

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**80**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГИДРОБИОЛОГИИ ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 80



ЛЕНИНГРАД  
„НАУКА“  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1988

Academy of Sciences of the USSR  
Institute of Biology of Inland Waters  
Scientific Council for problems of  
hydrobiology, ichthyology and utilization  
of biological resources of waterbodies

Biology of Inland Waters  
Information Bulletin  
№ 80

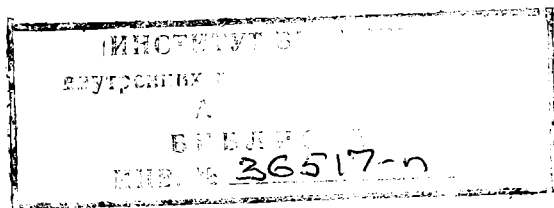
УДК 574.5 (28)

Изложены результаты лабораторных и полевых исследований состояния и динамики популяций фитопланктона, а также водных беспозвоночных, входящих в состав экосистем оз. Байкал, подмосковных и волжских водохранилищ, озер Белоруссии, рек Вьетнама. Рассмотрены вопросы пищевой избирательности зоопланктона, особенности жизненных циклов животных в водоемах-охладителях ТЭС, биохимии, пищеварения и иммунных свойств крови рыб, условия образования термобаров в озерах. Описан новый метод определения температурного оптимума развития бактерий в илах.

Рассчитан на широкий круг гидроэкологов.

Ответственный редактор А.Г. ПОДДУБНЫЙ

Рецензенты: И.В. НИКОНОВ, Б.А. ФЛЕРОВ



Б 2001050100-768 227-88-1У  
042(02)-88

© Издательство „Наука“, 1988 г.

## СОВЕТСКО-ФИНСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

В 1985 г. заключен советско-финский проект по проведению совместных исследований по теме „Увеличение рыбопродуктивности и определение запасов рыб в сходных условиях Финляндии и Советского Союза“. С советской стороны в этом проекте участвуют Институт биологии Карельского филиала АН СССР (г. Петрозаводск) и Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР (Борок, Ярославской обл.), с финской – Научно-исследовательский институт охотничьих и рыбохозяйственных исследований (г. Хельсинки) и университет г. Турку. Основные задачи ИБВВ в совместных исследованиях следующие: совершенствование методик полевых наблюдений по оценке ихтиомассы, изучение экологических механизмов пространственного распределения рыб и сравнительный анализ рыбопродуктивности водоемов Финляндии и Советского Союза.

В соответствии с программой проекта в 1985 г. были проведены совместные исследования в Рыбинском водохранилище, а в 1987 г. – в озерной системе Сайма. На одном из опытных полигонов Рыбинского водохранилища гидроакустически исследовали плотность рыб. Суть работы заключалась в синхронной эхометрической съемке с двух научных судов. Одно из них было оснащено эхолотами „Лещ“, „Scipper-607“ и отечественными эхоинтеграторами АЦЭИ-1 и СИОРС с выходом на цифropечатающее устройство. Данные эхосъемки обрабатывали в ИБВВ по типовой методике (Руководство по проведению гидроакустических съемок. М., 1984).

Финские ученые (Ю. Юрвелиус, М. Каукоранту) применяли эхолот ЕУ-М с записью на магнитофон. Магнитные записи обрабатывал в университете г. Осло (Норвегия) Т. Линдем. Лабораторный анализ магнитных записей был основан на использовании ЭВМ для расчета размерного распределения рыб через распределение силы цепи (эхомишени). Сравнение данных, полученных разными способами обработки, показало, что расхождения в расчетах общей биомассы рыб сравнительно небольшие, в пределах 10-30%. Но несомненно, что применение ЭВМ для анализа эхометрической информации в значительной степени повышает информативность и расширяет диапазон использования гидроакустических рыбопоисковых приборов, поскольку исследователь получает возможность анализировать распределение рыб по размерным группам. Немаловажное значение имеет автоматизация обработки эхометрической информации и повышение объективизации ее анализа. Следует добавить, что в Советском Союзе система автоматизированной обработки магнитных записей с эхолотов с помощью ЭВМ разработана в СеврыбНИИпроекте (г. Петрозаводск). В настоящее время эта система внедряется и в ИБВВ им. И.Д. Папанина АН СССР.

В сентябре 1987 г. впервые в Финляндии провели биотелеметрические исследования на водоеме Сайма. Биотелеметрические методы разработаны и успешно практикуются в полевых наблюдениях ИБВВ с 1965 г. В работе использовали аппаратуру (ультразвуковые передатчики-метки и приемное устройство), разработанную во ВНИРО. Исследования проводили в различных районах озерной системы Сайма, расположенной в юго-восточной части Финляндии. В этом водоеме популяции наиболее ценных видов (кумжи и озерного лосося) поддерживаются искусственным воспроизводством. Совершенно не изучены особенности первоначального поведения этих рыб сразу после выпуска их из рыбобитомников; неизвестно, в какой степени это поведение определяет последующее распределение рыб в водоеме. Эти вопросы, помимо теоретического значения, имеют и прикладной интерес, например для биологического обоснования выбора мест выпуска смолтов и подрощенной молодежи.

Совместно с финскими специалистами (М. Каукоранту, Ю. Юрвелиус, А. Ниemi, К. Пойкола) сотрудники ИБВВ провели наблюдения за поведением кумжи и озерного лосося. В южной части озерной системы исследовали поведение кумжи в зоне влияния сбросных вод целлюлозно-бумажных заводов. В глубоководном (до 70 м) оз. Пасивеси изучали влияние рельефа дна на перемещения озерного лосося. В одном из протоков следили за реакцией годовиков лосося, выращенных в теплых водах, на течения. Несмотря на нерегулярность наблюдений (с перерывами от 1 до 24 ч) и их кратковременность (от 2 до 6 сут), выявили ряд интересных положений: низкую двигательную активность рыб в первые дни после выпуска, длительные (до 3-4 сут) задержки рыб на мелководьях вблизи островов. Оказалось, что рыбы уходят из зоны сбросных вод очень замедленно, при этом все меченые рыбы двигаются преимущественно вверх по течению.

В ходе исследований финские специалисты освоили нашу биотелеметрическую аппаратуру и дали ей высокую оценку. Совместные работы показали, что биотелеметрические методы могут оказать существенную помощь в решении ряда вопросов по экологии лососевых рыб в озерной системе Сайма.

В университете г. Турку обсуждена программа совместных работ по экологическому районированию различных водоемов Финляндии и Советского Союза. В качестве модельного объекта Е. Сарвала предложил использовать оз. Пихуярве как самый продуктивный водоем Финляндии. Для студентов и преподавателей биологических факультетов университетов городов Турку и Ювяскюля прочитаны ознакомительные лекции.

Таким образом, сравнительно кратковременные совместные исследования показали большую перспективность подобного сотрудничества. Оно в значительной степени способствует совершенствованию методологического анализа биологической информации, способов и методов полевых наблюдений экологии рыб. В соответствии с программой советско-финского проекта предусматривается дальнейшее развитие совместных работ.

А.Г. Поддубный, Л.К. Малинин

Н.А. Лаптева, В.А. Афанасьев

МИКРОФЛОРА ОЗ. БАЙКАЛ  
(ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

С помощью электронной микроскопии мы изучали микрофлору водоемов средних широт, Средней Азии и оз. Севан [1, 2]. Электронно-микроскопический анализ бактерий в оз. Байкал был проведен впервые. Материал собран во время экспедиций в 1981, 1982, и 1985 гг. в осенне-летний период. Воду для анализа отбирали батометром Руттнера по горизонтам центральных станций озера. Температура поверхностного слоя воды соответствовала 9–16 °С, термоклина – 6–9 °С.

Бактерии прикрепляли к сеточкам двумя способами: 50 мл свежееотобранной воды сгущали на мембранных фильтрах до 1 мл путем медленной фильтрации и концентрат наносили на подложку, или сеточки параллельно друг другу помещали на сутки в чашку Петри с исследуемой водой для их бактериального обсеменения.

На микрофотографиях (рис. 1–3) приведены общие и наиболее специфичные формы бактерий для оз. Байкал. Большинство из них представлены палочками и вибрионами, которые чаще всего имеют жгуты и по размерам не превышают 1,5 мкм, часто менее 0,5 мкм (рис. 1, а–и). Они распространены повсюду в верхних горизонтах воды, на больших глубинах их отмечали редко. В озере находятся и крупные по величине бактерии: от 2 до 5 мкм (рис. 1, л, м, о; рис. 2, л; рис. 3, ж). Сферические формы встречаются редко (рис. 1, к).

Бактерии с включениями в клетке (рис. 1, л, м, о) выявили в Северном Байкале в зоне термоклина (ст. Солнечный Ушканье и Ухан–Турка). Здесь же обнаружили цепочки крупных клеток (рис. 1, н).

Постоянно находили микроорганизмы с выростами, отходящими от полюсов или от всей поверхности клетки (рис. 2, а, в, е). Бактерии, имеющие полюсные выросты, были выделены в чистую культуру и принадлежали к роду *Pseudomonas*. При длительном хранении они утрачивали выросты. Бактерии с фимбриями (рис. 2, б, д), относящиеся к роду *Flavobacterium*, составили 5 тыс. кл. в 1 мл воды. Фимбрии сохранялись при длительных пересевах культуры. Некоторые бактерии типа *Microcycilus* имели конические выросты по всей поверхности (рис. 2, г). В Северном Байкале были обнаружены единичные формы клеток *Prostecomicrobium* (рис. 2, з) и в значительном количестве бактерии с непро-стекатными выростами (рис. 2, ж). Отметим, что микроорганизмы

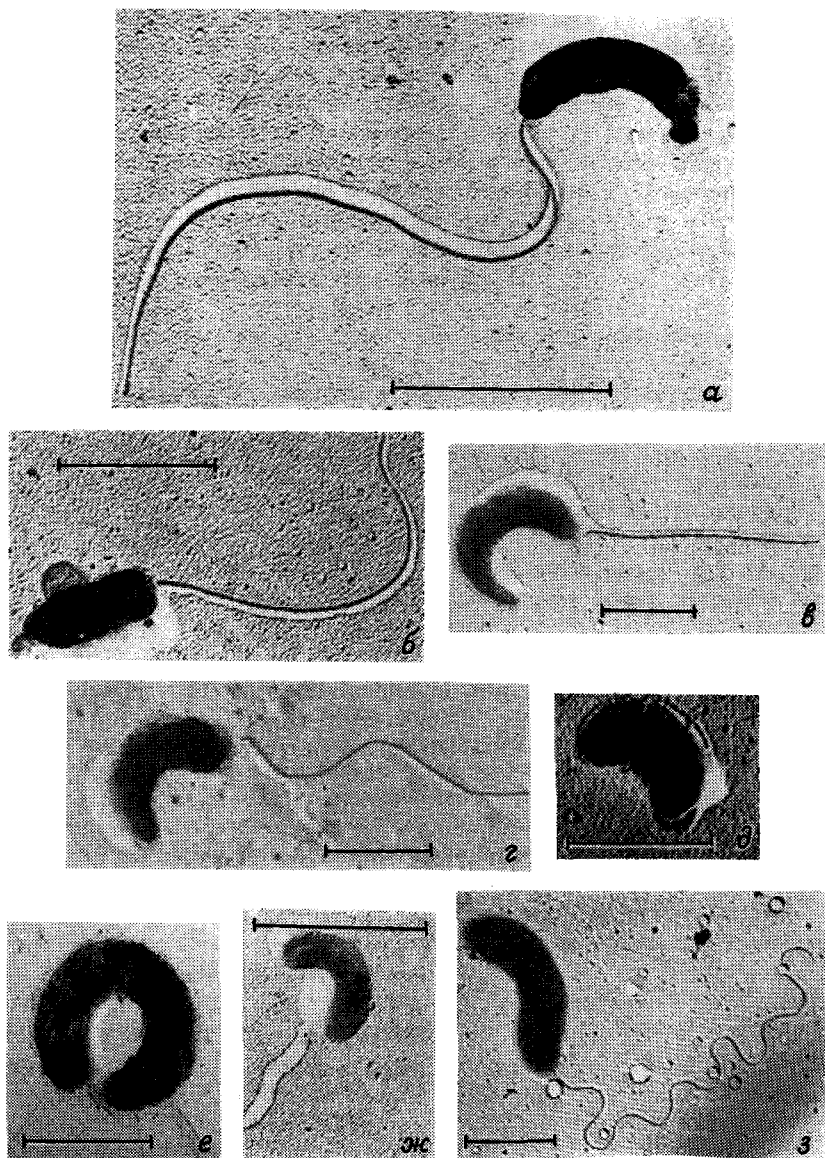


Рис. 1. Банальные формы бактерий. Объяснения к рис. 1-3 в тексте.

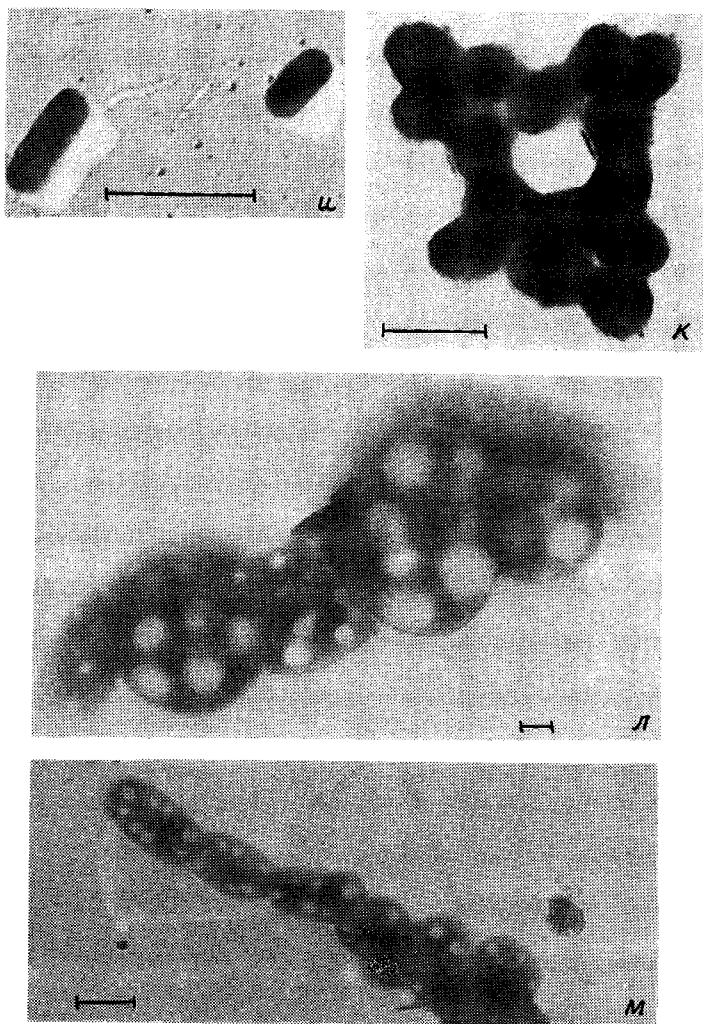


Рис. 1 (продолжение).

с различного рода выростами и фимбриями присутствовали в воде Среднего и Северного Байкала.

Для озера характерно наличие мелких нитчатых форм (1.2–6.5 мкм), которые обнаружили в зоне термоклина Северного Байкала (рис. 2, к, л; рис. 3, в–д). Разнообразие крупных нитчатых форм (8–25 мкм) невелико, находились они в придонных горизонтах Северного и Южного Байкала (рис. 2, и; рис. 3, б, з, и). Нитчатые стебельковые формы (рис. 3, е) с величиной клетки 10 мкм – обитатели придонных слоев Селенгинского мелководья и ст. Поль-Мур в Южном Байкале. Каупобактер



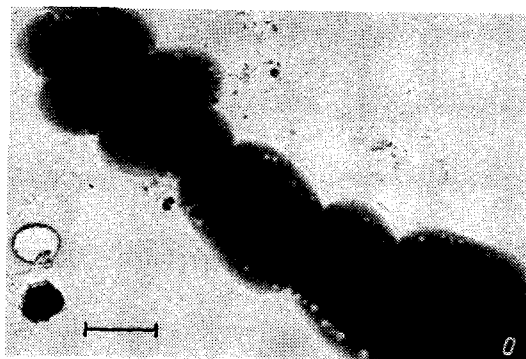
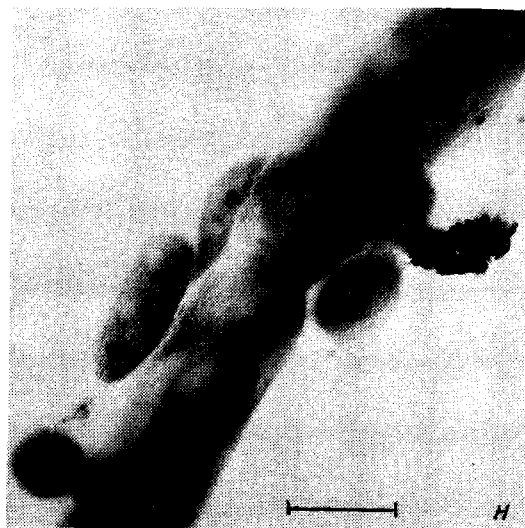


Рис. 1 (продолжение).

с бактериоидной формой клеток постоянно отмечали в слое термоклина Среднего и Северного Байкала, где они прикреплялись к водорослям (рис. 3, а).

Таким образом, для оз. Байкал характерно небольшое разнообразие микроорганизмов с особой спецификой и постоянством формы клеток.

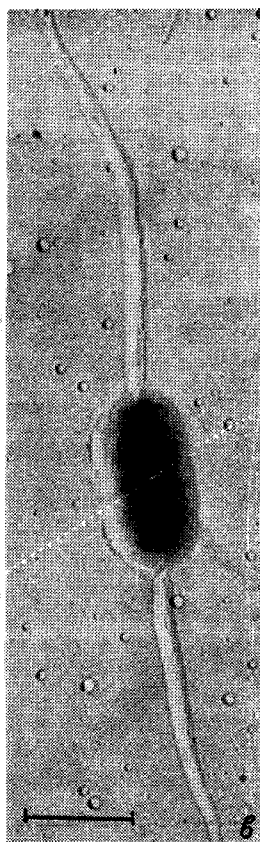
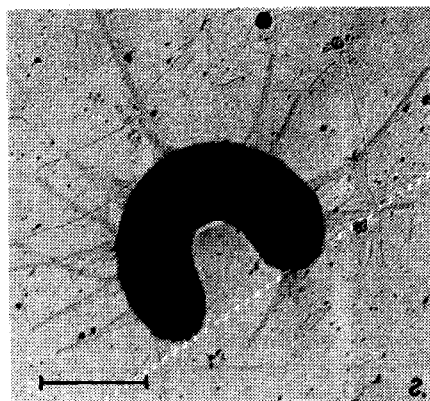
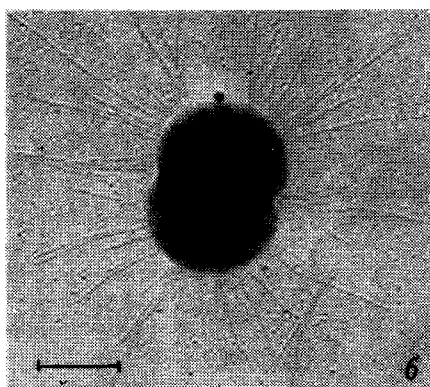
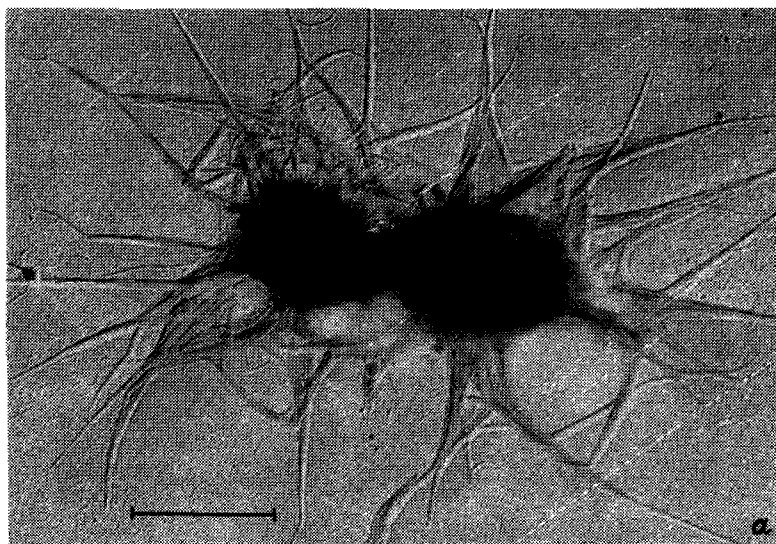


Рис. 2. Специфичные формы бактерий.

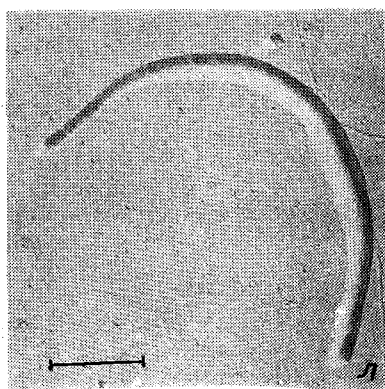
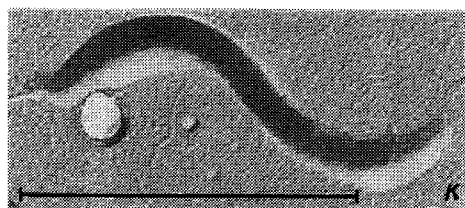
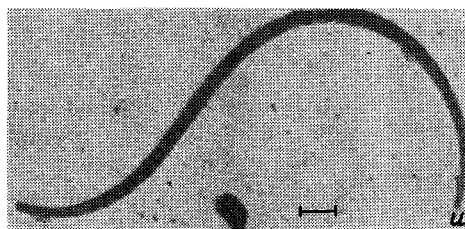
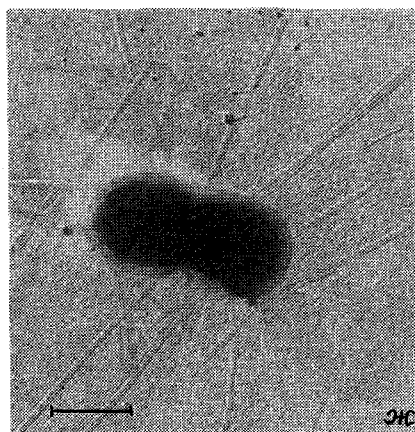
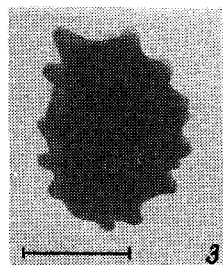
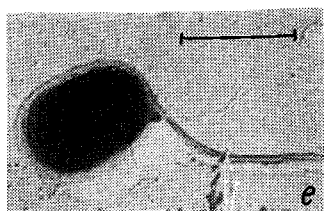
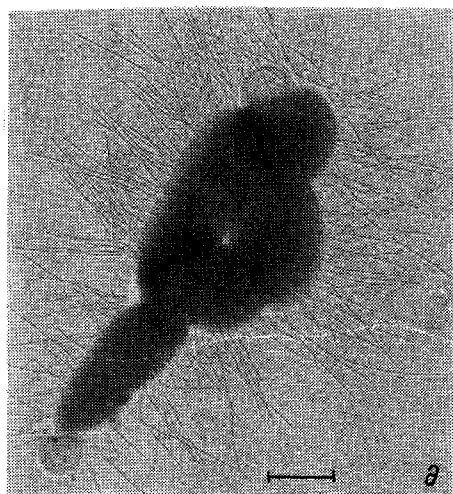


Рис. 2 (продолжение).

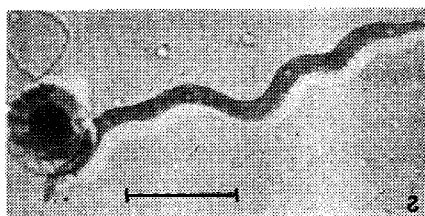
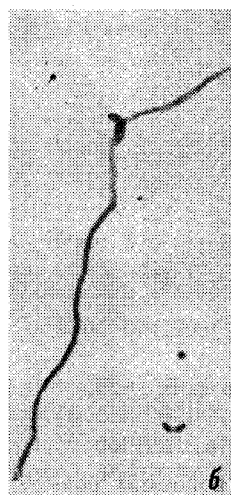
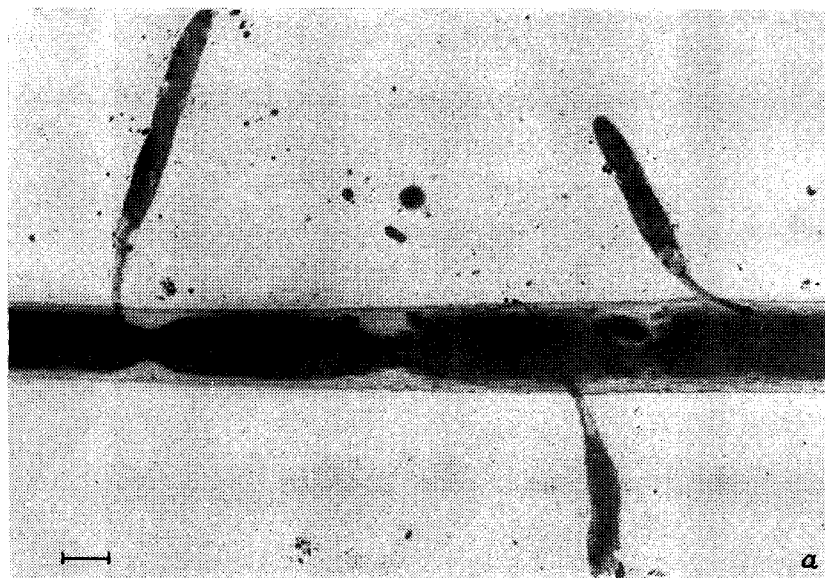


Рис. 3. Нитчатые и стебельковые формы микроорганизмов.

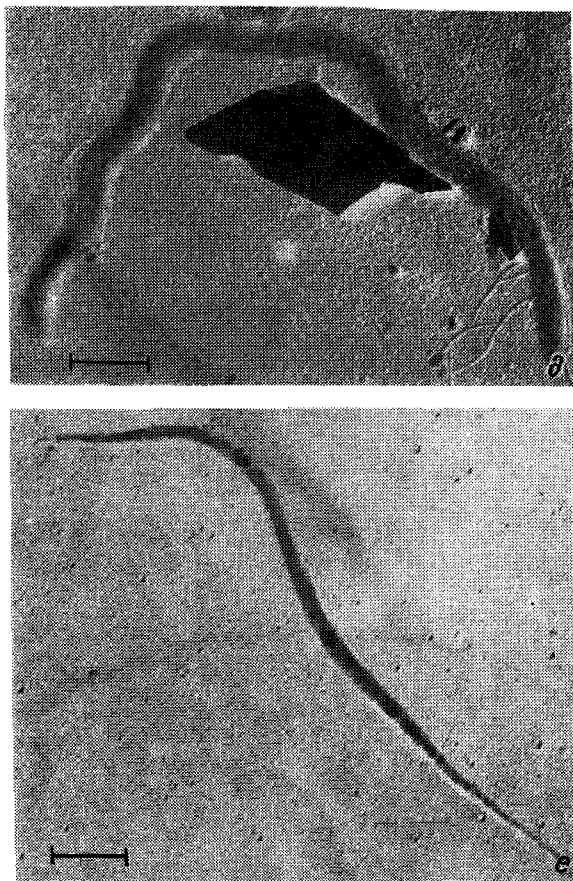


Рис. 3 (продолжение).

### Л и т е р а т у р а

1. Лаптева Н.А. Автохтонная микрофлора в водоемах разной степени трофии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1977.
2. Лаптева Н.А., Тифенбах О.И. Электронно-микроскопические исследования микрофлоры оз. Севан // Экспериментальные и полевые исследования гидробионтов оз. Севан, Ереван, 1984.

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

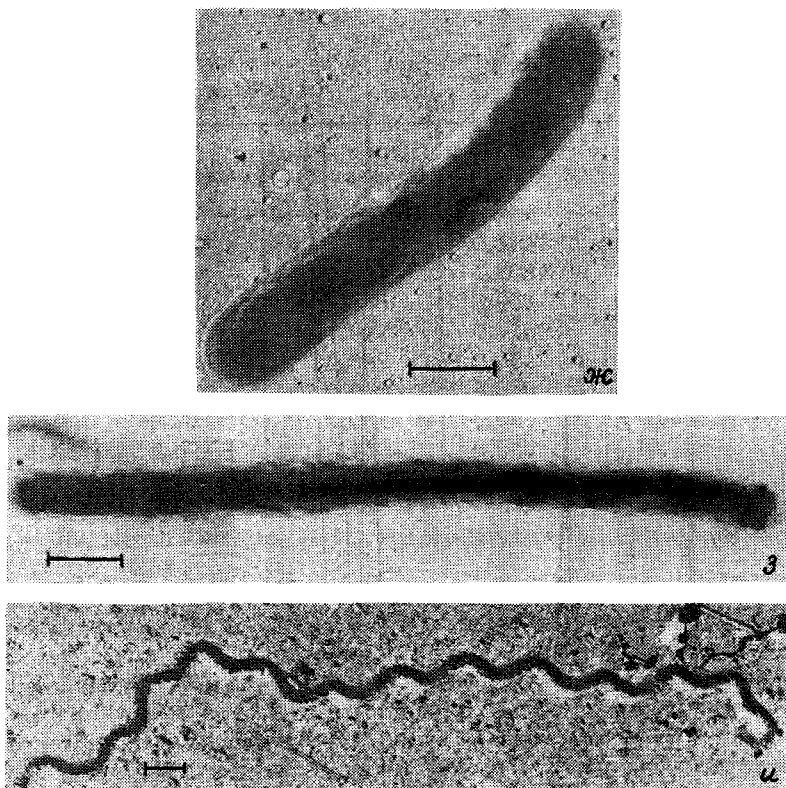


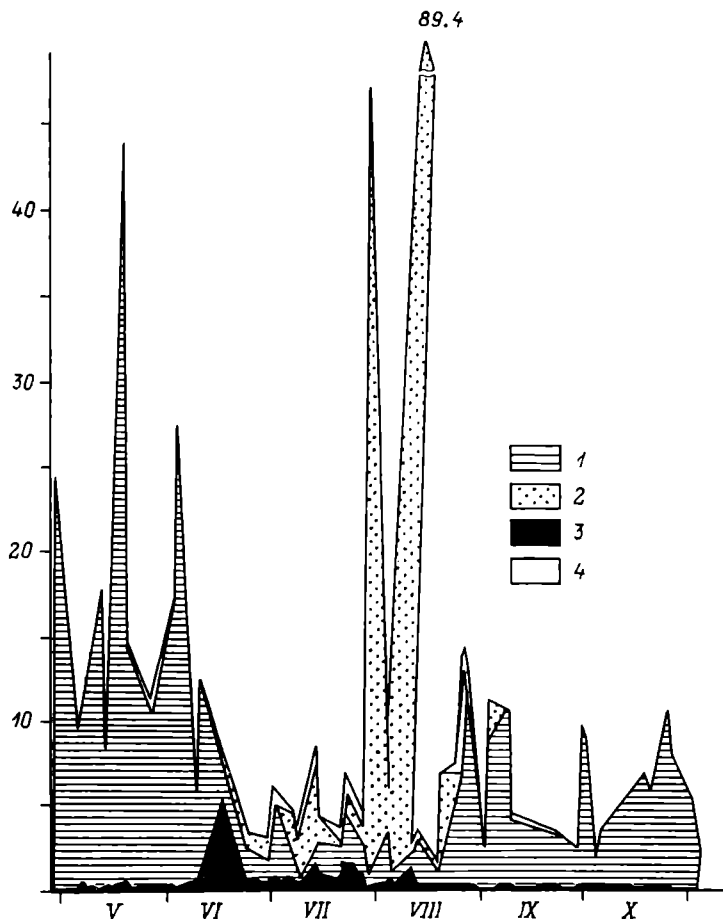
Рис. 3 (продолжение).

УДК 574.583(28):581

В.А. Е л и з а р о в а

# ФИТОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНОГО МЕЛКОВОДЬЯ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Рыбинское водохранилище – большой резерв чистой воды. В то же время еще в 60-х годах появились признаки антропогенного эвтрофирования Волжского плеса [7]. Это усилило интерес к долгосрочным наблюдениям за одним из показателей начавшегося процесса – фитопланктоном, особенно прибрежной зоны, поскольку именно в ней происходит первичная трансформация эвтрофирующих веществ. В плане мониторинга привлекают внимание исследования в полужащищенном мелководье Волжского плеса, в районе пос. Борок, так как они ведутся с 50-х годов: 1953–1955 гг. [2, 6], 1971–1972 гг. [1], 1974–1975 гг. [4]. В настоящем сообщении приводятся данные за 1983 г.



Сезонная динамика фитопланктона в 1983 г.

1 - диатомовые, 2 - синезеленые, 3 - зеленые, 4 - прочие водоросли. По оси ординат - биомасса, г/м<sup>3</sup>; по оси абсцисс - мес.

Материал собирали 2 раза в неделю на одной из прежних станций, биотоп которой характеризуется отсутствием зарослей макрофитов. Высокий, с максимумом в мае, до самой осени близкий к НПУ уровень воды в водохранилище позволил проводить работы в течение всего вегетационного сезона. Глубина станции с 2.5 м снизилась за лето всего на 0.5 м и к концу навигации все еще достигала 1 м.

Пробы воды отбирали с поверхности. Материал обрабатывали по общепринятой методике [5]. Среднемесячную и среднюю за время наблюдения (28 апреля-4 ноября) биомассу фитопланктона рассчитывали как средневзвешенную.

За период исследований встречено 176 видов и разновидностей водорослей: Cyanophyta - 20, Chrysophyta - 8, Bacillario-

Т а б л и ц а 1

Среднемесячная биомасса ( $\text{г/м}^3$ ) отдельных систематических групп водорослей в 1983 г.

Период наблюдений	Диатомовые	Синезеленые	Зеленые	Общая биомасса
У	16,657	0,082	0,312	17,246
У1	6,400	0,395	1,853	8,994
УII	1,927	2,706	0,903	6,130
УIII	2,218	17,617	0,416	20,336
IX	5,419	0,389	0,082	6,035
X	6,104	0,015	0,055	6,185
X1	3,881	0,001	0,027	3,950
28 У-4 X1	6,826	3,139	0,545	10,728

phyta - 52, Xanthophyta - 1, Pyrrophyta - 5, Euglenophyta - 15, Chlorophyta - 75.

В сезонной динамике фитопланктона (см. рисунок) наблюдались 3 подъема биомассы: наиболее сильный весенний (в среднем  $16,3 \text{ г/м}^3$ ), уступающий ему летний (в среднем  $11,9 \text{ г/м}^3$ ), самый низкий осенний (в среднем  $5,8 \text{ г/м}^3$ ). Амплитуда колебания суммарной биомассы за вегетационный сезон -  $1,4-89,4 \text{ г/м}^3$ . Максимальная величина зарегистрирована 5 августа. Ее почти целиком (99,3%) слагали синезеленые. Другие исследователи подобного количества водорослей на этой станции не обнаруживали. Вероятнее всего, нами захвачен момент их ветрового нагона. Это подтверждается несоответствием срока образования столь высокой массы и скорости роста водорослей, 4 августа биомасса синезеленых равнялась  $5,2 \text{ г/м}^3$ , 80% ее приходилось на долю *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, скорость роста которой в исследуемом участке водохранилища не превышала 1,5 удвоений клеток в сутки [3].

За период вегетации самый значительный вклад в биомассу фитопланктона вносили диатомовые (табл. 1). В среднем он составлял 64%, а весной и осенью превышал 95%. В абсолютном выражении биомасса диатомовых весной примерно втрое превосходила осеннюю. Минимальную массу ( $2 \text{ г/м}^3$ ) сообщество диатомовых имело в разгар лета. Все, кроме одного, доминирующие виды (более 10% от общей биомассы) принадлежали к этому отделу. Весной это были *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *S. binderanus* (Kütz.) Krieg, *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag., *Melosira italica* (Ehr.) Kütz., *Asterionella formosa* Hass., летом - *Stephanodiscus hantzschii*, *S. incognitus* Kuzmin et Genkal, *Skeletonema subsalsum* (A. Cl.) Bethge, *Melosira italica*, *M. granulata* (Ehr.) Ralfs, *Cyclotella meneghiniana* Kütz., осенью - *Stephanodiscus binderanus*, *Melosira islandica* O. Müll.



Т а б л и ц а 2

Биомасса разных систематических групп планктонных водорослей, г/м<sup>3</sup>

Период наблюдений	Диатомовые	Синезеленые	Зеленые	Общая биомасса	Литературный источник
У-1Х 1953 г.	0.67	0.11	0.36	1.70	[2]
У-1Х 1955 г.	0.94	0.97	0.23	2.60	[2]
У-Х 1971 г.	3.80	0.30	0.60	4.90	[1]
У-Х 1972 г.	9.30	1.50	0.60	11.70	[1]
У-Х 1974 г.	0.92	0.16	0.39	1.60	[4]
У-Х 1975 г.	5.49	2.07	0.74	8.95	[4]
УII-УIII 1981 г.	-	1.29	-	-	Наши данные
У-Х 1983 г.	6.83	3.14	0.54	10.73	"

На второй существенный компонент планктона – синезеленые – приходилось в среднем 29% всей биомассы. В августе эта величина достигла 87% общей биомассы, весной и осенью – выражалась десятками и сотыми долями грамма на 1 м<sup>3</sup>. Из всех найденных видов лишь *Aphanizomenon flos-aquae* попала в разряд доминирующих. Субдоминантами выступали *Microcystis aeruginosa* и виды рода *Anabaena*.

Разнообразные, преимущественно хлорококковые, зеленые водоросли, хотя и постоянно присутствовали в планктоне, но играли очень скромную роль в определении его биомассы: как правило, около 2% и только в июне-июле 15–20%.

Таким образом, средняя за время наблюдений биомасса фитопланктона была одного порядка с величинами, полученными в предыдущем десятилетии (табл. 2).

### Л и т е р а т у р а

1. Башкатова Е.Л. Фитопланктон прибрежной зоны Рыбинского водохранилища по наблюдениям 1971–1972 гг. // Гидробиологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ. Ярославль, 1976.
2. Гусева К.А. Влияние режима уровня Рыбинского водохранилища на развитие фитопланктона // Тр. биол. станции „Борок“. М., Л., 1958. Вып. 3.
3. Елизарова В.А. Интенсивность роста и продукция массовых планктонных синезеленых водорослей в Рыбинском водохранилище // Биология и экология водных организмов. Л., 1986.
4. Корнев Л.Г. Планктонные альгоценозы побережья Рыбинского водохранилища // Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983.

5. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
6. П р и й м а ч е н к о А.Д. Фитопланктон прибрежной зоны Рыбинского водохранилища // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. М.; Л., 1959. Вып. 1(4).
7. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972.

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

УДК 574.583(28):581

О.А. Л я ш е н к о

## О ФИТОПЛАНКТОНЕ УГЛИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Угличское водохранилище относится к верхневолжской системе водохранилищ, являясь связующим звеном между Ивановским и Рыбинским. Фитопланктон двух последних водоемов находится под регулярным наблюдением ИБВВ АН СССР. Исследования в Угличском водохранилище проводили только в 1954–1956 гг. [1]. С 1985 г. их возобновили для оценки современного состояния водоема. В настоящем сообщении рассматриваются данные только за первый год изучения.

Пробы воды отбирали с мая по октябрь на семи русловых станциях (см. рисунок) батометром Францева–Руттнера интегрально из слоя 0–2 м и от поверхности до дна. Материал собирали и обрабатывали по принятой методике [3]. Средние для водохранилища численность и биомасса фитопланктона за отдельные сроки и за весь период наблюдений приведены как средневзвешенные.

При обработке количественных проб обнаружено 128 видов и разновидностей водорослей: Cyanophyta – 9, Chrysophyta – 6, Bacillariophyta – 47, Pyrrophyta – 3, Chlorophyta – 63. Этот видовой состав сходен с описанным ранее [1].

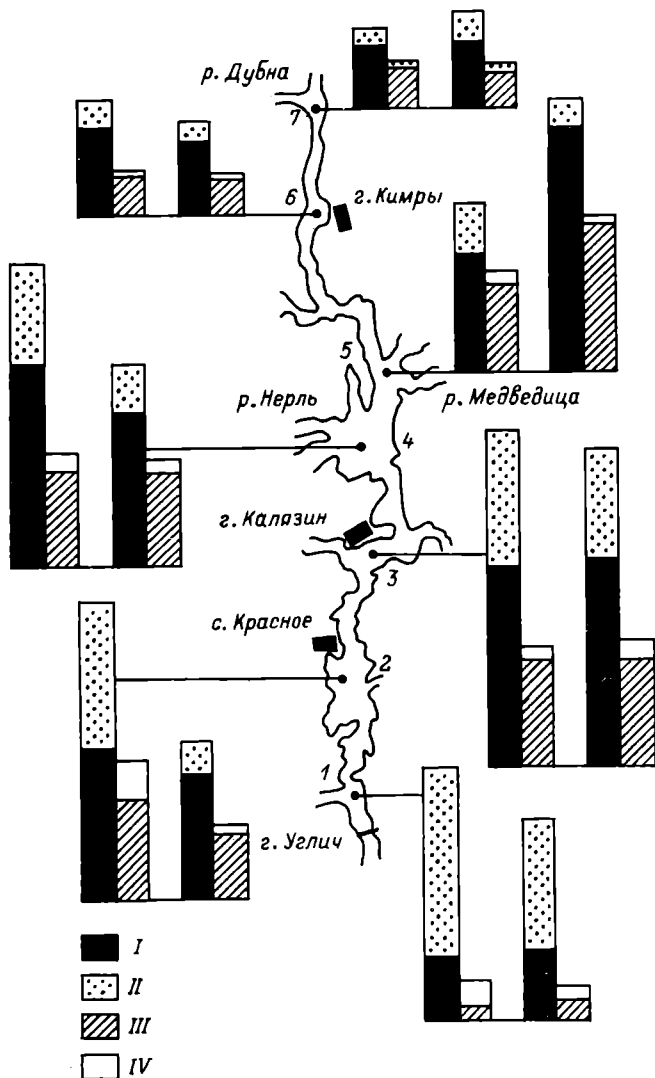
Численность, биомасса и состав фитопланктона менялись в зависимости от сезона (см. таблицу). По данным анализа проб из всего столба воды, весной более 90% всей численности и биомассы составляли диатомовые. По всему водоему комплекс водорослей имел монодоминантный характер за счет обильного развития *Stephanodiscus minutulus* Round. В районе р. Дубны (ст. 7), например, ее численность достигала 3 млн кл./л, а биомасса – 0.8 мг/л. Чаше других ей сопутствовали *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Asterionella formosa* Hass., *Melosira italica* subsp. *subarctica* O. Mull., *Diatoma elongatum* (Lungb.) Ag.

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ  
ВНУТРЕННИХ ВОД ИМ. И.Д. ПАПЕНИНА

АН СССР

БИБЛИОТЕКА

ИЗБ. № 36517-н



Средние за период наблюдений численность (млн кл./л) и биомасса (мг/л) фитопланктона.

I – численность диатомовых, II – численность прочих водорослей, III – биомасса диатомовых, IV – биомасса прочих водорослей; 1–7 – номера станций. Столбцы: слева – горизонт 0–2 м, справа – поверхность–дно.

Сезонная динамика средней численности (тыс. кл./л) и биомассы (мг/л) фитопланктона в Угличском водохранилище в 1985 г.

Период наблюдений	Численность			
	общая	диатомовых	общая	диатомовых
	0-2 м		0 м-дно	
12-13 У	3198	2967	3184	2949
9 VII	532	207	610	262
30 VII-1 VIII	9122	4364	6776	4145
24-26 IX	1695	962	2014	1530
25-26 X	601	510	745	641
12 У-26 X	3311	1884	2675	2001

Т а б л и ц а (продолжение)

Период наблюдений	Биомасса			
	общая	диатомовых	общая	диатомовых
	0-2 м		0 м-дно	
12-13 У	1,33	1,26	1,44	1,39
9 VII	0,48	0,18	0,39	0,20
30 VII-1 VIII	3,41	2,81	3,15	2,81
24-26 IX	0,32	0,28	0,40	0,40
25-26 X	0,24	0,21	0,30	0,29
12 У-26 X	1,25	1,01	1,21	1,07

Июнь – период перестройки фитопланктонного сообщества в водоемах умеренной полосы – характеризовался значительным (почти в 5 раз) уменьшением количества планктонных водорослей. Заметную роль в это время играли криптофитовые. В предплотинном участке (ст. 1) на их долю, главным образом представителей рода *Cryptomonas* Ehr., приходилось 87% всей биомассы, на остальных участках – не менее 30%. Диатомовые встречались значительно реже, чем весной, но на всех станциях, кроме предплотинной, составляли половину общей биомассы. В основном это были *Melosira italica* subsp. *subarctica*, *M. granulata* (Ehr.) Ralfs., *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Asterionella formosa*.

В наиболее богатой мелководьями средней части водохранилища, особенно в районе г. Калязина (ст. 3), вегетировали хлорококковые водоросли – до 15 видов. Чаше других отмечались *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb., *S. armatus* Chod., *Coelastrum pseudomicroporum* Korshnik., *Tetrastum*

staurogeniaforme (Schoed.) Lemm., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn. Однако вклад зеленых в суммарную биомассу фитопланктона не превышал 11%.

Максимум развития фитопланктона наблюдался в конце июля-начале августа. Биомассу вновь слагали в основном диатомеи. Так, в районе р. Медведицы (ст. 5) из 6,6 мг/л им принадлежало 99%. Повсеместно господствовала *Melosira granulata* с сопутствовавшей ей *M. italica* subsp. *subarctica*, что отмечалось и летом 1956 г. [1]. Только в верхнем бьефе Угличской плотины (ст. 1) лидировали синезеленые - *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk., *Anabaena sheremetievi* Elenk., *A. lemmermannii* P. Richt., чему, надо полагать, способствовали небольшие скорости течения.

В конце сентября численность растительного планктона снизилась более чем в 3 раза, а биомасса - в 8 раз. На ст. 1-5 преобладала *Skeletonema salsalum* (A.Ch.) Bethge (43-64% общей биомассы). В верхнем участке (ст. 6, 7) выделялись также *Melosira italica* subsp. *subarctica* и *Stephanodiscus hantzschii*.

В октябре состав планктона почти не изменился, но количественно он стал еще беднее, его биомасса составила лишь 0,1-0,4 мг/л. Величин, подобных отмеченным в 1956 г. (8-34 мг/л) [1], в это время года мы не наблюдали.

Распределение фитопланктона по акватории водохранилища было неравномерным (см. рисунок). Наиболее богатым оказался участок, включающий ст. 2-5 со средней биомассой свыше 1 мг/л. В предплотинном участке этот показатель был наименьшим. Замечено, что только здесь в сложении биомассы первенство принадлежало синезеленым. Видовой состав фитопланктона характеризовался однородностью по всему водоему.

Сравнивая результаты, полученные для поверхностного горизонта и для всего столба воды (см. таблицу), можно отметить, что по общей численности они существенно не различаются. Исключение составляют пробы, взятые во время развития синезеленых, скапливающихся обычно у поверхности. Численность диатомовых в них значительно ниже, чем во всем столбе. Биомасса как диатомовых, так и всех водорослей имела близкие значения в обоих исследованных слоях.

В целом для водоема средняя за период наблюдений биомасса равнялась 1,2 мг/л как в поверхностном слое, так и во всем столбе воды. В 1954-1956 гг. средняя по водоему биомасса в слое 0-2 м составляла 9,6 мг/л [1]. Значительное различие требует дальнейшего изучения годичной динамики фитопланктона. Заметим, что полученная нами величина близка к среднемуголетней (1,79 мг/л) в расположенном ниже Рыбинском водохранилище [4]. В вышерасположенном Иваньковском этот показатель более высокий - 11,9 мг/л [2].

Таким образом, в развитии фитопланктона Угличского водохранилища наблюдалась сезонная сукцессия, обусловленная сменой доми-

нирующих форм. Максимальных значений численность и биомасса планктонных водорослей достигала летом. Характер кривой сезонной динамики определяли диатомовые.

## Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н а Л.Г. Фитопланктон Угличского водохранилища в 1954–1956 гг. // Растительность волжских водохранилищ. М.; Л., 1966.
2. Е л и з а р о в а В.А. Состав и биомасса фитопланктона Ивановского водохранилища // Флора и растительность водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск, 1979.
3. Е л и з а р о в а В.А. Динамика и пространственное распределение фитопланктона в Рыбинском водохранилище // Водные сообщества и биология гидробионтов. Л., 1985.
4. Р о м а н е н к о В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1985.

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

УДК 574.583(28):581

А.Г. О х а п к и н, Г.А. Ю л о в а

### ВЛИЯНИЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ Р. ВОЛГИ У Г. ЧЕБОКСАРЫ НА ФИТОПЛАНКТОН В УСТЬЯХ РЕК КЕРЖЕНЦА И ВЕТЛУГИ

Левобережные притоки Волги Керженец и Ветлуга во многом определяют качество воды образовавшегося Чебоксарского водохранилища, особенно в местах затопленных устьевых участков. Сведения о составе и количественном развитии водорослей планктона приустьевого участка и особенности альгофлоры Керженца как песчаной реки отражены в литературе [2, 6, 7]. Для Ветлуги имеются данные только о видовом составе фитопланктона по течению притока [1] и неполный ряд сведений о его динамике [5, 6, 7].

Цель настоящей работы – попытка проследить за изменениями состава доминантов фитопланктона и соотношения биомассы его основных составляющих в первые годы после зарегулирования Волги у г. Чебоксары. Пробы отбирали в течение ряда лет (1971–1983 гг.) в устьевых участках Керженца и Ветлуги (500 м выше устья) 3–5 раз за вегетационный период во время стандартных рейсов по трассе заполнения Чебоксарского водохранилища и обрабатывали по общепринятой методике [4].

Видовой состав фитопланктона в устье Керженца представлен 103 видами, разнообразиями и формами:

	р.Керженец	р.Ветлуга
Синезеленые	8	4
Золотистые	4	11
Диатомовые	36	53
Желтозеленые	2	5
Пирофитовые	2	3
Эвгленовые	6	12
Зеленые	45	62
Общий состав	103	150

Наибольшее число таксонов установлено у зеленых и диатомовых водорослей, остальные не отличались видовым разнообразием, но в течение вегетационного периода постоянно присутствовали эвгленовые, спорадически – пирофитовые, синезеленые и золотистые. Преобладали типичные планктеры (75%), но встречались обитатели дна (15%) и эпифиты (10%), представленные в основном диатомеями.

Состав фитопланктона Ветлуги в устьевом участке намного богаче, чем в устье Керженца, в основном за счет зеленых, диатомовых, эвгленовых и золотистых. Только в этом притоке обнаружены *Cyclotella kuetzingiana* var. *planetophora* Fri-ske, *Eunotia faba* (Ehr.) Grun., *Trachelomonas bacillifera* var. *minima* Playf. Толща воды насыщена планктонными формами (67%), но встречались бентосные (22%) и эпифитные (11%), в основном из отдела *Bacillariophyta*.

Состав доминантов фитопланктона и средние многолетние величины биомассы водорослей приведены в табл. 1, 2. Аспект растительного планктона обоих притоков в основном диатомовый (различные виды родов *Melosira*, *Stephanodiscus*), в разные сезоны обогащающийся синезелеными, эвгленовыми и пирофитовыми водорослями. До зарегулирования Волги у г. Чебоксары максимальная биомасса фитопланктона для обоих притоков отмечалась в летний сезон в основном за счет вегетации диатомей. Средняя за период исследований биомасса водорослей планктона до заполнения водохранилища была практически одинакова для обоих притоков (табл. 2), но в годы до зарегулирования в Керженце заметнее, чем в Ветлуге, вегетировали синезеленые водоросли, а диатомовые встречались реже. После заполнения водохранилища до 63-метровой отметки разнообразнее стал состав доминирующих и сопутствующих видов фитопланктона, особенно в Ветлуге (см. табл. 1). Средняя за сезон биомасса в Керженце в сравнении с периодом до создания водохранилища возросла почти в 3 раза, в Ветлуге же прирост биомассы растительного планктона не так заметен (табл. 2). После зарегулирования стока Волги повысилась продуктивность диатомовых водорослей, особенно весной (в обоих притоках) и летом (в Керженце). Синезеленые (*Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa*) обильно вегетировали только в устье Керженца в первые годы существования водохранилища. Наиболь-

Т а б л и ц а 1

Состав доминирующих и сопутствующих видов фитопланктона

1971-1980 гг.			1981-1983 гг.		
Весна	Лето	Осень	р. К е р ж е н е ц		Осень
Stephanodiscus sp. sp., S. incognitus Kuzmin et Genkal, S. binderanus (Kütz.) Krieg., Melosira islandica O. Müll., Asterionella formosa Hass., Cyclotella meneghiniana Kütz.	Stephanodiscus sp. sp., Cyclotella meneghiniana, Melosira italica (Ehr.) Kütz., M. granulata (Ehr.) Ralfs, M. distans (Ehr.) Kütz., Sceletonema subsalsum (A. Cl.) Bethge, S. hantzschii Grun., Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs, Microcystis aeruginosa Kütz. emend. Elenk.	Aphanizomenon flos-aquae, Stephanodiscus sp. sp., Melosira distans	Melosira islandica, Stephanodiscus sp. sp., S. incognitus, S. minutulus (Kützing) Cleve et Möller, S. binderanus, Cyclotella meneghiniana (Fricke) Round, M. italica, Asterionella formosa, S. hantzschii	Stephanodiscus minutulus, Cyclotella meneghiniana, Melosira italica, M. granulata, Stephanodiscus sp. sp., Cyclotella meneghiniana, Sceletonema subsalsum, Aphanizomenon flos-aquae	Stephanodiscus hantzschii, Aphanizomenon flos-aquae, S. incognitus, Sceletonema subsalsum



Т а б л и ц а 1 (продолжение)

1971-1980 гг.			1981-1983 гг.		
Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
р. В е т л у г а					
Stephanodiscus sp. sp., Melosira distans, M. islandica, Asterionella formosa, Chlamydomonas sp. sp., Synura sp.	Stephanodiscus sp. sp., Melosira italica, M. granulata, M. distans, Nitzschia acicularis W. Sm., Navicula sp. sp., Anabaena sp. sp., Trachelomonas sp., Gymnodinium sp. sp.	Stephanodiscus sp. sp., Melosira distans, Navicula sp. sp., Dinobryon sociale var. stipitatum (Stein) Lemm.	Stephanodiscus sp. sp., S. hantzschii, S. minutulus, Cyclostephanos dubius, Melosira islandica, M. binderanus, M. italica, M. distans, Synura sp., Gymnodinium sp. sp.	Melosira granulata, M. italica, M. distans, Stephanodiscus minutulus, S. binderanus, S. hantzschii, Cyclostephanos dubius, Scelotonema subsalsum, M. granulata, M. islandica, S. binderanus, S. minutulus, Cyclostephanos dubius	Melosira italica, M. distans, Stephanodiscus hantzschii, Scelotonema subsalsum, M. granulata, M. islandica, S. binderanus, S. minutulus, Cyclostephanos dubius

Т а б л и ц а 2

Средняя за период исследований биомасса фитопланктона, г/м<sup>3</sup>

Водоросли	Весна		Лето	
	1971– 1980 гг.	1981– 1983 гг.	1971– 1980 гг.	1981– 1983 гг.
р. К е р ж е н е ц				
Синезеленые	–	0,03	0,49	1,19
Диаомовые	0,78	5,05	1,16	3,99
Зеленые	0,28	0,09	0,24	0,26
Общий состав	1,20	5,36	2,05	5,49
р. В е т л у г а				
Синезеленые	–	0,04	0,03	0,26
Диаомовые	0,16	2,28	2,13	1,77
Зеленые	0,05	0,08	0,35	0,18
Общий состав	0,31	2,58	2,63	2,39

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Водоросли	Осень		Вегетационный период	
	1971– 1980 гг.	1981– 1983 гг.	1971– 1981 гг.	1981– 1983 гг.
р. К е р ж е н е ц				
Синезеленые	1,13	0,27	0,46	0,75
Диаомовые	0,19	1,97	1,00	4,31
Зеленые	0,04	0,11	0,23	0,19
Общий состав	1,37	2,35	1,84	5,34
р. В е т л у г а				
Синезеленые	–	0,05	0,02	0,14
Диаомовые	0,95	0,86	1,37	1,66
Зеленые	0,07	0,03	0,23	0,11
Общий состав	1,24	0,97	1,74	2,06

шее „цветение” воды в исследованных притоках по классификации, предложенной для водохранилищ волжского каскада [3], даже в периоды максимальной продуктивности фитопланктона оценивалось как „слабое” и „очень слабое”.

Таким образом, зарегулирование Волги у Чебоксар сказалось в первые годы существования водохранилища на повышении общего уровня количественного развития фитопланктона устьевых участков притоков, особенно Керженца. Диаомовые водоросли превалировали

над синезелеными в вегетационный период, но отмечена возрастающая роль синезеленых в летний сезон. С поднятием уровня водохранилища до 68-метровой отметки наполнения процессы формирования лимнофильных комплексов фитопланктона будут продолжаться, и уровень продуктивности планктофитоценозов во многом будет зависеть от деятельности человека и характера внутриводоемных процессов.

### Л и т е р а т у р а

1. Е с ы р е в а В.И., Ю л о в а Г.А. Некоторые данные о водорослях реки Ветлуги по наблюдениям 1966 года // Уч. зап. Горьк. гос. ун-та, 1968. Вып. 90.
2. Е с ы р е в а В.И., Ю л о в а Г.А. Влияние песосплава на развитие водорослей р. Керженец // Уч. зап. Горьк. гос. ун-та, 1972. Вып. 112.
3. К у з ь м и н Г.В. Биомасса и структура планктонных фитоценозов Иваньковского водохранилища // Биология и систематика низших организмов. Л., 1972.
4. М е т о д и к а изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
5. О х а п к и н А.Г. Фитопланктон реки Ветлуги // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1983. № 57.
6. П р и й м а ч е н к о А.Д. Фитопланктон Волги от Ярославля до Волгограда в первые годы после сооружения Горьковской и Куйбышевской плотин // Растительность волжских водохранилищ. М.; Л., 1966.
7. Ш а х м а т о в а Р.А., Т у х с а н о в а Н.Г., П р е с н я к о в В.М., Т а р а с о в а Т.Н., О х а п к и н А.Г., К р а в ч е н к о А.А. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристика реки Волги в районе строительства Чебоксарского водохранилища // Вопросы рыбохозяйственного освоения водохранилищ. Л., 1974.

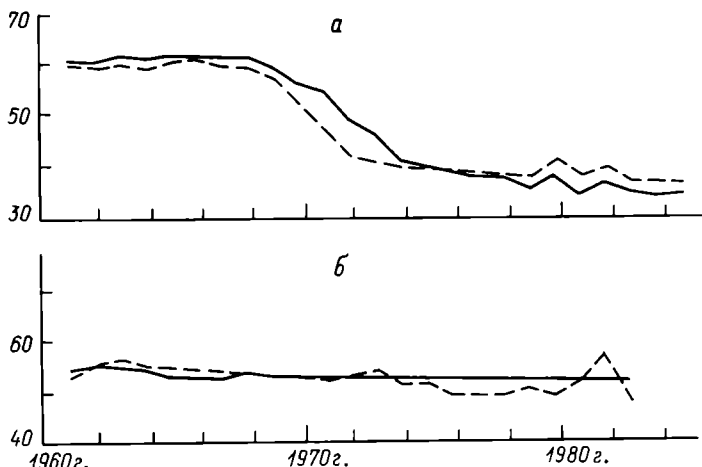
Горьковский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского

УДК 574.583(285.2):581

Ю.С. Д а ц е н к о, В.Е. С ы с о е в

#### ХАРАКТЕРИСТИКА САПРОБНОСТИ УЧИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

При характеристике качества вод поверхностных источников водоснабжения большие возможности предоставляет система биологической оценки степени их загрязнения, имеющая определенные преимущества перед химическим и бактериологическим контролем за счет интегрального отражения экологических условий в водоеме за дли-



Многолетние изменения индекса сапробности Учинского водохранилища весной (а) и летом (б).

тельный период. Наиболее широкое распространение получила оценка по индикаторным организмам с определением зоны сапробности водоема.

Характеристика сапробности Учинского водохранилища – основного источника водоснабжения двух крупных станций Московского водопровода – составлена по данным многолетних наблюдений стандартными методами за фитопланктоном в воде, питающей водохранилище, и в его нижнем бьефе. За весь период существования водоема в нем было обнаружено 290 видов фитопланктона. Первые стадии его формирования описала К.А. Гусева [1]. В последние годы в фитопланктоне водохранилища насчитывают 135 видов, из них преобладают зеленые водоросли, остальные группы представлены примерно равным количеством видов. Сезонные изменения численности фитопланктона имеют четко выраженный максимум в мае за счет цветения воды диатомовыми водорослями, второй, более продолжительный максимум в августе–сентябре – обусловлен развитием синезеленых.

Индексы сапробности вычислялись по формуле Ротшайна [2]:

$$S = \frac{S_1 \cdot \sum P_1 + S_2 \cdot \sum P_2 + S_3 \cdot \sum P_3}{\sum P_1 + \sum P_2 + \sum P_3},$$

где  $P$  – произведение численности планктона, его сапробной валентности и индикаторного „веса“,  $S$  – числовое значение степени сапробности, причем  $\sum P_2$  является наивысшей  $\sum P$ .

Для расчета использовались материалы наблюдений в момент максимальной численности фитопланктона отдельно по трем сезонам: зимой, весной и летом.

Расчеты показывают, что с конца 60-х до середины 70-х годов для весеннего периода характерно снижение индекса сапробности, в

летний период он практически не изменяется (см. рисунок). Отмеченное снижение связано с появлением весной среди доминирующих видов фитопланктона *Stephanodiscus hantzschii*  $\alpha$ -мезосапробного вида.

Численные значения индекса сапробности по Ротшайну (а также принципиально не отличающегося от него индекса сапробности по Пантле-Букку) определяются в основном соотношением  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробных организмов в пробе фитопланктона. Значение доли  $\alpha$ -мезосапробных видов в общем числе отмеченных видов хорошо коррелирует с величиной индекса сапробности. Вычисленные по 27-летнему ряду наблюдений коэффициенты корреляции этих показателей колебались для разных станций и сезонов от -0.82 до -0.99. Таким образом, ориентировочно уровень сапробности водоема можно характеризовать простым подсчетом процентной доли  $\alpha$ -мезосапробных видов фитопланктона.

Исходя из полученных данных, Учинское водохранилище можно отнести к водоемам  $\beta$ -мезосапробной зоны. Снижение индексов сапробности в весенний период, связанное с изменением состава фитопланктонного комплекса в период развития диатомовых водорослей, свидетельствует об усилении евтрофирования водохранилища.

Современные модификации оценки качества воды по различным системам сапробности плодотворно применяют в санитарной биологии. Они перспективны, однако не лишены ряда недостатков, за что их справедливо критикуют. Особенно ставится под сомнение основной критерий оценки - перечень видов-индикаторов степени загрязнения [3]. Значительным аргументом в пользу биологического анализа может быть тесная связь индексов сапробности с химическими показателями загрязнения, в первую очередь с веществами, стимулирующими развитие евтрофикации водоемов. По данным наблюдений на Учинском водохранилище сопоставили многолетние изменения вычисленного индекса сапробности с колебаниями фосфатного фосфора в водохранилище, как одного из наиболее существенных компонентов состава воды, способствующих евтрофикации и ухудшению санитарного состояния водоема. Расчеты показали наличие достоверной связи этих показателей с коэффициентом корреляции 0.69. По-видимому, возрастание фосфорной нагрузки в Учинском водохранилище следует рассматривать как основную причину происходящих в нем многолетних экологических (в том числе альгологических) изменений.

## Л и т е р а т у р а

1. Г у с е в а К.А. Цветение воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним // Тр. ВГБО. 1953. Т. 4.
2. М а к р у ш и н А.В. Биологический анализ качества вод. Л., 1974.
3. С т р о г а н о в Н.С. Научные основы установления ПДК токсических веществ в открытых водоемах (биологический аспект) // Водн. ресурсы. 1974. № 1.

Акуловский гидроузел  
треста Мосводопровод

А.И. К о п ы л о в

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНКТОННЫХ  
МИКРОГЕТЕРОТРОФОВ ТРЕХ ТРОПИЧЕСКИХ РЕК

В настоящей работе представлены данные об обилии бактериопланктона, гетеротрофного нано- и микропланктона рр. Сайгон, Донгнай и Сингапур. По классификации Сибурса [5], нано- и микропланктон имеют размеры соответственно 2–20 и 20–200 мкм. Работа выполнена во время 7-го рейса научно-исследовательского судна „Александр Несмеянов“ (март 1984 г.) и 34-го рейса – „Дмитрий Менделеев“ (апрель 1985 г.). На р. Сайгон исследовали пробы воды, отобранные в районе крупного промышленного центра Южного Вьетнама г. Хошимина. Изучение микрогетеротрофов в р. Донгнай проводили на участке от устья до места впадения в нее р. Сайгон. Исследованные реки, в большей степени Донгнай, многочисленными каналами соединены с рисовыми полями. Через один из крупнейших городов Юго-Восточной Азии г. Сингапур протекает небольшая река с одноименным названием, принимающая большой объем бытовых и промышленных стоков.

Бактериопланктон подсчитывали с помощью эпифлуоресцентной микроскопии [4]. При расчете количества бактерий на детритных частицах использовали коэффициент 2 для учета бактерий на обратной (невидимой) стороне частиц. Авто- и гетеротрофный нанопланктон регистрировали также с применением эпифлуоресцентной микроскопии методом Дэвиса и Сибурса [3]. Концентрацию инфузорий оценивали без предварительной фиксации и концентрирования в камере типа пенапа, имеющей внутренние перегородки [2]. Для определения численности многоклеточного микрозоопланктона (личиночные стадии планктонных и донных беспозвоночных животных, мелкие коловратки) пробы воды сгущали с помощью воронки обратной фильтрации [1]. В качестве сита применяли тонкий планктонный газ с размером ячеек 20 мкм. Сконцентрированную пробу просчитывали в камере типа пенапа. Температура поверхностной воды в реках была 27–29 °С.

Вода в реках Сайгон и Донгнай содержит большое количество детритной взвеси растительного происхождения, поэтому ее прозрачность не превышала 10–15 см. Средняя численность и биомасса бактериопланктона характеризовалась высокими величинами (см. таблицу). Количество бактерий, ассоциированных с частицами детрита, оказалось в воде первой реки равным 23,9% от суммарной численности и 26,6% от суммарной биомассы бактериопланктона, а в воде из второй реки соответственно 85,6 и 87,3%. Таким образом, основная масса бактерий в р. Донгнай находилась в составе детрита. Нитчатые бактерии были немногочисленны:  $0,1\text{--}0,8 \cdot 10^3$  экз./мл и  $2,0\text{--}14,4$  мг/м<sup>3</sup>.

Средняя численность (над чертой,  $10^6$  экз./л) и биомасса (под чертой, мг/м<sup>3</sup>) планктонных организмов в тропических реках

Река	Бактериопланктон	Гетеротрофные наноплагелляты	Наноавтотрофы	Инфузории	Многоклеточный микрозоопланктон
Сайгон	$\frac{22248}{10398}$	$\frac{1.4}{92}$	$\frac{0.4}{33}$	$\frac{1.5 \cdot 10^{-3}}{120}$	$\frac{67 \cdot 10^{-6}}{26}$
Донгнай	$\frac{16796}{8566}$	$\frac{0.9}{58}$	$\frac{0.4}{36}$	$\frac{1.3 \cdot 10^{-3}}{91}$	$\frac{62 \cdot 10^{-6}}{17}$
Сингапур	$\frac{8882}{2810}$	$\frac{6.0}{457}$	$\frac{9.7}{715}$	$\frac{1.0 \cdot 10^{-3}}{50}$	$\frac{39 \cdot 10^{-6}}{19}$

При столь значительных концентрациях бактериопланктона наблюдалась довольно низкая плотность гетеротрофных наноплагеллят (см. таблицу), причем 35.7–55.5% суммарной численности и 36.3–57.6% суммарной биомассы гетеротрофных наноплагеллят было обнаружено в составе детритных частиц. В итоге биомасса бесцветных жгутиконосцев составила лишь 0.7–0.8% от биомассы бактериопланктона (не принимались во внимание бактериальные нити). Отмечена также бедность представителей автотрофного нанопланктона (см. таблицу).

Подсчет детритных частиц размером 2–20 мкм на ядерных фильтрах, окрашенных акридиновым оранжевым, показал, что в воде р. Сайгон находилось в среднем  $519 \cdot 10^3$  частиц в 1 мл, в р. Донгнай –  $863 \cdot 10^3$ . Полученные величины значительно превышают таковые суммарной численности организмов нанопланктона. Таким образом, среди пищевых частиц размером 2–20 мкм детритные частицы с сопутствующими микроорганизмами имеют первостепенное значение как источник пищи для мирного зоопланктона.

Основным компонентом гетеротрофного микропланктона были инфузории (см. таблицу). Их биомасса превалировала над таковой у гетеротрофного нанопланктона в 1.3–1.6 раз. Просмотр пищеварительных вакуолей и экспериментальные исследования питания инфузорий показали, что детритные частицы, заселенные бактериями, – основной источник пищи планктонных цилиат. Столь же интенсивно питались детритом наутилиальные стадии ракообразных, которые составляли основную массу многоклеточного микрозоопланктона. Таким образом, в сети трофических связей планктона рек Сайгон и Донгнай детритные пищевые цепи играют важную роль.

В планктоне р. Сингапур также обнаружены высокие концентрации бактерий (см. таблицу), причем 16.2% общей численности и 15.4% суммарной биомассы бактериопланктона было ассоциировано

с детритом. В толще воды были многочисленны бактериальные нити длиной 40–60 мкм и шириной 0.8–0.9 мкм ( $21.8 \cdot 10^3$  экз./мл, или  $523.2 \text{ мг/м}^3$ ).

Существенными компонентами гетеротрофного нанопланктона были грибы ( $18.8 \cdot 10^3$  экз./мл, или  $118.5 \text{ мг/м}^3$ ) и планктонные амёбы размером 5–8 мкм (90 экз./мл, или  $10.3 \text{ мг/м}^3$ ). Высокий уровень разлития отмечен у бактериоидных флагеллят (см. таблицу), 10% общей численности которых и 4.7% общей биомассы находилось на детритных частицах. В итоге биомасса гетеротрофных нанофлагеллят достигала 19.9% биомассы бактериопланктона. В отличие от вьетнамских рек в планктоне р. Сингапур в значительных концентрациях присутствовали наноавтотрофы с биомассой, в 1.2 раза превышающей таковую наногетеротрофов (см. таблицу).

Плотность детритных частиц размером  $2\text{--}20$  мкм оказалась равной  $19 \cdot 10^3$  частиц в 1 мл, что в 1.8 раза ниже суммарной численности организмов нанопланктона. Величины биомассы инфузорий и многоклеточного микрозоопланктона (см. таблицу) значительно уступали таковой гетеротрофного нанопланктона.

Таким образом, судя по высоким величинам численности и биомассы бактериопланктона и низким показателям прозрачности воды, исследованные реки можно считать евтрофными водоемами. Анализируя уровни количественного развития гетеротрофных эукариотных организмов размером от 2 до 200 мкм, можно заключить, что в исследуемый период главенствующая роль в процессах самоочищения р. Сингапур принадлежит гетеротрофному нанопланктону, а в реках Сайгон и Донгнай – гетеротрофному микропланктону.

#### Л и т е р а т у р а

1. С о р о к и н Ю.И. К методике концентрирования фитопланктона // Гидробиол. журн. 1979. Т. 15, № 2.
2. С о р о к и н Ю.И. Камера для количественного учета простейших и организмов нанопланктона в полевых условиях // Гидробиол. журн. 1980. Т. 16, № 6.
3. D a v i s P.G., S i e b u r t h J. McN. Differentiation of phototrophic and trophic nanoplankton populations in marine waters by epifluorescence microscopy // Ann. Inst. Oceanogr. 1982. Vol. 58(S).
4. H o b b i e J.E., D a l e y R.J., J a s p e r S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // Appl. Environ. Microbiol. 1977. Vol. 33, N 5.
5. S i e b u r t h J.McN., S m e t a c e k V., L e n z J. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plancton and their relationship to plancton size fractions // Limnol. Oceanogr. 1978. Vol. 23, N 6.

Южное отделение Института океанологии  
им. П.П. Ширшова АН СССР



А.Ю. Каратаев

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕВА НА КОМПЛЕКС БЕСПОЗВОНОЧНЫХ  
ЛИТОРАЛИ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ТЭС  
ОЗ. ЛУКОМСКОГО

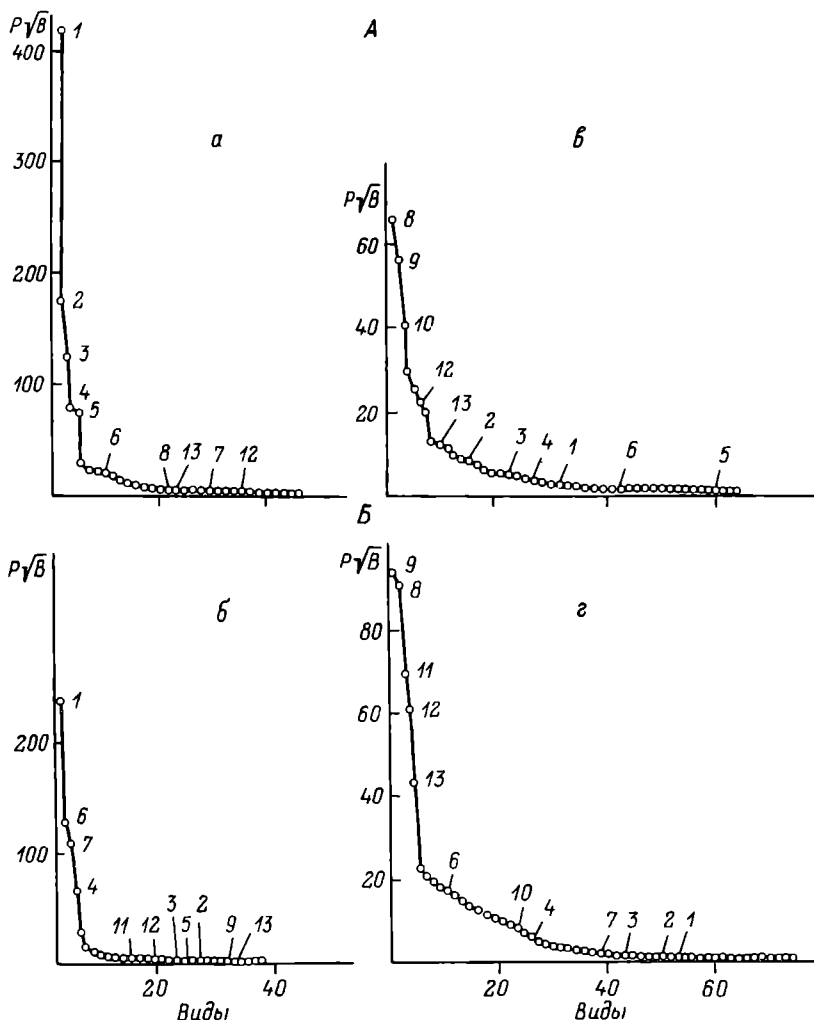
Исследования проведены на водоеме-охладителе крупнейшей на северо-западе европейской части СССР Лукомльской ГРЭС, работающей на жидком топливе. Площадь зеркала озера 36,7 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 11,5 м, средняя – 6,7 м, объем 243 млн м<sup>3</sup>.

Ежемесячно в течение года отбирали пробы макрозообентоса и макрозооперифитона в подогреваемой (среднегодовой подогрев дна на 8,5 °С) и контрольной зонах оз. Лукомского. В подогреваемой зоне водоема-охладителя температура дна зимой не опускалась ниже 8 °С, а летом превышала 30 °С. Пробы бентоса отбирали трубчатым штанговым дночерпателем диаметром 70 см (по 10 выемок грунта на каждой станции), зооперифитон – с искусственных субстратов (силикатный кирпич), устанавливаемых на дно водоема непосредственно в местах сбора зообентоса. Обе станции имели одинаковую глубину, колеблющуюся в течение сезона от 0,5 до 1 м, и песчаный грунт. Пробы промывали через шелковый газ № 21 и фиксировали 10%-ным раствором формалина. Анализировали видовой состав, численность и биомассу беспозвоночных (видовой состав олигохет определен И.В. Каратаевой). Для выявления структуры доминирующего комплекса изученных сообществ рассчитан индекс доминирования  $PVB$ , где  $P$  – встречаемость данного вида в данной температурной зоне за период исследований в процентах,  $V$  – средняя биомасса данного вида за тот же период [3].

В составе макрозообентоса обеих зон оз. Лукомского отмечено 56 видов и форм животных, в том числе в подогреваемой – 39, в контрольной – 47, общих для обеих зон – 30 видов. Коэффициент сходства Серенсена для сообществ зообентоса подогреваемой и контрольной зон водоема-охладителя равен 0,7. В зообентосе обеих зон доминирует *Stictochironomus psammophilus*, субдоминанты в различных зонах существенно различаются (см. рисунок).

Зооперифитон оз. Лукомского представлен 96 видами, из которых в подогреваемой зоне зарегистрировано 76, а в контрольной – только 66, общих – 47 видов, коэффициент сходства 0,66. Доминируют в перифитоне обеих температурных зон *Cricotopus gr. silvestris* и *Erpobdella octoculata*, субдоминанты различны.

На субстратах, установленных на дне озера, развивается типичное перифитонное сообщество макробеспозвоночных, существенно отличающееся от бентосного сообщества. Это подтверждается, в частности, тем, что преобладающий в зообентосе *Stictochironomus psammophilus* в перифитоне контрольной зоны озера занимает 32-е, а в подогреваемой – 54-е место, т.е. встречается случайно, в единичных экземплярах. Доминирующие в зооперифитоне озера



Структура доминирования сообществ зообентоса (а, б) и зооперифитона (в, г) в контрольной (А) и подогреваемой (Б) зонах литорали.

1 - *Stictochironomus psammophilus* Tschern; 2 - *Pisidium* sp.; 3 - *Valvata piscinalis*; 4 - *Tanitarsus* gr. *mancus* v.d. Wulp.; 5 - *Potamothenix hammoniensis* (Mich.); 6 - *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap.; 7 - *Bothrioneurum vej dovskyanum* Stolc.; 8 - *Erpobdella octoculata* (L.); 9 - *Cricotopus* gr. *silvestris* F.; 10 - *Lymnaea lagotis* (Schranck); 11 - *Nais bretscheri* Mich.; 12 - *N. barbata* Müll.; 13 - *Orthotrichia tetensii* Kulbe.

Численность (над чертой, экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (под чертой, г/м<sup>2</sup>) макробеспозвоночных оз. Лукомского

Группы животных	Макрозообентос		Макрозооперифитон	
	I	II	I	II
Олигохеты	$\frac{6313}{3.02}$	$\frac{4276}{1.30}$	$\frac{13962}{1.16}$	$\frac{1498}{0.11}$
Хирономиды	$\frac{5875}{7.50}$	$\frac{16034}{18.44}$	$\frac{4542}{1.28}$	$\frac{4613}{0.67}$
Ручейники	$\frac{2}{0.01}$	$\frac{16}{0.01}$	$\frac{2494}{0.45}$	$\frac{980}{1.10}$
Пиявки	$\frac{2}{0.01}$	$\frac{23}{0.10}$	$\frac{90}{1.68}$	$\frac{128}{1.46}$
Прочие	$\frac{10}{0.06}$	$\frac{366}{5.25}$	$\frac{623}{1.18}$	$\frac{1022}{0.75}$
Всего	$\frac{12202}{10.60}$	$\frac{20715}{25.10}$	$\frac{21711}{5.75}$	$\frac{8259}{4.09}$

Примечание. I – подогреваемая зона, II – контрольная. Величины приведены без учета дрейссены и других крупных моллюсков.

*Cricotopus gr. silvestris* и *Erpobdella octoculata* в зообентосе либо присутствуют в единичных экземплярах, либо вовсе отсутствуют. Коэффициент сходства между сообществами зообентоса и зооперифитона в контрольной зоне 0,53, в подогреваемой – 0,52.

Таким образом, под влиянием достигнутого уровня подогрева видовое разнообразие зообентоса уменьшается, а зооперифитона – увеличивается. Последнее можно объяснить заселением субстратов дрейфующими через систему охлаждения ТЭС беспозвоночными [2].

Подогрев на 8,5 °С приводит к существенному снижению суммарных величин численности и биомассы макрозообентоса (см. таблицу). Особенно сильно под воздействием подогрева снижается количество личинок хирономид. Численность и биомасса олигохет, наоборот, несколько увеличиваются в подогреваемой зоне, что совпадает с данными других авторов [1, 4]. На перифитонное сообщество подогрев действует менее угнетающе, чем на бентосное, а на олигохет и ручейников оказывает даже стимулирующее влияние. Несмотря на повышение температуры воды более чем на 8 °С, численность олигохет увеличивается в 9, а биомасса в 11 раз.

1. Загубиженко Н.Н. Донная фауна водоема-охладителя Криворожской ГРЭС-2 // Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства: Материалы республ. науч. конф. Киев, 1981.
2. Каратаев А.Ю., Тишиков Г.М. Дрифт макробеспозвоночных в системе охлаждения ТЭС // Тез. докл. У съезда ВГБО. Куйбышев, 1986. Т. 2.
3. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состав и распределение донной фауны в водоемах дельты Дона // Тр. Азово-Черномор. науч.-иссл. ин-та мор. рыбн. хоз-ва и океанографии. 1940. Т. 12, № 2.
4. Nichols S.J. Effect of thermal effluents on oligochaetes in Keowee reservoir, South Carolina // Hydrobiologia. 1981. Vol. 79, N 2.

Белорусский государственный  
университет им. В.И. Ленина

УДК 592.16

Б.Ф. Жуков

# ЗООФЛАГЕЛЛАТЫ В ПЛАНКТОНЕ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Первые данные по фауне планктонных зоофлагелл, их численности и биомассе на трассе Чебоксарского водохранилища получены в рейсах 1972 и 1975 гг. [2, 3], еще до постройки плотины и основывались на разовых наблюдениях на 3-4 станциях руслового участка Волги.

В настоящем сообщении приводятся материалы трех рейсов по Чебоксарскому водохранилищу весной, летом и осенью 1986 г. Работы проводили на 15 станциях, расположенных на всех основных участках водохранилища, 11 из них находились на трассе русла Волги. Пробы на данных станциях отбирали на разрезах: левый берег-русло-правый берег. Однако, поскольку резких различий между береговыми и русловыми станциями нами не обнаружено, в работе представлены усредненные цифровые данные для каждого разреза (станции). Четыре станции были расположены на реках Оке, Керженце, Суре и Ветлуге на границе их подпора водохранилищем. Отметим, что во время исследований водохранилище оставалось незаполненным до проектной отметки. Температура воды во время наблюдений колебалась от станции к станции в следующих пределах: весной (14-25 мая) - 10-15,4 °С, летом (2-13 июля) - 16,4-21,4 °С и осенью (14-25 октября) - 2-5 °С. Пробы воды отбирали метровым

Т а б л и ц а 1

Средние показатели численности (над чертой, тыс. экз./л) и биомассы (под чертой, мг/л) основных групп зоофлагеллат

Период наблюдений	Choano- flagellida	Bicosoe- cida	Kineto- plastida	Protomona- dida
Май	$\frac{155}{0,010}$	$\frac{112}{0,008}$	$\frac{17}{0,001}$	$\frac{30}{0,001}$
Июль	$\frac{181}{0,008}$	$\frac{86}{0,005}$	$\frac{46}{0,001}$	$\frac{44}{0,006}$
Октябрь	$\frac{30}{0,002}$	$\frac{54}{0,003}$	$\frac{39}{0,002}$	$\frac{28}{0,001}$

батометром от поверхности до дна. Обработывали интегрированную пробу. Подробнее методика описана в предыдущих работах [1, 4].

В сезон зарегистрировали 31 вид жгутиконосцев, относящихся к 7 отрядам:

#### С п и с о к в и д о в

Класс Zoomastigophorea Calkins

Отряд Choanoflagellida Kent

*Monosiga ovata* Kent, *Codonosiga botrytis* (Ehrnb.) Kent, *Protospongia haeckeli* Kent, *Desmerella moniliformis* Kent, *Salpingoeca amphora* Kent, *Stelexomonas dichotomata* Lackey, *Aulomonas purduyi* Lackey

Отряд Bicosoecida Grassé et Deflandre

*Bicoeca lacustris* Clark, *B. cylindrica* Lackey, *B. planctonica* Kiss.

Отряд Kinetoplastida Honigberg et Balamuth

*Bodo saltans* Ehrnb., *B. rostratus* (Kent) Klebs, *B. angustatus* (Stein) Bütschli, *B. minimus* Klebs, *B. caudatus* (Duj) Stein, *B. repens* Klebs, *B. ovatus* (Duj) Stein, *Bodo* sp., *Pleuromonas jaculans* Perty, *Rhynchomonas nasuta* Klebs, *Amastigomonas caudata* Zhukov, *Pseudobodo tremulans* Griess.

Отряд Cercomonadida Mylnikov

*Cercomonas* sp. (*longicauda*)

Отряд Protomonadida Blochamann

*Monas* sp., *Oicomonas* sp.

Отряд Euglenida Bütschli

*Anisonema ovale* Dujardin, *Petalomonas pusilla* Skuja

Отряд Cryptomonadida Senn

*Cyatomonas truncata* Fromental

Виды неопределенного систематического положения

*Phyllomitus apiculatus* Skuja, *Spiromonas angusta* Alexieff

Т а б л и ц а 2

Средние показатели численности (I, тыс. экз./л) и биомассы (II, мг/л) зоофлагеллат по станциям

Станции	Весна		Лето		Осень	
	I	II	I	II	I	II
Г. Балахна	190	0,007	80	0,005	80	0,002
Р. Ока	250	0,005	320	0,019	160	0,008
Ниже г. Горького	45	0,003	1210	0,073	160	0,006
Пос. Кстово	267	0,015	435	0,021	50	0,002
Р. Керженец	27	0,001	480	0,029	80	0,004
Пос. Макарьево	105	0,004	916	0,046	197	0,016
Пос. Бармино	64	0,003	559	0,061	480	0,027
Пос. Фокино	147	0,009	440	0,017	187	0,011
Р. Сура	200	0,013	70	0,002	80	0,005
Ниже г. Васильев- сурска	587	0,044	690	0,025	110	0,006
Р. Ветлуга	280	0,018	15	0,001	120	0,008
Г. Козьмодемья- нск	770	0,049	102	0,008	210	0,010
Пос. Сундырь	120	0,010	0	0	40	0,002
Выше г. Чебоксары	880	0,053	0	0	303	0,024
Ниже г. Чебоксары	800	0,053	0	0	0	0

Основная же их масса относится к 4 отрядам: Choanoflagellida, Bicosoecida, Kinetoplastida и Protomonadida. Будущее место по численности и биомассе занимают воротничковые жгутиконосцы и бикозооциды:

Отряд	Весна	Лето	Осень
Choanoflagellida	7	7	4
Bicosoecida	2	2	1
Kinetoplastida	3	10	6
Protomonadida	3	3	3
Прочие	3	4	1
Всего	18	26	15

Основными видами во время исследований оставались: *Salpingoeca amphora*, *Codonosiga botrytis* и *Bicosoeca lacustris*, связанные преимущественно с планктонными диатомовыми водорослями. Наибольшее видовое разнообразие зоофлагеллат отмечено летом. Бикозооциды, несмотря на небольшое видовое разнообразие, занимают одно из ведущих мест как по численности, так и по биомассе.

Весной наибольшая численность и биомасса зоофлагеллат наблюдаются в нижней части волохранилища (от устья р. Суры до плотины) с максимальными значениями 880 тыс. экз./л и 0,053 мг/л (табл. 2). Летом основная их масса находится в верхней (от плоти-

ны Горьковского водохранилища до устья р. Оки) и средней (от устья р. Оки до устья р. Суры) частях водохранилища, в то время как в приплотинном плесе жгутиконосцы практически отсутствуют. В это время отмечен и абсолютный максимум их численности и биомассы (соответственно 1210 тыс. экз./л и 0.073 мг/л). Осенью наблюдается общее снижение численности зоофлагеллат, уменьшение видового разнообразия и более равномерное распределение в водохранилище.

В весенний и летний периоды главными формами являются представители воротничковых и бикозоецид. Весной их максимальное развитие отмечается в приплотинном плесе. Летом воротничковые жгутиконосцы широко представлены на всех станциях водохранилища, за исключением рек Оки, Керженца, Ветлуги и Суры, отличающихся по своим гидрохимическим показателям.

Численность кинетопластид и протомонадид в течение всего сезона оставалась более низкой, чем воротничковых и бикозоецид, но их значение возрастало в летний и осенний периоды. Наименьшее развитие этих жгутиконосцев отмечено в приплотинном плесе, что характерно для всех сезонов. Следует обратить внимание на увеличение численности кинетопластид и протомонадид в летнее и осеннее время в верхней и средней частях водохранилища. Являясь показателями  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных зон, большинство из них указывают на увеличение поступления органических веществ в верхней и средней частях водохранилища.

Сравнивая данные численности и биомассы зоофлагеллат, полученные нами в 1972 и 1975 гг., с настоящими, можно отметить, что они остаются сопоставимыми и близкими по значению.

## Л и т е р а т у р а

1. Жуков Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне Рыбинского водохранилища // Гидробиол. журн. 1973. Т. 9, № 6.
2. Жуков Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне волжских водохранилищ // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1974, № 23.
3. Жуков Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне Камы и ее водохранилищ // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1977, № 36.
4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.

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

К.В. Тыллик, Г.Х. Щербина

РОЛЬ ХИРОНОМИД В ПИТАНИИ РЫБ  
ОЗ. КАМЫШОВОГО

Личинки и куколки хирономид занимают важное место в питании рыб, особенно в малых озерах [1, 5, 6]. Создавая в ряде водоемов значительную продукцию, они обеспечивают формирование существенной доли продукции популяций рыб-бентофагов. Изучение использования рыбами естественной кормовой базы особенно актуально в связи с развитием озерного рыбоводства и мероприятиями по реконструкции ихтиофауны.

Оз. Камышовое – евтрофный водоем, входящий в Виштынецкую группу озер, расположенных в Калининградской области. Площадь озера 0,29 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 4,2 м, средняя – 2 м. Около 12% его площади приходится на полосу водной растительности [2], остальные 88% занимают серые илы большой мощности. Озеро проточное, в него впадают две небольшие речки, вытекает одна. Величина растворенного в воде кислорода не падает ниже 7–8 мг/л. До 1975 г. на берегу озера находилась утиная ферма. После ее ликвидации содержание биогенных элементов с 1977 по 1979 г. уменьшилось почти в 3 раза. В озере обитает 7 видов рыб. Организованный рыбный промысел отсутствует.

Материалом для настоящего сообщения послужили сборы зообентоса 1977–1979 гг. Пробы отбирали дночерпателем Боруцкого (1/40 м<sup>2</sup>) и промывали через сито из газа № 22–25. Организмы выбирали живыми, фиксировали в 8%-ном формалине и обрабатывали согласно существующей методике [3]. Всего собрано и обработано 198 количественных и 27 качественных проб зообентоса. Для идентификации личинок и куколок хирономид воспитывали преимагинальные стадии до имаго. Материал по питанию рыб собирали в те же сроки, что и зообентос. Рыбу отлавливали активными орудиями лова. Камеральную обработку собранного материала проводили по общепринятой методике [4]. Проанализировали содержимое пищеварительных трактов 2082 экз. рыб.

В оз. Камышовом обнаружен 41 вид хирономид, из них 29 отмечены в рационе рыб (табл. 1).

Большинство вышеперечисленных видов обнаружено в прибрежной зоне оз. Камышового, где доминируют представители родов *Dicrotendipes*, *Glyptotendipes*, *Psilotanypus*, *Endochironomus* и др. В профундали озера отмечено несколько видов хирономид, из которых чаще других встречались *Chironomus plumosus* и *Tanypus punctipennis* (частота встречаемости соответственно 100 и 97%).

Сезонную динамику хирономид открытой части оз. Камышового во многом определяет *Chironomus plumosus*, на долю которого приходится около 97% биомассы и 65% численности всех хирономид.



Т а б л и ц а 1

Видовой состав хирономид, обнаруженных  
в рационе рыб-бентофагов

Вид	Обнаружено в рационе		
	плотвы	окуня	линя
<i>Procladius choreus</i> (Mg.)	+	+	+
<i>Psilotanypus rufovittatus</i> (v.d.W.)	+	+	+
<i>Tanypus punctipennis</i> (Mg.)	+	+	+
<i>Tanypus</i> sp.	-	+	+
<i>Cricotopus silvestris</i> (Fabr.)	-	+	+
<i>Chironomus dorsalis</i> (Mg.)	+	-	-
<i>Ch. plumosus</i> L.	+	+	+
<i>Cryptochironomus</i> ex. gr. <i>defectus</i> K.	-	+	+
<i>Cryptocladopelma viridula</i> (Fabr.)	-	+	+
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (Zett.)	-	+	-
<i>Dicrotendipes</i> ex. gr. <i>nervosus</i> (Staeg.)	+	+	+
<i>D.</i> ex. gr. <i>tritonus</i> K.	-	+	-
<i>Einfeldia carbonaria</i> Mg.	+	+	+
<i>E. pagana</i> (Mg.)	+	+	+
<i>Endochironomus albipennis</i> (Mg.)	+	+	+
<i>Glyptotendipes glaucus</i> (Mg.)	+	+	+
<i>Leptochironomus tener</i> K.	-	+	+
<i>Microtendipes pedellus</i> (de Geer.)	-	+	+
<i>Parachironomus vitiosus</i> G.	-	+	+
<i>Pentapedilum exectum</i> K.	-	+	-
<i>P. sordens</i> (v.d.W.)	-	+	+
<i>Polypedilum convictum</i> (Walk.)	+	+	+
<i>P. nubeculosum</i> (Mg.)	-	+	-
<i>Sergentia longiventris</i> K.	-	+	-
<i>Stenochironomus fascipennis</i> (Zett.)	-	-	+
<i>Cladotanytarsus</i> ex. gr. <i>mancus</i> (Walk.)	-	+	+
<i>Micropsectra</i> ex. gr. <i>praecox</i> Mg.	-	+	+
<i>Paratanytarssus hadlirschi</i> G.	-	+	+
<i>Tanytarsus</i> ex. gr. <i>gregarius</i> (K.)	-	+	+

П р и м е ч а н и е. „+“ - виды, входящие в рацион рыб;  
“-“ - отсутствующие.

Т а б л и ц а 2

Роль хирономид в питании различных возрастных групп  
плотвы и окуня, %

Стадии хирономид	Возраст рыб						
	0 <sup>+</sup> -1	+2	+3	+4	+5	+6	+7-10
Личинки	$\frac{12,1}{49,6}$	$\frac{28,4}{50,4}$	$\frac{32,2}{38,1}$	$\frac{41,1}{39,3}$	$\frac{29,2}{35,0}$	$\frac{24,8}{9,3}$	$\frac{8,3}{-}$
Куколки	$\frac{2,9}{7,4}$	$\frac{11,6}{10,6}$	$\frac{29,0}{12,5}$	$\frac{11,7}{4,3}$	$\frac{12,5}{7,7}$	$\frac{23,0}{7,0}$	$\frac{-}{-}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой – доля хирономид в питании плотвы (% от массы пищевого комка), под чертой – то же окуня.

В целом за вегетационный период (с мая по сентябрь) сезонные колебания численности и биомассы хирономид незначительны, что связано с особенностями биологии доминирующего вида. Лёт имаго *Ch. plumosus* начинается в конце апреля и продолжается до середины октября. На протяжении всего вегетационного периода в открытой части озера доминируют личинки 1У возраста и куколки, которые даже при небольшой численности обеспечивают высокую биомассу. В свою очередь растянутые сроки вылета приводят к незначительному колебанию численности хирономид в водоеме.

Наибольшие значения средней за вегетационный сезон численности (1,4 тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомассы (43,4 г/м<sup>2</sup>) отмечены в 1977 г., в 1978 г. эти показатели уменьшились до 0,8 и 22, а в 1979 г. – до 0,6 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 11,8 г/м<sup>2</sup> соответственно. Таким образом, ежегодно биомасса уменьшалась почти в 2 раза, численность – в 1,5–1,7 раза.

Максимальная величина продукции хирономид (264,2 г/м<sup>2</sup> сырой массы) отмечена в 1977 г., в 1978 г. она снизилась до 138,1, а в 1979 г. – до 73,0 г/м<sup>2</sup> [7]. Основная причина ежегодного снижения биомассы и продукции хирономид почти в 2 раза – ликвидация утиной фермы.

В пищевом рационе плотвы обнаружено 69 видов и форм кормовых беспозвоночных, из которых 27 составили хирономиды (табл.1). Наибольшее значение из них имели *Chironomus plumosus*, *Tanytus punctipennis*, *Dicrotendipes ex. gr. tritonus*, *Glyptotendipes glaucus*. Кроме хирономид встречались ветвистоусые рачки, олигохеты, личинки ручейников, поденок и др. Существенная роль принадлежала куколкам хирономид, что объясняется наличием в озере полициклических видов с растянутым сроком вылета. У сеголеток плотвы в начале лета мелкие личинки хирономид преобладали по массе над планктонными рачками, но начиная с середины лета их количество снизилось до 10–20%, что связано, по-видимому, с довольно высокой биомассой зоопланк-

тона ( $2.3 \text{ г/м}^3$ ), а также снижением доступности личинок доминирующего вида хирономид (*Chironomus plumosus*) в связи с их ростом. Годовики интенсивно питались хирономидами, составляющими в среднем около 40% массы пищевого комка. Дальнейшие возрастные изменения проявлялись в повышении роли хирономид и с достижением максимума (53–61% по массе) у рыб в возрасте 3–4 лет при частоте встречаемости 100% (табл. 2). У особей старшего возраста (7 лет и более) значение хирономид резко снижалось. Максимальное значение куколки хирономид в питании плотвы имели в мае, в период массового вылета (60–63% пищевого комка). В последующие месяцы в питании преобладали личинки хирономид. К осени роль хирономид постепенно уменьшалась, и в ноябре при общем индексе наполнения кишечника  $122^{\circ}/\text{ooo}$  на долю животной пищи приходилось всего 5%. Хирономиды в этот период встречались единично.

В составе пищи окуня зарегистрировано 63 вида беспозвоночных, из них 21 составили хирономиды. Наиболее широк спектр питания у сеголетков, у которых по массе донные беспозвоночные составляли около 61% при индексе наполнения  $277^{\circ}/\text{ooo}$ . В начале лета сеголетки питались в прибрежной зоне, о чем свидетельствует преобладание фитофильных форм хирономид, в августе роль хирономид повысилась до 70% по массе, 47% ее приходилось на *Chironomus plumosus* и 15% – *Clyptotendipes glaucus*. У годовиков хирономиды доминировали на протяжении всего периода нагула. С увеличением возраста роль хирономид постепенно снижалась (табл. 2) и, начиная с 4–5-летнего возраста, окунь питался преимущественно рыбной пищей.

В пищевом рационе линя обнаружено 17 компонентов, из них 10 – хирономиды (см. табл. 1). Их личинки и куколки доминировали по массе, составляя в среднем 85% при частоте встречаемости 100%. Из них 95–97% по массе приходилось на долю личинок и куколок *Chironomus plumosus*.

В питании уклей ведущее место занимали имаго хирономид и других насекомых, куколки и личинки хирономид встречались единично. То же наблюдалось и в других водоемах [1, 6].

Таким образом, рыбы в оз. Камышовом интенсивно питались хирономидами в преимагинальных стадиях. В общем рационе плотвы их доля составила 37%. Максимум потребления хирономид (40–63%) приходился на рыб 5-летнего возраста (табл. 2). Всеми рыбами озера съедено в 1978 г. 21 т хирономид (52,5% от их продукции), из которых 75% – плотвой. Продукция зоопланктона использовалась на 42%, олигохет – на 2% и личинок других насекомых – на 32%.

## Л и т е р а т у р а

1. Б у б и н а с А.Д., К у б л и ц к а с А.С. Суточные изменения в питании молоди плотвы, уклей и окуня в водохранилищах Каунасской ГЭС в 1974 г. // Тр. АН ЛитССР, 1981. № 2/74.
2. Г е р а с и м о в Ю.В., М о р д у х а й-Б о л т о в с-к а я Э.Д. Применение подводной техники при исследовании

фитали озер Нестеровского района Калининградской области // Биология и физиология рыб и водных беспозвоночных. Калининград, 1979.

3. М е т о д и к а изучения биогеоценозов внутренних водоемов. Л., 1975.
4. М е т о д и ч е с к о е пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974.
5. П о п о в а О.А. Питание и пищевые взаимоотношения судака, окуня и ерша в водоемах разных широт // Изменчивость рыб пресноводных экосистем. М., 1979.
6. Т и х о м и р о в а А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб в озере Кривом // Изв. Гос. НИИ озер и реч. рыб. хоз-ва. 1975. Т. 99.
7. Щ е р б и н а Г.Х. Хируномиды озер Прибалтики, их продукция и роль в питании рыб-бентофагов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1985.

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

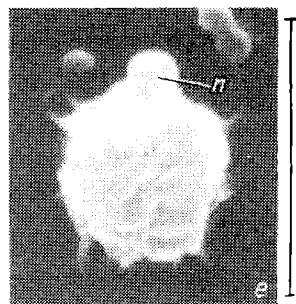
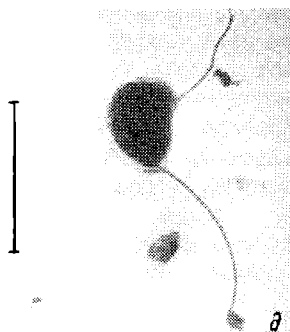
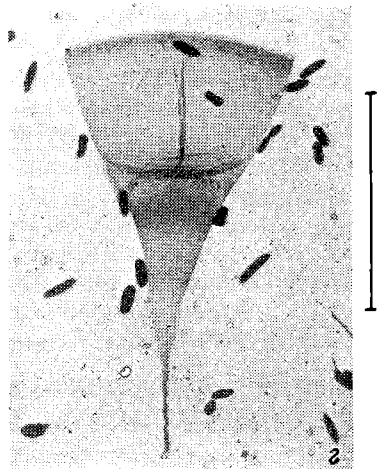
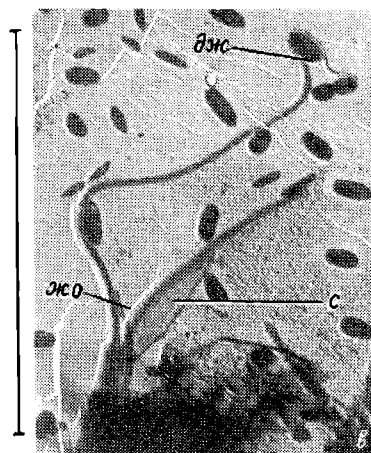
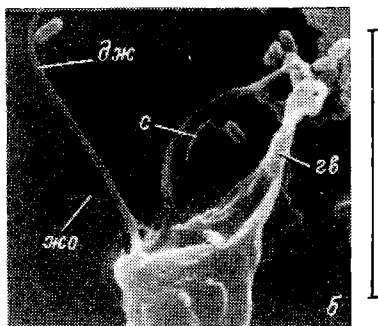
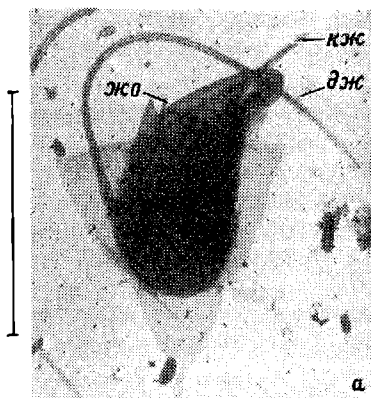
УДК 593.16-181

А.П. М ы л ь н и к о в

#### МОРФОЛОГИЯ БЕСЦВЕТНОГО ЖГУТИКОНОСЦА *HISTIONA AROIDES*

Ранее [1] рассмотрены морфология и жизненный цикл бесцветного жгутиконосца *Histiona aroides* с использованием светового микроскопа. Этот организм отнесен нами к хризифитовым водорослям (*Chrysophyta*). Представило интерес изучить *H. aroides* в трансмиссионном (ТЭМ) и сканирующем (СЭМ) электронных микроскопах. Жгутиконосцев культивировали в среде Пратта с добавлением бактерий *Aerobacter aerogenes*. Объект фиксировали в парах осмия или реактивом Шаудина. Затем высушивали при комнатной температуре на воздухе или методом критической точки с использованием углекислоты. Препараты напыляли вольфрамом или золотом. Полученные разными способами результаты дополняли друг друга.

Как видно, при высушивании клетки частично деформируются. Однако при этом удастся детально рассмотреть их жгутиковый аппарат и покровы. Длинный жгутик дистально утончается, образуя так называемый бичевидный кончик (акронему) (см. рисунок, а). Короткий жгутик без акронемы, в середине него — тонкая складка (см. рисунок, б, в) шириной до 0,7 мкм. По краю складки заметны небольшие утолщения, находящиеся на расстоянии 0,15 мкм друг от друга. Складка повернута к губовидному выросту тела. Последний



у фиксированных клеток малозаметен. Край выроста утолщен. Мاستигонем на жгутиках не обнаружено. Между жгутиками расположен жгутовидный отросток длиной 4–5 мкм и несущий не всегда заметную акронему. На поверхности тела клетки чешуек не отмечено. Особь лежит в домике на аморфной пластинке (см. рисунок, г). Стенка домика аморфная, гладкая, без фибриллярных утолщений. Нижняя часть домика (ножка) спирально закручена. Эта закрученность образуется в момент прикрепления плавающей клетки ко дну чашки Петри.

Плавающие, без домика, особи не имеют жгутиковидного отростка, складки короткого жгутика и губовидного выроста тела (см. рисунок, д). Короткий жгутик направлен вперед. Шаровидная, с небольшой пробочкой (см. рисунок, е) циста *Histiona aroides* образуется в домике.

Таким образом, выявленное внешнее строение *H. aroides* совпадает с описанным в работе [5]. Рассматриваемый жгутиконосец формой клетки, домика и цисты похож на хризифитовые водоросли рода *Dynobryon* [6]. Однако отсутствие мاستигонем на жгутиках, фибрилл в стенке домика и в свою очередь наличие жгутиковидного отростка, характерного для гаптофитовых водорослей [2] и некоторых видов рода *Bicosoeca* [3], делают проблематичным отнесение данного организма к *Chrysophyta*. По нашему мнению, более правильным будет помещение его среди представителей отряда *Bicosoecida*, на что указывал еще Пашер [4]. Их объединяют наличие губовидного выроста тела, служащего для поглощения пищи, облигатная гетеротрофность, наличие жгутовидного отростка, форма домика, а также сходство начальных стадий прикрепления особи к субстрату [1].

## Л и т е р а т у р а

1. М ы л ь н и к о в А.П. Морфология и жизненный цикл *Histiona aroides* Pascher (*Chrysophyta*) // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1984. № 62.
2. M a n t o n J. Further observations on the fine structure of the haptonema in *Prymnesium parvum* // Arch. Mikrobiol. 1964. Vol. 49.
3. M i g n o t J.P. Etude ultrastructurale des *Bicosoeca* flagelles // Protistologica. 1974. Vol. 10.

---

Морфология бесцветного жгутиконосца *Histiona aroides*.

а, б – особи, сидящие в домике; в – верхний конец тела клетки; г – строение домика; д – плавающая особь; е – циста; гв – губовидный вырост тела; дж – двигательный жгутик; жо – жгутовидный отросток; жк – короткий жгутик; с – складка короткого жгутика; п – пробочка (а, в–д – ТЭМ, б, е – СЭМ). Масштаб 10 мкм.

4. P a s c h e r A. Eine neue Art der farblosen Flagellatengattung Histiona aus den Uralpen // Arch. Protistenk. 1943. Bd 96.
5. P e t e r s e n J.B., H a n s e n J.B. On some neuston organisms // Bot. Tidsk. 1961. Bd 57.
6. W y j e k D.E. Ultrastructure of flagellated chrysophytes. 1. Dinobryon // Cytologia. 1969. Vol. 34.

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

УДК 574.5(285):591

Н.Р. А р х и п о в а

# ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ДИАМЕТРОМ И ДЛИНОЙ ТЕЛА У СХОДНЫХ ВИДОВ ТУБИФИЦИД

Размерную структуру популяций олигохет определяют, как правило, по длине или диаметру червей. Последний метод предложен Лэдли [3] и очень удобен в применении; он в незначительной степени зависит от травматизма особей и требует гораздо меньше времени для измерения. Задача наших исследований заключалась в изучении соотношения между диаметром ( $D$ ) VIII сегмента и длиной ( $L$ ) тела червей тубифицидного сообщества, состоящего из четырех трудноразличимых в неполовозрелом состоянии видов *Potamothrix hammoniensis* (Mich.), *P. bedoti* (Pig.), *Pyodrilus templetoni* (South.) и *Tubifex tubifex* (Müll.). Получены зависимости между изучаемыми признаками для особей, находящихся на разных стадиях зрелости. Установлена степень близости между уравнениями регрессии.

Размерный анализ проведен на полевом материале, собранном в январе-ноябре 1974-1977 гг. на русловом биотопе серых илов в Волжском плёсе Рыбинского водохранилища и фиксированном 8%-ным формалином. Диаметр и длину червей измеряли под биноклем МБС-2. В исследования включены некоторые половозрелые черви большого диаметра с регенерированным хвостовым отделом тела с допущением, что в процессе регенерации они достигли дефинитивной для данного возраста длины.

Выравнивание эмпирических рядов регрессии выполнено способом наименьших квадратов. Оценка ошибок функций по распределению Стьюдента ( $t$ ) дана при  $p = 0,05$ . Соотношение между размерными признаками с достаточной для настоящих исследований точностью описывалось линейной функцией  $L = a + bD$ . Показатели связи между признаками представлены в табл. 1, в которой порядковые номера обозначают номера соответствующих уравнений.

Коэффициенты регрессии и абсолютные значения величин свободных членов в уравнениях (1)-(3) увеличиваются по мере полового созревания червей. При оценке степени близости уравнений регрессии по остаточным дисперсиям, угловым коэффициентам и

Т а б л и ц а 1

Параметры уравнений зависимости длины тела (L) от его диаметра (D) у тубифидов на разных стадиях зрелости

№	Особи	n	lim D, мм	lim L, мм	a	b	S <sub>a</sub>	S <sub>b</sub>	S <sub>y.x</sub>	r
1	Неполовозрелые	251	0.125-0.650	2.5-23.3	-0.343	26.777	0.436	1.416	1.810	0.77
2	С развительной по- ловой системой	12	0.275-0.563	5.0-17.5	-0.490	27.350	3.068	7.361	2.360	0.76
3	Половозрелые с поясками и яйцами	33	0.275-0.700	5.5-31.6	-5.336	42.870	2.871	6.423	3.774	0.77
4	Всего	296	0.125-0.700	2.5-31.6	-1.683	31.728	0.445	1.343	2.223	0.81

П р и м е ч а н и е. n - объем выборки; lim D, lim L - пределы изменения соответственно диаметра и длины тела особей; a, b - показатели связи в уравнениях; S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub> - стандартные отклонения показателей связи; S<sub>y.x</sub> - стандартная ошибка оценивания [2]; r - коэффициент корреляции между ~~lim x~~ и ~~lim y~~.



Т а б л и ц а 2

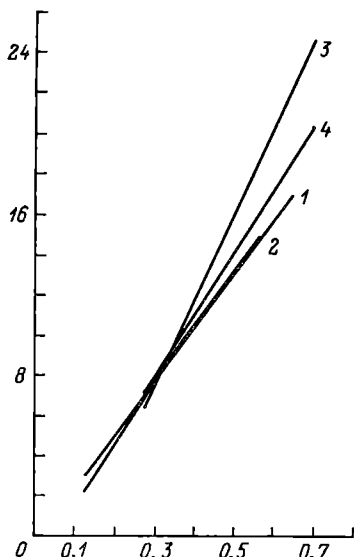
Степень близости уравнений регрессии

$$L = \alpha + \beta D$$

№ уравнений	2	3	4
1	0.588	0.230	0.663
	0.097	4.057	2.449
	0.143	3.674	0.937
2		0.391	1.127
		1.239	0.607
		1.280	0.832
3			2.882
			2.573
			2.259

П р и м е ч а н и е. В каждой графе верхняя строка – критерий Фишера для остаточных дисперсий, средняя – критерий Стьюдента для коэффициентов регрессии, нижняя – критерий Стьюдента для величин свободных членов.

свободным членам, согласно [1], оказалось, что в изученных размерных интервалах существуют специфические соотношения между диаметром и длиной червей на разных стадиях зрелости ((1) и (3),  $p < 0.001$ ), которые не могут быть достаточно точно ( $p < 0.05$ ) аппроксимированы общим уравнением регрессии (4) (табл. 1, 2). Отсутствие достоверного отличия уравнения (2) от (1), (3) и (4) и высокие ошибки показателей связи в (2), видимо, обуслов-



лены недостаточным для рассматриваемой группы особей числом наблюдений при большом рассеянии признаков. В уравнениях (1), (3) и (4) относительные ошибки показателей связи  $tS_{\alpha}$  и  $tS_{\beta}$  ( $p = 0.05$ ) соответственно составляли 52.88–254.22% и 8.46–29.96%. В уравнении (2) они равны 1377.46 и 59.20%.

Судя по расположению линий регрессии (1) и (3) (см. рисунок), в

Зависимость длины тела от его диаметра у тубифицид на разных стадиях зрелости.

Номера прямых соответствуют номерам уравнений в табл. 1. По оси ординат – длина, мм; по оси абсцисс – диаметр, мм.

процессе генеративного роста соматический рост животных не прекращается. Пересечение прямых при диаметре тела около 0,3 мм свидетельствует прежде всего о возможном существовании видоспецифичных соотношений между изучаемыми признаками и разнообразии индивидуальных связей между диаметром и длиной червей в популяции одного и того же вида. Заметное увеличение длины тела у половозрелых особей с поясками и яйцами в яйцевых мешках по сравнению с неполовозрелыми отмечено для червей диаметром более 0,4 мм, принадлежащих главным образом к *Potamothrix hammoniensis*. Наиболее близки средние значения  $L$  для исследуемых групп тубифицидного сообщества при  $0,275 \text{ мм} < D < 0,350 \text{ мм}$ . Половозрелые черви этого размерного класса относятся преимущественно к *Ilyodrilus templetoni*. Диаметр VIII сегмента у половозрелых особей с поясками был равен у *Potamothrix hammoniensis* 0,400-0,700 мм, у *Tubifex tubifex* 0,325-0,500 мм, у *Ilyodrilus templetoni* 0,275-0,450 мм. Половозрелые черви *Potamothrix bedoti* диаметром 0,200-0,250 мм не исследованы, так как в пробах присутствовали фрагменты переднего отдела тела.

Доверительные интервалы  $\Delta = t S_{y.x}$  уравнений (1)-(4) значительно перекрываются. Ошибки функций и ошибки показателей связи в уравнениях, несмотря на достаточный объем выборок в широких размерных интервалах, могут зависеть от неравномерного сокращения тела червей при фиксации, а также от сезонных, индивидуальных и видовых особенностей в соотношении признаков.

## Л и т е р а т у р а

1. З а й ц е в Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984.
2. З а к с Л. Статистическое оценивание. М., 1976.
3. L a d l e M. The biology of Oligochaeta from Dorset chalk streams // Freshwater Biol. 1971. Vol. 1.

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

В.С. Сарви́ро, В.Б. Ве́рбицкий

ПИЩЕВАЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПЛАНКТОННЫХ  
ФИЛЬТРАТОРОВ В ПРОТОЧНОМ ГРАДИЕНТЕ КОРМОВ.  
II. ПИЩЕВАЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ BOSMINA  
LONGIROSTRIS O.F. MÜLLER

Широко распространенный планктонный фильтратор *Bosmina longirostris* – перспективный вид стартового живого корма личинок рыб. Однако для введения его в массовую культуру предстояло отыскать корм, полностью удовлетворяющий пищевые потребности рачка и в то же время пригодный для широкого использования в производственных циклах рыборазводных заводов.

Мы изучили пищевое избирание босмин в градиентах концентраций одного вида корма (хлорелла, карповый сеголеточный комбикорм, гидролизатные дрожжи) и в комбинированных градиентах кормов (хлорелла + комбикорм + дрожжи, сухая хлорелла + живая хлорелла + хлорельный шрот). Методика работы описана в [5].

Анализ распределения босмин в опыте с живой хлореллой показал, что в 75% случаев рачки избирали участки камеры с концентрацией 0–5 мг/л (см. рисунок, а) и уходили из зон с содержанием хлореллы от 50 до 5000 мг/л.

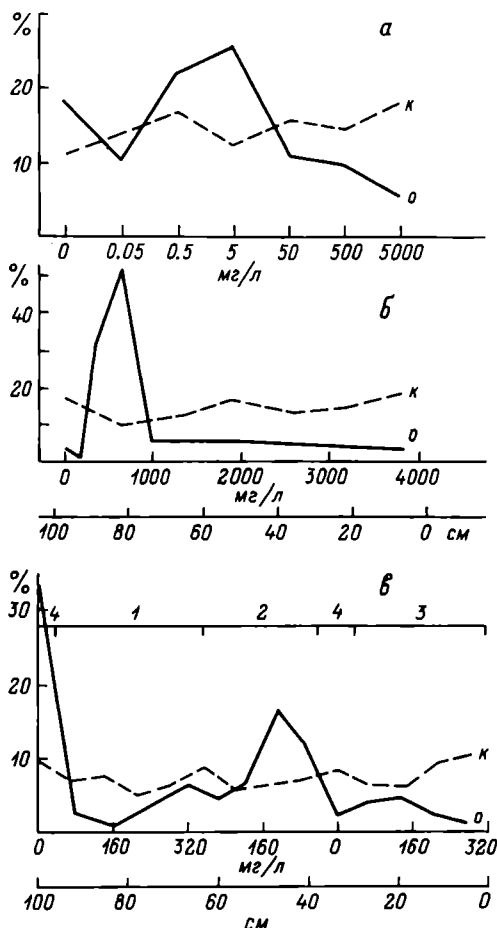
На дрожжевом корме 82% босмин предпочитало концентрации 340–640 мг/л (см. рисунок, б). Краевые зоны с концентрациями взвеси 0–155 и 980–3800 мг/л рачки избегали.

В эксперименте с комбикормом 80,3% животных избирали концентрации 310–1340 мг/л, избегая зону 0–150 мг/л.

Для определения предпочитаемого босминами корма поставили комбинированный опыт. Камеру с животными условно разделили на 3 зоны, в которых создавали градиенты концентраций определенного корма в диапазоне от 0 до 270–320 мг/л. Имея возможность свободного перемещения вдоль всей камеры, рачки избирали взвесь комбикорма ( $n = 39,4\%$ ), а также концентрировались в воде без корма (34,4%) на границе с хлореллой (см. рисунок, в).

В комбинированном градиенте, составленном из хлорельного шрота, сухой и живой хлореллы, смешанных в различных пропорциях при сохранении суммарной концентрации пищи, обнаружено, что 56% рачков предпочитали участок трофического потока, содержащий в том или ином соотношении хлорельный шрот. Босмины чаще встречались во взвеси чистого шрота (23,5%) и избегали взвесь сухой хлореллы (9%).

Таким образом, опыты на проточной установке показали, что из всех предложенных кормов босмины предпочитают хлорельный шрот и комбикорм, явно избегая живую и сухую хлореллу. Скопления рачков в чистой воде наблюдали только на границах с неприемлемой кормовой взвесью.



Полигоны распределения яйценосных самок *Bosmina longirostris* в градиентах пищевых взвесей различных концентраций.

а - суспензия живых клеток хлореллы, б - взвесь гидролизатных дрожжей, в - комбинированный трофический градиент: 1 - суспензия хлореллы, 2 - взвесь комбикорма, 3 - взвесь дрожжей, 4 - вода без корма. По оси ординат - частота встречаемости рачков в опытной (о) и контрольной (к) камерах; по оси абсцисс - длина камеры.

Полученные в опытах результаты хорошо согласуются с литературными данными по питанию босмин. Так, известно, что живые клетки хлореллы, несмотря на свою пищевую полноценность, плохо усваиваются планктонными ракообразными из-за наличия в них плотных целлюлозных оболочек [4]. По данным КИ. Сорокина [6], у *B. longirostris* суточный рацион по *Chlorella* sp. достигал 96%, а усвояемость составляла всего 43%. Для улучшения усвояемости разработан ряд методов обработки живой и сухой хлореллы

[1], причем последняя – наименее питательный продукт в ряду хлорелльных кормов [4], хотя более питательна, чем дрожжи [7]. С другой стороны, хлорелльный шрот, избираемый босминами в наших опытах, представляет собой один из наиболее легко усвояемых продуктов переработки хлореллы (неопубликованные данные О.И. Горонковой).

Избегание босминами водорослевого корма подтверждается и материалами И.Б. Богатовой [2], исследовавшей содержимое кишечника *Bosmina longirostris* из прудов с различным видовым составом и уровнем развития фитопланктона. В этой работе показано, что около 90% массы содержимого кишечника босмин приходится на мелкие детритные частицы и только 10% – на клетки водорослей.

Выбор рачками в экспериментальном трофическом градиенте комбикорма согласуется с наблюдениями массового развития *B. longirostris* в выростных прудах в период интенсивного кормления сеголетков карпа и на Конаковском рыбоводном заводе в местах скопления остатков комбикорма на глубине 4 м [3], хотя в упомянутых случаях большое значение в питании босмин несомненно должны были иметь и бактерии, интенсивно развивающиеся на остатках комбикорма.

Таким образом, проведенные эксперименты показали принципиальную возможность качественного и количественного изучения трофического избирания планктонных животных-фильтраторов на градиентной установке проточного типа. При этом материалы по пищевой избирательности *B. longirostris* не противоречат результатам полевых экологических наблюдений на водоемах. На основании изложенных данных можно считать, что хлорелльный шрот и карповый сеголеточный комбикорм – перспективные виды корма для использования при массовом культивировании босмин.

## Л и т е р а т у р а

1. Беренштейн А.Ф., Костлан Н.В. Методы разрушения оболочки клеток хлореллы // Культивирование и применение микроводорослей в народном хозяйстве. Ташкент, 1977.
2. Богатова И.Б. Питание и пищевые отношения *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller) и *Diaphanosoma brachyurum* (Lewin) в прудах // Пруд. рыбоводство. М., 1969.
3. Богатова И.Б., Ерофеева Ж.И. Опыт использования садковых культур ветвистоусых ракообразных для доочистки сбросных вод рыбоводных предприятий // Гидробиол. журн. 1980. Т. 16, № 5.
4. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Хлорелла: методы культивирования и применения. Ташкент, 1974.
5. Сарвиرو В.С., Вербички В.Б. Пищевая избирательность планктонных фильтраторов в проточном градиенте

- кормов. Г. О возможности использования проточной градиентной установки для изучения пищевой избирательности // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. № 79.
6. С о р о к и н Ю.И. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей животных // Планктон и бентос внутренних водоемов. М.; Л., 1966.
7. H i r a y a m a K., N a k a m u r a K. Fundamental studies on the physiology of rotifera in mass culture. V. Dry chlorella powder as a food for rotifera // Aquaculture. 1976. Vol. 8/4.

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

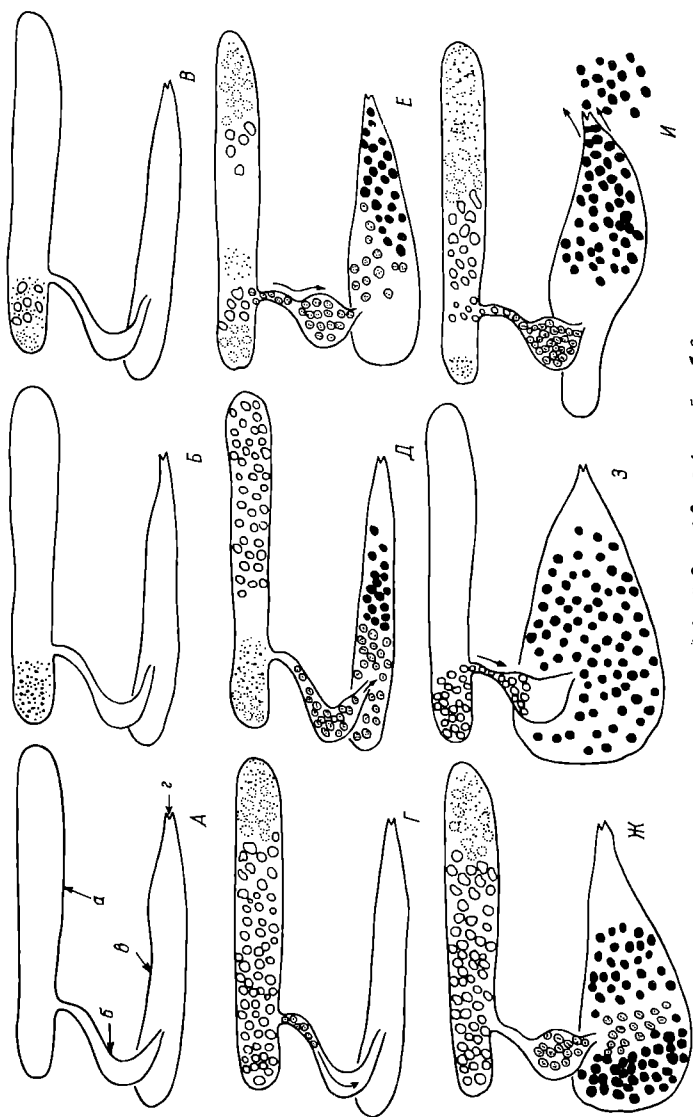
УДК 591.524.12 (571.663)

Н.В. В е х о в

# ФОРМИРОВАНИЕ ЛАТЕНТНЫХ ЯИЦ У ANOSTRACA (CRUSTACEA; BRANCHIOPODA)

Формирование латентных яиц у анострак, процесс оогенеза и его стадии до конца не исследованы, хотя в литературе имеются некоторые сведения по этим вопросам [1-3, 5-8]. Не изучены последовательность продуцирования яйцевых клеток в яичниках, очередность „включения” отдельных частей яичников в репродуктивный цикл, время поступления ооцитов в яйцеводы и из них в матку, а также длительность периодов яйценошения.

Объекты наших исследований — самки *Polyartemia forcipata* S. Fischer, *Branchinecta tolli* (Sars), *B. paludosa* (O.F. Müller), *Pristicephalus josephinae* (Grube), *P. shadini* (S. Smirnov), *Tanyastix stagnalis* (L.), *Streptocephalus torvicornis* (Waga) — отловлены в водоемах различных природно-климатических зон: субарктических тундрах (Большеземельская тундра), арктических тундрах (север Якутии и Новосибирские о-ва), лесном поясе умеренного климата (пойма р. Москвы, Окский заповедник) и степной зоне (Хоперский заповедник). Подробная методика изучения поповой системы *Anostraca* изложена ранее [5-8]. На фиксированных рачках изучали состояние различных отделов половой системы в репродуктивный период, подсчитывали число яиц в яйцеводах и матке. Приведенные схематические рисунки, обобщающие отдельные стадии процесса функционирования яичников и работы половой системы при продуцировании латентных яиц, сделаны с особей, фиксированных в 1%-ном растворе формалина, что не вызывало никаких изменений у половозрелых самок, не приводило к судорожным сокращениям мышц и не



● 1 ○ 2 ♂ 3 ♂ 4 ● 5 ↗ 6

Последовательность и стадии формирования латентных яиц у Anostraca

А-В - начало процесса продуцирования латентных яиц, Г-Е - продуцирование первой порции ооцитов, Ж - формирование ооцитов второй порции и заполнение матки яйцами, З - заполнение матки яйцами третьей порции, И - вымет сформированных яиц из матки наружу; а - яичник, б - яйцевод, в - матка, г - генитальное отверстие матки; 1 - аморфная яйцевая масса, 2 - начало оформления ооцитов, 3 - ооциты неправильной и округло-многообразной формы, 4 - яйца шарообразной формы, 5 - латентные яйца после завершения оогенеза и формирования защитных оболочек, 6 - направление движения и перемещения яиц.

могло исказить достоверную картину. У живых рачков, выловленных из водоемов, определяли стадии развития ооцитов в яйцеводах и матке. Ежедневно собирая пробы из водоемов, установили период яйценошения и пребывания яиц в матке. Длительное наблюдение над живыми рачками, посаженными в чашки Петри (в течение 2-3 ч подряд по 3-4 раза в сутки в репродуктивный период), позволило выявить последовательность прохождения яиц по яйцеводам, стадии заоплодотворения и сокращения матки при вымете яиц наружу.

В водоемах различных природно-климатических зон *Anostraca* достигают половозрелости на 7-22-е сутки после появления метанауплиусов из латентных яиц [1-3]. По нашим наблюдениям, у впервые размножающихся самок на 3-7-е сутки после достижения половозрелости в яичниках начинается образование ооцитов. Нами выявлены последовательные стадии „включения” яичников в процесс продуцирования латентных яиц, основные этапы формирования одной кладки яиц, поступление последних в яйцеводы, а затем и в матку, заполнение матки и вымет созревших яиц. Установлены также изменения конфигурации яйцеводов и матки в ходе этого процесса (см. рисунок).

Продуцирование ооцитов в яичниках протекает неравномерно. Первая порция яйцевых клеток очередной кладки формируется в проксимальной части яичников. В этот период яйцевые клетки недифференцированы и представляют собой аморфную массу. Затем в процесс продуцирования ооцитов „включается” и дистальная часть яичников. К моменту начала продуцирования ооцитов в дистальной части яичников в проксимальной зоне яйца более или менее сформированы и имеют неправильную и округло-монетообразную форму. Первая их порция из проксимальной части яичников поступает в яйцеводы и здесь скапливается перед входным отверстием в матку. По мере прохождения яиц по яйцеводам они приобретают правильную, шарообразную форму. В дальнейшем форма яиц не изменяется, и они лишь покрываются многослойными оболочками, различаясь при этом по цвету.

У всех изученных нами анострок по мере поступления яиц в яйцеводы последние значительно растягиваются. Особенно много яиц скапливается в расширениях. У разных видов изученных жаброногов мы наблюдали скопление в яйцеводах от 12 до 143 уже готовых к выходу в матку яиц. По данным ряда исследователей [4, 7], в матку одновременно с яйцами поступает и секрет скорлуповых желез, идущий на формирование наружных многослойных оболочек латентных яиц. Цикличность активности яичника и скорлуповых желез скоррелирована: когда яйца находятся в яйцеводах и их расширениях, то в скорлуповых железах постепенно накапливается секрет, поступающий в матку после выхода очередной порции яиц. Процесс функционирования скорлуповых желез состоит из трех фаз и длится до 46 ч [7].

По нашим данным, в матку яйца каждой кладки поступают из яйцеводов 3-6 порциями, примерно равными по объему. Первыми поступают яйца, сформированные в передних отделах яичников, по-



следними – из дистальной части. Яйца имеют беловато-желтовато-матовую окраску, матка заполняется ими в течение 1–2,5 сут. Период пребывания яиц в матке у изученных нами видов анострак 1–5 сут. Здесь завершается формирование латентных яиц, и они покрываются многослойными защитными оболочками.

Оогенез латентных яиц у анострак протекает в матке; установлены и описаны три его стадии [7], хорошо различающиеся по цвету наружных оболочек яиц. От беловато-желтовато-матового (первая стадия) цвет оболочек меняется до темно-оранжевого (третья стадия), на промежуточной стадии яйца имеют светло-желтую окраску. Такое изменение отражает последовательность формирования защитных оболочек.

Полностью сформированные латентные яйца с многослойными оболочками порционно выбрасываются наружу из матки через ее генитальное отверстие. Этот процесс продолжается не менее 5–7 ч. К моменту вымета очередной кладки в яйцедолах уже сосредоточены яйца следующей кладки. Интервалы между двумя последующими кладками в разных водоемах составляют не более 2–9 сут, заполнение матки яйцами новой кладки начинается через 10–12 ч (3,5 сут) после вымета предыдущей. Период яйценошения, интервалы между кладками и длительность заполнения яйцами яйцевого мешка у разных видов мало изменяются в течение всего репродуктивного периода.

Таким образом, представленный выше материал позволил впервые охарактеризовать процесс формирования латентных яиц у анострак, что необходимо для оценки адаптаций этих гидробионтов к обитанию в специфических условиях эфемерных и мелких водоемов.

## Л и т е р а т у р а

1. В е х о в Н.В. Распространение и биология *Anostraca* и *Notostraca* в арктических и субарктических водоемах Европы // Биол. науки, 1984. № 12.
2. В е х о в Н.В. *Anostraca* водоемов арктического побережья Якутии и южной части Новосибирских островов // Ихтиология, гидробиология, гидрохимия, энтомология и паразитология: Тез. докл. XI Всес. симп. „Биологические проблемы Севера“. Якутск, 1986. Вып. 4.
3. И в л е в а И.В. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М., 1969.
4. A d a m s k i R. Fine structure and function of capsule gland in *Siphonophanes grubei* (Crustacea, *Anostraca*) // Electron Microsc., 1982, 10 Intern. Congr. Hamburg, aug. 17–24. Frankfurt/M., 1982. Vol. 3.
5. M u n u s w a m y N., S u b r a m o n i a m T. Influence of mating on ovarian and shell gland activity in freshwater fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* (*Anostraca*) // Crustaceana, 1985, Vol. 49, N 2.

6. M u n u s w a m y N., S u b r a m o n i a m T. Oogenesis and shell gland activity in a freshwater fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* Baird (Crustacea, Anostraca) // Cytobios. 1985. Vol. 44, N 177-178.
7. M u n u s w a m y N., S u b r a m o n i a m T. Studies in the oviductal secretion and ovulation in *Streptocephalus dichotomus* Baird 1860 (Anostraca) // Crustaceana. 1985. Vol. 49, N 2.
8. M u r a G. Nuove osservazioni sul meccanismo della ovoposizione in una specie del genere *Chirocephalus* (Crustacea, Anostraca) // Riv. idrobiol. 1982. Vol. 21, N 1-3.

ВНИИ охраны природы  
и заповедного дела  
Госагропрома СССР

УДК 577.472(28):595.745

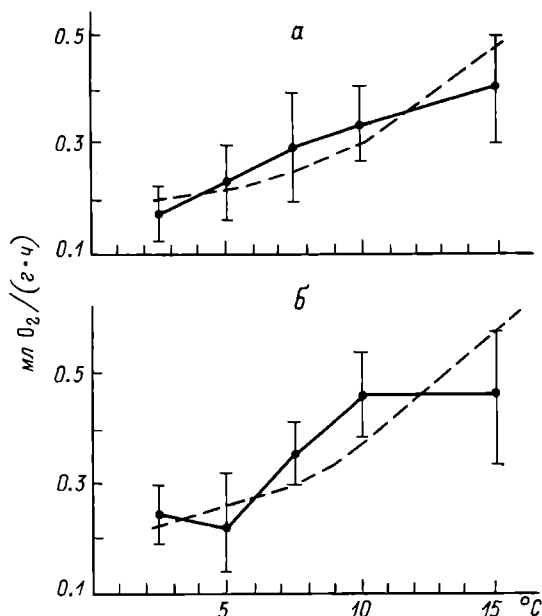
С.М. Г о л у б к о в, С.Л. К о ч а р и н а

# ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЫХАНИЯ ЛИЧИНОК ДВУХ ВИДОВ РУЧЕЙНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

Температура среды – один из основных факторов, влияющих на интенсивность потребления кислорода (ИПК) пойкилотермными животными. Поэтому накопление количественных данных по зависимости ИПК от температуры воды у животных различных групп и видов является актуальным и представляет значительный теоретический и практический интерес.

Ручейники, как и все пойкилотермные животные, подвергаются действию довольно широкого диапазона температур. В связи с этим было интересно проследить, как изменение температуры воды влияет на интенсивность обмена личинок различных видов отряда *Trichoptera* – одного из наименее изученных в этом отношении. В настоящей работе излагаются результаты исследования зависимости ИПК от температуры воды у личинок 2 видов сетеплутущих ручейников: *Stenopsyche marmorata* Navas и *Arctopsyche palpata* Mart., принадлежащих к разным семействам и соответственно различающихся морфологическими признаками и экологией.

Опыты проводили с личинками, собранными в среднем течении р. Кедровой в период с 8 по 11 октября 1986 г. Эта река относится к типу умеренно холодноводных водоемов, подтипу предгорных речек [2]. В верхнем и среднем течении грунт ее дна в основном состоит из камней и гальки различных размеров, гравий и песок встречаются лишь на небольших участках. Средняя глубина реки в местах сборов животных составляла 25-35 см.



Зависимость ИПК от температуры воды у личинок ручейников.

а - *Stenopsyche marmorata*; б - *Arctopsyche palpata*.  
Вертикальные линии - ошибки средних значений ИПК.

Измерения ИПК проводили методом замкнутых сосудов при постоянных температурах воды 2,5, 5, 7,5, 10 и 15 °С, поддерживаемых в термоаквариуме с точностью 0,2 °С. В респирометры объемом 30–50 мл помещали субстрат из мелких камней для лучшей акклиматизации подопытных животных. Содержание кислорода в воде респирометров определяли методом Винклера. Продолжительность опытов составляла 3,5–4,5 ч. Температура воды в реке во время экспериментальных работ колебалась в пределах 8,5–12 °С.

Результаты измерения ИПК при различных температурах показаны на рисунке. Видно, что характер зависимости ИПК от температуры воды у личинок исследованных видов ручейников заметно различается. У личинок *Stenopsyche marmorata* ИПК с увеличением температуры неуклонно возрастает. Напротив, у личинок *Arctopsyche palpata* наблюдается независимость ИПК от температуры воды в интервале 2,5–5 и 10–15 °С. Указать конкретно причины этого явления пока не представляется возможным. Однако интересно отметить, что подобная независимость ИПК у животных от температуры воды в некоторых интервалах температур была отмечена и для личинок другого вида ручейников - *Limnephilus rhombicus* [3, 4]. Важно, что работа Колардо [3] выполнена почти на 20 лет раньше работы Роукс [4], и тем не менее их результаты практически полностью совпадают. Это, по-видимому, указывает на неслу-

чайность полученных результатов. Роукс [4] высказала предположение, что причины данного явления связаны с этологией вида, например с увеличением или уменьшением строительной активности личинок при различных температурах: плетением ловчих сетей сетеплетущими видами или строительством домиков, т.е. причинами, носящими вторичный характер по отношению к зависимости ИПК от температуры.

Для количественного выражения ускоряющего действия температуры на ИПК животными использовали экспоненциальную функцию. После статистической обработки результатов экспериментов получены уравнения зависимости ИПК от температуры воды у личинок исследованных видов:

$$\text{Stenopsyche marmorata} - \lg Q/W = (-0.872 \pm 0.103) + (0.035 \pm 0.011)T \quad (1),$$

$$\text{Arctopsyche palpata} - \lg Q/W = (-0.705 - 0.095) + (0.026 - 0.011)T \quad (2),$$

или после потенцирования:

$$\text{Stenopsyche marmorata} - Q/W = 0.134e^{0.080T} \quad (3),$$

$$\text{Arctopsyche palpata} - Q/W = 0.197e^{0.068T} \quad (4),$$

где  $Q/W$  – ИПК личинок, мл  $O_2/(г \cdot ч)$ ,  $T$  – температура воды,  $^{\circ}C$ .

Кривые, соответствующие уравнениям (3) и (4), нанесены на рисунке пунктирными линиями. Видно, что они вполне удовлетворительно описывают общий характер зависимости ИПК животными от температуры воды у личинок исследованных видов: рассчитанные по уравнениям ИПК у животных в большинстве случаев находятся в пределах средних значений ИПК для экспериментальных температур, определенных в опытах. По уравнениям (1)–(4) нетрудно рассчитать средние значения коэффициентов  $Q_{10}$  для этих животных в изученном интервале температур. Они равны для личинок *Stenopsyche marmorata* – 2,28, для *Arctopsyche palpata* – 1,97.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что зависимость дыхания личинок ручейников от температуры воды удовлетворительно описывается экспоненциальной функцией с постоянными для разных интервалов температур параметрами. Это подтверждает мнение Г.Г. Винберга [1] о целесообразности применения постоянных значений коэффициентов  $Q_{10}$  для описания зависимости ИПК от температуры воды у различных представителей пойкилотермных животных.

## Л и т е р а т у р а

1. В и н б е р г Г.Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общ. биол. 1983. Т. 44, № 1.
2. Л е в а н и д о в В.Я. Материалы к лимнологической классификации текучих водоемов Дальнего Востока // Вопр. гидробиологии. М., 1965.

3. C o l l a r d e a u C. Influence de la temperature sur la consommation d'oxygene de quelques larves de Trichopteres // Hydrobiologia. 1961. Vol. 18, N 3.
4. R o u x C. The influence of some ecological factors on the metabolism temperature curve of the larvae of Limnephilus rhombicus (Trichoptera, Limnephilidae) // Freshwater Biol. 1979. Vol. 9, N 2.

Зоологический институт АН СССР  
Биолого-почвенный институт АН СССР

УДК 574.622:577.1:591.132:597

В.В. К у з ь м и н а, О.Б. П е р е в о з ч и к о в а

## РОЛЬ ЭКЗОФЕРМЕНТОВ В ПРОЦЕССАХ ПИЩЕВАРЕНИЯ РЫБ

Сведения, касающиеся роли экзоферментов, поступающих в пищеварительный тракт рыб в составе кормовых объектов, немногочисленны и крайне противоречивы. В ряде работ указывается на их значительный вклад в систему гидролитических процессов, происходящих в кишечнике рыб [6, 7], в некоторых публикациях эта точка зрения опровергается [1]. Вместе с тем ранее предметом специального исследования являлись лишь протеиназы, осуществляющие гидролиз белка. В связи с этим цель нашей работы состояла в комплексном изучении ферментов, обеспечивающих гидролиз белка и углеводов у потенциальных кормовых объектов молоди рыб.

Исследовали организмы, населяющие Рыбинское водохранилище и близлежащие водоемы: представителей фито-, зоопланктона и зообентоса, а также икру леща и щуки, предличинок и личинок рыб сем. Cyprinidae на этапах А-D<sub>1</sub>. Общую амилалитическую активность определяли по методу А.М. Уголева и Н.Н. Иезуитовой [4] при температуре 20 °С, общую протеолитическую активность — по методу Ансона [5] в некоторой модификации при температуре 20 и 37 °С (субстрат — белки плазмы крови). В качестве ферментативно активных препаратов использовали гомогенаты.

У чистых культур водорослей *Oscillatoria agardii*, *Diatoma elongatum*, *Ankistrodesmus* sp.,<sup>1</sup> относящихся к различным классам, была обнаружена лишь слабая общая амилалитическая активность: у первых двух видов 0.18 и 0.17 мкмоль/(г·мин) соответственно. При изучении уровня ферментативной активности у

---

<sup>1</sup> Материал любезно предоставлен В.А. Елизаровой.

Общая амилолитическая и протеолитическая активность ферментов, мкмоль/(г·мин)

Доминирующие виды	Общая амилолитическая активность	Общая протеолитическая активность	
		pH 7.4	pH 3.8
Тип A r t h r o p o d a			
Diaptomus sp., Daphnia longispina, D. cristata*	-	0.47±0.12 (3)	0.13±0.06 (3)
Polyphaemus pediculus, Daphnia longispina, Bosmina longirostris*	2.95±0.11 (9)	0.28±0.03 (6)	0 <sup>a</sup> (2)
Bosmina longirostris*	2.1±0.11 (15)	0.37±0.06 (12)	1.02±0.09 (2)
Diaptomus sp., Mesocyclops leuckarti, Copepodit*	1.17±0.64 (4)	0 (1)	0 (1)
Chironomus plumosus, Procladius sp.*	3.86±0.29 (5)	0.15 (5)	0.04 (5)
Представители отр. Ephemeroptera*	2.81±0.14 (9)	0.47±0.11 (10)	0.74 <sup>a</sup> (1)
Тип A n n e l i d a			
Tubifex tubifex, Limnodrilus hoffmeisteri f. typica**	4.62±0.03 (5)	0.04 (5)	0.09 (5)
Тип M o l l u s c a			
Lymnaea stagnalis (мелкие)**	6.33±0.09 (6)	0.03 (6)	0.19 (6)
Lymnaea stagnalis (крупные)**	7.85±0.47 (6)	0.16±0.03 (6)	0.16±0.06 (6)

П р и м е ч а н и е. Общая протеолитическая активность определена при температуре 37 °С; а – температура 20 °С. В скобках указано количество рыб. \* – состав определен С.Н. Половковой, \*\* – Л.П. Гребенюк.

всех исследованных представителей зоопланктона и зообентоса выявлена значительная общая амилолитическая активность, а у большинства видов также и слабая протеолитическая активность (см. таблицу). Нетрудно заметить, что у представителей бентоса общая амилолитическая активность в 2-6 раз выше, чем у организмов, входящих в состав рачкового зоопланктона. Уровень и соотношение кислых и щелочных протеиназ у большинства организмов значительно варьирует. В частности, у крупных рачков активность щелочных протеиназ (Diaptomus sp., Daphnia sp.) в 3,5 раза выше та-

ковой кислых протеиназ, а у мелких (*Bosmina longirostris*) – напротив, почти в 3–4 раза ниже. В большинстве случаев существенных различий в уровне ферментативной активности при температуре 20 и 37 °С не обнаружено. Однако уровень кислых и щелочных протеиназ у *B. longirostris* при 20 °С значительно ниже – 0,28 и 0,10 мкмоль/(г·мин) соответственно.

При исследовании икры и личинок леща на этапе A+B и C+D<sub>1</sub> выявлена значительная общая амилаполитическая активность: (1,58±0,05), (3,55±0,07) и (3,94±0,24) мкмоль/(г·мин) соответственно. Активность щелочных протеиназ отмечена лишь в икре леща при температуре 37 °С – 0,09 мкмоль/(г·мин), а активность кислых протеиназ только в икре леща – 0,19±0,05 мкмоль/(г·мин) и щуки – 2,87±0,46 мкмоль/(г·мин).

Сопоставление этих данных с уровнем активности слизистой кишечника рыб разных возрастных групп свидетельствует о различном вкладе амилаполитических и протеолитических ферментов кормовых объектов в процессы пищеварения рыб. В частности, уровень общей протеолитической активности в зоне щелочных значений pH при использовании того же субстрата у молоди леща в возрасте 1,5–2 мес составляет 0,43, у взрослого леща – 1,07 мкмоль/(г·мин), у щуки того же возраста – 1,15 и 4,57 мкмоль/(г·мин) соответственно. Эти значения существенно выше активности протеиназ кормовых объектов рыб. Вместе с тем величины общей амилаполитической активности сопоставимы. Действительно, у личинок окуня на этапе  $\gamma$  уровень ферментативной активности 2,3–3,9, у плотвы 9,5–26,4 мкмоль/(г·мин) [3]. Уровень ферментативной активности у взрослых рыб значительно ниже: у щуки – 0,17, у окуня – 0,93, у плотвы – 4,40 мкмоль/(г·мин) [2].

Итак, можно считать, что ферментные системы кормовых объектов, особенно карбогидразы, гидролизующие углеводы, играют существенную роль в процессах пищеварения рыб. Вклад одних и тех же объектов питания в гидролитические процессы, протекающие в кишечнике рыб, находящихся на разных этапах онтогенеза, различен и зависит от характера питания последних. Роль экзогенных протеиназ наиболее значительна у рыб, находящихся на ранних этапах онтогенеза, роль экзогенных карбогидраз – у бентофагов и особенно хищников.

Таким образом, при исследовании различных гидробионтов в большинстве случаев выявлена значительная общая амилаполитическая активность, а также слабая активность кислых и щелочных протеиназ. Фитопланктон практически не участвует в гидролизе исследованных субстратов. Рачковый планктон, икра, личинки рыб и особенно некоторые представители бентоса (олигохеты, моллюски) вносят существенный вклад в процессы деполимеризации в кишечнике рыб легко гидролизруемых полисахаридов. Роль протеиназ менее очевидна. Однако на ранних этапах онтогенеза рыб, когда ферменты пищеварительного тракта не функционируют или функционируют слабо, даже незначительная активность протеиназ жертвы может оказывать влияние на скорость усвоения белковых компонентов корма.

1. И л ь и н а И.Д. Физиолого-биохимические аспекты белкового питания личинок карпа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1986.
2. К у з ь м и н а В.В., Г о л о в а н о в а И.Л. Влияние температуры на кинетические характеристики карбогидраз, осуществляющих мембранное пищеварение у рыб // Вопр. ихтиологии. 1983. Т. 23, вып. 1.
3. К у з ь м и н а В.В., С т р е л ь н и к о в а А.П. Активность пищеварительных ферментов синца и окуня в раннем онтогенезе // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1985. № 67.
4. У г о л е в А.М., И е з у и т о в а Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека: Обзор современных методов. Л., 1969.
5. A n s o n M. The estimation of pepsin, tripsin, papain and cathepsin with hemoglobin // J. gener. phys. 1938. Vol. 22, N 1.
6. D a b r o w s k i K., G l o g o w s k i J. The role of exogenic proteolytic enzymes in digestion processes in fish // Hydrobiologia (Hagua). 1977. Vol. 54.
7. L a u f f M., H o f e r R. Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes // Aquaculture. 1984. Vol. 37.

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

УДК 597.553.57.08

А.Г. П о д д у б н ы й, М. К а у к о р а н т у,  
Л.К. М а л и н и н, А. Н и е м и,  
С.И. С а р а н ч о в, К. П о й к о л а

# ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ В ОЗЕРАХ ФИНЛЯНДИИ (СООБЩЕНИЕ 1)

В сентябре 1987 г. в соответствии с программой советско-финского проекта „Увеличение рыбопродуктивности и определение запасов рыб в сходных условиях Финляндии и Советского Союза“ были проведены биотелеметрические исследования лососевых рыб в озерной системе Сайма. Эта система (площадью 4460 км<sup>2</sup>) состоит из множества озер, соединенных протоками и каналами. В них обитают 35 видов рыб, в том числе такие представители чистых вод, как



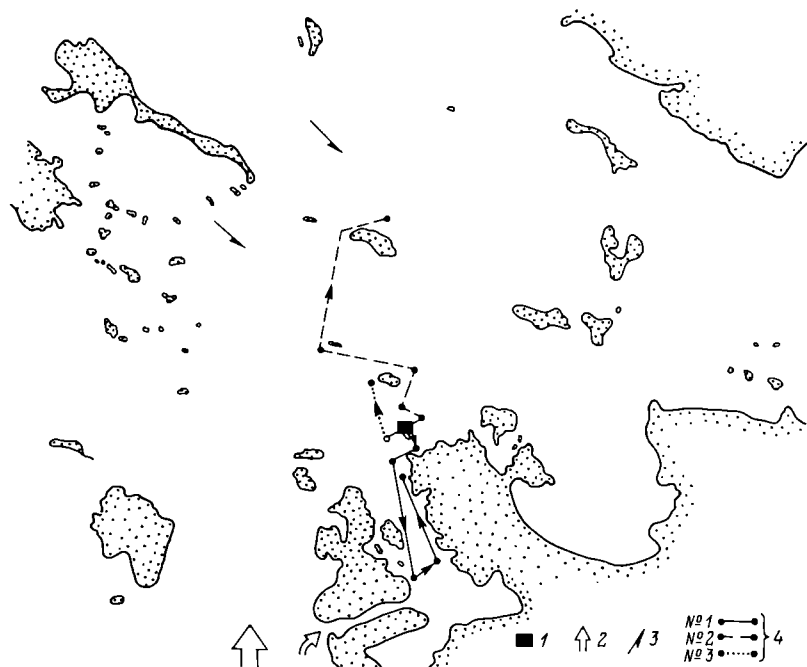


Рис. 1. Схема перемещений рыб.

1 – место выпуска рыб, 2 – направление течений со сбросными водами, 3 – направление стоковых течений, 4 – пути рыб № 1–3.

хариус, голец, кумжа и озерный лосось. Популяции последних двух видов имеют важное промысловое значение. Для пополнения их численности ежегодно в водоем выпускается 200 тыс. смолтов кумжи и 10 тыс. смолтов озерного лосося [3]. В задачу наших исследований входило выяснение закономерностей поведения лососевых рыб, выращенных в рыбопитомниках, в первые дни после выпуска их в водоем.

Для решения этой задачи использовали биотелеметрический метод, разработанный в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова АН СССР [1]. Рыб метили с помощью ультразвуковых передатчиков-меток различной модификации, работающих на частотах 30–55 кГц [2] и выполненных в виде цилиндра длиной 35 мм и диаметром 13–17 мм. Их масса на воздухе составляла 7–18 г. Дальность действия в зависимости от типа передатчика варьировала от 0,5 до 2 км. Малогабаритные метки, соответственно имеющие и меньший радиус действия, использовали для мечения некрупных рыб массой менее 0,5 кг. Ультразвуковые сигналы принимали через гидрофон на приемные устройства типа МАП-71 и его модифицированный вариант МАП-85. Сигналы различных передатчиков различались по несущей частоте посылок и частоте наполнения.

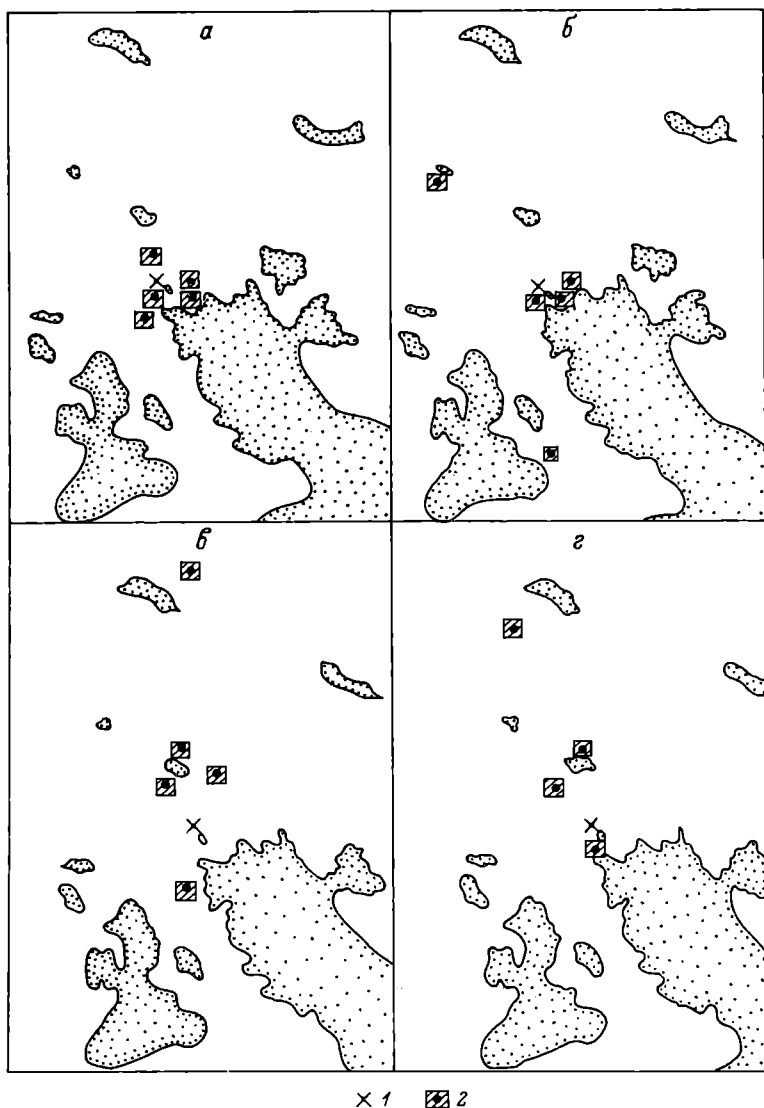


Рис. 2. Распределение меченых рыб.

а - в 1-е, б - 2-е, в - 3-и, г - 4-6-е сутки наблюдений; 1 - место выпуска, 2 - местоположение меченых рыб.

Поскольку планировались сравнительно краткосрочные (до 6 сут) наблюдения, метки к рыбе крепили по упрощенной методике с помощью рыболовного крючка, вводимого под основание спинного плавника. Изучали только крупномасштабные перемещения рыб. Прослеживание вели с одного катера путем кратковременных подходов к

меченым рыбам. Точность регистрации их местоположения при этом была сравнительно невысокой, в пределах  $\pm 50$ –100 м, так как за него принимали положение катера относительно береговых ориентиров, отмеченных на карте исследуемого района.

В данном сообщении приводятся результаты наблюдений за поведением кумжи в южной части озерной системы Сайма в зоне сбросных вод целлюлозно-бумажного комбината в г. Еутсено. Здесь в двух точках было помечено 9 экз. кумжи в возрасте 2 лет. Первая точка располагалась на границе распространения сбросных вод, примерно в 5 км от места их поступления в озеро, вторая – в стороне от этой зоны. Местоположение меченых рыб регистрировали 1–2 раза в сутки.

Первое, что обратило внимание, – это низкая двигательная активность меченых рыб. Наибольшее их удаление от места выпуска в первые сутки не превышало 200 м. Зоны перемещения отдельных особей вообще ограничивались десятками метров. В последующие дни наиболее масштабные перемещения отмечали у рыб на первом участке исследований. Схема перемещений на этом участке трех особей кумжи на 2–3 день наблюдений представлена на рис. 1. Интересен путь движения особи № 1, которая длительное время перемещалась в проливе между островом и полуостровом. По сути дела кумжа двигалась навстречу медленному течению, несущему сбросные воды. Через сутки эта рыба повернула обратно и так же медленно стала выходить из пролива. На 4-е сутки она оказалась вновь в месте выпуска и оставалась здесь до конца наблюдений. Две другие особи (№ 2 и 3) сместились в противоположную сторону и постепенно стали удаляться от зоны распространения сбросных вод. За двое суток одна из них (№ 2) прошла путь около 4 км, другая (№ 3) – около 0,8 км, считая расстояние между точками регистрации по прямой линии, т.е. фактический путь рыб был несколько большим. Рыба № 2 вошла в зону озерного стокового потока и стала подниматься вверх по течению. Контакт с ней был потерян на 4-е сутки. Еще две рыбы (№ 4 и 5) первые двое суток перемещались вблизи места выпуска и только на третьи сместились в сторону **стокового** течения.

Из схемы распределения меченых рыб в разные периоды наблюдений видно, что наибольшие различия отмечаются в первые трое суток (рис. 2). В дальнейшем (местоположение рыб на 4–6-е сутки регистрировали только раз в сутки) значительных передвижений рыб не обнаружено.

Из четырех рыб, выпущенных на другом участке, в стороне от зоны распространения сбросных вод, по неизвестной причине контакт с двумя из них был потерян в первые часы наблюдений. Зона перемещений двух других рыб в течение всего периода наблюдений (с 5 по 11 сентября) ограничивалась сравнительно узкой прибрежной полосой вблизи места выпуска.

Таким образом, первые биотелеметрические наблюдения показали, что используемые нами ультразвуковые передатчики можно успешно применять для изучения поведения пососевых рыб средних

размеров. Установили, что кумжа, выращенная в рыбопитомниках, после выпуска в водоем длительное время перемещается на ограниченной территории, подолгу отстаиваясь вблизи прибрежий. Рыбы проявляют реакцию избегания зоны сбросных вод, но уход их из этой зоны происходит замедленно, в течение многих суток.

## 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., С п е к т о р Ю.И. Биотелеметрия в рыбохозяйственной науке и практике. М., 1979.
2. С а р а н ч о в С.И. Применение биотелеметрической техники в рыбохозяйственных исследованиях: Обзор. информ. Сер. „Пром. рыболовство“. М., 1985. Вып. 1.
3. T o i v o n e n J. The fish fauna and fisheries in the Lake Saimaa // Publications of Karelian Institute, University of Joensuu. 1985. N 71.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР  
Институт рыбного хозяйства и  
океанографии МРХ СССР  
Научно-исследовательский институт  
охотничьих и рыбохозяйственных  
исследований, Хельсинки

УДК 597-14

Л.В. Б а л а б а н о в а

### ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ИММУНОКОМПЕТЕНТНЫХ КЛЕТОК ПОЧЕК ОКУНЕОБРАЗНЫХ РЫБ

В последние годы возрос интерес к иммунологии рыб, в частности к изучению их иммунной системы, составляющих ее органов и клеток. Одна из причин этому – развитие сравнительно-иммунологических исследований. Ультраструктуру клеток иммунной системы наблюдали всего лишь у нескольких видов рыб [5, 7], так что делать выводы об особенностях строения иммунной системы рыб и ее клеток трудно.

В данной работе рассматривается ультратонкое строение иммунокомпетентных клеток почек у трех видов окунеобразных рыб – окуня *Perca fluviatilis*, судака *Lucioperca lucioperca* и зубатки *Anarhichas lupus*. Для сравнения представлены данные по ультраструктуре тех же клеток почек карпа *Cyprinus carpio*. Почки рыб – орган гемопоэза, поэтому в нем присутст-

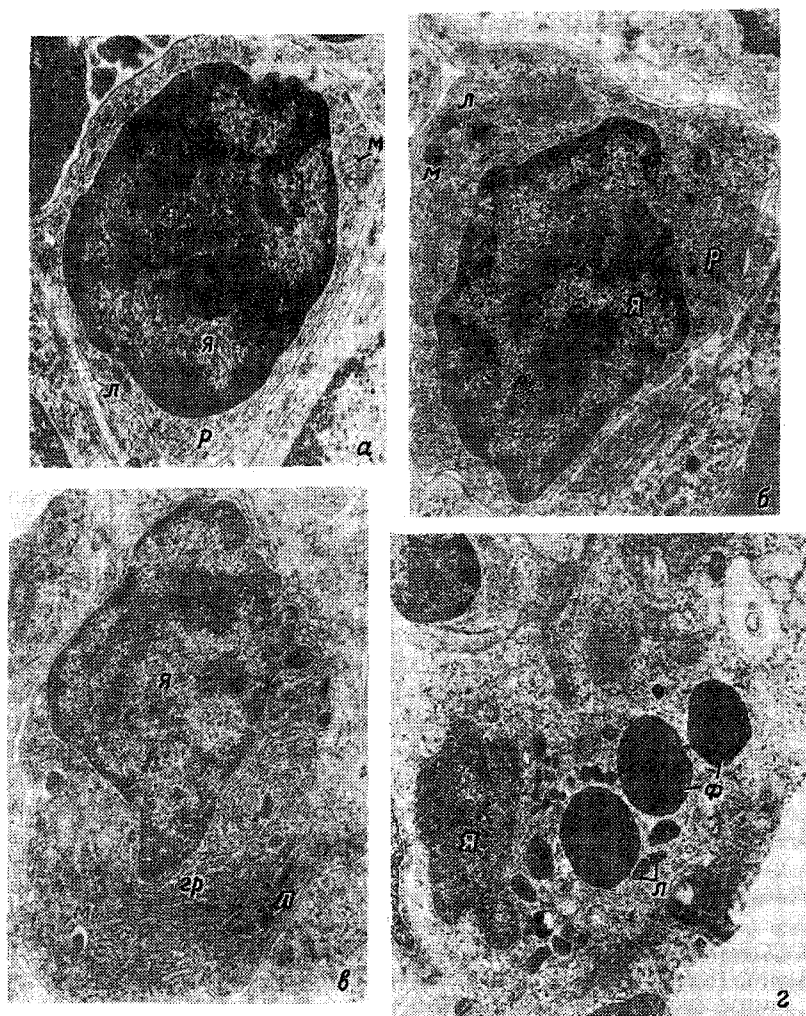


Рис. 1. Ультраструктура малого (а) и среднего (б) лимфоцитов, плазматической клетки (в) окуня и макрофага (г) зубатки.

я - ядро, м - митохондрия, р - рибосомы, гр - гранулярный ретикулум, ф - фагосома, л - лизосома. а -  $\times 13\ 000$ ; б, в -  $\times 8300$ ; г -  $\times 5000$ .

вуют клетки на разных стадиях развития. Мы рассматривали только зрелые клетки. Материал фиксировали и обрабатывали по общепринятой методике [6].

Ультраструктура малых и средних лимфоцитов, плазматических клеток и макрофагов окуня, судака, зубатки сходна с таковой у карпа. Для малых лимфоцитов (размеры клетки 4-4,5 мкм) харак-

терны крупное ядро с плотными скоплениями гетерохроматина, узкий ободок цитоплазмы, содержащей несколько крупных митохондрий и свободные рибосомы (рис. 1, а). Средние лимфоциты (4,6–5 мкм) отличаются меньшим ядерно-цитоплазматическим отношением и менее плотными скоплениями гетерохроматина в ядре (рис. 1, б). Для плазматических клеток характерно наличие в цитоплазме хорошо развитого гранулярного эндоплазматического ретикулума, занимающего почти всю цитоплазму (рис. 1, в).

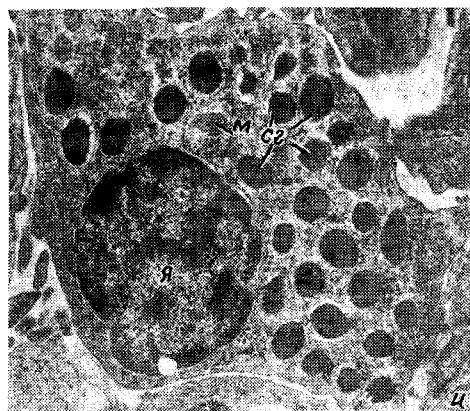
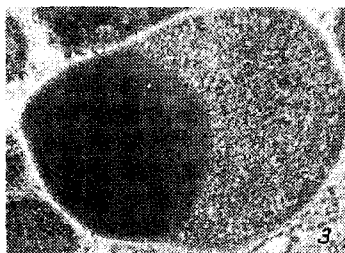
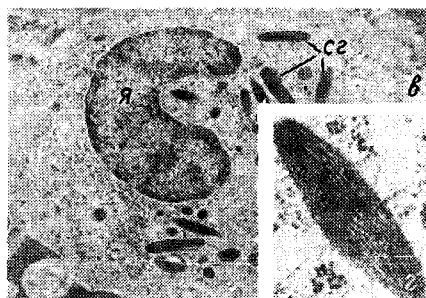
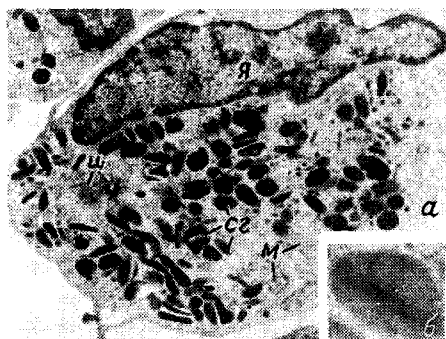
У макрофагов (10–12 мкм) клеточное ядро очень изменчиво, гетерохроматин, как правило, не конденсирован вообще или слабо. Цитоплазма обширна и содержит электронно-плотные гранулы типа лизосом, фагоцитарный материал, часто целые клетки – эритроциты и гранулоциты на разных стадиях разрушения (рис. 1, г).

Различия между иммунокомпетентными клетками рыб рассматриваемых отрядов касаются гранулоцитов. При электронно-микроскопических исследованиях по форме, размерам клеток и ядра, а также по форме, размерам и внутренней структуре гранул гранулоциты карпа обычно разделяют на типы I, II и III [1–4]. Мы также выделяем 3 типа гранулоцитов у карпа, хотя часто встречаются клетки, содержащие в цитоплазме гранулы 2 типов – II и III. У окуня, судака и зубатки ясно различимы 2 типа гранулоцитов.

Гранулоциты карпа I – клетки с эксцентрично расположенным ядром самой разнообразной формы (рис. 2, а). Почти вся цитоплазма клетки заполнена удлиненными гранулами с характерными электронно-плотными палочковидными структурами в центре, состоящими из чередующихся параллельных светлых и темных полос (рис. 2, б). Гранулоциты I окунеобразных рыб содержат удлиненные, равномерно полосатые гранулы (рис. 2, в, г).

Гранулоциты II и III карпа – округлые клетки с эксцентричным овальным ядром, содержащим ядрышко и небольшое количество внеядрышкового гетерохроматина (рис. 2, д, ж). Почти вся цитоплазма зрелых гранулоцитов II заполнена специфическими гранулами, состоящими из двух частей – темной гомогенной и светлой опустошенной, содержащей отдельные мелкие темные включения (рис. 2, е). Гранулы гранулоцитов III несколько больших размеров, чем у II. Они состоят из темной и более светлой зон, содержимое светлой зоны равномерной электронной плотности; оно менее концентрировано, чем в темной зоне (рис. 2, з). Гранулоциты II окунеобразных рыб по форме и размерам подобны таковым карпа (рис. 2, и). Гранулы их однородны по составу, они электронно-плотные, без разделения на темную и светлую зоны (рис. 2, к).

Таким образом, при изучении ультратонкого строения клеток иммунной системы рыб, принадлежащих отрядам карпо- и окунеобразных, показано, что различия касаются гранулоцитов: количества их типов и ультратонкого строения гранул. Если лимфоциты, плазматические клетки и макрофаги, по-видимому сформировавшиеся морфологически и функционально клетки, имеющие сходное строение и у рыб, и у млекопитающих, то гранулоциты у рыб, очевидно, находятся в стадии становления. Этим можно объяснить морфологические различия их у рыб, принадлежащих к разным отрядам.



1. Турдыев А.А. Ультраструктура гранулоцитов карповых рыб // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. 1975. Т. 68, вып. 2.
2. Хамидов Д.Х., Турдыев А.А., Нишанбаев К.Н., Гильдиева Б.С., Заремская Л.М. Ультраструктура клеток зеркального карпа // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. 1972. Т. 63, № 10.
3. Bielek E. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Blutzellen der Teleostier 3. Granulocyten // Zool. Jb. (Anat.). 1980. Bd 103.
4. Cennini P. The ultrastructure of leucocytes in carp (*Cyprinus carpio*) // J. Zool. (London). 1984. Vol. 204.
5. Fänge R. Lymphomyeloid tissues in fishes // Vidensk. Meddr. dansk naturh. Foren. 1965. Bd 145.
6. (Weakley B.S.) Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих. М., 1975.
7. Zapata A. Lymphoid organs of teleost fish. II. Ultrastructure of renal lymphoid tissue of *Rutilus rutilus* and *Gobio gobio* // Devel. Comp. Immun. 1981. Vol. 5, N 4.

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

---

Рис. 2. Ультраструктура гранулоцитов рыб.

а, б - гранулоцит I карпа, в, г - тот же зубатки, д, е - гранулоцит II карпа, ж, з - гранулоцит III карпа, и, к - гранулоцит II судака; а, в, д, ж, и - общий вид, б, г, е, з, к - гранула, сг - специфические гранулы, ц - центриоль. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1. а - х5000, б, г - х33 000, в, д, ж - х8300, е - х26 000, з, к - х50 000, и - х10 000.



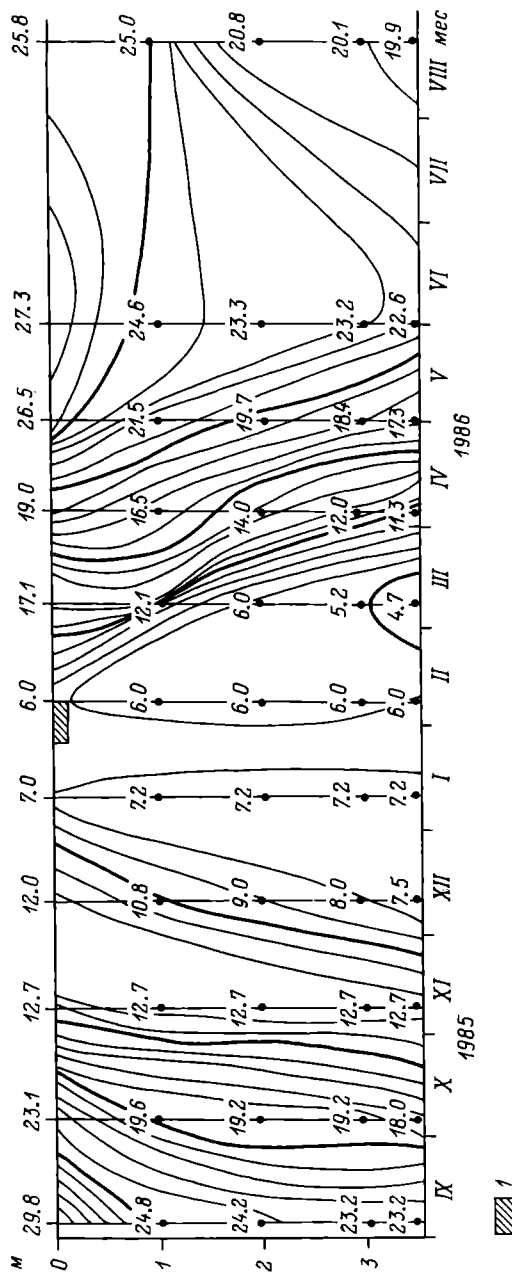


Рис. 3. Сезонные изменения в вертикальном распределении температуры воды зоны постоянного подогрева на 4 °С.

1 - лед. Вертикальные линии соответствуют дням измерения.

озера (рис. 2). В целом в марте при циркуляционных расходах ГРЭС около  $19 \text{ м}^3/\text{с}$  средневзвешенная температура воды озера на  $4^\circ\text{C}$  превышала естественную.

К началу апреля средняя температура воды повышается до  $12,7^\circ\text{C}$ . С такой же температурой вода поступает в подводящий канал и, проходя через конденсаторы, нагревается до  $19,3^\circ\text{C}$ . С повышением температуры увеличивается устойчивость водных масс, в результате теплые сбросные воды ГРЭС сосредоточены в поверхностных слоях и распространение их определяется прежде всего ветром. Так, к концу апреля устойчивым восточным ветром воды с температурой  $28,8^\circ\text{C}$  были отнесены от устьев сбросных каналов в сторону подводящего канала и к западному берегу озера, где температура воды повысилась до  $26-27^\circ\text{C}$ . Съемки, проведенные в июне и августе, показали, что в центральной части озера температура воды поверхности составляла  $20-24^\circ\text{C}$ , около устьев сбросных каналов – не опускалась ниже  $26-30^\circ\text{C}$ .

На зону постоянного подогрева приходится 6% акватории и 3% объема водной массы озера. Для этой зоны характерны признаки субтропического водоема [2]: температура поверхности воды в течение года колеблется в пределах  $6-30^\circ\text{C}$ , в придонных слоях –  $5-23^\circ\text{C}$ , полная вертикальная циркуляция водных масс с температурой  $6-12^\circ\text{C}$  происходит осенью и зимой (рис. 3). Смарты по октябрь водные массы этой зоны устойчиво стратифицированы. Дополнительное поступление органических веществ в сбросные каналы с отходами кормов садкового хозяйства и возрастающая в летнее время устойчивость водных масс к динамическому воздействию ветра индуцируют напряженный кислородный режим в зоне постоянного подогрева на  $4^\circ\text{C}$ : в частности, в отдельные периоды, начиная с глубины 1 м, содержание кислорода снижается до  $0,6 \text{ мг/л}$ , а в придонных слоях – до  $0,1 \text{ мг/л}$ .

Таким образом, в результате поступления дополнительного тепла в малое озеро умеренного типа эпитермического класса произошли значительные изменения в его годовом термическом цикле – увеличилась продолжительность гидрологического лета–осени до 286 сут и соответственно сократился зимне–весенний период до 79 сут; термическая структура озера приобретает черты, характерные для водоема метатермического класса умеренно–теплой климатической зоны с признаками субтропического режима.

## Л и т е р а т у р а

1. Т и х о м и р о в А.И. Термика крупных озер. Л., 1982.
2. (Hutchinson D.). Хатчинсон Д. Лимнология (географические, физические и химические характеристики озер). М., 1969.

Белорусский государственный  
университет им. В.И. Ленина

В.И. Романенко, М.К. Обей Абреу,  
Л.И. Захарова

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОПТИМУМА РАЗВИТИЯ БАКТЕРИЙ В ИЛАХ

Ранее был описан политермостат, позволяющий определять развитие микроорганизмов в зависимости от температуры на жидких питательных средах [1]. С помощью этого прибора в 10 рядах пробирок с тремя повторностями (всего 30 пробирок) создавался градиент температур от 12 до 50 °С с перепадом от ряда к ряду на 3–4 °С. В качестве индикатора развития бактерий использовалась интенсивность ассимиляции ими меченых радиоактивным изотопом  $^{14}\text{C}$  минеральных или органических соединений [1, 2].

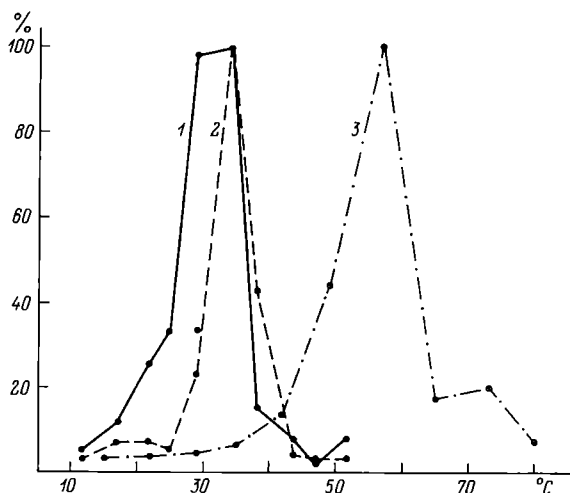
Мы поставили перед собой задачу разработать метод определения температурного оптимума микрофлоры, обитающей в илах. Прямому анализу интенсивности развития бактерий по ранее описанному способу мешает сама консистенция ила. Поэтому мы пошли по пути получения бактериальной суспензии из ила в жидкой среде, с которой и проводили работы. Окислительно-восстановительный потенциал ее доводили до величин, наблюдаемых в донных отложениях водоемов.

Для анализа были использованы донные отложения из Рыбинского водохранилища и активные илы из двух метантенков г. Гаваны (Куба), один из которых работал на мезофильной микрофлоре, другой – на термофильной.

Прокипяченная вода из водохранилища с содержанием карбонатов около 20 мг С/л была разбавлена стерильной дистиллированной водой в отношении 1:3 (1 часть – естественная вода, 3 части – дистиллированная) и налита в 2 колбы: в одну – 500, во вторую – 250 мл.\* В воду добавили раствор сульфида натрия для понижения окислительно-восстановительного потенциала до 20 ед.  $r\text{H}_2$ . В первую колбу внесли 5 г ила, после тщательного взбалтывания вода отстаивалась в течение 5–10 мин. Верхний ее слой с мелкими частицами почвы сливали во вторую колбу, из которой при тщательном перемешивании пипеткой суспензию по 8 мл разливали в пробирки объемом 11 мл. В каждую пробу вносили по 1 мл раствора  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  с активностью под счетчиком Гейгера  $0,5 \cdot 10^6$  имп./мин. Пробирки плотно закрывали резиновыми пробками и инкубировали в ячейках политермостата при разных температурных условиях в темноте, чтобы исключить деятельность фотосинтезирующих организмов. При исследовании активных илов метантенка, где можно было ожидать наличия термофильных бактерий, политермостат был отрегулирован на диапазон температур от 13 до 80 °С.

---

\*Разбавление произведено для уменьшения содержания карбонатов, чтобы повысить чувствительность метода при использовании в качестве индикатора развития бактерий гетеротрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$ .



Развитие бактерий в илах в зависимости от температуры.

1 — в Рыбинском водохранилище летом, 2 — в метантенке с мезофильной микрофлорой, 3 — в метантенке с термофильной микрофлорой. По оси ординат — активность гетеротрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$ , % от максимальной величины; по оси абсцисс — температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

Через 12 ч содержимое пробирок фиксировали формалином, профильтровывали через мембранные фильтры с диаметром пор 0,4 мкм. После высушивания фильтры обрабатывали 0,1%-ной соляной кислотой (для удаления следов меченого карбоната) и вторично высушивали. Радиоактивность бактерий, помечившихся в процессе гетеротрофной ассимиляции углекислоты, просчитывали под торцовым счетчиком.

Из полученных результатов (см. рисунок) следует, что в донных отложениях Рыбинского водохранилища летом господствует микрофлора, для которой температурный оптимум развития колеблется в пределах 28–35  $^{\circ}\text{C}$ . Разница в этом случае укладывается в пределах ошибки анализа. В активных илах метантенка, где процессы образования метана протекают на мезофильной микрофлоре, наиболее интенсивное развитие микрофлоры отмечено при 35  $^{\circ}\text{C}$ , в метантенке с термофильной микрофлорой температурный оптимум развития был равен 57  $^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, из приведенных примеров видно, что в донных отложениях, так же как и в воде, с помощью описанного выше метода можно определять температурный оптимум развития доминирующих бактериальных ценозов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Романенко В.И. Температурные оптимумы бактериопланктона в Рыбинском водохранилище в различные сезоны года // Микробиология. 1982. Т. 51. Вып. 5.

P u b i l l o n e s M.A., P e r e z - E i r i z M.,  
R o m a n e n k o V.I. Influencia de la tempera-  
tura sobre la actividad de las comunidades bacte-  
rianas de algunos embalses en Cuba // Ciencias  
Biologicas AC de Cuba. 1985. N 14.

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

Институт изучения дериватов  
сахарного тростника,  
Гавана (Куба)

„ХИРОНОМИДЫ ГОЛАРКТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ: ОПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТАБЛИЦЫ И ДИАГНОЗЫ. ЧАСТЬ 2: КУКОЛКИ“ (ПОД РЕД. Т. ВИДЕРХОЛЬМА).  
 „CHIRONOMIDAE OF THE HOLARCTIC REGION: KEYS AND DIAGNOSES. PART 2: PUPAE“. T. WIEDERHOLM (ED.) // ENT. SCAND. 1986. SUPPL. 28. 482 P.

Более 10 лет тому назад в Праге на У1 симпозиуме по хирономидам систематики-хирономидологи из ФРГ Фитткау и Райс предложили ведущим систематикам мира принять участие в составлении сводного определителя хирономид Голарктики, ибо за последние 20 лет накопилось много новых данных по таксономии, описано много новых видов и более 50 новых родов. В составлении определителя приняли участие Кренстон и Пиндер (Великобритания), Фитткау и Райс (ФРГ), Видерхольм и Брундин (Швеция), Сетер (Норвегия), Оливер (Канада) и Робак (США). Предварительно Сетер<sup>1</sup> опубликовал терминологический словарь по морфологии хирономид, а Асхе<sup>2</sup> одновременно с определителем издал каталог родов и подсемейств хирономид, где приведена их синонимика. Второй том определителя – куколки – вышел в конце 1986 г. Его объем – 482 с.

Книга содержит 10 разделов, библиографию и таксономический указатель. Авторский список несколько изменился. Выбыл, по неизвестным причинам, Робак (США), и дополнили его Марей (Ирландия) и Коффмен (США). Содержание определителя следующее.

Раздел 1 – Введение. Дано краткое описание биологии куколок хирономид, обсуждаются способы их определения, детально изложена методика сбора, фиксации и изучения материала. Составлен Пиндером.

---

<sup>1</sup>S a e t h e r O. Glossary of chironomid morphology terminology (Diptera, Chironomidae) // Ent. scand. 1980. Suppl. 14. P. 1-51.

<sup>2</sup>A s h e P. A catalogue fo chironomid genera and subgenera of the world including synonyms (Diptera, Chironomidae) // Ent. scand. 1983. Suppl. 17. P. 1-68.

Раздел 2 составлен Коффменом. В нем приводится определительная таблица для 8 подсемейств: *Telmatogetoninae*, *Podonomiinae*, *Tanypodinae*, *Buchonomyiinae*, *Diamesinae*, *Prodiamesinae*, *Orthoclaadiinae*, *Chironominae*.

Разделы 3-10 посвящены соответствующим подсемействам, составлены различными авторами по единому плану: даны диагнозы подсемейства, определительная таблица родов, диагнозы родов. Диагнозу подсемейства предшествуют реферат и адрес составителя.

Раздел 3 подготовлен Кренстоном. Подсем. *Telmatogetoninae* включает 3 рода, из них для одного рода куколки неизвестны.

Автор раздела 4 - Брундин. Подсем. *Podonomiinae* в северном полушарии представлено 5 родами.

Раздел 5 составлен Фитткау и Мареем. Подсем. *Tanypodinae* включает 38 родов, для одного рода куколка неизвестна. Приведена таблица для родов и подродов подсемейства и групп видов рода *Pocladius*.

Раздел 6 подготовлен Сетером. Подсем. *Buchonomyiinae* с 1 родом.

Автор раздела 7 - Оливер. Подсем. *Diamesinae* включает 10 родов, ранее было изучено 9. Для одного рода преимагинальные стадии неизвестны. Число родов увеличилось за счет рода *Arctodiamesa*, описанного Е.А. Макаренко.

Раздел 8 составлен Сетером. Подсем. *Prodiamesinae*. Дан ключ для 3 родов, для двух куколки неизвестны.

Раздел 9 подготовлен Коффменом, Кренстоном, Оливером и Сетером. Подсем. *Orthoclaadiinae*. Определительная таблица включает 72 рода, для 14 родов куколки неизвестны.

Раздел 10 написан Пиндером и Райсом. Подсем. *Chironominae*. В определительной таблице дано 69 родов, из них 4 обозначены буквами (*Chironomus* Genus C, D, E, F), для 4 родов куколки неизвестны, куколка рода *Acalcarella* в оригинале не изучена и не включена в таблицу, так как первоописания для этого недостаточно.

Таким образом, определитель содержит ключи почти для 220 родов и их диагнозы, для 23 родов куколки неизвестны.

Книга иллюстрирована хорошо выполненными оригинальными рисунками (их около 1500), оформленными, как и в первом томе, посвященном личинкам.

Библиография включает 466 работ, из них 37 - советских авторов.

Ценность определителя в доказательстве не нуждается. Он крайне необходим не только специалистам хирономидологам, но также энтомологам, гидробиологам, ихтиологам, студентам, аспирантам и преподавателям биологических факультетов вузов и университетов.

А.И. Ш и л о в а



28 февраля 1988 г. после тяжелой болезни на 63-м году жизни скончался директор Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина АН СССР, доктор географических наук, член КПСС с 1947 г. Николай Васильевич Буторин.

Н.В. Буторин родился в 1925 г. в дер. Прилуцкая Архангельской обл. в семье крестьянина. В годы Великой Отечественной войны с оружием в руках защищал Родину, был командиром стрелковой роты. В 1955 г., после окончания аспирантуры Ленинградского высшего инженерного училища, Н.В. Буторин поступил на работу в Институт биологии внутренних вод АН СССР, с которым и была связана вся его дальнейшая жизнь. Начав трудовую деятельность в должности младшего научного сотрудника, он в 1972 г. занял высокий пост руководителя научного учреждения.

Н.В. Буторин как ученый и руководитель института внес большой вклад в развитие биологии и экологии пресных вод. Им была создана и успешно развивалась теория водных масс водоемов, способствовавшая раскрытию связей между водными организмами и средой их обитания, выявлению зависимостей между структурно-функциональными характеристиками водных биоценозов и полями абиотических параметров, определению оптимальных условий существования гидробионтов и возможных путей управления их воспроизводством и



поведением. В его книге „Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада“ (1969) дана детальная характеристика генезиса, свойств и динамики водных масс волжских водохранилищ. Под руководством Н.В. Буторина и при его непосредственном участии выполнены обширные исследования и получены новые данные о закономерностях формирования флоры и фауны, по биологическому крутообороту веществ и продуктивности водохранилищ. Результаты этих работ отражены в ряде монографий: „Рыбинское водохранилище и его жизнь“ (1972), „Волга и ее жизнь“ (1978), „Иваньковское водохранилище и его жизнь“ (1978), „Куйбышевское водохранилище и его жизнь“ (1983), соавтором и редактором которых он был. Н.В. Буторин – автор свыше 170 научных публикаций, в том числе 4 монографий. Две из них – „Донные отложения верхневолжских водохранилищ“ (в соавторстве с Н.А. Зиминовой и В.П. Курдиным) и „Температурный режим воды и грунтов Рыбинского водохранилища“ (в соавторстве с Т.Н. Курдиной и С.С. Бакастовым), посвящены важнейшим экологическим факторам и оценке их роли в биопродукционных процессах в крупных водохранилищах.

Н.В. Буторин постоянно вел большую научно-организационную работу. Как председатель Научного совета АН СССР по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов, Секции водохранилищ Научного совета ГКНТ СМ СССР, он принимал непосредственное участие в разработке стратегии гидробиологической науки. Большое внимание Н.В. Буторин уделял подготовке и воспитанию молодых сотрудников, начинающих свою научную деятельность.

Защитник Родины в годы Великой Отечественной войны и ученый в мирное время – он снискал глубокое уважение всего коллектива института. Родина по достоинству оценила трудовые и ратные заслуги Н.В. Буторина. Он кавалер ордена Александра Невского, двух орденов Отечественной войны, двух орденов Красной Звезды, двух орденов Трудового Красного Знамени, а также награжден 8 медалями.

Товарищи по работе и все те, кто имел научные и деловые контакты с Н.В. Буториным, навсегда сохраняют о нем светлую память.

ИНФОРМАЦИИ

Стр.

Советско-финское сотрудничество в области изучения рыбопродуктивности внутренних водоемов (Поддубный А.Г., Малинин Л.К.) . . . . .	3
--	---

СООБЩЕНИЯ

Лаптева Н.А., Афанасьев В.А. Микрофлора оз. Байкал (электронно-микроскопические исследования) . . . . .	5
Елизарова В.А. Фитопланктон прибрежного мелководья Рыбинского водохранилища . . . . .	13
Ляшенко О.А. О фитопланктоне Угличского водохранилища	17✓
Охалкин А.Г., Юлова Г.А. Влияние зарегулирования р. Волги у г. Чебоксары на фитопланктон в устьях рек Керженца и Ветлуги . . . . .	21
Даченко Ю.С., Сысоев В.Е. Характеристика сапробности Учинского водохранилища по фитопланктону . . . . .	26
Копылов А.И. Количественная характеристика планктонных микрогетеротрофов трех тропических рек . . . . .	29
Каратаев А.Ю. Влияние подогрева на комплекс беспозвоночных литорали водоема-охладителя ТЭС оз. Лукомского . . . .	32
Жуков Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне Чебоксарского водохранилища . . . . .	35
Тылик К.В., Щербина Г.Х. Роль хирономид в питании рыб оз. Камышового . . . . .	39
Мыльников А.П. Морфология бесцветного жгутиконосца <i>Histiona aroides</i> . . . . .	43
Архипова Н.Р. Зависимость между диаметром и длиной тела у сходных видов тубифицид . . . . .	46
Сарвино В.С., Вербицкий В.Б. Пищевая избирательность планктонных фильтраторов в проточном градиенте кормов. II. Пищевая избирательность <i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller . . . . .	50
Вехов Н.В. Формирование латентных яиц у <i>Anostraca</i> (Crustacea; Branchiopoda) . . . . .	53
Голубков С.М., Кочарина С.Л. Зависимость интенсивности дыхания личинок двух видов ручейников от температуры воды . . . . .	57
Кузьмина В.В., Перевозчикова О.Б. Роль экзоферментов в процессах пищеварения рыб . . . . .	60
Поддубный А.Г., Каукоранту М., Малинин Л.К., Ниеми А., Саранчов С.И., Пойкола К. Первые результаты биотелеметрических исследований поведения рыб в озерах Финляндии (Сообщение 1). . . . .	63

Б а л а б а н о в а Л.В. Особенности ультраструктуры иммуно- компетентных клеток почек окунеобразных рыб . . . . .	67
Г у р ь я н о в а Л.В. Изменение термики малого озера в резуль- тате использования его в качестве водоема-охладителя ТЭС . . . . .	72
Р о м а н е н к о В.И., О б е й А б р е у М.К., З а х а - р о в а Л.И. Определение температурного оптимума развития бактерий в илах . . . . .	76

# РЕЦЕНЗИЯ

„Хирономиды Голарктической области: Определительные таблицы и диагнозы. Часть 2: Куколки" (под ред. Т. Видерхольма).	
"Chironomidae of the Holarctic region: Keys and diag- noses. Part 2: Pupae". Т. Wiederholm (Ed.) // Ent. scand. 1986. Suppl. 28. 482 p. . . . .	79

# CONTENTS

## INFORMATION

The Soviet-Finnish cooperation in the field of investigation of fish productivity in the inland reservoirs (Podubny A.G., Malinir L.K.) . . . . .	3
---	---

## ARTICLES

Laptev A.A., Afanasyev V.A. Microflora of Lake Baikal (electron microscopic investigations) . . . . .	5
Elizarova V.A. Phytoplankton at alongshore shallows of the Rybinsk reservoir . . . . .	13
Lyashenko O.A. On phytoplankton of the Uglich reservoir . . . . .	17
Okhupkin A.G., Yulova G.A. The effect of the Volga river regulation in the region of Cheboksary on phytoplankton in mouths of the Kержenets and Vetluga rivers . . . . .	21
Datsenko Yu.S., Sysoev V.E. A saprobe characteristics of the Uchinsk reservoir by phytoplankton . . . . .	26
Kopylov A.I. A quantitative characteristics of planktonic microheterotrophes of the three tropical rivers . . . . .	29
Karataev A.Yu. The effect of heating on an invertebrates complex in the littoral zone of a cooler-reservoir of the thermoelectric power station of the Lukomskoe lake . . . . .	32
Zhukov B.F. Zooflagellates in plankton of the Cheboksary reservoir . . . . .	35
Tylik K.V., Shcherbina G.Kh. The role of chironomids in fish feeding of the Kamyshovoe lake . . . . .	39
Mylnikov A.P. Morphology of colourless flagellate Histiona aroides . . . . .	43
Arkhipova N.R. The relationship between diameter and length of closely related Tubificids species . . . . .	46
Sarviro V.S., Verbitsky V.E. Food selectivity of filtering plankton species in a flow-through food gradient. II. Food selectivity of Bosmina longirostris O.F. Müller . . . . .	50

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА „НАУКА“ МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ В  
МАГАЗИНАХ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“, В МЕСТНЫХ МАГАЗИНАХ КНИГОТОР-  
ГОВ ИЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу:

117192 Москва, Мичуринский пр., 12. Магазин „Книга-почтой“ Центральной конто-  
ры „Академкнига“;

197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7. Магазин „Книга-почтой“ Северо-Западной  
конторы „Академкнига“ или в ближайший магазин „Академкнига“, имеющий  
отдел „Книга-почтой“:

480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 („Книга-почтой“);

370005 Баку, Коммунистическая ул., 51 („Книга-почтой“);

232600 Вильнюс, ул. Университето, 4;

690088 Владивосток, Океанский пр., 140 („Книга-почтой“);

320093 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 („Книга-почтой“);

734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 („Книга-почтой“);

375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;

664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289 („Книга-почтой“);

420043 Казань, ул. Достоевского, 53 („Книга-почтой“);

252030 Киев, ул. Ленина, 42;

252142 Киев, пр. Вернадского, 79;

252030 Киев, ул. Пирогова, 2;

252030 Киев, ул. Пирогова, 4 („Книга-почтой“);

277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 („Книга-почтой“);

343900 Краматорск, Донецкой обл., ул. Марата, 1 („Книга-почтой“);

660049 Красноярск, пр. Мира, 84;

443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 („Книга-почтой“);

191104 Ленинград, Литейный пр., 57;

199034 Ленинград, Таможенный пер., 2;

194064 Ленинград, Тихорешский пр., 4;

220012 Минск, Ленинский пр., 72 („Книга-почтой“);

103009 Москва, ул. Горького, 19а;

117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;

630076 Новосибирск, Красный пр., 51;

630090 Новосибирск, Морской пр., 22 („Книга-почтой“);

142284 Протвино, Московской обл., ул. Победы, 8;

142292 Пушкино, Московской обл., МР „В“, 1;

620161 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 („Книга-почтой“);

700000 Ташкент, ул. Ю. Фучика, 1;

700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;

700070 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;

700185 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 („Книга-почтой“);

634050 Томск, наб. р. Ушайки, 18;

634050 Томск, Академический пр., 5;

450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 („Книга-почтой“);

450025 Уфа, Коммунистическая ул., 49;

720000 Фрунзе, бульв. Дзержинского, 42 („Книга-почтой“);

310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87 („Книга-почтой“).

V e k h o v N.V., Formation of latent eggs by Anostraca (Crustacea; Branchiopoda) . . . . .	53
G o l u b k o v S.M., K o c h a r i n a S.L. The dependence of respiration intensity on water temperature in larvae of two Trichoptera . . . . .	57
K u z m i r a V.V., P e r e v o z c h i k o v a O.B. The role of exoenzymes in fish digestion . . . . .	60
P o d d u b n y A.G., K a u k o r a n t e M., M a l i n i n L.K., N i e m i A., S a r a n - c h o v S.I., P o i k o l a K. The earliest results of biotelemetrical investigations of fish beha- viour in lakes of Finland (Communication 1) . . . .	63
E a l a b a n o v a L.V., Ultrastructure peculiarities of immunocompetent cells of Perciformes kidney . . .	67
G u r y a n o v a L.V., Changes in thermal condi- tions in a small lake as a result of its use as a reservoir-cooler of the thermoelectric power station . . .	72
R o m a n e n k o V.I., C b e y A b r e u M.K., Z a k h a r o v a L.I. Determination of the temperature optimum for bacteria development in silts . . . . .	76

## REVIEW

"Chironomidae of the Holarctic region: Keys and diagnoses. Part 2: Pupae". T. Wiederholm (Ed.) // Ent. scand. 1986. Suppl. 28. 482 p. (S h i l o v a A.I.) . . . . .	79
--	----

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 80

Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР

Редактор издательства Т.Л. Ломакина  
Технический редактор Т.В. Шаврина  
Корректор Г.И. Тимошенко

ИБ № 33303

Подписано к печати 18.11.88. М- 38390. Формат 60х90 1/16. Бумага  
книжно-журнальная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 5.50. Усл.кр.-от. 5.75.  
Уч.-изд. л. 5.29. Тираж 950. Тип. зак. № 948. Цена 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство „Наука”. Ленинградское отделение  
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1.

---

Ордена Трудового Красного Знамени  
Первая типография издательства „Наука”.  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.