, Ухан-Тонкий, в Северном - Елохин-Давша. В районах, подверженных влиянию берега, число бактерий увеличивалось до 2 млн кл./мл.

Таким образом, отмечаемые значения общей численности бактерий в поверхностных слоях оз. Байкал характерны и для мезотрофных озер средних широт, а береговые станции приближаются к эвтрофным. Величины бактериальной продукции соответствуют данным для водоемов олиготрофного типа.

## Л и т е р а т у р а

1. Г о м а н Г.А., Н е ч е с о в И.А. Некоторые вопросы организации микробиологического мониторинга на Байкале // Микроорганизмы в экосистемах озер и водохранилищ. Новосибирск, 1985.
2. К о ж о в а О.М., К а з а н ц е в а Э.А. О сезонных изменениях численности бактериопланктона в воде оз. Байкал // Микробиология. 1961. Т. 30, вып. 1.
3. К у з н е ц о в С.И. Сравнительная характеристика биомассы бактерий и фитопланктона в поверхностном слое воды Среднего Байкала // Тр. Байкал. лимнол. ст. 1951. Т. 13.
4. К у з н е ц о в С.И. Микробиологическая характеристика вод и грунтов Байкала // Тр. Байкал. лимнол. ст. 1957. Т. 15.
5. М а к с и м о в а Э.А. Продукция бактериопланктона в пелагиали Южного Байкала в годовом цикле // Микробиология. 1976. Т. 14, вып. 1.



6. Максимова Э.А., Максимов В.Н. Вертикальное распределение микробиологического планктона в течение 1969 г. в Южном Байкале // Микробиология. 1972. Т. 41, вып. 5.
7. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. М.; Л., 1974.
8. Спиглазов Л.П. Агрегированность бактерий в воде Байкала // Микроорганизмы в экосистемах озера Байкал. Новосибирск, 1985.

Лимнологический институт  
СО АН СССР

УДК 579.68 (285.2): 556.555.6

В.И. Романенко, В.В. Законнов

# ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО БАКТЕРИЙ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ЧАСТИЦАХ РАЗНОГО РАЗМЕРА

Механический состав донных отложений водоемов представлен частицами разного размера, от нескольких микронов до нескольких миллиметров. Размерный состав частиц и их количественное соотношение служат одним из важнейших критериев классификации осадков [1, 2]. Известно, что общая площадь поверхности мелких частиц при одинаковой массе во много раз больше, чем крупных, а это приводит к увеличению численности поселившихся на них бактерий.

Мы поставили перед собой задачу определить количество бактерий, находящихся на частицах разного размера в илистых отложениях Рыбинского водохранилища. Пробы ила толщиной 15–20 см (200 см<sup>3</sup>), отобранные трубкой ГОИН на трех станциях, вносили в колбы и заливали дистиллированной водой до отметки 0,5 л. После тщательного перемешивания суспензию выливали в верхнее сито лабораторной электромагнитной просеивающей машины фирмы Альфред Фрич (ФРГ), состоящей из шести расположенных один под другим сит. В верхнее сито вносили порциями еще 2 л дистиллированной воды, и ил с помощью мокрого просеивания разделяли на 6 фракций. Частицы ила с каждого сита смывали дистиллированной водой (0,5 л) и отбирали по 10 мл взвеси для определения общего количества бактерий. Оставшуюся взвесь высушивали при 105 °С, взвешивали и таким образом рассчитывали процентное соотношение каждой фракции. Часть сухого ила сжигали в муфельной печи для определения содержания органического вещества в различных фракциях.

© В.И. Романенко, В.В. Законнов, 1990



Т а б л и ц а 1

Характеристика иловых отложений, взятых для анализа

Фракция ила	Размер частиц, мм	Ст. 1, глубина 1,5 м, переходный ил, мощность 14 см		Ст. 2, глубина 9 м, серый ил, мощность 23 см		Ст. 3, глубина 12 м, серый ил, мощность 37 см	
		характер ила	потери массы при прокаливании, %	характер ила	потери массы при прокаливании, %	характер ила	потери массы при прокаливании, %
1	1.0	Древесно-растительные остатки	85	Древесно-растительные остатки с крупнозернистым песком	32	Древесно-растительные остатки	74.6
2	1.0-0.5	Торфяная крошка	67	Органические остатки со среднезернистым песком	13	Среднезернистый песок с органическими остатками	6.7
3	0.5-0.2	Торфянистые остатки с мелкозернистым песком	59	Органические остатки с мелкозернистым песком	24	Мелкозернистый песок с органическими остатками	2.8
4	0.2-0.1	Пылеватый песок с торфяными остатками	45	Органические остатки с пылеватым песком	29	Пылеватый песок с органическими остатками	6.5
5	0.1-0.05	Крупноалевритовый ил с органическими остатками	35	Крупноалевритовый ил с органическими остатками	13	Крупноалевритовый ил с органическими остатками	12.8
6	0.05 и менее	Мелкоалевритовый ил с органическими остатками	28	Мелкоалевритовый ил с органическими остатками	11	Мелкоалевритовый ил с органическими остатками	8.0



Т а б л и ц а 2

Содержание бактерий во фракциях или различного размера

Фракция или	Ст. 1			Ст. 2			Ст. 3		
	грануло- метричес- кий со- став, %	общее количество бактерий, млрд кл.		грануло- метричес- кий со- став, %	общее количество бактерий, млрд кл.		грануло- метричес- кий со- став, %	общее количество бактерий, млрд кл.	
		в 1 г фракции	во всей фракции		в 1 г фракции	во всей фракции		в 1 г фракции	во всей фракции
1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,76	0,38	0,0	0,0	0,0
2	1,4	0,33	0,46	1,3	1,67	2,17	1,4	1,34	1,88
3	4,9	0,35	1,72	6,2	1,96	12,1	1,6	1,67	2,67
4	7,2	1,32	9,50	15,0	3,05	45,8	14,8	1,84	27,2
5	17,2	2,74	47,1	27,6	5,44	150,0	17,1	3,41	53,7
6	69,3	3,50	243,0	49,4	7,00	346,0	65,1	4,90	319,0
$\Sigma$	100	-	313,8	100	-	556,4	100	-	404,6



Пробы ила, в которых определяли общую численность бактерий, были зафиксированы формалином. После 5-суточного отстаивания надосадочную жидкость удаляли пипеткой, а препараты для подсчета бактерий готовили из уплотненного осадка методом микронавеса с использованием аналитических весов [3].

Из описанной выше методики фракционирования ила следует, что часть бактерий должна теряться в процессе его обработки при суспензировании и промывке на ситах. Поэтому по полученным результатам можно судить лишь об относительном содержании бактериальных клеток, прикрепленных к взвешенным частицам.

В работе были использованы мелкодетритные серые и переходные (торфогенного происхождения) илы, находящиеся в затопленных руслах рек.

С помощью анализатора иловые отложения удалось разделить на 6 фракций с размерами частиц от 1 мм (1-я фракция) до 0,05 мм и менее (6-я фракция). К частицам 1-й фракции относилось 0,5% от общего количества ила (табл. 1). Преобладающую часть иловых отложений составляли частицы размером 0,05 мм и менее.

Наибольшее содержание органического вещества было обнаружено в 1-й фракции, в которую входили отмершие кусочки высшей водной растительности, крупные частицы торфа и животных.

В 6-й фракции концентрация органического вещества была ниже в 3 раза.

Количество бактериальных клеток в расчете на сырую массу ила постепенно возрастает с уменьшением размера частиц и достигает максимальных величин в 6-й фракции на всех трех станциях. Минимальная численность бактерий обнаружена в 1-й фракции (менее 1 млрд в 1 г массы). Количество бактерий, живущих на мелких частицах ила, примерно в 10 раз больше, чем на частицах размером более 1 мм. Поскольку масса мелких частиц во много раз больше, чем крупных, то и общее содержание бактерий здесь намного больше (табл. 2). Суммарные величины численности бактерий по фракциям близки к ранее полученным, когда анализы производили в пробах без подразделения на фракции [4]. Это свидетельствует о том, что основная масса бактерий прикреплена к иловым частицам и не отстаёт от них при обработке на ситах.

Таким образом, в серых и переходных мелкодетритных илах Рыбинского водохранилища максимальное количество бактерий (до 79%) находится на мелкоалевритовых частицах размером менее 0,05 мм.

## Л и т е р а т у р а

1. Кузнецов С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М., 1952.
2. Курдин В.П. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища // Тр. Ин-та биол. водохранилищ. М.; Л., 1959. Вып. 1(4).



3. Романенко В.И., Романенко В.А. К методике определения численности бактерий в иловых отложениях водоемов // Микробиология. 1971. Т. 15, вып. 5.
4. Сорокин Ю.И. Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища // Тр. биол. ст. „Борок“. 1958. Вып. 3.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 582.28(47)

Л.В. Воронин

#### САПРОТРОФНЫЕ ГРИБЫ МАЛЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ

Материал собран в августе 1987 г. в двух группах озер. Озера первой группы входят в состав Вохтозерской системы Кондопожского района (Южная Карелия) и находятся в подзоне средней тайги. Это мезотрофное Саргозеро, олиготрофное Чучъярви и 4 лесные ламбы. Три ламбы (№ 1–3) характеризуются чертами олиготрофных озер с некоторыми признаками мезотрофии, 4-я ламба (№ 4) – дистрофное озеро. Озера второй группы расположены в Лоухском районе (Северная Карелия) в подзоне северной тайги. Их в свою очередь можно разделить на 3 группы: озера Каменное и Россохино около пос. Лоухи; озера Сидорово, Круглое–1 и лесная ламба (№ 5) в районе Никольской губы Белого моря; озера Кривое и Круглое–2 в районе Беломорской биологической станции Зоологического института АН СССР на мысе Картеш. Все озера низкоминерализованные, озера Вохтозерской системы имеют преимущественно кислую реакцию воды, за исключением мезотрофного Саргозера, а озера Лоухского района – нейтральную (табл. 1).

Пробы воды для микологического анализа отбирали при помощи батометра с трех горизонтов – поверхностного, срединного и придонного на 4–5 станциях в каждом озере. Обработку проб производили в день отбора методом глубинного посева 3 мл воды (в трех повторностях) на сусло-агаре с антибиотиками (по 0.25 г/л стрептомицина и пенициллина) в чашках Петри. Чашки выдерживали 5–7 сут при комнатной температуре, а затем производили подсчет численности диаспор грибов по количеству выросших колоний, грибы выделяли в чистую культуру для последующей идентификации. Всего было выделено 370 культур.

Уровень заспоренности воды в разных озерах различался достаточно сильно (табл. 1). В целом озера Южной Карелии характеризовались более высокой численностью диаспор по сравнению с озерами Северной Карелии. Однако и в том и в другом случаях наи-



Т а б л и ц а 1

Некоторые гидрохимические показатели и средняя численность  
диаспор грибов в воде озер Карелии

Номер озера	Озеро	рН	Сумма ионов ( $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ ), мг/л	Численность диаспор в го- ризонтах, тыс./л		
				при- донном	сре- динном	поверх- ностном
1	Саргозеро	7.6	5.08	0.9	0.5	0.6
2	Чучъярви	4.2	1.63	1.0	1.0	0.6
3	Ламба № 1	5.85	2.52	1.6	1.1	0.9
4	Ламба № 2	4.5	0.82	0.5	0.7	0.8
5	Ламба № 3	4.75	0.98	1.1	0.6	1.0
6	Ламба № 4	3.8	2.17	2.8	1.3	1.1
7	Каменное	6.6	3.66	0.6	0.2	0.2
8	Росохино	6.75	5.27	0.6	0.7	0.8
9	Сидорово	6.6	3.55	0.9	0.9	0.8
10	Ламба № 5	6.25	3.03	0.9	0.7	1.5
11	Круглое-1	6.45	3.33	0.8	0.3	0.2
12	Круглое-2	6.7	6.19	2.5	3.3	2.6
13	Кривое	7.5	13.41	1.7	1.0	0.7

большим содержанием диаспор в воде отличались дистрофные озера (ламба № 4 и оз. Круглое-2). Различия в уровне заспоренности внутри каждой группы озер можно объяснить особенностями их котловины, проточностью, продукционными характеристиками. Более высокая численность диаспор грибов обнаружена в придонном слое воды большинства озер. Увеличение заспоренности этого слоя происходит за счет вымывания диаспор грибов из донных отложений. В трех озерах (Саргозеро, лампы № 3 и 5) обнаружен более высокий уровень заспоренности поверхностного горизонта по сравнению со средним. Это связано с тем, что пробы воды отбирали после дождя, когда увеличивалось поступление в озера диаспор грибов со стоками.

В воде исследованных озер обнаружено более 50 видов грибов, среди которых преобладают дейтеромицеты (табл. 2).

Грибы, выявленные нами в озерах Карелии, в соответствии с экологической классификацией водных гетеротрофных микроорганизмов Парка [2] относятся к транзитным, случайным микроорганизмам и, возможно, к мигрантам. Для последних характерна периодическая и спорадическая активность, транзитные же и случайные организмы либо проявляют спорадическую активность, либо она вообще отсутствует. На возможное участие так называемых почвенных грибов в микробиологических процессах, протекающих в водоемах, указывал Парк [1].

Отмеченные грибы не приурочены к типично водным условиям обитания, большинство из них встречалось изредка, единично.



Т а б л и ц а 2

Видовой состав грибов в воде малых озер Карелии

Вид	Распространение (номера озер из табл. 1)
<i>Aphanomyces laevis</i> dBy.	2
<i>Mortierella isabellina</i> Oudem.	3-6
<i>M. vinacea</i> Dixon-Stewart	2, 6
<i>Mucor circinelloides</i> van Tiegh.	3, 5, 12
<i>M. hiemalis</i> Wehmer	2-4, 6-8
<i>M. racemosus</i> Bull.	6
<i>Mucor</i> sp.	2-6, 8, 10
<i>Rhizopus oryzae</i> Went et Geerligs	3, 5, 6
<i>Pseudeurotium zonatum</i> van Beyma	6
<i>Acremonium potronii</i> Vuill.	1, 9
<i>Acremonium</i> sp.	2-7, 12
<i>Ascochyta</i> sp.	1
<i>Aspergillus niger</i> van Tiegh.	1-6, 9, 12
<i>Aspergillus</i> sp.	4, 5, 11
<i>Aureobasidium pullulans</i> (dBy.) Arn.	1-4, 7-13
<i>A. pullulans</i> (dBy.) Arn. var. <i>melanigenum</i> Hermanides-Nijhof	1, 6-9, 12, 13
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Fr.	1, 3, 6, 7
<i>Cladosporium avellaneum</i> De Vries	2, 4
<i>C. cladosporioides</i> (Fres.) De Vries	1, 2, 4-6, 9, 10, 12
<i>C. elatum</i> (Harz) Nannf.	9
<i>C. griseo-olivaceum</i> Pidopl. et Deniak	1, 5, 8, 13
<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link	1, 2, 5-7, 12, 13
<i>C. sphaerospermum</i> Penzig	9
<i>Coniothirium</i> sp.	13
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	3
<i>F. oxysporum</i> (Schlecht.) Snyder et	12
<i>Hans. var. orthoceras</i> (App. et Wr.) Bilai	
<i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>poae</i> (Pk.)	1-3, 6
Wr. emend Bilai	
<i>Geotrichum</i> sp.	1-3
<i>Hormonema dematioides</i> Lagerb. et Melin.	4-7, 13
<i>Leptographium lundbergii</i> Lagerb. et Melin.	5
<i>Penicillium canescens</i> Sopp	3, 5, 7, 8, 10, 12
<i>P. citrinum</i> Thom	3
<i>P. corylophyllum</i> Dierckx	6
<i>P. fellutanum</i> Biourge	5, 6, 8, 9, 12, 13
<i>P. implicatum</i> Biourge	1, 2, 6, 9, 11
<i>P. oxalicum</i> Currie et Thom	3-8
<i>P. spinulosum</i> Thom	1-8, 11, 12
<i>P. verrucosum</i> Dierckx var. <i>cyclopium</i> (West.) Samson, Stolk et Hadlok	1-6, 8-13
<i>Phialophora lignicola</i> (Nannf.) Goid.	1, 4-6
<i>Ph. malorum</i> (Kidd et Beaumont)	1
McColloch	
<i>Ph. richardsiae</i> (Nannf.) Conant	5



Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Вид	Распространение (номера озер из табл. 1)
<i>Phoma glomerata</i> (Cda.) Wr. et Hochpf.	1, 9, 10, 12, 13
<i>Ph. pomorum</i> Thum.	1, 7
<i>Phoma</i> spp.	1-3, 5, 8
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.	6
<i>T. coningi</i> Oud.	3-5
<i>T. polysporum</i> (Link ex Pers.) Rifai	2, 4, 6, 8
<i>T. viride</i> Pers. ex S.F. Grey	1-7, 11

Некоторые виды грибов распространены преимущественно в озерах южной Карелии: *Acremonium* sp., *Botrytis cinerea*, *Geotrichum* sp., *Fusarium sporotrichiella* var. *poae*, *Phialophora lignicola*, *Penicillium oxalicum*, *Phoma* sp., *Mortierella isabellina*, виды родов *Trichoderma*, *Mucor*, *Rhizopus*; другие преобладают в озерах Северной Карелии: виды рода *Aureobasidium*, *Penicillium canescens*, *P. fellutanum*, *Phoma glomerata*. Имеются грибы с одинаковой частотой встречаемости в озерах Северной и Южной Карелии: *Cladosporium herbarum*, *C. cladosporioides*, *Hormonema dematioides*, *Penicillium spinulosum*, *P. verrucosum* var. *cyclopium*, *P. implicatum*.

Выявлена зависимость распространения некоторых видов грибов от pH воды. Так, *Botrytis cinerea*, *Mortierella isabellina* и виды рода *Trichoderma* приурочены к водоемам с низкими значениями pH, особенно к дистрофным.

Грибы рода *Aureobasidium* распространены в озерах с pH воды выше 5.85. *Penicillium spinulosum* доминирует в озерах с pH воды 4.5 и ниже, а *P. verrucosum* var. *cyclopium* при более высоких значениях pH.

Таким образом, уровень заспоренности воды и состав сапротрофных грибов в озерах Карелии зависят от географической широты, трофического статуса и гидрохимических особенностей озера.

#### Л и т е р а т у р а

1. P a r k D. Methods of detecting fungi in organic detritus in water // Trans. Brit. Mycol. Soc. 1972. Vol. 58, N 2.
2. P a r k D. On the ecology of heterotrophic micro-organisms in freshwater // Trans. Brit. Mycol. Soc. 1972. Vol. 58, N 2.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР



Н.М. Минеева

# ФИТОСИНТЕЗ ФИТОПЛАНКТОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВРЕМЕНИ ЭКСПОНИРОВАНИЯ ПРОБ

Определение фотосинтеза фитопланктона часто ведется на основе 24-часового экспонирования проб. Однако суточная экспозиция в ряде случаев дает значительное искажение результатов [7]. Это связано не только с так называемым скляночным эффектом [3, 4]. При длительной экспозиции изменяются соотношения процессов синтеза и деструкции, а также состав органического вещества в клетках водорослей [9].

В августе 1986 и мае-июне 1987 г. нами проведено сопоставление результатов измерения фотосинтеза фитопланктона Рыбинского водохранилища скляночным методом в его кислородной модификации при различном времени экспонирования проб. Склянки заполняли водой из верхнего 2-метрового слоя и помещали в проточный палубный инкубатор, располагая „светлые“ на глубине 0,05, 0,15, 0,25 и 0,5 м. Наряду с суточными использовали краткосрочные экспозиции: летом 2-6 ч, весной все опыты начинали в 21 ч, а заканчивали в 5, 9, 13, 17 и 21 ч следующего дня. Одновременно измеряли энергию фотосинтетически активной радиации (ФАР) в баке на уровне склянок (1987 г.) или рассчитывали ее (1986 г.) по данным измерений на воздухе [1]. О развитии фитопланктона судили по содержанию хлорофилла „а“, определяемого спектрофотометрически [10].

Интенсивность фотосинтеза в максимуме вертикального профиля весной отмечалась при энергии ФАР 18-188 Вт/м<sup>2</sup> и в краткосрочных экспозициях была выше, чем в суточных, составляя в среднем (95±2) и (83±2) мкг О<sub>2</sub>/(л·ч) (см. таблицу). Для области светового насыщения фотосинтеза характерны величины ФАР 30-140 Вт/м<sup>2</sup> [2], однако при данной температуре (10-15 °С) они могли оказаться ингибирующими [5].

В опытах 31 мая и 4 июня интенсивность фотосинтеза мало менялась в течение светового дня. В первом случае она была выше в соответствии с повышенным поступлением световой энергии. В двух других опытах (6 и 9 июня) нарастание интенсивности фотосинтеза шло медленнее, а 6 июня отмечено даже ее снижение в послеполуденное время при повышенном поступлении солнечной радиации. По-видимому, в этом случае происходило световое угнетение фотосинтеза, одной из причин которого может быть усиление на свету процессов дыхания [8]. В опытах 31 мая и 9 июня, заканчивавшихся в 17 ч, фотосинтетический максимум в послеполуденное время располагался не под поверхностью, а на глубине 0,15-0,25 м, что также могло быть ответной реакцией фитопланктона на избыточную освещенность. Кроме того, за период наблюдения



# Характеристика продукционного процесса в опытах

Дата	Время опыта, от-до, ч	Хл.	ФАР	Ф на глубине, м			$\frac{\Phi_{\text{макс}}}{D}$
				0.05	0.15	0.25	

1 9 8 6 г.

9-10 ав- густа	12-12*	61.9	85	295	297	243	4.2
	16-16*	102	51	241	231	195	3.2
	18-18*	13.2	51	106	97	92	2.8
10-11 августа	08-08*	16.7	46	96	93	82	3.9
	13-17	24.6	31	270	-	-	5.2
	13-13*	24.6	62	195	177	152	9.2
13-14 августа	11-11*	14.4	103	114	108	97	6.0
	13-15	44.5	136	-	660	-	5.7
	13-17	44.5	74	-	598	772	9.1
	13-19	44.5	94	-	525	-	8.0
	13-13*	21.1	74	151	155	129	3.7
	17-17*	19.9	46	106	121	84	7.7

П р и м е ч а н и е. Хл. — концентрация хлорофилла, мкг/л; ФАР — энергия ФАР на глубине максимального фотосинтеза, Вт/м<sup>2</sup>; Ф — интенсивность фотосинтеза, мкг О<sub>2</sub>/(л·ч);  $\Phi_{\text{макс}}/D$  — отношение фотосинтеза и деструкции.

\* Суточные экспозиции.

произошло снижение концентрации хлорофилла, связанное с ходом сезонной сукцессии фитопланктона. По данным И.В. Митропольской (устное сообщение), в конце мая в составе фитопланктона преобладали диатомовые водоросли, а в первой декаде июня к ним в оптимальных количествах присоединились криптофитовые, которые способны избегать зоны избыточной освещенности в водоеме за счет активной миграции.

Во всех опытах отмечено снижение фотосинтеза на глубине 0,5 м при световом лимитировании — энергии ФАР 8–12 Вт/м<sup>2</sup>.

В летний период при массовом развитии синезеленых водорослей интенсивность фотосинтеза в краткосрочных опытах была значительно выше, чем в суточных: (557±9) и (165±6) мкг О<sub>2</sub>/(л·ч) соответственно (см. таблицу). Скорость фотосинтеза снижалась в вечерние часы. Его максимальные величины отмечались при энергии ФАР в области светового насыщения 31–135 Вт/м<sup>2</sup>.

Соотношение интенсивности фотосинтеза и деструкции, характеризующее траты первичной продукции на дыхание, изменялось в течение экспозиции, составляя в среднем для краткосрочной и суточ-



Дата	Время опыта, от-до, ч	Хл.	ФАР	Ф на глубине, м				$\frac{\Phi_{\text{макс}}}{Д}$
				0.05	0.15	0.25	0.5	

1987 г.

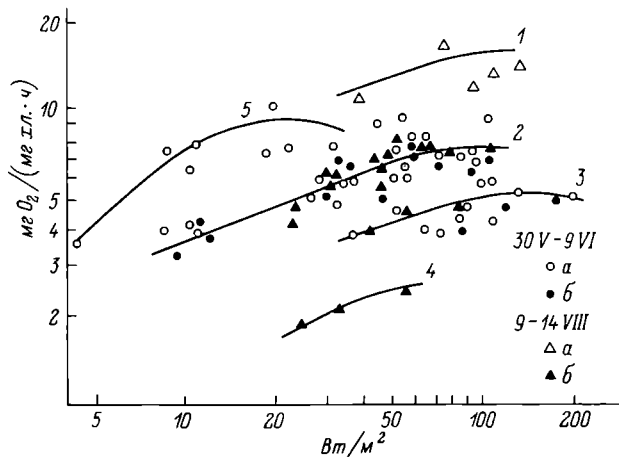
30-31 мая	21-09	22.4	107	127	85	100	-	-
	21-13	22.4	188	115	108	105	-	-
	21-17	22.4	133	115	124	125	-	-
	21-21*	22.4	178	110	107	97	-	-
3-4 июня	21-09	14.3	18	112	105	50	-	0.8
	21-13	14.3	57	95	85	72	56	2.0
	21-17	14.3	73	98	92	89	-	1.4
	21-21*	14.3	70	87	67	70	51	1.7
5-6 июня	21-09	9.2	44	82	77	72	-	1.5
	21-13	9.2	51	69	72	55	40	1.7
	21-17	9.2	112	41	36	33	-	1.2
	21-21*	9.2	58	64	68	52	29	3.8
8-9 июня	21-09	8.5	19	67	92	52	-	4.8
	21-13	8.5	52	60	82	42	35	2.6
	21-17	8.5	103	79	70	107	-	1.2
	21-21*	8.5	57	58	68	59	35	2.5

ной экспозиций соответственно весной ( $1.9 \pm 0.3$ ) и ( $2.7 \pm 0.2$ ), летом - ( $7.0 \pm 0.2$ ) и ( $5.1 \pm 0.3$ ).

Удельная фотосинтетическая активность фитопланктона при суточной экспозиции проб весной и летом оценивалась близкими величинами ассимиляционных чисел (АЧ), соответственно ( $6.2 \pm 0.1$ ) и ( $6.3 \pm 0.2$ )  $\text{мг O}_2 / (\text{мг хл.} \cdot \text{ч})$ . АЧ, полученные в краткосрочных опытах, были выше. Эти различия в среднем составили 13% в мае-июне и 54% в августе.

Световая зависимость АЧ позволяет проанализировать некоторые факторы их изменчивости (см. рисунок). Четко прослеживается снижение АЧ по мере роста концентраций хлорофилла (кривые 2-4), что соответствует существующим представлениям о взаимосвязи этих характеристик [5]. Высокие АЧ получены при наиболее часто встречаемых в водоеме концентрациях пигмента (10-25  $\text{мкг/л}$ ; кривая 2). Максимальные АЧ отмечены летом при краткосрочных экспозициях проб (кривая 1). Высокая ассимиляционная активность при низкой насыщающей облученности 10-30  $\text{Вт/м}^2$  относилась к началу световой фазы фотопериода с 5 до 9 ч (кривая 5) и могла быть обусловлена возрастанием фотосинтетических возможностей





Зависимость ассимиляционной активности фитопланктона от энергии солнечной радиации в опытах при суточной (а) и краткосрочных (б) экспозициях проб.

1 - 10-13 августа 1986 г. при концентрации хлорофилла ( $C_{\text{хл.}}$ ) 25-45 мкг/л; 2 - то же при  $C_{\text{хл.}}$  = 13-25 мкг/л, 3-9 июня 1987 г. при  $C_{\text{хл.}}$  = 8-14 мкг/л; 3 - 10 августа 1986 г.,  $C_{\text{хл.}}$  = 62 мкг/л, 30-31 мая 1987 г.,  $C_{\text{хл.}}$  = 22 мкг/л; 4 - 10 августа 1986 г.,  $C_{\text{хл.}}$  = 102 мкг/л; 5 - 3-9 июня 1987 г., начало светового периода (съемка проб в 9 ч утра). По оси абсцисс - энергия ФАР; по оси ординат - ассимиляционные числа.

водорослей после пребывания в темноте [6]. Заметное снижение АЧ, свидетельствующее о фотоингибировании фотосинтеза, происходило в опыте 6 июня в послеполуденное время (см. таблицу). Минимальные величины АЧ получены при лимитирующих фотосинтез световых условиях.

Таким образом, среди причин расхождения в определении интенсивности фотосинтеза при различной продолжительности экспонирования проб можно назвать изменение соотношения фотосинтеза и деградации, а также ассимиляционной активности хлорофилла. Последняя в свою очередь связана с биотическими и абиотическими факторами, в частности с количеством фитопланктона и световыми условиями. Суточная экспозиция значительно занижает результаты в период летнего максимума развития фитопланктона, что влечет за собой недоучет величин первичной продукции в водной толще и, следовательно, приводит к искаженной оценке биотического баланса.

## Л и т е р а т у р а

1. А р э Ф.Э., Т о л с т я к о в Д.Н. О проникновении солнечной радиации в воду // Метеорология и гидрология. 1969. № 6.



2. Бульон В.В. Закономерности первичной продукции в лимнических экосистемах : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1985.
3. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.
4. Сигарева Л.Е. Некоторые данные об изменении концентрации пигментов фитопланктона и pH среды в склянках при измерении фотосинтеза // Биология внутренних вод : Информ. бюл. Л., 1980. № 46.
5. Сигарева Л.Е. Содержание и фотосинтетическая активность хлорофилла фитопланктона Верхней Волги : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1984.
6. Титлянов Э.А. Адаптация водорослей и кораллов к свету : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Севастополь, 1983.
7. Цискаришвили Л.П. Гидрохимический режим и первичная продукция водоемов Грузии : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1987.
8. Bender M., Grande K., Johnson K., Marra J., Williams P., Pilsen M., Langdon C., Hitchcock G., Orchard J., Hunt C., Donaghay P. A comparison of four methods for determining plankton community production // Limnol. Oceanogr. 1987. Vol. 32, N 5.
9. Hama T., Handa N. Pattern of organic matter production by natural phytoplankton population in eutrophic lake. 1. Intracellular products // Arch. Hydrobiol. 1987. Bd 109, N 1.
10. Lorenzen C.J., Jeffrey S.W. Determination of chlorophyll in seawater // UNESCO technical paper in marine science 35. Paris, 1980.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 582.26:581.4

С.И. Генкал, Г.И. Поповская

О ТОНКОЙ СТРУКТУРЕ ПАНЦИРЯ CYCLOTELLA  
BAICALENSIS (K. MEYER) SKV.  
И CYCLOTELLA MINUTA (SKV.) ANTIPOVA

*Cyclotella baicalensis* как самостоятельный вид вместе с формами (*typica*, *stellata*, *ornata*, *minuta*, *minor*) была описана Б.В. Скворцовым [4, 5]. Позднее первые 3 формы были сведены в синонимы, *minor* выделена в морфу *C. baicalensis* [3], а *minuta* переведена в ранг самостоятельного вида [1].



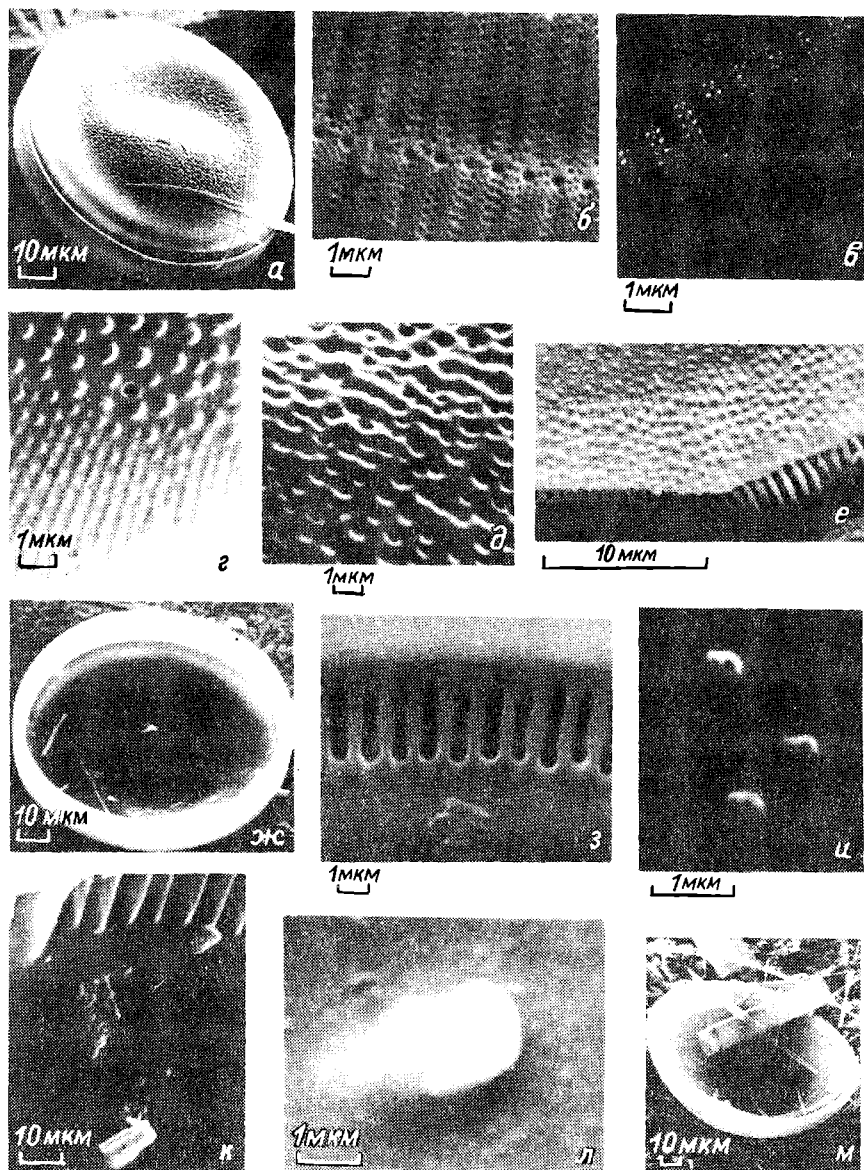


Рис. 1. *Cyclotella baicalensis* (K. Meyer) Skv.

а - панцирь; б - загиб створки с отверстиями подпертых выростов; в - структура альвеол; г - загиб створки с отверстием щелевидного выроста; д - внешняя поверхность центрального поля створки с отверстиями подпертых выростов; е - структура штрихов; ж - внутренняя поверхность створки; з - альвеолы и подпертые выросты; и - подпертые выросты в центральном поле створки; к, л - щелевидный вырост; м - ауксоспора. а, б, г-м - СЭМ; в - ТЭМ.



В настоящем сообщении впервые приводятся результаты электронно-микроскопического изучения панциря байкальских эндемиков *C. baicalensis* и *C. minuta*, которые позволили внести коррективы в систематику вида *C. baicalensis* и близких ему форм (использовались сканирующий – СЭМ, JSM-25S – и трансмиссионный – ТЭМ, BS-613 – электронные микроскопы).

*Cyclotella baicalensis* (K. Meyer) Skv. (Syn.: *C. striata* var. *magna* K. Meyer, *C. baicalensis* f. *typica* Skv., *C. baicalensis* f. *stellata* Skv.).

Створки тангенциально-волнистые (рис. 1, а). Наружная поверхность центрального поля створки состоит из бугорков и углублений (рис. 1, а-г). В краевой зоне между ребрами расположены альвеолярные штрихи, имеющие по краям более крупные перфорации, чем в средней части альвеол (рис. 1, б, в). Штрихи на внешней поверхности створки доходят почти до середины ее радиуса, однако перфорации не пронизывают створку насквозь, а выходят в каналы, идущие вдоль штрихов и расположенные ближе к наружной поверхности базального слоя створки (рис. 1, е). В центральном поле имеется большое число подпертых выростов с двумя опорами (рис. 1, д, ж, и). На загибе створки на каждом ребре расположен подпертый вырост (рис. 1, б, э). Двугубый вырост расположен на значительном расстоянии от альвеол, и шель его ориентирована почти перпендикулярно к ним (рис. 1, г, к, л). Имеются аукоспоры (рис. 1, м).

В синонимы *C. baicalensis*, следуя А.П. Скабичевскому [3], мы свели *C. striata* var. *magna* K. Meyer и две формы: *typica* и *stellata*. Последняя была выделена по характеру структуры краевой зоны – наличию вокруг центрального поля створки неравномерно расположенных крупных удлинённых точек. В нашем материале такие экземпляры не встречались, но, ориентируясь на опубликованные ранее рисунки (см. [2], рис. 55, 4 и [3], рис. 38, е), такие структуры в СЭМ можно отождествить лишь с бугорками и впадинами, которые, вероятно, отличаются от таковых центрального поля створки лишь продолговатой, а не круглой формой. По данным М.М. Забелиной с соавторами [2], размеры клеток водорослей этих видов 50–130 мкм, по А.П. Скабичевскому [3] – 90–113 мкм. По нашим материалам, диаметр створок 60–108 мкм. Вероятно, более полный диапазон изменчивости размеров панциря приводится М.М. Забелиной с соавторами [2].

*Cyclotella minuta* (Skv.) Antipova (Syn.: *C. baicalensis* f. *minuta* Skv., *C. baicalensis* f. *ornata* Skv., *C. baicalensis* m. *minor* (Skv.) Skabitsch.).

Створки тангенциально-волнистые, от широкоовальных до круглых (рис. 2). Центральное поле наружной поверхности створки покрыто бугорками и углублениями (рис. 2, б-е). В краевой зоне расположены альвеолярные штрихи. Альвеолы на загибе створки пересекаются 1–2 перегородками (рис. 2, а). С внутренней поверхности створки 2–7-е ребро, разделяющее альвеолы, утолщено (рис. 2, з-к). В центральном поле створки расположена группа



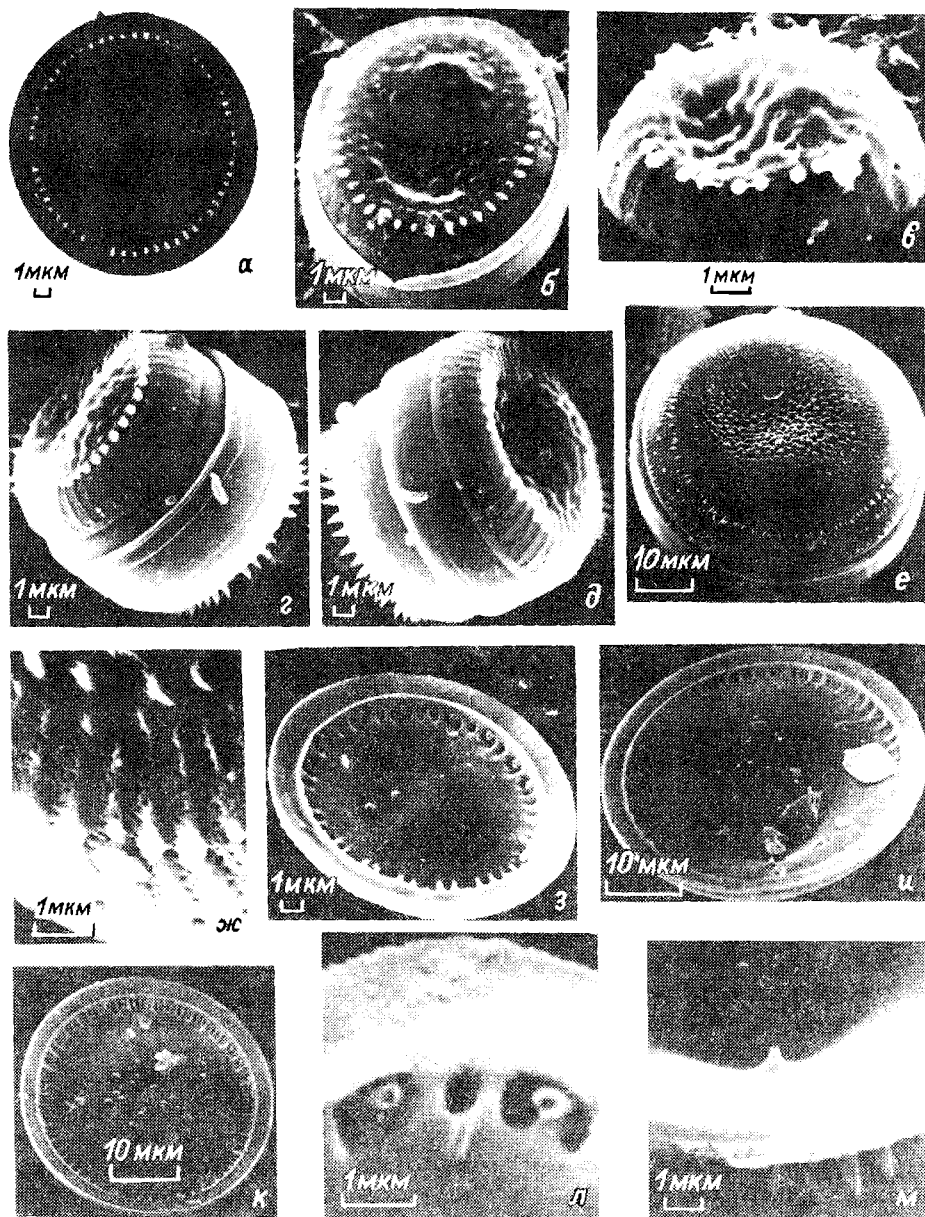


Рис. 2. *Cyclotella minuta* (Skv.) Antipova.

а – створка; б, в, е – общий вид панциря; г, д – панцирь со стороны обеих створок; ж – загиб створки с шипами и отверстиями щелевидного и подпертых выростов; з-к – внутренняя поверхность створки; л, м – щелевидный вырост. а – ТЭМ; б-м – СЭМ.



(от 1 и более) подпертых выростов с двумя опорами (рис. 2, з-к). На загибе створки кольцо таких же выростов, находящихся на каждом ребре, за исключением утолщенных, либо через каждые 1-3 ребра (рис. 2, з-к). Двугубый вырост расположен почти у альвеол или на расстоянии от них (рис. 2, з, л). Ориентация внутренней части выроста также варьирует: щель располагается по отношению к альвеолам или параллельно, или под некоторым углом к ним (рис. 2, з-м). На границе загиба створки с ее поверхностью имеется кольцо остроконечных шипов (рис. 2, б-ж, м).

Таким образом, настоящее исследование подтвердило правильность выделения *C. minuta* в самостоятельный вид. Этот таксон хорошо отличается от *C. baicalensis* не только размерами клеток, но и наличием кольца шипов, структурой альвеол и более редким расположением краевых подпертых выростов. В синонимы *C. minuta* мы свели форму *ornata* и морфу *minor*. А.П. Скабичевский [3] считает, что последняя не имеет ничего общего с *C. minuta*. Однако в описании *C. baicalensis m. minor* он приводит не круглую, а овальную створку, причем размеры панциря морфы и число штрихов в 10 мкм совпадают с таковыми *C. minuta*. Кроме того, по нашим наблюдениям, нередко встречаются почти круглые формы таких же размеров, как у морфы *minor*, но не отличающиеся по структуре от *C. minuta*. По данным световой микроскопии, форма *ornata* отличалась от типовой наличием коротких темных линий в краевой зоне створки, которые в СЭМ оказались утолщенными ребрами; нами было показано, что наличие этих ребер, так же как и кольца шипов, характерно для *C. minuta*. В связи с этим встает вопрос о размерах клеток последней, так, как в описании максимальная величина диаметра створок 42 мкм [1], а для *ornata* - до 80 мкм [2]. По нашим наблюдениям, диаметр клетки *C. minuta* может достигать 60 мкм. Вероятно, встречаются клетки более крупные, чем дается в диагнозе, и наибольший диаметр *C. minuta* следует принять равным 60-80 мкм.

### Л и т е р а т у р а

1. Антипова Н.Л. О новом виде рода *Cyclotella* из озера Байкал // Ботанические материалы отдела споровых растений. Л., 1956. Т. 11.
2. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкин А.-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М., 1951. Т. 4.
3. Скабичевский А.П. Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР. М., 1960.
4. Скворцов Б.В.) S k w o r t z o w B.W. Botom from Olchon gate of Baical lake, Siberia // Philipp. J. Sci. (Publ. Bureau Sci. Manula). 1937. Vol. 62, N 3.



5. Скворцов Б.В., Мейер К.И. A contribution to the Diatoms of Baikal lake // Тр. Сунгар. реч. биол. ст. Харбин, 1928. Т. 1, № 5.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР  
Лимнологический институт  
СО АН СССР

УДК 582.26:581.4

С.И. Генкал, А.Е. Кузьмина

## О МОРФОЛОГИИ *CYCLOTELLA BODANICA* EULENST

В литературе отсутствуют данные по изучению *Cyclotella bodanica* в ТЭМ (трансмиссионный электронный микроскоп), опубликована лишь одна микрофотография (СЭМ - сканирующий электронный микроскоп) внутренней поверхности створки [2].

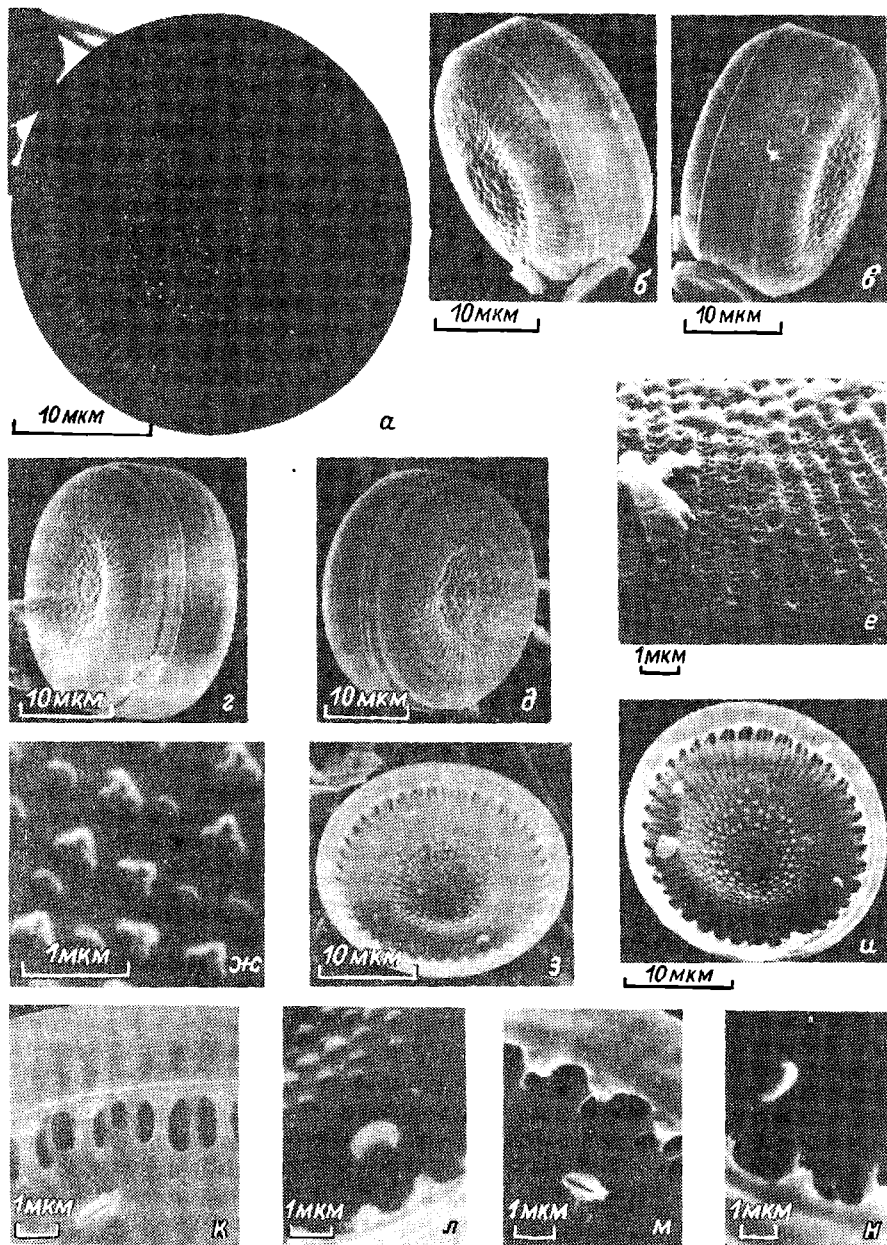
В настоящей работе приводятся результаты электронно-микроскопического исследования морфологии панциря *C. bodanica* по материалам из оз. Хантайское (Восточная Сибирь, сентябрь 1982 г.).

Панцирь концентрически-волнистый с выпуклым (см. рисунок, б, в) или вогнутым (см. рисунок, г, д) центром. В центральном поле створки расположены ареолы, закрытые с внутренней стороны велумом (см. рисунок, а, ж-и). Группа ареол в центре створки окружена кольцом подпертых выростов с тремя опорами (см. рисунок, ж). Каждое третье ребро в краевой зоне раздваивается, поэтому альвеолярные штрихи на загибе створки образуют с внутренней стороны камеры неодинаковой величины (см. рисунок, з-к). Характерная особенность этого вида - наличие более одного шелевидного выроста (1-5), чаще 2-4 (по данным световой микроскопии - изолированные точки) [1]. У особей исследуемой популяции было 2 таких выроста, которые располагались на концах утолщенных, укороченных ребер и имели с внешней поверхности створки вид отверстия (см. рисунок, е). Ориентация шелей с внутренней поверхности створки варьирует: они либо почти перпендикулярны штрихам (см. рисунок, з, к, л), либо один параллелен, а второй перпендикулярен (см. рисунок, и, м, н). Краевые подпертые выросты, расположенные на каждом 2-м или 3-м утолщенном ребре, окружены двумя подпорками, ориентированными перпендикулярно к камерам.

## Л и т е р а т у р а

1. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Диатомо-





*Cyclotella bodanica* Eulenz.

а - створка; б, в - панцирь с выпуклыми створками; г, д - панцирь с вогнутыми створками; е - структура штрихов с отверстием шелевидного выроста; ж-н - внутренняя поверхность створки с подпертыми и шелевидными выростами. а - ТЭМ; б-н - СЭМ.



вые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М., 1951. Т. 4.

2. S r e e n i v a s a M.R., D u t h i e H.C.  
Notes on some centric diatoms from Lake Ontario // Nova Hedwigia. 1975. Vol. 26, N 1.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР  
Лимнологический институт  
СО АН СССР

УДК 584.5(28) 581

И.В. Д о в б н я, Г.Ф. Л я ш е н к о

## ПРОДУКЦИЯ ВЫСШЕЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕЧНОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Первое определение продукции растительности Рыбинского водохранилища выполнено в 1956 г. [1]. Кроме того, есть отдельные данные по фитомассе макрофитов Волжского плеса, но они также относятся к первым годам существования водоема [2].

В 1986 г. нами проводилось изучение растительности речного участка Волжского плеса (от г. Углича до д. Глебово). Цель исследований: выявление изменений в растительном покрове, определение продукции фитоценозов макрофитов.

Для вегетации растительности важен уровненный режим водоема. Значительное колебание горизонта вод явилось главной причиной относительно слабого зарастания прибрежий Рыбинского водохранилища в первые десятилетия его существования. В последние годы, примерно с 1978 г., наблюдается стабилизация уровневого режима, благодаря чему растительный покров водохранилища все больше приобретает черты, присущие таковому в водоемах с постоянным в течение весенне-осеннего периода уровнем вод.

Фитоценозы высших растений в речном участке Волжского плеса сосредоточены преимущественно в заливах, речках, ручьях, заостровных мелководьях и представлены 42 ассоциациями, объединенными в 23 формации, из которых 13 встречаются наиболее часто.

Самые распространенные фитоценозы — *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. — приурочены к заостровным мелководьям и заливам с илистыми и песчано-илистыми грунтами. Они имеют хорошо развитый покров и равномерное сложение. В общем экологическом ряду манниковые фитоценозы в верхней зоне граничат с осоchnиками *Carex acuta* L., ниже — с группировками *Rorippa amphibia* (L.) Bess и *Polygonum amphibium* L.



В глухих заболоченных местах наряду с манником встречаются ценозы *Equisetum fluviatile* L.

Центральная часть заливов занята сообществами погруженной растительности, главным образом *Potamogeton perfoliatus* L., изредка встречаются группировки *Myriophyllum spicatum* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Elo-dea canadensis* Michx. и *Stratiotes aloides* L. Из высокотравных гелофитов в заостровных мелководьях и заливах распространены фитоценозы *Scirpus lacustris* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., в меньшей степени — *Typha latifolia* L. и *T. angustifolia* L.

В прибрежной зоне плеса сообщества гелофитов представлены отдельными куртинами *Phragmites australis*, *Carex acuta* и *Butomus umbellatus* L. Погруженная растительность со стороны русла сложена ценозами *Potamogeton pectinatus* L. и *P. perfoliatus*, реже — *P. lucens* L.

Береговая зона заливов и рек, а также многочисленные затопляемые острова окаймляются, а иногда и полностью зарастают двукисточником тростниковым *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch. с вкраплением куртин осоки острой.

Растительный покров Волжского плеса имеет, с одной стороны, черты, присущие растительности водоемов с постоянным уровнем. Это выражается в доминировании типичных для таких водоемов обширных зарослей манника, тростника, камыша, хвоща. С другой стороны, для растительности характерны и черты, обусловленные переменным уровнем вод, что проявляется в распространении амфибийных группировок и, прежде всего, сообществ с господством жерушника земноводного и горца земноводного.

Особенностью растительности Волжского плеса является слабое развитие групп свободноплавающих растений: довольно незначительны сообщества урути, фрагментарно и редко встречаются в верховьях заливов роголистник и элодея. Также редки фитоценозы телореза.

В 1986 г. прибрежно-водная и водная растительность в речном участке Волжского плеса занимала около 3,8 км<sup>2</sup> или 5% акватории участка (табл. 1).

Наибольшие площади занимали фитоценозы манника (33%). Довольно обширно была представлена полоса двукисточника и осочников (24%) и по 10% занимали группировки хвоща и рдестов.

В 1956 г. общая площадь зарослей того же участка составляла 5 км<sup>2</sup> [1]. Доминирующими в растительном покрове были ассоциации с господством частухи подорожниковой (26%), стрелолиста и манника (40%). Широкое распространение имели сообщества полевницы *Agrostis stolonifera* L., пороза *Typha latifolia*, горца *Polygonum amphibium*, ежеголовника *Sparganium emersum* Rehm.

Таким образом, через 3 десятилетия произошла смена доминантных ассоциаций. Площади типичных для 50-60-х годов сообществ амфибийных видов сократились, большое распространение получили



Т а б л и ц а 1

Площади зарослей и продукция растительности Волжского плеса  
(участок от Углича до Глебово)

Формации	Площадь		Продукция, т	
	км <sup>2</sup>	%	воздушно- сухая масса	органическое вещество
<i>Phalaroides arundinacea</i>	0,57	15	268	239
<i>Carex acuta</i>	0,34	9	183	162
<i>Glyceria maxima</i>	1,25	33	401	343
<i>Equisetum fluviatile</i>	0,38	10	249	192
<i>Phragmites australis</i>	0,19	5	150	134
<i>Rorippa amphibia</i>	0,19	5	42	34
<i>Typha latifolia</i>	0,08	2	31	27
<i>Scirpus lacustris</i>	0,19	5	97	85
<i>Butomus umbellatus</i>	0,11	3	20	16
<i>Polygonum amphibium</i>	0,11	3	18	15
<i>Potamogeton perfoliatus</i> , <i>P. pectinatus</i> , <i>P. hetero-</i> <i>phyllus</i>	0,38	10	15	10
Всего	3,79	100	1474	1257

высокопродуктивные заросли тростника, камыша, хвоща.

Сопоставление площадей растительности и продукции макрофитов речного участка Волжского плеса показывает, что общая площадь зарослей уменьшилась, продукция увеличилась, производительность зарослей возросла (табл. 2).

В дальнейшем продукция растительности будет зависеть от режима уровня вод. При поддержании относительно постоянного гори-

Т а б л и ц а 2

Площадь зарослей, продукция и производительность зарослей  
Волжского плеса (участок от Углича до Глебово)

Показатели	1956 г.	1986 г.
Площадь зарослей, км <sup>2</sup>	5	3,8
Продукция, т (органическое вещество)	1050	1250
Продукция на 1 м <sup>2</sup> зарослей, г (органическое вещество)	210	330

П р и м е ч а н и е. Продукция 1956 г. подсчитана нами на основе архивных материалов А.П. Белавской и Т.Н. Кутовой. Используются данные по фитомассе и площадям доминирующих формаций.



зонта вод в течение вегетационного сезона на протяжении нескольких лет будут развиваться высокопродуктивные сообщества тростника, манника, рогоза. При большой сработке уровня и при обсыхании мелководий продукция уменьшится вследствие обширного развития менее продуктивных ценозов амфибийных видов.

## Л и т е р а т у р а

1. Белавская А.П., Кутова Т.Н. Растительность зоны временного затопления Рыбинского водохранилища // Растительность волжских водохранилищ. Л., 1966.
2. Богачев В.К. Формирование водной растительности Рыбинского водохранилища // Учен. зап. Ярослав. пед. ин-та. 1952. Вып. 14(24).

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 574.64(285.2)+581.526.3(285.2)

Т.Ф. М и к р я к о в а

### СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МАКРОФИТАХ ШЕКСНИНСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

К наиболее опасным загрязнителям, попадающим в водоем со сточными водами промышленных предприятий, относятся тяжелые металлы. В отличие от различных органических соединений, подвергающихся в той или иной степени процессам деструкции, тяжелые металлы постоянно присутствуют в водных системах при любых обстоятельствах. Все гидробионты в какой-то мере способны разрушать или обезвреживать различные токсические вещества. Ведущая роль в этом отношении принадлежит микроорганизмам и одноклеточным водорослям [4, 5]. Не менее важное значение имеют и водные растения, принимающие активное участие в регулировании качества воды за счет поглощения и накопления растворенных в воде токсикантов.

Настоящая работа посвящена изучению аккумулялирующей способности водной растительности и ее роли в процессах самоочищения водных масс от тяжелых металлов. Объект исследования — погруженные водные растения, особенность которых заключается в том, что, находясь полностью в водной среде, они поглощают растворенные в ней вещества всей поверхностью.

Работу проводили на Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища, который характеризуется высокой степенью минерализации вод, вызванной стоками промышленных предприятий г. Череповца. Для сравнительной характеристики исследовали устьевые участки



двух крупных рек — Шексны и Суды и двух мелких — Пачаи и Кошты, впадающих в этот плес. В р. Кошту сбрасываются сточные воды химического и металлургического заводов.

Погруженные растения собирали в июле, в сезон массовой вегетации на участках с одинаковыми условиями обитания и близким расположением различных видов растений. Проанализировали 10 видов. Содержание тяжелых металлов определяли на атомно-абсорбционным спектрофотометре [1].

Разнообразные условия гидрохимического режима исследуемых зон обуславливают значительные различия и в видовом составе макрофитов. Северный участок плеса, находящийся в зоне организованных и неорганизованных стоков промышленных предприятий г. Череповца, представлен лишь рдестом гребенчатым и рдестом элаковым, и только на расстоянии 20 км в центральном участке плеса (о-в Любец) встречаются другие виды растений, в частности рдест пронзеннолистный и горец земноводный. Значительно богаче растительностью устьевые участки рек. Наибольшим видовым разнообразием характеризуется р. Суда. Здесь отмечены рдест Фриса, уруть колосистая, водяная сосенка, мох противопожарный, отсутствующие в остальных изучаемых зонах. Характерная для загрязненных водоемов ряска малая в небольшом количестве обнаружена только в запруде р. Кошты, где условия непроточности соответствуют местам ее произрастания.

Химический состав изучаемых макрофитов в различных местах обитания (табл. 1) свидетельствует о том, что содержание металлов в них колеблется в довольно широких пределах. При сопоставлении величин химических элементов у отдельных видов растений, обитающих в одних и тех же условиях, была выявлена видовая специфичность в аккумуляции различных металлов. Очень наглядно это прослеживается на примере трех видов растений, взятых из одного места произрастания — р. Кошты. По степени аккумуляции их можно расположить в следующем порядке: рдест гребенчатый, ряска малая, горец земноводный. Последний по сравнению с рдестом гребенчатым содержит меди в 7, цинка в 6, свинца в 3, никеля и кобальта в 5 раз меньше. Наблюдались значительные различия в аккумуляции тяжелых металлов и в пределах одного вида. Сравнительный анализ по накоплению элементов у рдеста гребенчатого, характерного представителя всех исследуемых зон, показал, что среди устьевых участков рек абсолютные величины концентрации металлов у рдеста, выросшего в р. Коште, гораздо выше таковых в р. Суде (табл. 1). Неравномерно распределялись химические элементы и в самом плесе. Самые высокие концентрации отмечались недалеко от черты города и источника загрязнения, несколько ниже эти величины в центральном участке плеса, что мы связываем с разбавлением водных масс. В воде северного участка Шексинского плеса содержалось меди — 2 мкг/л, цинка — 27, кадмия — 0,8, никеля — 2, хрома — 0,5, свинца — 3 мкг/л.



Т а б л и ц а 1

Содержание химических элементов в гидрофильных растениях  
Шекснинского плеса, мкг/г

Растение	Место сбора	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb	Co
Рдест гребенчатый	г. Череповец	10.6	184.4	0.8	5.6	4.0	7.3	4.5
	о-в Любец	5.0	40.0	0.1	7.1	0	3.4	2.0
	р. Кошта	28.0	888.7	0.9	12.1	7.9	24.8	46.8
	р. Шексна	6.8	50.5	0	8.5	11.6	4.1	1.0
	р. Суда	4.5	23.9	0	6.8	2.8	2.5	2.8
	р. Пачая	6.8	22.8	0	3.8	3.4	2.9	0
Рдест злаковый	г. Череповец	18.5	134.4	0.7	5.3	6.5	9.8	5.1
	р. Шексна	9.0	48.9	0.4	57.5	90.5	4.4	1.4
	р. Суда	1.7	24.7	0	10.6	3.5	5.4	4.4
	р. Пачая	9.8	68.2	1.0	46.3	59.9	7.6	3.4
Рдест пронзенно-листный	о-в Любец	4.6	57.4	0	6.8	3.2	9.6	1.8
	р. Шексна	6.0	53.5	0.4	7.3	5.8	7.9	1.6
	р. Суда	2.1	22.5	0	3.2	1.9	9.5	1.3
	р. Пачая	6.3	70.3	0.6	13.0	16.1	5.5	2.9
Горец земноводный	о-в Любец	2.6	21.2	0	4.0	0.3	3.9	0.5
	р. Кошта	3.7	144.3	0.4	2.5	2.6	8.9	9.8
	р. Суда	0.8	20.7	0	2.1	1.0	2.1	1.4
	р. Пачая	3.4	16.3	0	1.5	0.6	1.6	0.5
Ряска малая	р. Кошта	20.0	311.0	0.8	9.2	10.7	18.0	15.7
Рдест Фриса	р. Суда	3.0	19.9	0	6.7	1.0	3.8	2.7
Уруть колосистая	Там же	1.9	18.4	0	6.3	1.7	2.3	2.6
Мох противопожарный	" "	5.2	33.6	0	7.9	4.2	4.7	6.3

Способность водных растений, находящихся вблизи источника загрязнения, накапливать высокие концентрации металлов в сравнении с обитающими в менее загрязненных водах наблюдалась нами не только в местах поступления сточных вод. При исследовании прибрежной растительности р. Пачая нами были намечены 3 точки отбора проб: 1 – устье реки, где расположена стоянка „Метеора“, сбрасывающего выхлопные газы в воду, 2 и 3 – соответственно в 1 и 2 км от стоянки. По данным анализа, у рдеста злакового отмечались высокие величины накопления цинка, никеля и хрома, у рдеста пронзеннолистного содержание всех элементов, кроме цинка и кобальта, на этом участке значительно меньше (табл. 2). Здесь, как и в р. Коште, растения избирательно поглощали химические элементы, на что указывают и литературные данные [2, 3]. По мере удаления от причала содержание металлов у обоих видов рдестов снижалось.

Полученные нами данные по химическому составу различных макрофитов в пределах плеса и впадающих в него рек указывают на широкий диапазон поглощения растениями различных элементов. Наибольшей способностью к накоплению обладают свободноплавающие растения – ряска, а среди укорененных – рдесты гребенчатый



Т а б л и ц а 2

Содержание тяжелых металлов в гидрофильных растениях  
р. Пачай, мкг/г

Точки отбора	Растение	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb	Co
Устье	Рдест зла- ковый	11,9	150,0	1,3	98,2	127,5	11,0	3,1
	Рдест прон- зеннолистный	8,4	145,0	0,5	20,2	26,3	2,4	2,3
В 1 км от устья	Рдест зла- ковый	10,4	36,0	0,8	25,1	33,4	8,4	2,7
	Рдест прон- зеннолистный	6,8	37,1	1,0	10,8	12,4	7,8	3,2
В 2 км от устья	Рдест зла- ковый	7,0	33,3	1,0	15,5	19,5	3,3	4,3
	Рдест прон- зеннолистный	3,8	28,8	0,4	8,1	9,8	6,3	3,0

и злаковый. Находящийся в этих же условиях обитания горец земноводный накапливает металлы в значительно меньшей концентрации, иногда не превышающей их содержания в воде. Необходимо отметить, что в растениях, произрастающих на участках, находящихся в условиях постоянного загрязняющего стока, концентрация металлов достигает значительных величин. Все это свидетельствует об огромной роли погруженных видов растений в процессах самоочищения воды, особенно в связи с возросшей антропогенной нагрузкой на водоемы.

#### Л и т е р а т у р а

1. Алексеева-Попова Н.В. Растения в экстремальных условиях минерального питания, эколого-физиологические исследования. Л., 1983.
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.
3. Дикьева Д., Петрова М.А. Химический состав макрофитов и факторы, определяющие концентрацию минеральных веществ в высших водных растениях // Гидробиологические процессы в водоемах. Л., 1983.
4. Корсак М.Н. Воздействие цинка, хрома и кадмия на некоторые функциональные и структурные показатели фито- и бактериопланктона : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1976.
5. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1985.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР



В.Г. Гаг а р и н

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВОБОДНОЖИВУЩИХ  
ПРЕСНОВОДНЫХ НЕМАТОД

Нематоды, как паразитические, так и свободноживущие, морфологически весьма изменчивы. Это очень затрудняет идентификацию видовой принадлежности червей при фаунистических исследованиях, так как при определении приходится сталкиваться с внутривидовой и межвидовой изменчивостью.

Нами изучена морфологическая изменчивость 10 распространенных видов пресноводных нематод [1-4]. Материал собирали в разнообразных пресных водоемах: водохранилищах, озерах, реках, ручьях, прудах, временных водоемах (лужах, канавах). Из каждой пробы по возможности делали промеры 25-30 половозрелых самок каждого встреченного там вида. Упрощенно это считалось отдельной популяцией данного вида. Таким образом, из сем. *Tobrilidae* были изучены 5 видов: *Tobrilus gracilis* - 5 популяций, *T. helveticus* - 11 популяций, *Eutobrilus nothus* - 4 популяции, *Raritobrilus allophysis* - 5 популяций, *Brevitobrilus stefanskii* - 12 популяций; из сем. *Monhysteridae* - 5 видов: *Monhystera paludicola* - 9 популяций, *M. uncispiculata* - 4 популяции, *M. lemani* - 5 популяций, *Eumonhystera filiformis* - 8 популяций, *E. dispar* - 5 популяций.

Морфологическую изменчивость нематод оценивали по величине вариабельности 9 морфологических признаков: 5 индексов де Мана, ("a", "b", "c", "V", "L"), которые применяются при описании нематод, и 4 мерных признаков, характеризующих размеры отдельных участков тела нематод: длину пищевода, длину от конца пищевода до вульвы и от вульвы до ануса и длину хвоста. Основные показатели, по которым шло сравнение: средняя величина признака ( $M \pm m$ ) и коэффициент вариации (CV).

Ниже в сжатом виде приведены основные результаты, полученные при анализе морфологической изменчивости нематод.

1. Абсолютные размеры отдельных участков тела нематод более вариабельны, чем их отношения. Так, у *E. filiformis* CV длины пищевода равен 9.5% (средняя по 8 популяциям), CV индекса "b" - 6.6%, CV длины хвоста - 7.8%, CV индекса "c" - 5.0% [2]. Те же отношения наблюдаются и у *Tobrilus helveticus*: CV длины пищевода - 6.3% (средняя по 11 популяциям), CV индекса "b" - 5.4%, CV длины хвоста - 6.6%, индекса "c" - 5.1% [3].

2. Наиболее изменчивы размеры средних участков тела червей (от конца пищевода до вульвы и от вульвы до ануса), где расположены половые продукты самок. Коэффициент вариации этих отделов, как правило, колеблется в пределах 8-20%; в то время как длины пищевода и хвоста - в пределах 4-9% [1-4].



3. Наиболее устойчивым, стабильным морфологическим признаком у обследованных 10 видов нематод является положение полового отверстия самок. Коэффициент вариации этого признака колеблется от 2 до 4% [1-4].

4. Виды более мелких размеров морфологически однороднее, чем крупные. Так, коэффициент вариации отдельных признаков у *Eumonhystera dispar* и *E. filiformis* с размерами 0.6-0.7 мм равен 2.5-8% [2], в то время как этот показатель у *Tobrilus gracilis* (длина тела 2 мм) составляет 5-20% [3].

5. Виды, размножающиеся партеногенетически (т.е. не имеющие самцов), морфологически менее изменчивы, чем виды, размножающиеся половым путем (т.е. имеющие самцов). Так, для особей *T. gracilis* (вид, в популяциях которого наблюдаются самцы) по всем морфологическим признакам характерен больший размах изменчивости, чем для особей *T. helveticus* (партеногенетический вид), как в пределах одной популяции, так и при сравнительной характеристике особей, взятых из разных популяций [3].

Рассмотрена скоррелированность длины отдельных участков тела нематод с общей длиной тела червя. Оказалось, что 3 первых мерных признака (длина пищевода, длина от конца пищевода до вульвы и от вульвы до ануса) тесно связаны с общей длиной тела (коэффициент корреляции  $K$  равен 0.8-0.98). Длина хвоста в большинстве случаев слабо связана с общей длиной тела ( $K=0.5-0.8$ , бывает и отрицательным) [4]. Если принять во внимание, что длина хвоста — также мало изменяющийся признак, то напрашивается вывод, что именно размеры хвоста наиболее верно отражают морфологическую изменчивость червей в популяции.

В течение 3 лет проводилось исследование морфологической изменчивости трех видов нематод (*Eumonhystera filiformis*, *Monhystera paludicola*, *Tobrilus helveticus*) из трех водоемов (водохранилище, река и пруд) [4]. Отмечено, что особи из этих водоемов ежегодно морфологически сильно менялись (различия достоверны по коэффициенту Стьюдента). Изменялась как общая длина тела, так и отдельные его участки. В речной популяции наблюдалось увеличение общей длины тела особей *Eumonhystera filiformis* и *Monhystera paludicola* в основном за счет увеличения длины пищевода и участка от конца пищевода до вульвы. В пруду и в Рыбинском водохранилище, наоборот, особи этих двух видов с каждым годом мельчали за счет уменьшения длины хвоста и отдела тела от конца пищевода до вульвы [4].

Кроме морфологической изменчивости особей в пределах одной популяции (индивидуальная изменчивость) наблюдается морфологическая неоднородность особей одного вида, обитающих в разных водоемах (внутривидовая изменчивость).

Пресноводные виды нематод, обитающие в солоноватоводных водоемах, как правило, мельче, чем представители тех же видов, живущие в пресных водоемах. Так, особи *Eumonhystera filiformis* из оз. Севан мельче особей остальных 7 обследованных популяций данного вида из пресных вод. Особи *Brevitobrilus stefanskii*



в Киевском водохранилище имеют длину 1.48 мм, а в Рыбинском водохранилище (у пос. Борок) — 1.71 [3].

Популяция нематод из небольшого по акватории водоема (пруд, лужа, канава) морфологически относительно однородна. Популяция же нематод из большего по площади водоема состоит из множества отдельных микропопуляций червей, которые морфологически могут очень сильно отличаться друг от друга. Так, особи *Tobrilus helveticus* Волжского плеса Рыбинского водохранилища по ряду признаков (длина головных щетинок, длина хвоста) отличаются от особей того же вида из Шекснинского плеса этого же водохранилища и морфологически более близки к нематодам, обитающим в оз. Неро [3].

Рассмотрим вкратце таксономическую значимость некоторых качественных признаков.

Наличие биокристаллов в полости тела. Признак видоспецифичен. *T. gracilis* и *Eutobrilus nothus* всегда имеют биокристаллы; у *Tobrilus helveticus* и *Raritobrilus allophysis* они отсутствуют. У *Brevitobrilus stefanskii* биокристаллы имеются, но они мелкие и расположены только в области пищевода. У монхистерид та же картина. Полость тела *Monhystera paludicola*, *M. stagnalis*, *M. uncispiculata* насыщена биокристаллами. Как правило, биокристаллы у *M. lemani* отсутствуют [1].

Партеногенез или половое размножение (точнее, наличие или отсутствие самцов в популяциях). Признак видоспецифичен. Не найдены самцы у *Eumonhystera dispar*. В популяциях средней полосы страны самцы не наблюдаются у *Tobrilus helveticus* и *Eutobrilus allophysis*, в то время как у *Tobrilus gracilis* и *Eutobrilus nothus* самцы всегда имеются (соотношение самцов и самок равно соответственно 1 : 4, 1 : 6). У редкого вида *E. grandipapillatus* самцы в популяциях всегда преобладают. Мною вид регистрировался дважды. В первом случае найдены 2 ♀♀ и 5 ♂♂, во втором — 1 ♀ и 6 ♂♂.

Откладка яиц или „живорождение“. Многие исследователи, в том числе и Андраши [5], считают этот признак видоспецифичным. Так, по данным Андраши [5], *Monhystera stagnalis* отличается от других видов рода живорождением. Но исследования показали, что этим свойством в определенных условиях обладают и другие виды рода, в частности *M. paludicola* (в оз. Севан) и *M. uncispiculata* (в Рыбинском водохранилище). Совсем недавно считалось, что в роде *Aphanolaimus* живорождение наблюдается только у *A. viviparus*. Но, по нашим наблюдениям, самки *A. aquaticus* в Ивановском водохранилище также имеют в матке личинки, а не яйца.

Итак, данный признак — „откладка яиц или живорождение“ — не видоспецифичен, изменяется в пределах видов и характеризует различные популяции нематод.



1. Га г а р и н В.Г. Виды рода *Monhystera* Bastian, 1865 пресных водоемов европейской части СССР // Фауна и биология пресноводных организмов. Л., 1987.
2. Га г а р и н В.Г. Морфологическая изменчивость свободноживущих нематод сем. *Tobrilidae* (Nematoda; Enoplida) // Экология и морфология водных беспозвоночных / ИБВВ АН СССР. 1988. С. 215-227. Рукопись деп. в ВИНТИ. 27.09.1988, № 7151-В88 деп.
3. Га г а р и н В.Г. Морфологическая изменчивость *Eumonhystera filiformis* (Bastian, 1865) и *E. dispar* (Bastian, 1865) (Nematoda; Monhysteridae) // Экология и морфология водных беспозвоночных / ИБВВ АН СССР. 1988. С. 204-214. Рукопись деп. в ВИНТИ. 27.09.1988, № 7151-В88 деп.
4. Га г а р и н В.Г. Морфологическая изменчивость трех видов свободноживущих пресноводных нематод // Биология, систематика и функциональная морфология пресноводных животных. Л., 1989.
5. A n d r a s s y J. Revision of the order Monhysterida (Nematoda) inhabiting soil and inland waters // Opusc. zool. (Magy). 1981. Vol. 17-18.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 595.324.3-1.05

В.Б. В е р б и ц к и й

КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ ВЕТВИСТОУСОВОГО РАЧКА  
*BOSMINA LONGIROSTRIS* ДЛЯ ЛИЧИНОК РЫБ.  
1. ОБЩИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЛОРИЙНОСТЬ ТЕЛА

Получение жизнеспособного посадочного материала рыб — одна из важнейших задач современного рыбоводства. Ее решение тесно связано с разработкой методов производства стартовых живых кормов для подращивания личинок рыб на первых стадиях развития. Описанный ранее способ массового культивирования босмин [1] позволяет использовать этих рачков в качестве корма для личинок рыб.

Целью настоящей работы было определение общего химического состава и энергетического эквивалента массы (ЭЭМ) тела босмин.

Для анализа использовали босмин, отловленных в июне 1981 г. в пруду экспериментальной базы ВНИИПРХ и в июне 1983 г.



Т а б л и ц а 1

Общий химический состав и ЭЭМ тела босмин

Дата	Влага, %	Зола, %	Органическое вещество, %			ЭЭМ, кДж на 1 г вещества		
			белки	жиры	угле- воды	органи- ческого	сухого	сырого
VI 1981	89,4	7,6	63,2	20,0	9,1	24,3	22,6	2,4
VI 1983	87,8	16,7	53,1	14,4	15,7	20,9	17,6	2,1
Лето 1969, 1970 и 1972 - по [3]	92,4	10,4	57,2	19,0	12,7	23,4	20,9	1,6
X 1958 - по [8]	88,8	11,0	55,3	12,9	20,8	21,8	19,3	2,2
У 1967 и 1969 - по [7]	88,8	10,0	-	-	-	27,2	24,3	2,7
Среднее	89,4	9,9	60,2	18,3	11,5	23,9	21,4	2,3
Стандартное отклонение	1,6	3,3	4,4	3,0	4,9	0,4	0,5	0,09
Коэффициент вариации, %	1,7	33,2	7,3	16,5	42,2	7,5	9,9	17,0

в выростном пруду Бисеровского рыбокомбината Мосрыбпрома. Босмин отделяли от других планктонных организмов в светогradientном разделительном устройстве, после чего пробу обсушивали на фильтровальной бумаге, взвешивали и высушивали в термощкафу при температуре 105 °С, доводя до постоянной массы.

Общее содержание минерального вещества определяли озолением в муфельной печи при температуре 450-500 °С, белки - по методу Кьельдаля, жиры - по методу Сокслета в модификации Рушковского [4], углеводы - расчетным методом [5]. Калорийность органического вещества рассчитывали по коэффициентам Рубнера [5].

Содержание кальция, фосфора, калия и натрия в теле рачков определяли на пламенном фотометре по стандартным методикам [6].

Нами проведен анализ общего химического состава и ЭЭМ тела босмин, отловленных в периоды интенсивного развития популяции (табл. 1). Взяты для сравнения данные Блажка [8] в связи с малым объемом материала включают только содержание белков, жиров и углеводов в расчете на их сумму без учета золы. Для проведения сравнительного анализа мы пересчитали содержание белков, жиров и углеводов, приняв содержание золы равным 11% (среднее по имеющимся данным). Полученные величины использовали для расчета ЭЭМ органического и сухого вещества тела босмин.

Приведенные материалы позволяют отметить, что ЭЭМ тела босмин выше или равна средней ЭЭМ тела Cladocera в целом. Так, по данным разных авторов ЭЭМ органического вещества Cladocera равняется 19,3 [3], 21,3 [7] и 23,9 кДж/г [2]. Значительно превосходят босмины по энергетическому эквиваленту тела коловраток, используемых в качестве стартового живого корма для личинок рыб. Приведенные И.Б. Богатовой [2] величины ЭЭМ



Т а б л и ц а 2

Минеральный состав сухого вещества босмин в июне 1981 г.,  
% от сухой массы

Дата	P	Ca	K	Na
1	1.12	1.03	0.72	0.42
10	1.47	1.62	0.84	0.34
11	1.38	0.57	0.76	0.33
20	1.20	0.60	0.60	0.36
Среднее	1.29	0.95	0.73	0.36
Стандартное отклонение	0.16	0.49	0.10	0.04
Коэффициент вариации, %	12.5	51.6	13.7	11.1

коловраток равны 20,5 кДж на 1 г органического вещества или 18,4 кДж на 1 г сухого вещества.

Анализ минерального состава сухого вещества тела босмин выявил относительную устойчивость содержания в тканях тела фосфора, калия и натрия (табл. 2) при значительном колебании содержания кальция.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что босмины являются высококалорийным, полноценным стартовым кормом для личинок рыб.

### Л и т е р а т у р а

1. А.с. 1175412 (СССР). Способ культивирования босмин *Bosmina longirostris* O.F. Müller / В.Б. Вербицкий. Опубл. в Б.И. 1985. № 32.
2. Б о г а т о в а И.Б. Рыбоводная гидробиология. М., 1980.
3. В л а с о в а Г.Б. Химический состав планктона рыбоводных прудов Ташкентской области // Узб. биол. журн. 1977. № 3.
4. К р и в о б о к М.И., Т а р к о в с к а я О.И. Определение жира в теле рыб // Руководство по методике исследования физиологии рыб. М., 1962.
5. М е т о д ы определения продукции водных животных : Методическое руководство и материалы. Минск, 1968.
6. Р а з у м о в В.А. Массовый анализ кормов : Справочник. М., 1982.
7. Ш е р с т ю к В.В. Калорийность кормовых организмов Кременчугского водохранилища // Гидробиол. журн. 1971. Т. 7, № 6.
8. В л а з к а Р. The ratio of crude protein, glycogen and fat in the individual steps of the production chain // Hydrobiol. Stud. (Prague). 1966. Vol. 1.



О.Д. Жаворонкова

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПОКРОВОВ  
ВОДЯНЫХ КЛЕШЕЙ (ACARIFORMES)

Покровы половозрелых водяных клещей помимо своей основной защитной функции обладают и другими, приведенными ниже, не менее важными для жизнедеятельности гидракарин свойствами.

Строение покровов весьма разнообразно. У мягкотелых форм покровы кожистые, способные сильно растягиваться, несущие, как правило, разнообразные скульптурные образования в виде бороздок, сосочков, шипиков, что четко видно на фотографиях, полученных при работе на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) (рис. 1 и 2, а-г). Тела некоторых водяных клещей покрыты сплошь или частично склеротизированными пластинками или щитками (рис. 1, б). Изначальными точками склеротизации покровов на дорсальной поверхности могут служить основания щетинок, очагами склеротизации вентральной поверхности тела являются места прикрепления конечностей [1]. Но процесс возникновения и формирования туловищных щитков может идти независимо от конкретных указанных мест [2]. Степень склеротизации у водяных клещей нередко отражает половой диморфизм: у самцов склеротизация покровов выражена обычно сильнее, чем у самок. Особенности строения и расположения туловищных щитков водяных клещей используются в систематике [1-3].

Покровы взрослых водяных клещей снабжены кутикулярными железами, вблизи которых, как правило, расположены туловищные щетинки, но у некоторых гидракарин, в частности у самцов арренурид, произошло разделение кутикулярных желез и щетинок [2].

На теле или на конечностях, обеспечивающих движение водяных клещей, как у ювенильных, так и у имагинальных фаз, имеются образования, называемые щелевидными или лировидными органами. Функции этих образований окончательно не выяснены.

Своеобразие скульптурных орнаментов, присущее покровам клещей, определяется строением кутикулярных слоев, расположенных под тонким поверхностным слоем [3, 5, 6]. Структура покровов постоянна для вида и в некоторых случаях используется как диагностический признак. Разнообразная окраска водяных клещей во многих случаях обусловлена присутствием в покровах пигментов. Красный цвет тела большинства мягкотелых клещей объясняется наличием в покровах этих форм пигментов, относящихся к группе каротиноидов [4].

По данным, полученным Редмондом [6] при изучении *Arrenurus majar* Marshall, интегумент водяных клещей состоит из пяти слоев: поверхностного слоя (максимальная толщина 72.5 нм), эпикутикулы, состоящей из 4 подслоев (толщина 90 нм), экзокутикулы (толщина около 0.15 нм), эндокутикулы (толщина от 15



до 20 мкм), эпидермиса, лежащего ниже кутикулы и отграниченного изнутри базальной мембраной.

Внутренние кутикулярные слои покрова перфорированы бокаловидными каналами, широкий конец которых обращен к поверхности тела и закрыт тонким поверхностным слоем (рис. 2, д). Большинство поровых каналов несет в себе трахеальные петли, лежащие в чашах каналов и образованные одним или несколькими оборотами трахейных трубочек, соединяющих внутренние органы и ткани с поверхностью тела клеща (рис. 2, е). По мнению Редмонда [6] и Митчелла [5], назвавшего совокупность всех трахей, подходящих к поверхности тела водяного клеща, „трахеальной сетью“, газообмен у гидракарин обеспечивается именно наличием этой трахеальной сети.

## Л и т е р а т у р а

1. В а й н ш т е й н Б.А. Система, эволюция и филогения тромбидиформных клещей. М., 1978.
2. Т у з о в с к и й П.В. Морфология и постэмбриональное развитие водяных клещей. М., 1987.
3. (B. a s k e r A., W a r t o n G.) Б э к е р Э., У а р т о н Г. Введение в акарологию. М., 1955.
4. C z e s z u g a B., C z e r p a k R. Carotenoids in Hydryphantes disper (Schaub, 1988) (Hydracarina, Acachnoidea) // Comp. Biochem. Physiol. 1968. Vol. 25, N 2.
5. M i t c h e l l R. The tracheae of Water Mites // J. Morphol. 1972. Vol. 136, N 3.
6. R e d m o n d B.L. Observations on the integument of the Water Mite Arrenurus major (Acari: Parasitengona) // J. Morphol. 1972. Vol. 138, N 3.

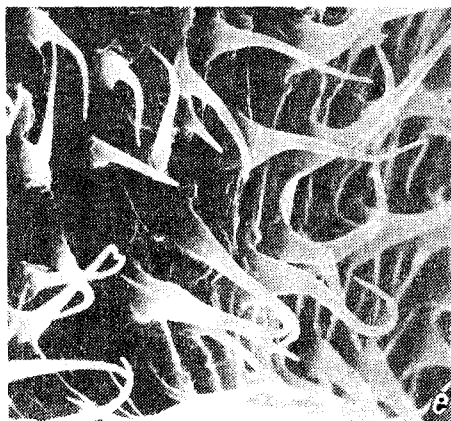
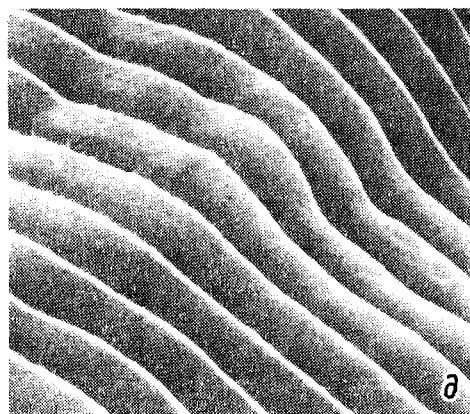
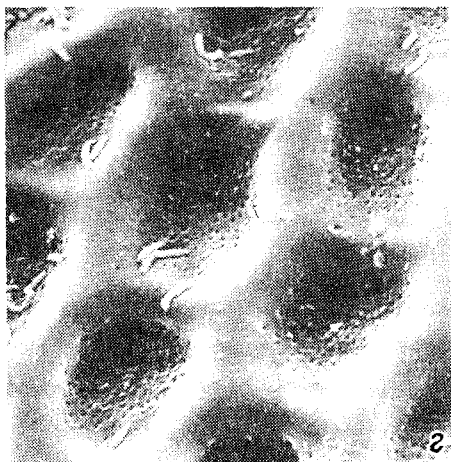
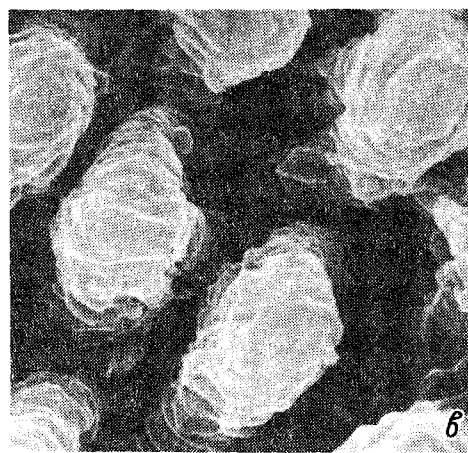
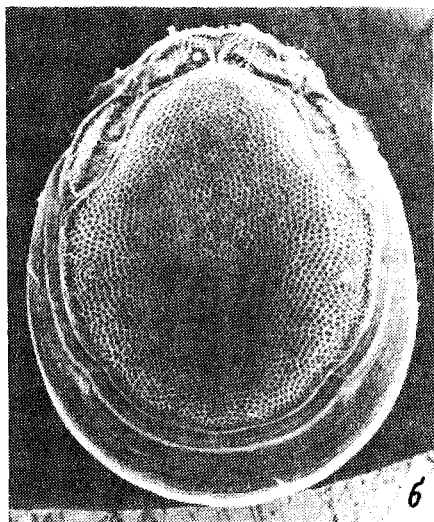
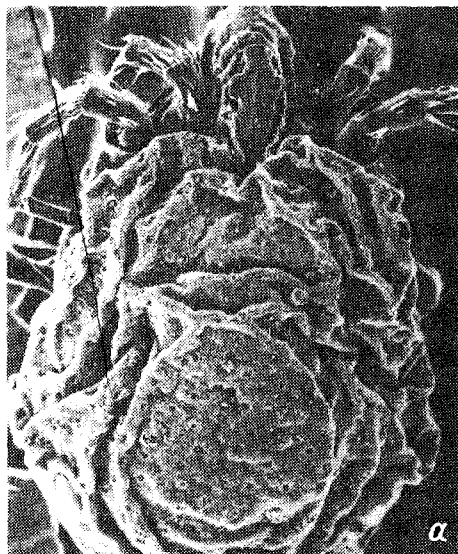
Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

---

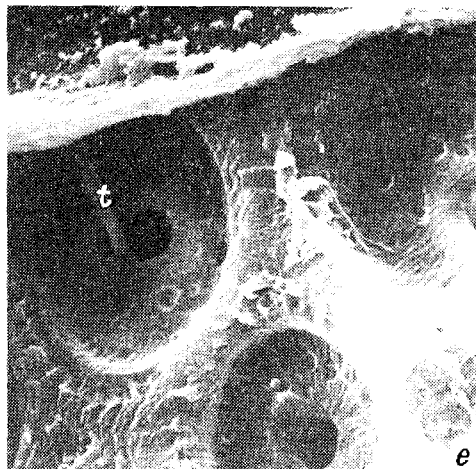
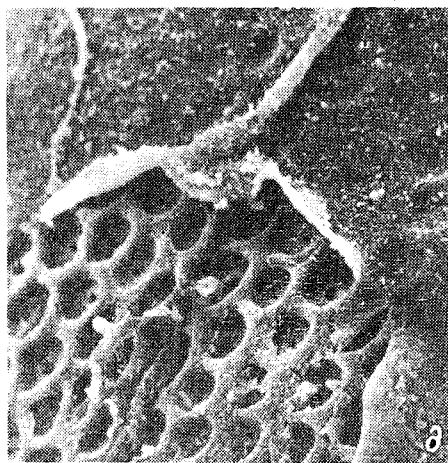
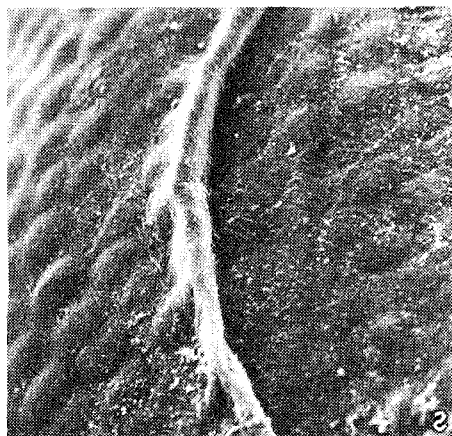
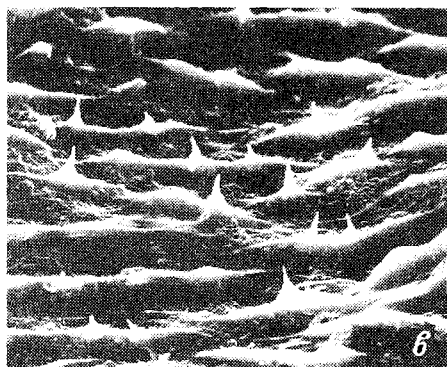
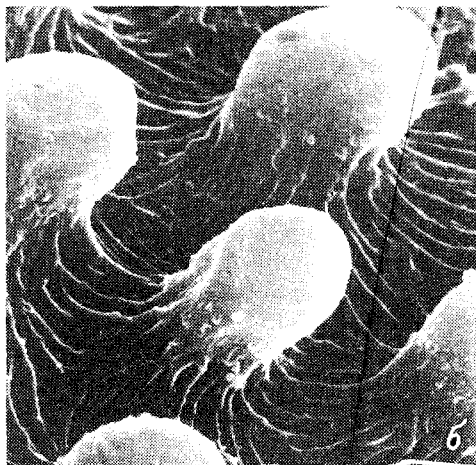
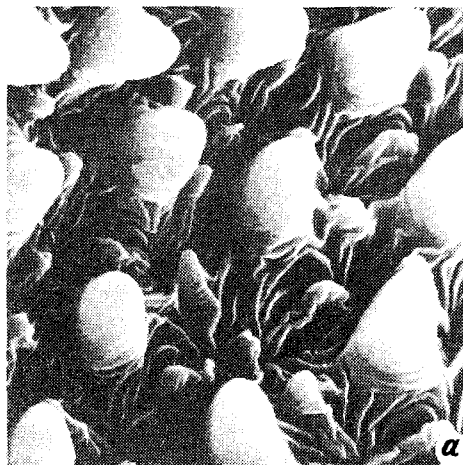
Рис. 1. Покровы водяных клещей.

а - *Limnochares aquatika* (L.) (1758) - мягкотелый клещ, вид с дорсальной стороны (x45); б - *Torrenticola amplexa* (Koenike, 1908), видны пять дорсальных щитков (x 100). Покровы: в - *Limnochares aquatika* (x 4500); г - *Torrenticola amplexa* (Koenike, 1908) (x 3000); д - *Frontipoda* sp. (Koenike, 1891) (x 4500); е - *Neumania papillosa* (Soar, 1902 (x 3000).











И.Я. Колесникова, З.С. Донец

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ПРОСТЕЙШИХ У РЫБ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Первые ихтиопаразитологические исследования на Рыбинском водохранилище были проведены более 40 лет назад [5]. Наиболее полные данные по паразитам рыб этого водоема представлены в сводке Н.А. Изюмовой [2]. В ней для Рыбинского водохранилища отмечено 28 видов паразитических простейших, из которых 21 приходится на класс *Myxosporidia*. Другие группы *Protozoa* почти не изучены. Это и побудило нас специально заняться изучением указанной группы паразитов.

Цель исследований — выяснение видового состава паразитических простейших рыб Рыбинского водохранилища на современном этапе и анализ изменений, произошедших в нем за длительный промежуток времени, а также выявление наиболее патогенных форм.

Материалом для данного сообщения послужили сборы паразитических простейших, проведенные в июле-августе 1981 г., январе-феврале, мае-июле 1982, сентябре-октябре 1986, феврале, июне-июле 1987, январе 1988 г. во всех плесах водохранилища: Волжском (район пос. Борок), Моложском (район Первомайских островов и р. Себлы), Шекснинском (район г. Череповца) и Главном.

Методом полного паразитологического вскрытия обследовано 364 рыбы 17 видов, относящихся к 6 семействам. Паразитические простейшие обнаружены у 12 видов рыб. Не выявлены они у сома, берша, снетка, ряпушки, белоглазки, исследованных в ограниченном количестве.

По систематическому положению обнаруженные паразиты распределились следующим образом: миксоспоридии — 23 вида, инфузории — 14 видов и жгутиконосцы — 1 вид (см. таблицу). Анализ полученных данных показывает, что фауна паразитических простейших Рыбинского водохранилища обогатилась 20 новыми видами, но из нее выпало 10 видов, найденных ранее [2]. У большинства видов изменились интенсивность и экстенсивность инвазии, расширился круг хозяев.

---

Рис. 2. Покровы водяных клещей и микроструктура их внутренних слоев.

а — *Hydrodroma despiciens* (O.F. Müller, 1776) (x 3000); б — *Hydrachna leegei* Koenike, 1895 (x 4500); в — *Piona longipalpis* (Krendowski), 1878 (x 1000); г — *Arrenurus* sp. Duges, 1834 (x 450); д — *Arrenurus* sp., поверхностный слой удален, видны поровые каналы (x 450); е — *Arrenurus* sp., расширенные чашевидные участки поровых каналов, т — трахея (x 2000).



Паразитические простейшие рыб Рыбинского водохранилища

Вид паразита	Вид рыбы	Орган	Экстенсивность, %	Интенсивность
<i>Myxidium lieberkuehni</i>	Щука	Мочевой пузырь	35,7	Много
<i>M. rhodei</i>	Плотва	Жабры	14,3	Единично
	Густера	Почки	25,0	Мало
<i>M. pfeifferi</i>	Плотва	Жабры	50,0	"
		Желчный пузырь	14,3	"
	Язь	Тот же	28,5	Единичные споры
<i>Sphaerospora cristata</i>	Налим	Мочевой пузырь	7,7	Много
<i>Chloromyxum fluviateli</i>	Плотва	Желчный пузырь	7,1	Мало
<i>Myxosoma dujardini</i>	Язь	Жабры	10,0	Много
<i>M. anura</i>	Щука	"	7,1	Мало
<i>Myxobolus pseudodispar</i>	Плотва	Почки	25,0	"
<i>M. sandre</i>	Судак	Жабры	60,0	Много
<i>M. macrocapsularis</i>	Лещ	"	2,3	Мало
<i>M. oviformis</i>	Синец	Почки	67,0	"
		Желчный пузырь	34,0	"
		Жабры	33,0	"
<i>M. exiguus</i>	Плотва	Плавательный пузырь	25,0	"
	Карась	Почки	22,0	"
		Плавательный пузырь	11,0	"
<i>M. bramae</i>	Плотва	Почки	37,5	Очень мало
<i>M. muelleri</i>	Лещ	Жабры	16,3	Много
	Плотва	Носовая полость	25,0	"
	Ерш	Жабры	34,0	Мало
	Густера	"	50,0	"
	Щука	Мочевой пузырь	42,9	"
		Жабры	7,1	Единично
		Поверхность тела	7,1	"
<i>M. muelleriformis</i>	Лещ	Жабры	45,0	Много
<i>M. nemachili</i>	Налим	"	15,4	Мало
<i>M. baueri</i>	Карась	"	11,0	Единично
		Плавательный пузырь	11,0	"
		Почки	11,0	"
<i>M. dogieli</i>	Густера	Жабры	25,0	Мало
<i>M. schulmani</i>	Лещ	Поверхность головы	1,25	Много
<i>M. nemecziki</i>	Язь	Жабры	21,5	"
<i>Henneguya lobosa</i>	Щука	"	7,2	"
<i>H. creplini</i>	Судак	"	20,0	"
<i>H. psorospermika</i>	Щука	"	14,3	"



Т а б л и ц а (продолжение)

Вид паразита	Вид рыбы	Орган	Экстенсивность, %	Интенсивность
<i>H. psorospermika</i>	Щука	Поверхность тела	7,2	Мало
		Мочевой пузырь	14,3	Единично
<i>H. oviperda</i>	"	Гонады	25,0	Мало
<i>Chilodonella cyprini</i>	Лещ	Носовая полость	2,3	"
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Язь	Жабры	10,0	Много
<i>Apiosoma megacirronucleata</i>	Лещ	"	2,3	Мало
<i>A. piscicola</i>	Налим	"	20,0	Много
	Пескарь	Плавники	10,0	Мало
	Чехонь	"	25,0	"
	Карась	Жабры	11,0	"
<i>A. companulata</i>	Ерш	Поверхность тела	33,0	"
		Жабры	33,0	Много
<i>Trichodina reticulata</i>	Густера	"	50,0	Мало
<i>T. domerqui</i>	Карась	Поверхность тела	22,0	"
		Жабры	45,0	"
<i>T. acuta</i>	Лещ	Поверхность тела	1,25	"
	Судак	Жабры	26,6	"
<i>T. esocis</i>	"	"	6,6	"
<i>T. pediculus</i>	"	Поверхность тела	6,6	"
		Плавники	6,6	"
<i>Trichodinella epizootica</i>	Щука	Жабры	35,7	"
	Налим	"	100,0	Много
		Мочевой пузырь	15,4	Мало
		Желчный пузырь	7,7	"
<i>T. percarum</i>	Ерш	Жабры	67,0	Много
	Карась	"	11,0	Мало
<i>Tripartiella carassii</i>	Язь	"	10,0	"
<i>Cryptobia branchialis</i>	Карась	"	33,0	Много

Изменение видового состава можно объяснить несколькими причинами. Некоторые виды описаны или выделены в самостоятельные таксоны сравнительно недавно: большинство видов семейств Epi-stylididae и Trichodinidae, виды *Myxobolus baueri*, *M. muelleriformis*, *M. schulmani*. Естественно, они не могли быть учтены в более ранних сводках [2, 5]. Кроме того, могли быть пропущены редко встречающиеся виды, такие как *Sphaerospora cristata*, *Myxobolus dogieli*, *M. nemachili*, *M. nemeczeki*, дополнившие в настоящее время список паразитов водохранилища. Отсутствие в нашем материале *M. magnus* и *Glu-*



gea anomala, возможно, также объясняется их редкой встречаемостью. Обычный для карповых *Myxidium rhodei*, по-видимому, идентифицировали как *M. pfeifferi* из-за большого сходства строения спор; то же можно сказать о *Myxobolus bramae* и *M. muelleri*. Мы не можем пока объяснить отсутствие в наших материалах таких часто встречающихся видов, как *Zschokkela nova*, *Myxobolus carassii*, *M. ellipsoides*, *M. dispar*, *M. musculi*, приведенных в ранних сводках [2]. Возможно, они будут обнаружены при дальнейших исследованиях.

Неизменным и широко распространенным паразитом судака остался *M. sandrae*, имеющий эпизоотологическое значение для водохранилища. Цисты были обнаружены на жаберных лепестках, жаберных дугах, жаберных крышках, плавниках, чешуях судака. В икре и соединительной ткани яичника щуки паразитирует *Henneguya oviperda*. Крупные цисты паразита по форме напоминают икринки и часто заполняют почти всю гонаду самки. Цисты обнаруживаются главным образом осенью, зимой и ранней весной — перед нерестом рыб. Зараженность щук *H. oviperda* хотя и сократилась (по нашим данным), но этот паразит остается в числе патогенных. В ряде случаев значительно расширился круг хозяев у миксоспоридий. Это прежде всего относится к таким видам, как *Myxobolus muelleri*, *M. exiguus*, *M. oviformis*. Широко распространенный паразит карповых, *M. muelleri*, встречен нами также на необычном для него хозяине — щуке (в мочевом пузыре, на поверхности тела и на жабрах).

Интересное явление можно указать для *Myxidium rhodei*. Это типичный тканевой паразит, локализующийся в почках (в боуменовых капсулах). Нами обнаружен в необычном месте — на жабрах густеры. Паразитирование на жабрах — форма тканевого паразитизма, поэтому в данном случае изменилась лишь локализация.

*Henneguya lobosa* встречена на жабрах щуки. Форма и основные размеры спор этого вида соответствуют указанным С.С. Шульманом [6], длина хвостовых отростков не совпадает с таковой в определителе, где она составляет 20–30 мкм, а по нашим данным — 40–50 мкм. Подобную изменчивость спор для *H. cutanea* f. *longicauda* ранее отметил М.П. Исков для Каховского водохранилища [3]. Это же явление для *H. cutanea* наблюдал В.В. Кашковский [4] в Ириклинском водохранилище. По-видимому, при замедлении скорости течения, что имеет место при образовании водохранилища, удлинение хвостовых отростков уменьшает скорость погружения спор, а это увеличивает возможность попадания их в рыб, берущих пищу из толщи воды [1].

#### Л и т е р а т у р а

1. Д о н е ц З.С. Миксоспоридии бассейнов южных рек СССР (фауна, экология, эволюция и зоогеография) : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1982.



2. И з ю м о в а Н.А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути ее формирования. Л., 1977.
3. И с к о в М.П. Узелковое заболевание чехони *Pelecus cultratus* в Каховском водохранилище // Проблемы паразитологии. Киев, 1964. № 3.
4. К а ш к о в с к и й В.В. Паразиты и болезни рыб Ириклинского водохранилища : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1965.
5. С т о л я р о в В.П. К паразитофауне рыб Рыбинского водохранилища // Тр. Ленингр. о-ва естествоиспытателей. Л., 1952. Т. 71, вып. 4.
6. Ш у л ь м а н С.С. Микроспоридии фауны СССР. М.; Л., 1966.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 597-152 (28)

Л.К. М а л и н и н, Т.А. Л у к а ш е в а,  
А.С. С т р е л ь н и к о в

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПЛОТНОСТЬ РЫБ В ШЕКСНИНСКОМ ПЛЕСЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЛЕТОМ 1987 г.

В январе 1987 г. наблюдалась массовая гибель рыб в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища, связанная с аварийным сплуском стоков промышленных предприятий г. Череповца в р. Кошту. В данном сообщении рассматривается влияние аварийного загрязнения в указанном районе на распределение и плотность рыб во время их летнего нагула.

В июле 1987 г., т.е. через полгода после выброса загрязнений, нами была проведена на экспедиционном судне „Ареал“ гидроакустическая съемка по количественной оценке плотности рыб в Шекснинском и для сравнения в Моложском плесах Рыбинского водохранилища (Брейтовский полигон). В работе использовали эхолот „Шкипер-607“ и пятиканальный эхоинтегратор СИОРС. Градуировку аппаратуры осуществляли с помощью осциллографа С1-49, задающего генератора ГЗ-112, образцового латунного шара с известным акустическим сечением обратного рассеяния звука по типовой методике [3]. Эхосъемку проводили в виде зигзагообразных галсов от г. Череповца на расстояние 100 км вниз по течению, а также на экспериментальном полигоне Моложского плеса в районе пос. Брейтово. Интегрирование эхосигналов осуществляли по трем каналам в диапазонах 3-5, 5-9 и более 9 м.



Эхосъемка сопровождалась контрольными обловами донным (раскрытие 22 м) и пелагическим (раскрытие 12 м) тралами по трем горизонтам, соответствующим диапазонам интегрирования.

Судя по уловам в приповерхностном горизонте (диапазон интегрирования 3–5 м), доминировали снеток в возрасте 0+±1+, сеголетки окуня судака и ряпушки. Процентное соотношение этих видов от общего улова в этом же горизонте варьировало от 12 до 91% по снетку, от 0 до 56% по сеголеткам судака, от 0 до 34% по сеголеткам окуня и от 0 до 23% по ряпушке. В горизонте 5–9 м (по руслу, где глубины превышали 10 м) преобладал разноразмерный лещ (85–100% от улова), также отлавливалась и крупная разноразмерная молодь синца, судака. Следует отметить, что синец во время наших исследований широко рассредоточивался по участкам (глубины 4–7 м) затопленной поймы. И, наконец, собственно придонные слои были населены в основном половозрелым лещом. Единично в уловах донного трала встречались судак, налим, крупный синец и плотва.

В зоне, непосредственно примыкающей к г. Череповцу, плотность рыб во всех горизонтах была существенно ниже, чем на нижележащих участках (см. таблицу). Наиболее заметно это по придонному горизонту, где плотность рыб не превышала  $3 \cdot 10^3$  экз./км<sup>2</sup>, в то время как уже в 12–20 км ниже она была в 5–10 раз больше. В прошлые годы (эхометрические съемки здесь нами проводятся почти ежегодно с 1978 г.) плотность рыб в придонном горизонте для этого же периода времени устойчиво была более  $3 \cdot 10^4$  экз./км<sup>2</sup>. В отдельные дни летом 1979 г. в указанном горизонте была зарегистрирована плотность  $8 \div 10 \cdot 10^4$  экз./км<sup>2</sup>. Судя по уловам, основу рыбного населения в придонных слоях во все годы составлял крупный половозрелый лещ. Донное траление по руслу всегда раньше давало стабильные уловы 30–100 кг за 10 мин. траления.

Сравнение плотности пелагических рыб в разные годы проводить весьма затруднительно, так как численность снетка, молоди судака, окуня имеет большие годовые флуктуации. Поэтому сравним данные по плотности этих рыб с результатами эхосъемок на полигоне в Моложском плесе, находящемся в стороне от зоны влияния вод Шекснинского плеса, т.е. в стороне от зоны прямого влияния загрязнения.

Средняя плотность пелагических рыб в Шекснинском плесе в июле 1987 г. составляла  $2,5 \cdot 10^5$  экз./км<sup>2</sup> в горизонте 3–5 м,  $2,6 \cdot 10^4$  экз./км<sup>2</sup> в горизонте 5–9 м. В это же время плотность этих рыб на полигоне была  $8 \div 9 \cdot 10^5$  экз./км<sup>2</sup>, т.е. в 3 раза больше, чем для Шекснинского плеса. Надо заметить, что в прошлые годы (1978–1986) плотность пелагических рыб в Шекснинском плесе, наоборот, всегда значительно превышала таковую на Брейтовском полигоне. Именно в Шекснинском плесе в районе сел Мякса–Гаутино всегда отмечались устойчивые и наиболее мощные скопления пелагических рыб, в основном снетка [2].

Распределение рыб в Рыбинском водохранилище в значительной степени определяется рельефом дна: наиболее плотные концентрации



Плотность рыб ( $10^2$  экз./км<sup>2</sup>)  
в различных горизонтах воды

Расстояние от г. Черепов- ца, км	Горизонт, м		
	3-5	5-9	более 9 (на русле)
2	483	22	0
4	540	26	16
6	720	42	30
8	1217	18	50
10	2005	40	16
12	3308	42	168
14	2205	40	202
16	5367	48	342
18	5698	163	273
20	4852	214	231
22	3418	234	25
24	1653	51	50
26	2426	204	33
28	980	163	11
30	1691	102	101
32	1286	51	370
34	1948	30	193
36	2021	54	42
38	1911	245	89
40	3860	61	25
42	1224	51	16
44	2058	149	5
46	2315	30	16
48	2536	122	143
50	4154	193	12
52	6249	122	18
54	5624	197	61
56	1580	173	10
58	1396	40	25
60	1065	122	50

отмечались на русловых и прирусловых участках, особенно в местах с частыми поворотами русел, резкими перепадами глубин [1]. Анализ эхосъемок в июле 1987 г. показывает, что общий характер распределения рыб в Шекснинском плесе после загрязнения не изменился: как и раньше, он определялся преимущественно рельефом дна.

Таким образом, наиболее заметно влияние загрязнения в летний нагульный период проявилось в снижении плотности пелагических рыб (преимущественно снетка) в Шекснинском плесе по сравнению



с таковым в Моложском плесе и в уменьшении плотности леща почти на порядок в районе, непосредственно примыкающем к г. Череповцу. Относительно высокие плотности леща в 12–20 км ниже города, вероятно, определяются скатом выживших рыб из зоны загрязнения.

### Л и т е р а т у р а

1. П о д д у б н ы й А.Г., М а л и н и н Л.К., Т е р е ш е н к о В.Г. Связь между распределением рыб в пелагиали и рельефом дна открытых плесов Рыбинского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 1985. Т. 25, вып. 6.
2. П о л о в к о в а С.Н. Суточные и сезонные ритмы питания корюшки и судака в Рыбинском водохранилище / ИБВВ АН СССР. 1985. 59 с. Рукопись деп. в ВИНТИ. 05.05.1985, № 2981–85 деп.
3. Ю д а н о в К.И., К а л и х м а н И.Л., Т е с л е р В.Д. Руководство по проведению гидроакустических съемок. М., 1984.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 574.3:575.21:597

А.Н. К а с ь я н о в

#### ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОРРЕЛИРОВАННЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПЛОТВЫ. 2. ВЫБОР ПРИЗНАКОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПОСТРОЕНИЙ МЕТОДОМ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

В этом сообщении мы попытались продемонстрировать, сказывается ли степень скоррелированности признаков на классификационных построениях выборок плотвы из водоемов СССР. Для этой цели выбрали метод главных компонент (МГК), который с некоторых пор широко используется при изучении популяционной структуры рыб [1] и позволяет выделить из всей совокупности признаков те, которые несут наибольшую разделительную ценность при дифференциации популяций.

Анализ распределения популяций плотвы по МГК, проведенный на 65 выборках с использованием тех же 12 признаков, что и при корреляционном анализе, позволяет выявить 4 совокупности (или кластера) выборок: I образуют вобла с плотвой из бассейна Азовского моря (№ 40, 41), II – северная популяционная система (СПС),



III – среднерусская (СРПС), IV – понто–каспийская с аральской плотвой (№ 39) (см. рисунок, а). Сравнение полученной классификации с „реперной“, которая приведена ранее [2] (использовано 6 признаков:  $ll$ ,  $A$ ,  $D$ ,  $Va$ ,  $Vi$ ,  $V_{общ.}$ ), выявило существенные расхождения в сгущениях выборок в пространстве главных компонент. Так, например, СПС „недосчиталась“ 5 популяций, СРПС получила дополнительно 5 северных популяций (отмечены галочкой) и 10 понто–каспийских (отмечены звездочкой). А вобла и аральская плотва на рисунке не обособляются в самостоятельные группировки.

Вполне понятно, что мы заинтересовались столь несхожей картиной дифференциации одних и тех же выборок плотвы при использовании разного числа признаков. Наиболее информативными признаками, т.е. внесшими наибольший вклад в дифференциацию популяций, в нашем анализе оказались число лучей в спинном плавнике ( $D$ ), число позвонков в туловищном отделе ( $Va$ ) и общее число позвонков ( $V_{общ.}$ ) (I компонента), а также число чешуй в боковой линии ( $ll$ ), число лучей в анальном плавнике ( $A$ ) и число позвонков в переходном отделе ( $Vi$ ) – II компонента (остальные обозначения признаков даны по [3]):

#### Компоненты

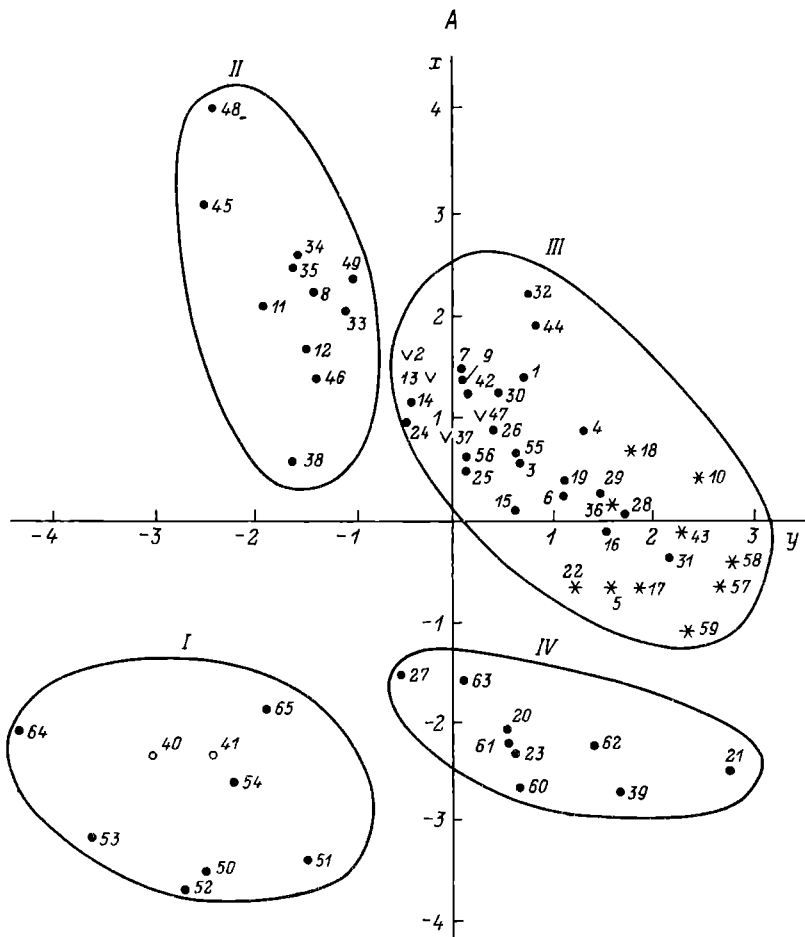
	I	II	I	II
$ll$	0.18	0.46	0.47	0.23
$A$	0.29	0.40	0.33	0.18
$D$	0.34	0.34	0.20	0.36
$Va$	0.50	0.04	0.12	0.06
$Vi$	0.11	0.41	0.02	0.15
$Vc$	0.31	0.02	0.16	0.33

Оказалось, что именно „информативные признаки“ являются и наиболее скоррелированными [3]. Отсюда можно предположить, что „черепные признаки“ внесли значительный „шум“ в классификационные построения плотвы (см. рисунок, а), полученные методом главных компонент. Действительно, при анализе только числа отверстий каналов сейсмосенсорной системы на костях черепа, проведенном методом главных компонент на 65 выборках, мы не обнаружили каких-либо систематических объединений популяций ни по принципу географической связности водоемов, ни по сходству условий обитания. Наблюдалась мозаичная картина распределения популяций в пространстве четырех координат первых двух компонент (устное сообщение А.Н. Касьянова и Ю.Г. Изюмова).

Разные классификационные построения, выявленные МГК с использованием скоррелированных и нескоррелированных признаков, позволяют предположить, что именно первые вносят основной вклад в получение реальной дифференциации популяций плотвы.

Для проверки этого предположения мы провели дополнительно еще 3 многомерных анализа, но только по скоррелированным при-

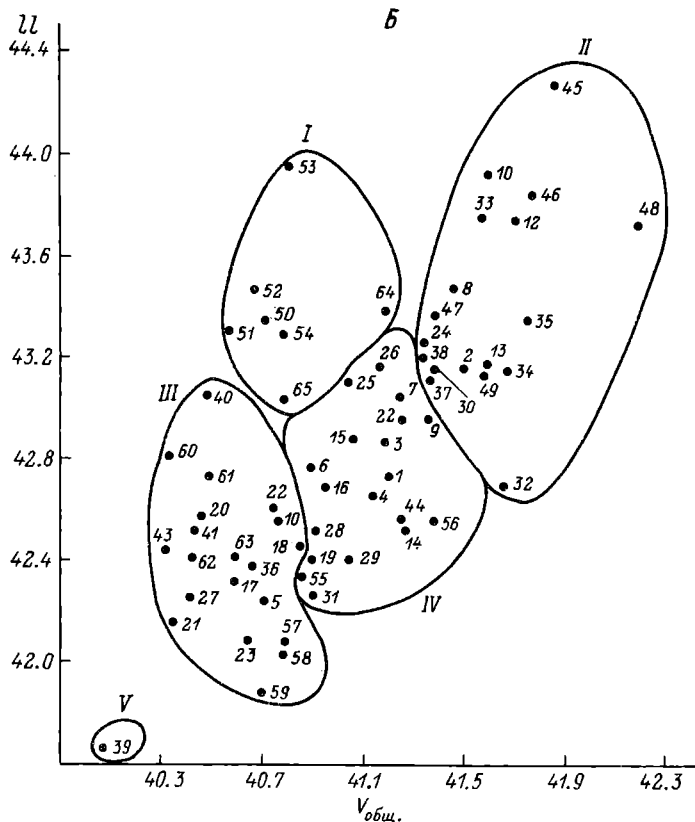




# Дифференциация 65 популяций плотвы из водоемов СССР.

А — метод главных компонент по 12 признакам, выборки: I — вобла: 64 — Каспийское море (район г. Красноводска), 53 — о-в Жемчужный (Северный Каспий), 40(о) — Бейсугский залив (Азовское море, плотва), 41(о) — Орлиный лиман (Азовское море, плотва), 65 — Каспийское море (район г. Баку), 54 — устье р. Урал, 50 — р. Бузан (дельта Волги), 52 — о-в Тюлений (Северный Каспий), 51 — тоня Мартышка (Зюйд-девский банк, дельта Волги); II — северная популяционная система: 48 — оз. Хуторское (Соловецкие острова), 45 — оз. Выштынецкое, 34 — пос. Усть-Шильма (р. Печора), 35 — пос. Окуново (р. Печора), 11 — Сямозеро, 8 — оз. Плещеево, 49 — оз. Большое Лебяжье, 33 — оз. Метеляй, 12 — оз. Кереть, 46 — оз. Дуся, 38 — р. Обь; III — среднерусская популяционная система: 2(√) — Шекснинское водохранилище, 14 — р. Сысола, 24 — Куршский залив, 13(√) — оз. Ку-





бенское, 32(V) – оз. Морозное (Дарвинский заповедник), 44 – Капчагайское водохранилище, 7 – оз. Неро, 9 – Череповецкое водохранилище, 42 – оз. Ильмень, 30 – р. Миния (Литва), 1 – оз. Белое, 47(V) – оз. Камышовое (Калининградская обл.), 26 – оз. Друкшай, 37(V) – р. Иртыш, 56 – р. Сутка (Рыбинское водохранилище), 25 – р. Скирвите, 55 – р. Колутон (бассейн р. Иртыш), 3 – Рыбинское водохранилище, 15 – Угличское водохранилище, 4 – Горьковское водохранилище, 19 – Камское водохранилище, 6 – Куйбышевское водохранилище, 18(\*) – Воткинское водохранилище, 29 – р. Маркис (Литва), 36(\*) – р. Белая, 28 – р. Жаймяна (Литва), 16 – Ивановское водохранилище, 22(\*) – Бурштынское водохранилище, 10(\*) – Саратовское водохранилище, 5(\*) – р. Вятка, 43(\*) – Волгоградское водохранилище, 31 – р. Швянтой (Литва), 57(\*) – оз. Палеостомы, 17(\*) – Нижнекамское водохранилище, 58(\*) – Киевское водохранилище (пос. Страховское), 59(\*) – р. Припять; IV – понто-каспийская популяционная система: 27 – Пролетарское водохранилище, 63 – р. Дарма (Нижняя Волга), 20 – р. Волга (около г. Астрахани), 61 – р. Белый Ильмень (дельта Волги), 23 – Днестровский лиман, 60 – р. Мошкарка (дельта Волги), 62 – ерик Бабинский (дельта Волги), 39 –



знакам, при этом в них варьировали число признаков и объем выборок [3]. Во всех трех случаях картина распределения популяций оказалась сходной, тем не менее максимально приближенной к „реальной“ была классификация, полученная на 60 и 73 выборках по шести признакам ( $ll, A, D, V_{\text{общ}}, V_{\alpha}, V_i$ ).

Итак, для изучения внутривидовой структуры плотвы лучше всего использовать 6 перечисленных скоррелированных признаков, которые адекватно отражают подразделенность плотвы на отдельные совокупности популяций.

Чтобы еще раз убедиться в этом, мы по трем парам наиболее скоррелированных признаков (1-я пара:  $ll - V_{\text{общ.}}$ ,  $r = 0.656$ ; 2-я пара:  $D - A$ ,  $r = 0.739$ ; 3-я пара:  $V_{\alpha} - V_{\text{общ.}}$ ,  $r = 0.862$  [3]) попытались провести дифференциацию тех же 65 выборок плотвы. Полученное распределение этих выборок близко к распределению их в пространстве главных компонент (последний анализ), особенно по первой паре признаков (см. рисунок, б). Эти результаты убеждают нас в правильном выборе данных признаков для изучения внутривидовой структуры плотвы.

В целом проведенные многомерный и корреляционный анализы признаков у разных выборок плотвы еще раз показали слабую структурированность плотвы, выражающуюся в отсутствии больших разрывов между ее популяционными системами. Корреляционные связи между изученными признаками у плотвы намного слабее, чем у леща. Не исключено, что это и определяет меньшую гетерогенность плотвы по ареалу в сравнении с лещом.

Продолжение рисунка.

оз. Кара-Терень (бассейн Арала), 21 – Днестровское водохранилище. На осях – первые две компоненты. „Галочкой“ отмечены северные популяции, „звездочкой“ и „кружком“ понто-каспийские.

Б – метод главных компонент по двум скоррелированным признакам – числу чешуй в боковой линии ( $ll$ ) и общему числу позвонков ( $V_{\text{общ.}}$ ), выборки: I – „вобла“; II – северная популяционная система: 2 – Шекснинское водохранилище, 13 – оз. Кубенское, 24 – Куршский залив, 30 – р. Миния (Литва), 32 – оз. Морокское (Дарвинский заповедник), 37 – р. Иртыш, 47 – оз. Камышовое (Калининградская обл.); III – понто-каспийская популяционная система: 5 – р. Вятка, 10 – Саратовское водохранилище, 17 – Нижнекамское водохранилище, 18 – Воткинское водохранилище, 22 – Бурштынское водохранилище, 36 – р. Белая, 40 – Бейсугский залив Азовского моря, 41 – Орлиный лиман Азовского моря, 43 – Волгоградское водохранилище, 57 – оз. Палеостомы, 58 – Киевское водохранилище (Страховское), 59 – р. Припять, IV – среднерусская популяционная система; V – аральская плотва: 39 – оз. Кара-Терень. Остальные выборки те же, что и на А. По оси ординат – число чешуй,  $ll$ ; по оси абсцисс –  $V_{\text{общ.}}$



1. Андреев В.Л., Решетников Ю.С. Исследование внутривидовой морфологической изменчивости сига *Coregonus lavaretus* (L.) методами многомерного статистического анализа // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17, вып. 5.
2. К а с ь я н о в А.Н. Популяционная структура и некоторые вопросы микрофилогенеза плотвы (*Rutilus rutilus* (L.)) // Микроэволюция пресноводных организмов. Рыбинск, 1989.
3. К а с ь я н о в А.Н. Опыт использования скоррелированных морфологических признаков в популяционных исследованиях плотвы. 1. Корреляционный анализ морфологических признаков у плотвы // Биология внутренних вод : Информ. бюл. Л., 1990. № 86.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 597.55:591.05

В.В. Х а л ь к о

МЕЖГОДОВАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ  
ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕЩА  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА  
В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД

За 40 лет существования Рыбинского водохранилища физиолого-биохимическое состояние производителей леща — основного промыслового объекта в этом водоеме — оценивалось только один раз в 1977 г. [3]. Для выяснения направленности его изменений в последующие годы был проанализирован биохимический состав скелетных мышц, гонад, головного мозга и печени у 263 рыб на IV стадии зрелости, выловленных 100-метровым неводом в конце апреля-начале мая 1986–1988 гг. в Волжском и Главном плесах Рыбинского водохранилища во время подхода леща к нерестилищам. После общего биологического анализа у каждой особи брали головной мозг и навески из других ее органов и тканей (0,8–1 г), фиксируя их в смеси хлороформа-метанола (2 : 1). Количество липидов определяли по модифицированному методу Фолча [2], а белка — по количеству сухого обезжиренного остатка, состоящего у рыб более чем на 90% из белка [6]. Оводненность тканей и органов рассчитывали по разнице между сырой начальной массой навески и сухой конечной, полученной суммированием количеств сухого обезжиренного остатка и липидов после высушивания их до постоянной массы. Статистическая обработка материалов проведена на ЭВМ „Mera -CAMAC”.

© В.В. Халько, 1990



Средняя длина тела у взятых на анализ в 1986–1988 гг. самок леща составила ( $38.4 \pm 0.2$ ), ( $37.3 \pm 0.4$ ) и ( $37.9 \pm 0.2$ ) см, а у самцов – ( $35.3 \pm 0.5$ ), ( $34.9 \pm 0.2$ ) и ( $35.8 \pm 0.3$ ) см при средней массе тела рыб ( $1246 \pm 35$ ), ( $1088 \pm 24$ ), ( $1175 \pm 21$ ) и ( $851 \pm 51$ ), ( $929 \pm 22$ ), ( $938 \pm 30$ ) г соответственно. Выяснилось, что на протяжении этих лет биохимический состав мышц, гонад, головного мозга и печени у самок практически не изменялся, о чем свидетельствуют рассчитанные значения критерия Стьюдента (табл. 1). У самцов же значимым межгодовым изменениям был подвержен общий биохимический состав мышечной ткани, что особенно проявилось при сравнении содержания в мышцах липидов (табл. 2). С 1986 по 1988 г. в мышцах самцов происходило устойчивое снижение относительного содержания липидов с 0,9 до 0,7%. Количество белка и воды в их тканях незакономерно варьировало в пределах 17,6–17,9 и 81,3–81,5% соответственно. Значительным постоянством характеризовался биохимический состав головного мозга как у самок, так и у самцов, что объясняется меньшей зависимостью биохимических параметров нервных тканей от изменений факторов внешней среды по сравнению с метаболически более активными органами и тканями организма.

Несмотря на отсутствие достоверных различий между жирностью мышечной ткани у самок в 1986–1988 гг., можно отметить наблюдавшуюся у них тенденцию к снижению значений этого показателя с 0,7 до 0,6%, отчетливее, как отмечалось выше, выраженную у самцов. При этом запасы липидов в мышцах пришедших на нерестилища самок, как правило, оказывались ниже, чем самцов, что, очевидно, связано с более высокими расходами энергетических ресурсов организма на процессы овогенеза, нежели сперматогенеза [5]. В 1986–1988 гг. по сравнению с 1977 г. возросла степень истощенности производителей леща, на что указывает уменьшившаяся в последние годы жирность мышц у самок в 4, а у самцов в 3 раза и увеличившаяся оводненность этих тканей у рыб в среднем на 2 и 0,9% соответственно. Несколько снизились запасы липидов и белка и повысилось содержание воды в гонадах рыб, особенно у самцов (табл. 1 и 2). Важно отметить, что данные по биохимическому составу мышц, гонад и печени леща на IV стадии зрелости в 1977 г. [3] в полной мере сопоставимы с полученными нами в последующие годы, так как методы определения белка были идентичными, а делипидизация нативного материала в обоих случаях осуществлялась смесью хлороформа–метанола (2:1), что позволяло извлекать из него как нейтральные, так и полярные липиды. Поскольку количество экстрактивных веществ нами не учитывалось, а в работе Н.Н. Лапиной [3] оно внесено в расчеты влажности тканей, их оводненность у рыб в 1977 г. была увеличена нами на величину содержания экстрактивных веществ, согласно данным упомянутого автора.

Известно, что при голодании во время зимовки на нужды энергетического обмена у рыб в первую очередь мобилизуются жировые запасы, откладываемые в полости тела к окончанию нагульного пе-



Т а б л и ц а 1

Биохимический состав некоторых тканей и органов самок леща, % от сырой массы

Ткань, орган	Биохимический состав	1977 г.* (n=17)	1986 г. (1) (n=25)	1987 г. (2) (n=48)	1988 г. (3) (n=60)	Критерий Стьюдента		
						t <sub>1-2</sub>	t <sub>1-3</sub>	t <sub>2-3</sub>
Мышцы	Белок	16.8	16.8±0.1	16.7±0.1	16.9±0.1	0.71	0	0.71
	Липиды	2.7	0.7±0.05	0.7±0.05	0.6±0.02	0	1.89	1.89
	Вода	80.5	82.5±0.1	82.6±0.2	82.4±0.3	0.45	0.31	0.55
Гонады	Белок	26.6	26.3±0.3	25.6±0.3	26.1±0.2	1.67	0.55	1.39
	Липиды	6.6	6.3±0.2	6.6±0.1	6.6±0.1	1.36	1.36	0
	Вода	66.8	67.4±0.8	67.8±0.3	67.3±0.2	0.47	0.12	1.39
Головной мозг	Белок	-	8.9±0.2	8.9±0.4	-	0	-	-
	Липиды	-	8.6±0.3	8.5±0.3	-	0.24	-	-
	Вода	-	82.4±0.4	82.6±0.6	-	0.28	*	-
Печень	Белок	16.5	15.6±0.1	16.0±0.5	-	0.78	-	-
	Липиды	4.1	3.5±0.1	4.1±0.3	-	1.87	-	-
	Вода	79.4	80.8±0.2	79.8±0.7	-	1.37	-	-

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2: n — число исследованных рыб; \* — осредненные за апрель—май данные Н.Н. Лапиной [3].



Т а б л и ц а 2

Биохимический состав некоторых тканей и органов самцов леща, % от сырой массы

Ткань, орган	Биохимический состав	1977 г.* (n=22)	1986 г.(1) (n=22)	1987 г.(2) (n=48)	1988 г.(3) (n=60)	Критерий Стьюдента		
						t <sub>1-2</sub>	t <sub>1-3</sub>	t <sub>2-3</sub>
Мышцы	Белок	16.9	17.6±0.2	17.9±0.2	17.8±0.1	1.07	0.71	0.45
	Липиды	2.8	0.9±0.1	0.8±0.01	0.7±0.01	1.00	7.14	2.00
	Вода	80.3	81.5±0.2	81.3±0.2	81.5±0.1	0.71	0	0.91
Гонады	Белок	12.7	10.8±0.1	10.6±0.1	10.8±0.04	1.43	0	1.82
	Липиды	2.7	2.1±0.2	2.2±0.05	2.1±0.02	0.71	0	1.85
	Вода	84.6	87.1±0.2	87.1±0.1	86.9±0.2	0	0.71	0.91
Головной мозг	Белок	-	9.1±0.2	9.2±0.1	-	0.45	-	-
	Липиды	-	8.7±0.3	8.8±0.2	-	0.28	-	-
	Вода	-	82.2±0.3	82.0±0.3	-	0.48	-	-
Печень	Белок	17.1	16.4±0.2	16.7±0.1	-	1.36	-	-
	Липиды	3.9	3.6±0.3	3.9±0.2	-	0.83	-	-
	Вода	79.0	81.0±0.4	79.4±0.2	-	1.33	-	-

П р и м е ч а н и е. Подчеркнуты достоверные отличия при P=0.05



риода в предшествующем нересту году. Лишь после их расхода в окислительные процессы вовлекаются липиды мышечной ткани, в результате чего возрастает оводненность последней [1]. Следовательно, обнаруженное в 1986–1988 гг. устойчивое снижение жирности мышц у производителей леща в преднерестовый период при слабо изменявшемся в то же время содержании липидов в их гонадах (особенно у самок) указывает на то, что в эти годы количество депонированного жира в организме рыб к началу зимовки хотя существенно и снизилось, но тем не менее осталось достаточным для обеспечения генеративных процессов. Опираясь на данные по межгодовой вариабельности энергетических ресурсов в мышцах леща, можно заключить, что условия нагула рыб в 1986–1988 гг. были менее благоприятными, а обеспеченность пищей ниже по сравнению с 1977 г. Такой вывод выглядит парадоксальным на фоне гидробиологических данных, согласно которым продуктивность хирономидно-тубицидных сообществ в Рыбинском водохранилище в 80-е годы испытывает тенденцию к уменьшению амплитуды ежегодных колебаний при общем более высоком уровне плотности донного населения. В связи с эвтрофированием водоема средняя биомасса бентоса в нем постепенно увеличивается [4]. Из этого следует, что причиной возросшей в 1986–1988 гг. степени истощенности производителей леща является ухудшение не состояния кормовой базы водоема, а, вероятно, условий нагула, в том числе и химическое загрязнение водохранилища сточными водами расположенных вблизи от него промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Под влиянием различного рода токсикантов у рыб могут снижаться пищевая активность при избытке корма, нарушаться физиологические процессы дыхания и пищеварения [7], вследствие чего эффективность использования ими кормовой базы водоема уменьшается.

### Л и т е р а т у р а

1. Лав Р.М. Химическая биология рыб. М., 1976.
2. Лапин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // *Вопр. ихтиологии*. 1970. Т. 10, вып. 4 (63).
3. Лапина Н.Н. Динамика некоторых физиологических показателей леща Рыбинского водохранилища на протяжении годового цикла // *Вестн. МГУ. Сер. 16, Биол.* 1980. № 2.
4. Поддубная Т.Л. Многолетняя динамика структуры и продуктивности донных сообществ Рыбинского водохранилища // *Структура и функционирование пресноводных экосистем*. Л., 1988.
5. Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М., 1980.
6. Шулман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М., 1972.
7. P e r e s G., B o g e G. Reflexions pratiques sur quelques exemples des effets potentiels de la



Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 597.554.3-11

В.И. Мартемьянов

## СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ, МЫШЦАХ И ПЕЧЕНИ КАРПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОЛЕННОСТИ СРЕДЫ

Одним из показателей физиологического состояния рыб является содержание воды в организме, подверженное сезонным и возрастным изменениям. Однако неизвестно, связан ли этот показатель каким-либо образом с таким важным для водных животных экологическим фактором, как соленость. Цель настоящего исследования состояла в выяснении взаимосвязи между уровнем воды в организме, мышцах, печени карпа *Cyprinus carpio* L. и концентрацией хлористого натрия в наружной среде.

Опыты проводили в зимний период на годовиках карпа с массой тела 145–290 г. Рыб по 6 особей помещали в 300-литровые аквариумы, наполненные артезианской водой. В одном из них осуществляли опреснение путем частичной замены артезианской воды на дистиллированную. В другие аквариумы ежедневно вносили по 300–600 г хлористого натрия. После достижения заданных концентраций хлористого натрия в среде (0,002, 0,022 – артезианская вода, 0,95, 1,93, 3,56, 5,67, 7,7, 10,2, 12,0 г/л) добавление соли и опреснение прекращали. Рыб при данных условиях содержали в течение 3 нед для акклимации, затем их отлавливали и определяли количество воды в теле, мышцах и печени посредством высушивания при 105 °С. Температура воды в период акклимации колебалась между 10 и 13 °С.

Установлено, что содержание воды в организме, мышцах и печени поддерживается на определенных для каждой ткани уровнях, которые не зависят от солености среды (см. таблицу). Средние значения уровня обводненности составили для тела 75,7, печени 76,4 и мышц 81,1%. Концентрация воды в теле и печени оказалась практически одинаковой и в среднем на 5% ниже, чем в мышцах. Ранее нами [1] было показано, что содержание воды в мышечной ткани щук, имеющее среднее значение около 80%, не зависит от концентрации натрия в наружной среде в исследованном интервале от 0,28 до 38 мэкв/л.



Содержание воды в теле, мышцах и печени карпа  
в зависимости от солености среды

Содержание в воде		Вода, %		
натрия, мэкв/л	хлористого натрия, г/л	в теле	в мышцах	в печени
0.035	0.002	75.9±0.22	81.5±0.15	77.7±0.37
0.37	0.022	76.3±0.22	81.5±0.22	76.0±0.50
16.2	0.95	76.0±0.36	81.8±0.17	76.0±0.34
33.1	1.93	76.4±0.18	81.5±0.06	76.1±0.73
60.9	3.56	75.6±0.23	81.2±0.23	76.7±0.78
96.8	5.67	76.0±0.19	81.2±0.25	76.0±0.79
131.7	7.70	76.3±0.17	81.0±0.27	75.6±0.59
174.0	10.2	75.4±0.25	80.2±0.27	75.5±0.57
204.2	12.0	74.4±0.52	79.6±0.33	78.0±0.82

У рыб, содержавшихся в средах с минимальным (0.002 г/л) и максимальным (12.0 г/л) содержанием хлористого натрия, наблюдалась тенденция к усилению обводненности печени в среднем на 2%. Объяснить обводненность печени за счет перераспределения воды внутри организма между различными тканями не представляется возможным, поскольку содержание воды в теле и мышцах оставалось стабильным (см. таблицу). Вероятнее всего, увеличение концентрации воды в печени обусловлено уменьшением доли органических веществ, которые в качестве энергетического материала более интенсивно расходовались у рыб в неблагоприятных условиях, каковыми являются для пресноводных рыб очень опресненная вода и вода, имеющая высокую соленость порядка 12 г/л по хлористому натрию.

При уменьшении солености от изотонического уровня до очень пресной воды потребление кислорода рыбами возрастает в зависимости от вида животного на 20–40% [4]. Нами на карпе была получена минимальная концентрация глюкозы в плазме крови рыб, акклиматизированных к среде с содержанием хлористого натрия 3.6–5.67 г/л [2]. При снижении солености до минимального значения (0.002 г/л) концентрация глюкозы в плазме возрастала на 22%. Эти данные показывают, что при опреснении среды энергетические затраты, идущие на процессы жизнедеятельности, увеличиваются. Пополнение содержания глюкозы в крови, как известно, происходит за счет гликогена печени. Поэтому увеличение обводненности печени у карпов, содержащихся в опресненной среде, у которых энергетические затраты на поддержание жизнедеятельности повышаются, можно связать с более быстрым уменьшением концентрации гликогена.

Ранее нами [2] было показано, что у карпов, содержащихся в среде с концентрацией хлористого натрия 12 г/л, концентрация



глюкозы в плазме крови возрастала в 2 раза по сравнению с уровнями, полученными у рыб, находящихся в воде с диапазоном концентраций хлористого натрия от 0,002 до 10,2 г/л. Эти данные говорят о том, что у рыб при такой высокой солености проявляются симптомы стресса. Это в свою очередь ведет к усилению интенсивности обмена [3]. Следовательно, усиление обводненности печени у карпов, содержащихся в среде при концентрации хлористого натрия 12 г/л, которая является для него неблагоприятной, также можно связать с более интенсивным расходом гликогена в качестве источника энергии.

В настоящее время идет поиск показателей, с помощью которых можно было бы оценивать физиологическое состояние организма рыбы. Мы полагаем, что в качестве такового можно использовать концентрацию воды в печени. Из полученных данных видно (см. таблицу), что концентрация воды в печени карпа изменилась при действии даже непродолжительной по времени (3 нед) неблагоприятной ситуации (предельно низкая или высокая солености), тогда как в теле и мышцах изменений не произошло. Следовательно, данный показатель позволяет определить неблагополучие уже в начальный период, что имеет чрезвычайно важное значение при оценке степени благоприятности условий среды обитания.

Таким образом, содержание воды в теле, мышцах и печени карпа не зависит от солености воды. Это позволяет как организму, так и тканям сохранить постоянство своего объема и стабильность концентраций различных веществ, растворенных в биологических жидкостях. Печень рыб, находящихся в неблагоприятных условиях, обводняется, что позволяет использовать данный показатель для оценки физиологического состояния организма.

## Л и т е р а т у р а

1. М а р т е м ь я н о в В.И. Содержание электролитов в плазме и тканях щуки *Esox lucius* при акклимации в воде разной солености // *Вопр. ихтиологии*. 1988. Т. 22, вып. 2.
2. М а р т е м ь я н о в В.И. Изменение уровня глюкозы в плазме крови карпа в зависимости от солености среды // *Биология внутренних вод* : Информ. бюл. Л., 1990. № 85.
3. К л я ш т о р и н Л.Б., С м и р н о в Б.П. О возможности увеличения под влиянием стресса интенсивности обмена у рыб в процессе их роста // *Научн. докл. Высш. шк. Биол. науки*. 1981. № 5.
4. F u r s p a n P., P r a n g e H.D., G r e e n - w a l d L. Energetics and osmoregulation in the catfish, *Ictalurus nebulosus* and *I. punctatus* // *Comp. Biochem. Physiol.* 1984. Vol. 77A, N 4.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР



В.В. Кузьмина, И.Л. Голованова

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ  
ГИДРОЛИЗ УГЛЕВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОРМА  
У РУССКОГО ОСЕТРА

Сведения об активности карбогидраз в пищеварительном тракте Волжской популяции русского осетра практически отсутствуют. Вместе с тем для оценки воздействия различных антропогенных факторов на состояние популяций различных видов рыб, в том числе и осетровых, необходимы данные о начальных этапах ассимиляции пищи, в частности об активности ферментов, обеспечивающих гидролиз субстратов углеводной природы.

Известно, что гидролитическое расщепление углеводов в кишечнике рыб происходит как за счет адсорбированных из химуса ферментов, секретируемых поджелудочной железой и осуществляющих начальные этапы гидролиза ( $\alpha$ -амилаза), так и за счет собственно кишечных ферментов (сахаразы, ферменты группы мальтаз), осуществляющих промежуточные и заключительные этапы гидролиза углеводов.

Цель работы состояла в изучении как интегративного показателя этого процесса (общая амилолитическая активность), так и отдельных его звеньев (активность  $\alpha$ -амилазы и сахаразы) в слизистой оболочке кишечника русского осетра (*Acipenser guldendstadti* L.) с разной степенью поражения мышечной ткани.

Материал собран летом 1988 г. Исследована 41 особь русского осетра, поступающего на рыбзавод г. Астрахани из тони Мужичья в июне, а также отловленного в тоне Чкаловской в августе.<sup>1</sup> Размер рыб составлял 1.2–1.5 м, масса – 20–24 кг.

В качестве ферментативных препаратов использовали гомогенаты кишечника, приготовленные на растворе Рингера для холоднокровных животных (рН 7.4), в качестве субстратов – 0.1 и 1.8%–ные растворы растворимого крахмала и раствор сахаразы (50 ммоль/л). Инкубацию проводили при температуре 20 °С. Активность  $\alpha$ -амилазы (К.Ф.3.2.1.1) определяли методом Смита и Роя в модификации А.М. Уголева [4], общую амилолитическую активность и активность сахаразы (К.Ф.3.2.1.48) – методом Нельсона в модификации А.М. Уголева и Н.Н. Иезуитовой [4]. Результаты обработаны статистически на ЭВМ „Mera Camac 125 SM/4A”.

В желудке и кишечнике осетра, отловленного в тоне Мужичья, находящейся на участке р. Волги, значительно удаленном от моря (приблизительно 200 км), несмотря на отсутствие пищи, выявлены общая амилолитическая активность и активность  $\alpha$ -амилазы; ак-

<sup>1</sup> Материал и данные о степени поражения мышц предоставлены В.В. Лукьяненко.



тивность сахаразы отмечена лишь в кишечнике (табл. 1). При этом уровень общей амилолитической активности в кишечнике выше, чем в желудке, в 12 раз, активности  $\alpha$ -амилазы – в 1.4 раза. Следует отметить значительные различия в соотношении общей амилолитической активности в желудке и кишечнике рыб на фоне незначительных изменений активности  $\alpha$ -амилазы, а также 3-кратное превышение коэффициента отношения общей амилолитической активности к общей протеолитической активности в кишечнике по сравнению с желудком.<sup>2</sup>

Ввиду небольшого размера выборки и относительной однородности материала (начальная и средняя степень поражения мышц, а также отсутствие в выборке самцов) дифференцированный анализ не проводили.

Другая группа осетров была отловлена на участке р. Волги (тона Чкаловская), находящемся на меньшем расстоянии от моря (приблизительно 70 км). Общая амилолитическая активность слизистой кишечника питающихся рыб (для всей выборки,  $n=30$ ) составила  $(1.24 \pm 0.6)$  мкмоль/(г·мин), коэффициент отношения общей амилолитической активности к общей протеолитической активности в зоне щелочных значений рН был 0.84. При сравнении уровня активности карбогидраз у самцов ( $n=15$ ) и самок ( $n=15$ ) установлено, что этот показатель в 1.5 раза ниже у самок, чем у самцов, и составляет  $(0.99 \pm 0.05)$  и  $(1.48 \pm 0.12)$  мкмоль/(г·мин) соответственно. Коэффициент отношения общей амилолитической активности к общей протеолитической активности приблизительно в 2 раза выше у самцов (1.15), чем у самок (0.60), что свидетельствует о доминировании у самцов активности ферментов, связанных с гидролизом углеводов.

На основе визуальной оценки степени поражения мышц рыб, выловленных в тоне Чкаловская [3], были выделены 3 группы особей: 1 – условно названные нормальными, 2 – с начальной стадией поражения, 3 – с глубокими и обширными очагами поражения. При анализе всей выборки не наблюдается направленных изменений величины общей амилолитической активности по мере усиления патологического процесса, что может быть обусловлено неравномерным распределением самцов и самок в указанных группах и наличием половых различий в уровне активности данных ферментов (табл. 2). У „нормальных” особей уровень общей амилолитической активности у самцов выше, чем у самок, в 1.3 раза, а в группе рыб с начальной стадией поражения – в 1.5 раза. Достоверных изменений уровня активности карбогидраз по мере усиления степени поражения мышц как у самцов, так и у самок не наблюдается, хотя отмечена тенденция к снижению уровня активности ферментов у рыб с начальной стадией поражения по сравнению с „нормальными” особями у рыб обоих полов.

---

<sup>2</sup> Значения общей протеолитической активности в пищеварительном тракте русского осетра представлены ранее [3].



Т а б л и ц а 1

Активность карбогидраз слизистой оболочки желудка и кишечника осетра из р. Волги (тоня Мужичья)

Показатели	Желудок (9)	Кишечник (11)
Общая амилалитическая активность, мкмоль/(г·мин)	0.11±0.03	1.33±0.12
α-Амилаза, мг/(г·мин)	1.20±0.08	1.73±0.09
Сахараза, мкмоль/(г·мин)	-	0.20±0.02
Отношение общей амилалитической активности к общей протеолитической активности	0.37	1.2

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2: в скобках – число исследованных рыб; расчет ферментативной активности произведен на единицу сырой массы ткани.

Заслуживает внимания изменение значений коэффициента отношения общей амилалитической активности к общей протеолитической активности, который последовательно увеличивается с 0.75 до 0.90 по мере усиления патологического процесса (при анализе всей выборки). Вместе с тем у самцов установлено уменьшение, а у самок увеличение этого коэффициента по мере усиления степени поражения мышц.

Сопоставление результатов, представленных в табл. 1 и 2, показывает, что уровень общей амилалитической активности в слизистой кишечника самок осетра, пойманных на участке р. Волги, расположенном ближе к морю, близок к таковому у рыб, пойманных в более удаленном от моря участке.

Поскольку в данной работе фактически отсутствовал контроль (отсутствие или слабое развитие патологического процесса лишь условно можно назвать „нормой“), представляется целесообразным сравнение исследованных характеристик с таковыми у других рыб. У представителей пластиножаберных рыб (катран и шиповатый скат из Черного моря) уровень общей амилалитической активности в кишечнике колеблется от 0.18 до 0.43 мкмоль/(г·мин), активности α-амилазы – от 0.29 до 0.34 мг/(г·мин), активности сахаразы – от 0.05 до 0.53 мкмоль/(г·мин). У представителей хрящевых ганоидов (стерлядь из Чебоксарского водохранилища) уровень общей амилалитической активности составляет 0.4–0.6 мкмоль/(г·мин). Уровень активности ферментов у костистых рыб Волжского бассейна значительно варьирует в зависимости от типа питания. Так, у типичных хищников уровень общей амилалитической активности близок к 0.2, у хищников-факультативных бентофагов колеблется от 0.9 до 1.2, у типичных бентофагов – от 4.4 до 12.0 мкмоль/(г·мин) в зависимости от спектра питания. Активность α-амилазы у тех



Т а б л и ц а 2

Активность ферментов слизистой оболочки кишечника осетра из дельты р. Волги (тона Чкаловская), мкмоль/(г·мин)

Показатели	Пол	„Норма“	Начальная стадия поражения	Значительное поражение
Общая амилолитическая активность	♂ ♀	1,32±0.12(9)	1.04±0.12(17)	1.47±0.29(4)
	♂ ♂	1.56±0.27(6)	1.39±0.23(5)	1.47±0.29(4)
	♀ ♀	1.22±0.20(3)	0.94±0.02(12)	—
Отношение общей амилолитической активности к общей протеолитической активности	♂ ♀	0.75(9)	0.88(17)	0.90(4)
	♂ ♂	1.26(6)	1.20(5)	0.90(4)
	♀ ♀	0.39(3)	0.72(12)	—

же экологических групп рыб составляет 0.9–1.2, 1.7–1.8 и 3.9–41.4 мг/(г·мин), активность сахаразы – 0.07, 0.09–0.33 и 1.58–2.56 мкмоль/(г·мин) соответственно [2]. Сопоставление этих данных с приведенными в табл. 1 и 2 показывает, что уровень общей амилолитической активности и активности  $\alpha$ -амилазы у осетра значительно выше, чем у пластиножаберных рыб и стерляди, но сопоставим с таковым у хищников-факультативных бентофагов, относящихся к костистым рыбам. Активность сахаразы близка к таковой у хрящевых ганоидов и некоторых групп костистых рыб. Ранее было установлено [1], что в августе основу рациона близких по размеру особей русского осетра составляют рыбы и беспозвоночные, соотношение которых зависит от мест нагула (западная или восточная часть Северного Каспия). При этом рыбы составляют от 3 до 42% рациона, а богатые углеводами моллюски – до 20%.

Приведенные материалы свидетельствуют о том, что активность ферментов системы карбогидраз находится в пределах значений, характерных для систематического положения и типа питания русского осетра, и в меньшей степени подвержена влиянию неблагоприятных факторов среды по сравнению с ферментами цепи протеаз, обеспечивающих гидролиз белковых компонентов корма.

### Л и т е р а т у р а

1. Желтенкова М.В. Питание и использование кормовой базы бентосоядными рыбами Каспийского моря // Тр. ЦНИОРХ. 1967. Т. 1.
2. Кузьмина В.В. Общие закономерности мембранного пищеварения у рыб и его адаптивные перестройки : Автореф. дис... д-ра биол. наук. Л., 1986.
3. Кузьмина В.В. Активность ферментов, обеспечивающих гидролиз белковых компонентов корма // Биология внутренних вод : Информ. бюл. Л., 1990. № 86.
4. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н., Масевич Ц.Г., Надирова Т.Я., Тимофеева Н.М.



Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 597-111

Л.В. Балабанова

## ИЗМЕНЕНИЯ В УЛЬТРАСТРУКТУРЕ ГРАНУЛОЦИТОВ КАРПА ПРИ ВВЕДЕНИИ УГЛЕРОДА

Гранулоциты костистых рыб составляют около 24% всех лейкоцитов крови. Об их функциональных возможностях известно очень мало. Для выяснения способности гранулоцитов к фагоцитозу мы использовали введение рыбам частичек углерода (туши).

Основной орган гранулопоза костистых рыб — почки, особенно их головной отдел, поэтому изучение ультраструктуры гранулоцитов карпа *Cyprinus carpio* L. проводили на головном отделе почек.

Работа выполнена на карпах-двухлетках. Тушь вводили однократно внутривентрально, в пересчете на сухую массу по 70 мг на рыбу. Пробы брали через 1, 4, 7 и 21 сут после введения туши. Фиксацию и последующую обработку кусочков головного отдела почки производили по ранее описанной методике [1]. Ультратонкие срезы после контрастирования и окраски уранилацетатом и цитратом свинца просматривали на электронном микроскопе „Jem-100C“ при ускоряющем напряжении 80 кВ.

Как и у млекопитающих, у карпа 3 типа гранулоцитов, по аналогии с млекопитающими они названы нейтрофилами, эозинофилами и базофилами, хотя полного их соответствия, как морфологического, так и функционального, гранулоцитам млекопитающих, очевидно, нет [1, 4-7].

Ультраструктура гранулоцитов карпа в норме представлена ранее [1]. В данной работе показаны изменения, которые претерпевают эти клетки после введения рыбам туши. Рассматриваются только зрелые гранулоциты, так как изменения в ультраструктуре выражены в них наиболее ярко.

Нейтрофилы. Через 1 и 4 сут после введения карпам туши в цитоплазме нейтрофилов наблюдаются включения типа фаголизосом (рис. 1, а, б). Через 7 сут встречаются клетки, в цитоплазме которых содержатся вакуоли (рис. 1, в). Через 21 сут количество таких вакуолей увеличивается (рис. 1, г). В цитоплазме интактных рыб таких включений не отмечалось.

Эозинофилы. Наблюдаемые после введения карпам туши изменения в ультраструктуре эозинофилов подобны изменениям, происходящим в этих клетках после введения бактерий. Через 1 и 4 сут пос-



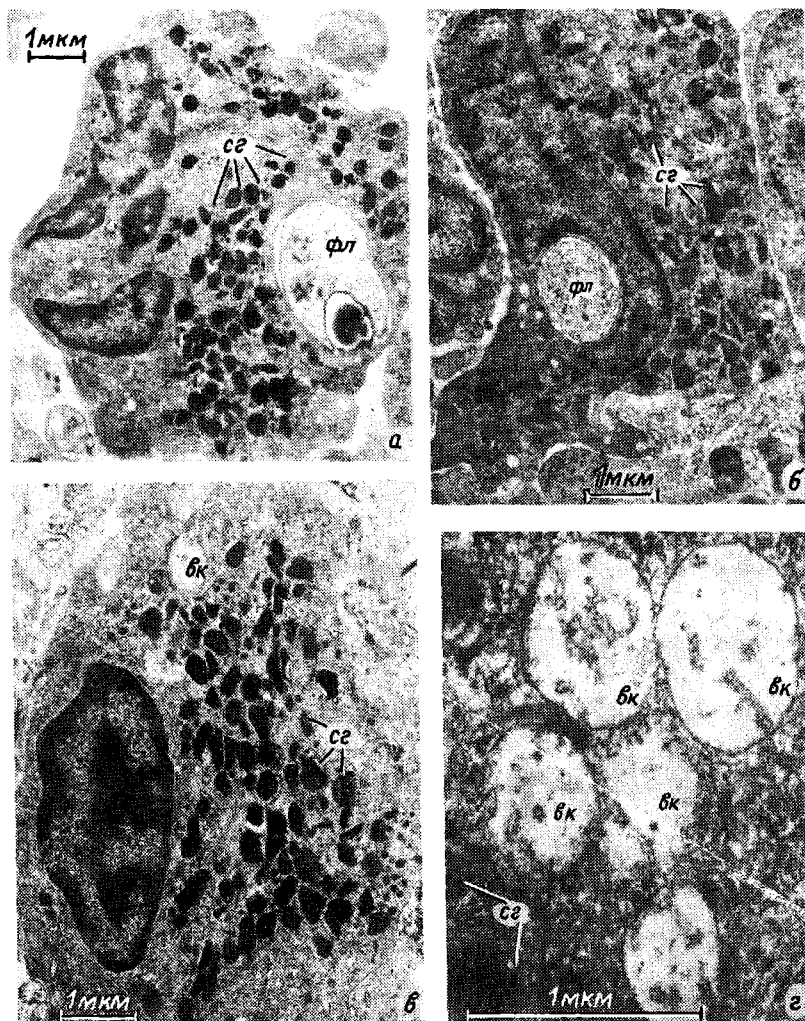


Рис. 1. Нейтрофилы почек карпа.

Время после введения туши: а – 1 сут, б – 4 сут, в – 7 сут, г – 21 сут; вк – вакуоль, сг – специфическая гранула, фл – фаголизосома.

ле введения туши в цитоплазме части эозинофилов появляются включения типа фаголизосом, крупные вакуоли. Более значительные изменения отмечаются в эозинофилах через 7 сут (рис. 2, а), а особенно через 21 сут, когда большая часть цитоплазмы заполнена вакуолями с включениями темного содержимого (рис. 2, б). Эти



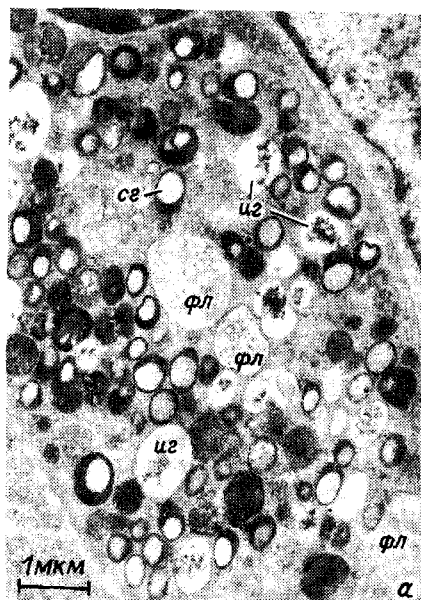


Рис. 2. Эозинофилы и базофилы почек карпа.

Время после введения туши: а - эозинофил, 7 сут, б - эозинофил, 21 сут, в - базофил, 1 сут, г - базофил, 21 сут; иэ - измененная гранула; остальные обозначения те же, что и на рис. 1.



вакуоли, по-видимому, образуются в результате опустошения и увеличения в размерах специфических гранул.

Базофилы. После введения туши, как и после введения бактерий, в цитоплазме базофилов увеличивается количество опустошенных деструктурированных гранул (рис. 2, в, г). Количество таких гранул значительно уже через 1 сут после введения туши, еще более выражены изменения в базофилах через 21 сут, у части деструктурированных гранул разрушены мембраны.

Таким образом, изменения, происходящие в ультраструктуре гранулоцитов карпа после введения туши, свидетельствуют о том, что все 3 типа гранулоцитов принимают участие в ответных реакциях на это воздействие. Как и после введения бактерий, в цитоплазме гранулоцитов наблюдаются фаголизосомы и вакуоли, в эозинофилах и базофилах происходит опустошение гранул, вакуолизация цитоплазмы. Эти изменения характерны для клеток, принимающих участие в фагоцитозе чужеродных веществ [2, 3]. Идентичность ответов гранулоцитов карпа на вещества неантигенной (тушь) и антигенной (бактерии) природы говорит о неспецифическом характере реакций этих клеток.

### Л и т е р а т у р а

1. Балабанова Л.В., Заботкина Е.А. Ультраструктура клеток иммунной системы карпа *Cyprinus carpio* L. в норме и при иммунизации // Цитология. 1988. Т. 30, № 6.
2. Зак К.П., Науменко Н.И., Хоменко Б.М. Ультраструктура, метаболизм и функция клеток белой крови в процессе формирования иммунного ответа и при воздействии на него глюкокортикоидов. 3. Влияние иммунизации на число и ультраструктуру клеток костного мозга кроликов // Журн. микробиологии, эпидемиологии, иммунологии. 1981. № 7.
3. Зак К.П., Филатова Р.С., Лукшина В.В., Грузов М.А., Царенко В.И., Надеждина Л.А., Коломиец Г.Я., Руденко Л.Н. Ультраструктура, метаболизм и функция клеток белой крови в процессе формирования иммунного ответа и при воздействии на него глюкокортикоидов. 2. Влияние иммунизации на число и субмикроскопическое строение гранулоцитов крови кроликов // Журн. микробиологии, эпидемиологии, иммунологии. 1978. № 9.
4. Турдыев А.А. Ультраструктура гранулоцитов карповых рыб // Арх. анатомии, гистологии, эмбриологии. 1975. Т. 68, вып. 2.
5. Хамидов Д.Х., Турдыев А.А., Нишанбаев К.Н., Гильдиева Б.С., Заремская Л.М. Ультраструктура клеток крови зеркального карпа // Арх. анатомии, гистологии, эмбриологии. 1972. Т. 63, вып. 10.
6. Bielek E. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Blutzellen der Teleostier. 3. Granu-



- locyten // Zool. Jb. Abt. 2. (Anat.). 1980. Bd 103.  
7. С e n i n i P. The ultrastructure of leucocytes  
in carp (*Cyprinus carpio*) // J. Zool. (London).  
1984. Vol. 204. Pt 4.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 579.08:543.842

В.И. Романенко

## ДИФфуЗИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОНАТОВ В КОЛОНКАХ ИЛА

Бактериальные процессы разложения органических и минеральных веществ постоянно наблюдаются во всей толще иловых отложений. В большинстве водоемов существует лишь один источник поступления органических соединений — из водной толщи, где они находятся в виде взвешенных и растворенных органических соединений. Основная масса взвешенных частиц поступает на экранирующий слой донных отложений, где и подвергается бактериальной деструкции. При разрушении отмирающих организмов возникает поток низкомолекулярных растворимых органических метаболитов, которые могут проникать в более глубокие слои донных отложений. Конкретные данные по этому вопросу отсутствуют.

В природе существует несколько способов поступления веществ с поверхности в более глубокие слои донных отложений: перемешивание илов илоядными рыбами, перенос отдельных частиц беспозвоночными (хиროномидами и тубифицидами), а также при интенсивном газовыделении, когда на место газовой пустоты в толщу ила проникают водные растворы.

А.Д. Пельш [1, 2] показал, что электропроводность поровых растворов иловых отложений в течение года заметно меняется в слое ила до 5–10 см.

Нами была поставлена задача определить, на какую глубину иловых отложений проникают растворы карбонатов. Первая серия опытов была поставлена с мягкими тонкодетритными илами, отобранными на бывшем русле затопленной р. Мологи в Рыбинском водохранилище. Илы были взяты дночерпателем и набраны в стеклянные трубки диаметром 12 мм и длиной 200 мм. Над илом находился слой воды объемом около 0,5 мл. Трубки выдерживали в лаборатории в темноте в течение 1 мес для уплотнения ила. Затем в воду вносили по 1 мл раствора карбоната  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  с общей активностью  $1 \cdot 10^6$  имп./мин. Трубки закрывали (сверху и снизу) резиновыми пробками (чтобы внутри не создавалось избы-



точное давление, при закрывании между верхней пробкой и стенкой трубки вводили кусочек проволоки, который затем выдергивали).

Через полгода с помощью поршня выталкивали колонку ила на наклонную стеклянную пластинку таким образом, чтобы радиоактивная вода из верхней части трубки стекала вниз и не попадала на ил. Начиная с поверхности, отбирали на разных глубинах колонки по 100 мг ила и вносили в колбы для диффузной отгонки карбонатов [3].

В закрытых колбах объемом 300 мл карбонаты разрушались серной кислотой и образовавшаяся углекислота улавливалась щелочью в стаканчиках, прикрепленных к пробкам колб. Карбонат осаждали хлористым барием и образовавшийся осадок отфильтровывали на мембранные фильтры. Радиоактивность  $\text{Ba}^{14}\text{CO}_3$  определяли под торцовым счетчиком Гейгера.

Как известно, карбонаты могут усваиваться автотрофными и гетеротрофными микроорганизмами, поэтому в илах было проанализировано также содержание меченых органоминеральных частиц (микроорганизмы и органические частицы). Для этого 1 г ила внесли в склянки со 100 мл дистиллированной воды, и после тщательного перемешивания по 1 мл взвеси профильтровывали через мембранные фильтры с диаметром пор 0.1–0.2 мкм. Фильтры обрабатывали слабой соляной кислотой для удаления карбонатов, радиоактивность взвешенных частиц также определяли под счетчиком.

Через 6 мес радиоактивные карбонаты и взвешенные частицы обнаружили по всей толще колонки ила. На поверхности ила содержание взвешенных частиц и их радиоактивность были выше, чем на глубине 15 см. Это свидетельствует о высокой активности микроорганизмов в поверхностных слоях, так как они длительное время соприкасались с большей концентрацией раствора меченого карбоната (табл. 1).

Общая радиоактивность карбонатов, определенная по слоям ила в четырех трубках, составила 453 150 имп./мин, а взвешенных частиц – 81 614 имп./мин, что в сумме составляет 53.4% от введенного раствора меченого карбоната (табл. 2).

Недоучет количества радиоактивного материала мог произойти в результате потерь углекислоты из-под пробки в атмосферу (что часто наблюдается с изотопом в сосудах, закрытых пробками), перехода части изотопа в меченые растворенные органические соединения, которые в нашем опыте не анализировались, и потерь меченой углекислоты при взвешивании образцов ила.

Таким образом, растворы солей и растворимых органических соединений могут диффундировать в мягкие мелкодетритные илы из поверхностных слоев на глубину 10–15 см (возможно, и глубже), где они служат источником питания для микрофлоры. Этой же глубины могут достигать и многие биогенные элементы в растворимой форме. Судя по радиоактивности всей исследуемой колонки, карбонаты и другие растворы могли бы проникнуть в мягких илах и на гораздо большую глубину.



Т а б л и ц а 1

Распределение радиоактивных карбонатов и взвешенных частиц в колонках ила, имп./мин в 1 г сырого ила

Глубина ила от поверх- ности, см	Колонки				$\bar{X}$	Колонки		$\bar{X}$
	1	2	3	4		3	4	
	К а р б о н а т ы					В з в е ш е н н ы е ч а с т и ц ы		
Вода над илом	27476	24620	35535	22290	27480	145	475	310
0	39442	34480	29860	34610	35598	19400	14700	17050
3	17745	31840	25590	25300	25119	6800	5200	6000
5	21775	11070	15390	29350	19396	4200	3300	3750
10	25051	18110	16390	28710	22065	3100	1500	2300
15	17667	17508	11800	29070	19011	1900	2700	2300

Т а б л и ц а 2

Суммарная радиоактивность карбонатов и взвешенных частиц в колонках ила, имп./мин в 1 г сырого ила

Слой ила от поверх- ности, см	Колонки				$\bar{X}$	Колонки		$\bar{X}$
	1	2	3	4		3	4	
	К а р б о н а т ы					В з в е ш е н н ы е ч а с т и ц ы		
Вода над илом	46709	56626	46196	29977	44627	189	618	404
0-3	102937	119376	99810	107838	107490	39300	35820	37560
3-5	47424	51492	49176	65580	53418	13200	10200	11700
5-10	140478	87540	95340	174180	124385	21900	14400	18150
10-15	128154	106854	84570	173340	123230	15000	12600	21300
$\Sigma$	465702	421888	375092	549915	453150	89589	73638	81614

## Л и т е р а т у р а

1. П е л ь ш А.Д. О влиянии микроорганизмов на электропроводность иловых растворов и диффузию из ила в придонный слой // Тр. Бородин. биол. ст. 1935. Т. 8, вып. 2.
2. П е л ь ш А.Д. О неоднородности жидкой фазы ила (гидрохимическая роль микроорганизмов) // Учен. зап. Ленингр. ун-та. Сер. биол. наук. 1939. Вып. 8, № 30.
3. Р о м а н е н к о В.И., Л а й о ш В е р е ш. Метод определения  $^{14}\text{CO}_2$  при исследовании метаболизма у гидробионтов с помощью радиоактивного углерода // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983. № 59.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР



1 июня 1989 г. ушел из жизни заведующий лабораторией высшей водной растительности, один из основателей Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР Вадим Анатольевич Экзерцев.

В.А. Экзерцев родился 16 мая 1933 г. в г. Уфе Башкирской АССР. После окончания средней школы поступил в Московский государственный университет на биологический факультет, который окончил в 1956 г. по специальности геоботаника.

Трудовую деятельность по полученной специальности начал в 1956 г. в Институте биологии водохранилищ АН СССР (ныне Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР). В стенах этого института он прошел путь от старшего лаборанта до заместителя директора, здесь сформировался круг его научных интересов. В.А. Экзерцев был одним из основоположников школы пресноводной гидробиологии. Впервые в мировой практике им исследованы закономерности зарастания и смен растительности мелководий равнинных водохранилищ, по этим вопросам опубликовано более 70 работ. В.А. Экзерцев был соавтором 6 монографий, ответственным редактором ряда сборников. Исследования, проведенные лабораторией под руководством В.А. Экзерцева, использованы при составлении „Проекта по улучшению технического и санитарного состояния Иваньковского водохранилища“ и „Схемы водопользования г. Москвы на 2000 год“.

С 1974 по 1982 г. В.А. Экзерцев работал заместителем директора по научной работе, где в полной мере проявились его высокие качества организатора и ученого. Он много сил и внимания уделял укреплению экспедиционного флота института, оснащению лабораторий научным оборудованием, развитию комплексных научных исследований.

В 1977 г. в институте была создана лаборатория водных растений, бессменным руководителем которой был В.А. Экзерцев. По его инициативе и при активном личном участии проведены I и II Всесоюзные конференции по высшей водной и прибрежно-водной растительности, сыгравшие важную роль в координации работ гидробиологов Советского Союза.

В.А. Экзерцева отличали простота, доброжелательность, внимательное и заботливое отношение к друзьям и коллегам. Все, кто общался и работал с Вадимом Анатольевичем Экзерцевым, кто знал его, навсегда сохраняют светлую память об этом прекрасном человеке.

Л.И. Л и с и ц ы н а, Г.А. Л у к и н а



III Всесоюзная конференция и Школа по морской биологии (Кузьмина В.В.) .....	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

<u>Г о м а н Г.А.</u> , К о с т о р н о в а Т.Я. Численность и продукция бактерий в воде оз. Байкал .....	5
<u>Р о м а н е н к о В.И.</u> , З а к о н н о в В.В. Общее количество бактерий в донных отложениях Рыбинского водохранилища на частицах разного размера .....	9
В о р о н и н Л.В. Сапротрофные грибы малых озер Карелии .....	13
М и н е е в а Н.М. Фотосинтез фитопланктона Рыбинского водохранилища при различном времени экспонирования проб .....	17
Г е н к а л С.И., П о п о в с к а я Г.И. О тонкой структуре панциря <i>Cyclotella baicalensis</i> (K. Meyer) Skv и <i>Cyclotella minuta</i> (Skv.) Antipova .....	21
Г е н к а л С.И., К у з ь м и н а А.Е. О морфологии <i>Cyclotella bodanica</i> Eulens .....	26
Д о в б н я И.В., Л я ш е н к о Г.Ф. Продукция высшей растительности речного участка Волжского плеса Рыбинского водохранилища .....	28
М и к р я к о в а Т.Ф. Содержание тяжелых металлов в макрофитах Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища .....	31
Г а г а р и н В.Г. Морфологическая изменчивость свободноживущих пресноводных нематод .....	35
В е р б и ц к и й В.Б. Кормовая ценность ветвистоусого рачка <i>Bosmina longirostris</i> для личинок рыб. 1. Общий химический состав и калорийность тела .....	38
Ж а в о р о н к о в а О.Д. Некоторые особенности строения покровов водяных клещей (Acariformes) .....	41
К о л е с н и к о в а И.Я., Д о н е ц З.С. Особенности распределения паразитических простейших у рыб Рыбинского водохранилища .....	45
М а л и н и н Л.К., Л у к а ш е в а Т.А., С т р е л ь н и к о в А.С. Распределение и плотность рыб в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища летом 1987 г. ....	49
К а с ь я н о в А.Н. Опыт использования скоррелированных морфологических признаков в популяционных исследованиях плотвы.	



2. Выбор признаков для классификационных построений методом главных компонент .....	52
Х а л ь к о В.В. Межгодовая вариабельность некоторых физиолого-биохимических показателей леща Рыбинского водохранилища в преднерестовый период .....	57
М а р т е м ь я н о в В.И. Содержание воды в организме, мышцах и печени карпа в зависимости от солености среды .....	62
К у з ь м и н а В.В., Г о л о в а н о в а И.Л. Активность ферментов, обеспечивающих гидролиз углеводных компонентов корма у русского осетра .....	65
Б а л а б а н о в а Л.В. Изменения в ультраструктуре гранулоцитов карпа при введении углерода .....	69
Р о м а н е н к о В.И. Диффузия и распределение карбонатов в колонках ила .....	73

## НЕКРОЛОГ

П а м я т и Вадима Анатольевича Экзерцева .....	76
---	----



# CONTENTS

## INFORMATION

The Third All-Union Conference and School in marine biology (Kuzmina V.V.) .....	3
--	---

## ARTICLES

Goman G.A., Kostornova T.Ya. Abundance and production of bacteria in water of Lake Baikal .....	5
Romanenko V.I., Zakonnov V.V. A total number of bacteria in bottom sediments of the Rybinsk reservoir on the surface of particles of different sizes.....	9
Voronin L.V. Saprophytic fungi in small lakes of Karelia .....	13
Mineeva N.M. Photosynthesis of the phytoplankton in the Rybinsk reservoir at different periods of probes exposing .....	17
Genkal S.I., Popovskaya G.I. On fine structure of armor of <i>Cyclotella baicalensis</i> (K. Meyer) Skv. and of <i>Cyclotella minuta</i> (Skv.) Antipova .....	21
Genkal S.I., Kuzmina A.Ye. On morphology of <i>Cyclotella bodanica</i> Eulens .....	26
Dobnya I.V., Lyashenko G.F. Production of higher vegetation of the river part of the Volga reach in the Rybinsk reservoir .....	28
Mikryakova T.E. Content of heavy metals in macrophytes of the Sheksna reach of the Rybinsk reservoir .....	31
Garin V.G. Morphological variability of free-living freshwater nematodes .....	35
Verbitsky V.B. Feeding value of <i>Bosmina longirostris</i> for fish larvae. 1. General chemical composition and body caloricity .....	38
Zhavozonkova O.D. Some peculiarities of the cover structure of aquatic tick (Acariformes) .....	41
Kolesnikova I.Ya., Donets Z.S. Peculiarities of distribution of parasitic protozoa in fishes of the Rybinsk reservoir .....	45



M a l i n i n L.K., L u k a s h e v a T.A., S t r e l n i k o v A.S. Distribution and density of fishes in the Sheksna reach of the Rybinsk reser- voir in summer 1987 .....	49
K a s y a n o v A.N. Use of correlated morphologi- cal features for population investigations of roach. 2. Selection of features proper for classification by the method of main components .....	52
K h a l k o V.V. Interannual variability of some phi- siologo-biochemical indices of bream in the Rybinsk reservoir during its fore-spawning period .....	57
M a r t e m y a n o v V.I. The dependence of water content in the organism, muscles and liver of carp on medium salinity .....	62
K u z m i n a V.V., G o l o v a n o v a I.L. The activity of ferments responsible for hydrolysis of car- bohydrate components of feed in Russian sturgeon ...	65
B a l a b a n o v a L.V. Changes in the ultrastruc- ture of carp granulocytes at carbon injection .....	69
<u>R o m a n e n k o V.I.</u> Diffusion and distribution of carbonates in silts column .....	73

#### OBITUARY

T o t h e m e m o r y o f Ekzertsev Vadim Anatolie- vich .....	76
---	----